

Alfons Labisch (Dekan)

Aktuelle Perspektiven der universitären Medizin an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf – die Sicht der Medizinischen Fakultät¹

Ein „unmögliches“ Szenario? Zur aktuellen Lage

Die Neuordnung der Hochschulmedizin

Am 27. Dezember 1999 trat das „Gesetz zur Neuordnung der Hochschulmedizin“, am 1. Januar 2001 die „Rechtsverordnung über die Errichtung des Universitätsklinikums Düsseldorf“ in Kraft. Durch diese Vorschriften wurden die bisherigen Medizinischen Einrichtungen aus dem Verband der Universität herausgelöst und als „Universitätsklinikum Düsseldorf“ (UKD) in einer „Rechtsfähigen Anstalt öffentlichen Rechts“ neu geordnet. Lediglich die Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeiter bleiben als eine Art virtuelle Fakultät im Verbund der Universität. Daraus folgen erhebliche organisatorische und administrative Probleme. Betroffen sind keinesfalls nur die Medizinische Fakultät und das UKD, sondern – wie zu zeigen sein wird – die gesamte Universität.

„Fallpauschale“ und „Kopfpauschale“

Wenn hier erneut über die Lage der Medizinischen Fakultät berichtet wird,² kann ein bestimmtes Szenario verdeutlichen, um was es in der Zukunft gehen könnte. Die Kosten der Krankenversicherung sind ein geläufiges Thema. Entsprechende und stets unbefriedigende Reformbemühungen begleiten uns seit dem „Kranken-Versicherungs-Kosten-Dämpfungsgesetz“ (KVKG) vom 1. Juli 1977. Gemäß dem „Gesetz zur Änderung des Krankenhausfinanzierungsgesetzes und der Bundespflegesatzverordnung“ (DRG-Systemzuschlagsgesetz) vom 27. April 2001 sowie dem „Gesetz zur Einführung des Diagnose orientierten Fallpauschalensystems für Krankenhäuser“ (Fallpauschalengesetz – FPG) vom 23. April 2002 wird zum Januar 2004 die Finanzierung der Krankenhäuser nach so genannten „Fallpauschalen“ – oder auf angloamerikanisch: Diagnosis Related Groups (DRGs) – gestaltet. Das heißt, für dieselbe medizinische Leistung, wie etwa eine bestimmte Operation, wird bundesweit derselbe Kostensatz erstattet, gleich ob diese Maßnahme in einem entlegenen Krankenhaus in der Peripherie oder in einem kostenintensiven Universitätsklinikum durchgeführt wird. Die Universitätskliniken sind als Krankenhäuser der Supra-Maximalversorgung in die Krankenhauspläne der Länder integriert und damit Teil der gesundheitlichen

¹ Das vorliegende Konzeptpapier ist eine Gemeinschaftsarbeit des Dekanats der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Ich danke – in alphabetischer Reihenfolge – Christoph auf der Horst, Ulrich Mödder, Wolfgang Raab, Sibylle Soboll und Gerhard Thore. Mein bleibender Dank gilt Dieter Häussinger, der als Dekan der Jahre 1998 bis 2002 entscheidende Weichenstellungen herbeiführte.

² Diese Situationsberichte sind im *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2001* von Dieter Häussinger, dem Dekan der Medizinischen Fakultät, und von Rolf Ackermann, dem Ärztlichen Direktor des UKD, ausführlich und gründlich gegeben worden: vgl. Häussinger (2002a), (2002b) und Ackermann (2002).

Versorgung. Durch die gesundheitspolitischen Vorgaben geraten die Universitätskliniken unter enormen Kostendruck. Für das UKD bedeutet das von 2004 bis 2006 voraussichtlich eine Kürzung um ca. 9 Mio. € pro Jahr, insgesamt also einen Betrag zwischen 25 bis 30 Mio. € in den nächsten drei Jahren. Zwischen 70 und 80 Prozent der Kosten eines Klinikums sind Personalausgaben. Wirksame Sparmaßnahmen sind nur durch entsprechende Kürzungen möglich. Dass sich dies auf die Leistungsfähigkeit eines Klinikums auswirken kann, leuchtet unmittelbar ein.

Nach der aktuellen hochschulpolitischen Diskussion werden die Medizinischen Fakultäten möglicherweise mit einem vergleichbaren Problem konfrontiert werden. Derzeit gibt es einen pauschalierten, teils historisch gewachsenen, teils nach Leistungsparametern berechneten Zuführungsbetrag des Landes für die Lehre und Forschung an den Medizinischen Fakultäten. Anstelle dieses Betrages wird von einigen Ländern eine Art Pauschale pro Studierenden erwogen. Die Medizinischen Fakultäten würden dann – durchaus vergleichbar der Fallpauschale im Universitätsklinikum – eine „Kopfpauschale“ für ihre Studierenden bekommen. Nach allem, was an Zahlen gehandelt wird, liegt die Summe dieser Pauschale erheblich unter dem bisherigen Zuführungsbetrag. Wie auf dem Medizinischen Fakultätentag im Juni 2003 berichtet wurde, scheint diese Option inzwischen aufgegeben worden zu sein. Gleichwohl ist diese politische Option geeignet zu zeigen, wohin die öffentliche Finanzierung von Medizinischen Fakultäten möglicherweise gehen wird.

Von anderer Seite droht Ähnliches. Der Zuführungsbetrag des Landes Nordrhein-Westfalen für Lehre und Forschung an den Medizinischen Fakultäten wird seit einigen Jahren zu einem gewissen Prozentsatz nach leistungsbezogenen Kriterien vergeben. Derzeit werden zehn Prozent, das bedeutet 50 Mio. € pro Jahr, nach den Leistungen in der Lehre, in der Forschung und in der Frauenförderung unter den sieben Fakultäten des Landes aufgeteilt. Die Drittmittelinwerbung und der Output an Forschungsleistungen – gemessen in der Zahl der Publikationen und ihrer Zitationsrate im internationalen medizinischen Schrifttum – sind die Parameter. Dieser Leistungsbezug hat einige Fakultäten, die bislang einen traditionell begründet hohen Zuführungsbetrag hatten, mangels entsprechender Leistungen nach und nach ins Hintertreffen gebracht. Man könnte auch sagen: Die sechstbeste Fakultät bleibt die Sechstbeste, gleich welche Parameter und welche Divisoren auch immer bemüht werden. Jedenfalls kämpfen diese Fakultäten nun mit erheblichem Aufwand darum, das gesamte System der leistungsbezogenen Mittelvergabe so zu justieren, dass alle Fakultäten nach einem leistungsfernen Pauschalssystem „gleich“ behandelt werden. Da der zu verteilende Betrag – wenn es hochkommt – auch „gleich“ bleibt, drohen den großen und forschungsintensiven Medizinischen Fakultäten des Landes Einbußen, die bis zu fünf Prozent des Zuführungsbetrages erreichen können. Dies würde für die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf bedeuten, dass bis zu hundert Stellen im wissenschaftlichen Dienst – das wären etwa zehn Prozent – gestrichen werden müssten.

„Medizinische Hochschule Düsseldorf“?

In unserem Szenario kämen also sowohl auf die Medizinische Fakultät als auch auf das UKD erhebliche Einnahmekürzungen zu. Sie lägen zwischen zehn bis zwanzig Prozent der jeweiligen Budgets von Fakultät und UKD. Aus dieser an sich bereits Besorgnis erregenden Entwicklung könnten für die deutsche Universitätsmedizin gänzlich neue Pro-

bleme erwachsen. Denn der Verselbstständigungsprozess der Universitätskliniken könnte durchaus noch weiter geführt werden, als dies durch die Rechtsformänderungen der Jahre 1999 bis 2001 bereits geschehen ist. Denkbar ist, dass Universitätskliniken gänzlich in ein privatrechtliches Modell überführt werden. Hierfür gibt es zumindest für Teilbereiche bereits Beispiele (Herzzentrum Leipzig GmbH; HELIOS Klinikum Berlin Buch des Max-Delbrück-Centrums Berlin). Auch im Lande Nordrhein-Westfalen hat es bereits Pläne gegeben, einzelne oder gar sämtliche Universitätskliniken zu privatisieren. Mit Blick auf die öffentlichen Haushalte werden diese Gedanken mit Sicherheit – und zwar eher früher als später – wieder in die hochschulpolitische Debatte geworfen werden. Die Wissenschaftsministerin des Landes Nordrhein-Westfalen hat dies auf einer Pressekonferenz am 14. Juli 2003 getan.

Was könnte eine solche Entwicklung für die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf bedeuten?

Medizinische Grundlagenforschung, klinische Forschung und Klinik sind engstens aufeinander bezogen. Die Versuche sowohl von Hochschul- als auch von Gesundheitspolitikern, die Finanzierungsströme staatlicher Lehr- und Forschungsinvestitionen einerseits und der gesetzlichen Krankenversicherung andererseits zu trennen, gehen an der Sachlage vorbei. Die so genannte „Trennungsrechnung“ zwischen Fakultät und Klinik ist in keinem Bundesland bisher überzeugend gelöst worden. Die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf würde daher mit Sicherheit danach streben, die unmittelbare Verbindung zu ihrer Praxis und damit zum UKD aufrechtzuerhalten. Aus der Sicht des UKD gilt das Gleiche. Das würde nur zu dem Preis gelingen, dass sich Medizinische Fakultät und UKD aus dem Verband der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf herauslösen. Auch dies ist übrigens keine ungedachte Variante. Der Vorschlag des Ausschusses Medizin des Wissenschaftsrates vom Winter 2002/2003 zur Reorganisation der Universitätskliniken in Berlin lief auf dieses Modell hinaus: Herauslösen der beiden Medizinischen Fakultäten aus der Freien Universität und der Humboldt-Universität und – im Verbund mit den drei zu einem Universitätsklinikum vereinigten Kliniken (Benjamin Franklin, Rudolf Virchow, Charité) – Gründung einer selbstständigen Medizinischen Hochschule Berlin – wohl unter dem traditionsreichen Namen „Charité“.

Dies wäre also das Szenario, das als äußerste und bitterste Möglichkeit auch für Düsseldorf ins Auge zu fassen wäre: eine „neue“ Medizinische Hochschule Düsseldorf, bestehend aus dem UKD und der ehemaligen Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität, sowie eine „alte“ Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, bestehend aus den vier verbleibenden Fakultäten. Die „MHD“ hätte sicher einen schweren Weg vor sich. Aber sie hätte in allen relevanten Bereichen – Lehre, Forschung und Klinik – auch ein großes Potential vorzuweisen. Aber: Wäre eine „Rest-HHUD“ mit einer Mathematisch-Naturwissenschaftlichen, einer Philosophischen, einer Wirtschaftswissenschaftlichen und einer Juristischen Fakultät ohne formale Anbindung an die Medizin auf Dauer lebensfähig?

Was ist zu tun?

Das hier vorgestellte Szenario beträfe also die gesamte Universität. Der häufig – und nicht immer gern – gehörte Satz „Die Medizinische Fakultät bildet den Kern der Heinrich-

Heine-Universität Düsseldorf“ ist nach wie vor keineswegs nur ein historisches Argument. Über die hier vorgeführten strukturellen Argumente hinaus ist auch auf aktuelle Kennzahlen zu verweisen. Der Medizinischen Fakultät kommt im Rahmen der gesamten Universität nach wie vor eine Leitfunktion zu: Vier, bzw. drei Sonderforschungsbereiche (SFB 194 (bis 31. Dezember 2002); SFB 503, SFB 575, SFB 612), europäische und nationale Graduiertenkollegs sowie ein Drittmittelaufkommen von annähernd 25 Mio. € pro Jahr sind in die Waagschale zu werfen. Die „Refinanzierung“ der Forschung aus Drittmitteln erreicht damit über 25 Prozent des Zuführungsbetrages für Forschung und Lehre. Diese Zahlen verweisen auf eine klare strategische Orientierung und eine entsprechende Politik, die seit Jahren konsequent verfolgt wird. Eine derartige strategische Aufgabe war bislang in der inner- und außerfakultären Politik eines Dekanats oder einer Fakultät eher unüblich. Allerdings zwingt die Politik auf Bundes- und auf Landesebene dazu, sich rasch und gezielt neu auszurichten. Es geht darum, den absehbaren Verdrängungswettbewerb der Fakultäten und Universitäten nicht nur zu überleben, sondern gestärkt aus ihm hervorzugehen.

Hier sind alle gefragt. Seitens der Medizinischen Fakultät sowie seitens des UKD sind alle Kräfte darauf gerichtet, ein Szenario, in dem zunächst das Klinikum und dann die Medizinische Fakultät eigene Wege gehen, auszuschließen. Das implizite strategische Ziel heißt: Es gilt, die ‚universitas‘ zu wahren; es gilt, die gesamte Medizin im Verband der Universität zu erhalten.

Die Konsequenzen für das Tagesgeschäft sind klar:

- im Binnenverhältnis der Medizin muss die Kooperation zwischen Medizinischer Fakultät und Universitätsklinik so eng wie möglich gestaltet werden;
- im Binnenverhältnis der Universität muss die Kooperation zwischen der Medizin – Fakultät und Klinik – und den anderen Fakultäten so eng wie möglich gestaltet werden;
- diese Kooperation muss nach innen unmittelbar gelebt und nach außen hin unmittelbar sichtbar werden.

Tatsächlich werden diese Forderungen in Düsseldorf derzeit bereits in hohem Maße erfüllt. So hat beispielsweise die enge Kooperation zwischen der Medizinischen Fakultät und UKD einerseits und der Universität andererseits bei der Begehung der Universität durch den Expertenrat im Wintersemester 1999/2000 eine durchaus bedeutende Rolle gespielt.³

Was aber bleibt zu tun, um diese Kooperation zu vertiefen? An zwei Beispielen, nämlich zunächst am Beispiel der akademischen Lehre, anschließend am Beispiel der Forschung, sei dargestellt, wie die Medizinische Fakultät auf die aktuellen Herausforderungen reagiert und zugleich die Kooperation innerhalb der Fakultät, zwischen Fakultät und Klinik und mit den anderen Fakultäten stärkt.

Kooperation in der akademischen Lehre

Die akademische Lehre hat in der Medizin eine fachstrategische Komponente. Es gehört zu den Kennzeichen einer klassischen Profession, dass sie ihren Nachwuchs – wenngleich unter öffentlicher Aufsicht – selbst ausbildet. Das bedeutet: Herausragende Forschungsleistungen und gute klinische Leistungen sind nur auf der Grundlage einer herausragenden

³ Vgl. Heinrich Heine Universität Düsseldorf (1999).

akademischen Lehre möglich. Deshalb entwickelt die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf in der akademischen Lehre das integrative Konzept von Forschung und Lehre fort. Dieses Modell hat in der Mitte des vorigen Jahrhunderts das internationale Spezifikum der deutschen Medizin in der Grundlagenforschung und in der Klinik begründet. Deshalb werden die Studierenden der Medizinischen Fakultät gleichermaßen in die angewandte medizinisch-klinische Forschung wie in die aktuellen Probleme praktischen ärztlichen Handelns eingeführt. Gleichzeitig ist sich die Medizinische Fakultät darüber im Klaren, dass das Humboldtsche Ideal der Einheit von Lehre und Forschung (und dies schließt in einer modernen universitären Medizin notwendigerweise die Krankenversorgung mit ein) heute nur noch in Ausnahmefällen auf der Ebene der Einzelperson realisierbar ist. Aber auf der Ebene der Institution ist es als Ziel unverändert gültig.

In der Ausbildung ist es das Ziel, die Studierenden gleichermaßen mit der Forschung wie mit ärztlichen Grundhaltungen und Fertigkeiten vertraut zu machen. Deshalb wird die Lehre in der Vorklinik und in der Klinik verschränkt. Hier zeigt sich wiederum eine der wesentlichen Verknüpfungen zwischen der Medizinischen Fakultät und dem Universitätsklinikum: Die akademische Lehre ist einerseits Anlass und Urgrund für die Existenz von Universitätskliniken. Andererseits versetzen die akademische Lehre und ein optimales wissenschaftliches Umfeld ein Universitätsklinikum in die Lage, die besten Ärzte, Wissenschaftler und Forscher für sich zu gewinnen. Dies ist wiederum die Grundlage für eine herausragende klinische Versorgung.

Im Rahmen dieser generellen strategischen Orientierung sind auch die Zielvorgaben in der akademischen Lehre klar festzulegen. So müssen die Leistungsparameter in der Lehre verbessert werden. Zwar ist die Frage berechtigt, ob die Ergebnisse der zentralen schriftlichen Prüfungen des Instituts für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen (IMPP/Mainz) ein getreues Abbild der Lehrqualität an einer Medizinischen Fakultät widerspiegeln. Trotzdem zeigen bestimmte Ergebnisse, dass der Aufwand in der Lehre und die entsprechenden, zentral erhobenen Leistungszahlen korrelieren und somit nicht gänzlich irrelevant sind. Folgerichtig hat das Medizinische Dekanat der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf in der jüngeren Vergangenheit das Evaluationsinstrumentarium verfeinert und praktikabler gestaltet. Dies geschah einmal durch die Einführung einer Teilstudiengangsevaluation. Im Sommersemester 2002 wurde die gesamte Vorklinik evaluiert, so dass diese Ergebnisse mit den Evaluationsergebnissen des reformierten Curriculums der Vorklinik im Sommersemester 2004 verglichen werden können. Weiterhin wurde an der Medizinischen Fakultät – gerade auch in Hinblick auf die Einführung der neuen Approbationsordnung für Ärzte – ein zentral gesteuertes Online-Evaluationsverfahren eingeführt. Dieses Verfahren kommt ohne den personal- und materialintensiven Aufwand der „paper & pencil-Verfahren“ aus, ist nicht abhängig vom „Goodwill“ der Dozierenden, kann den Fragenkatalog jeweilig zeitnah und unaufwändig aktualisieren und lässt sich flächendeckend einsetzen. Dieses Verfahren wurde erstmalig im Wintersemester 2002/2003 eingesetzt und hatte eine Rücklaufquote von ca. 70 Prozent. Die Online-Fragebögen können nicht nur für die Studiengangsevaluation herangezogen werden; vielmehr können die Dozenten diese Fragebögen auch für die Evaluation einzelner Lehrveranstaltungen einsetzen. So strittig die verschiedenen Verfahren in der Theorie auch sein mögen, Evaluationsverfahren haben in jedem Fall einen bedeutenden Nebeneffekt – der vielleicht sogar ihr Haupteffekt ist: Die Lehre gewinnt enorm an Stellenwert. Und dies soll schließlich

erreicht werden.⁴ Zu einem späteren Zeitpunkt ist daran gedacht, die Lehre im Rahmen der leistungsbezogenen Budgetierung der Institute mit einem eigenen Faktor zu bewerten. Die Qualität der Lehre wird sich dann unmittelbar im Haushalt einer Abteilung bemerkbar machen.

Umstrukturierung der Akademischen Lehre in Vorklinik und Klinik

Mit Beginn des Wintersemesters 1998/1999 wurde die Lehre in der Vorklinik in einer gemeinsamen Aktion von Studierenden und Lehrenden durchleuchtet. Denn den allgemeinen Leistungsdaten – hier: den Prüfungsergebnissen des IMPP/Mainz – war zu entnehmen, dass die Studierenden in Düsseldorf im Schnitt ein Semester mehr als vorgesehen benötigten, um das Physikum zu bestehen. Darüber hinaus rangierten die Studierenden aus Düsseldorf immer auf den hinteren Plätzen der Notenskala. Auch der durchaus kritisch zu bewertende, aber gleichwohl aussagekräftige „Zufriedenheitsfaktor“ der Studierenden war bedenklich. Daraus folgte, dass die Struktur des Medizinstudiums in der Vorklinik zu überdenken war.

Diese Analyse führte ab dem Wintersemester 2001/2002 zu folgenden Änderungen: Die naturwissenschaftlichen und die medizinischen Grundlagenfächer werden in der Lehrpraxis inhaltlich unmittelbar aufeinander bezogen und darüber hinaus systematisch aufeinander aufgebaut: Biologie, Medizinische Terminologie und Anatomie werden im ersten Semester, Chemie und Biochemie/Molekularbiologie bzw. Physik und Physiologie werden im zweiten und dritten Semester gelehrt. So kann das vierte Semester für die humanwissenschaftlichen Fächer (Medizinische Psychologie, fakultativ: Medizinische Soziologie) und vertiefende Seminare (Anatomie, Biochemie, Physiologie) und Kurse wie etwa „Einführung in die klinische Medizin“, „Berufsfelderkundung“ usw. freigehalten werden. Das vierte Semester ist damit so angelegt, dass die maßgeblichen Leistungsnachweise bereits vorliegen und ausgewählte Wissensgebiete vertieft werden können. So wird es den Studierenden eher möglich sein, gut vorbereitet und rechtzeitig nach dem vierten Semester in das Physikum zu gehen. Gleichzeitig wurde auf die Jahreszulassung zum jeweiligen Wintersemester umgestellt. Der Studienplan wurde auch didaktisch völlig neu strukturiert. Blockpraktika mit einer engen Verzahnung der naturwissenschaftlichen Grundlagenfächer mit den medizinspezifischen Fächern sind die Regel. Dies wurde in enger Kooperation mit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät durchgeführt. Beispielhaft ist hier das Physikpraktikum für Mediziner. Ferner werden gemeinsame Lehrveranstaltungen von Klinikern und Vorklinikern abgehalten. Damit wird endlich die gänzlich künstliche Trennung von Vorklinik und Klinik in der ärztlichen Ausbildung teilweise überwunden und zugleich die Kooperation von Medizinischer Fakultät und UKD gestärkt. Und schließlich: Auch die Kooperation zwischen Medizinischer Fakultät und Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Fakultät gewinnt dadurch.

Diese gemeinsame Anstrengung war nur möglich, weil sich die Lehrenden der Vorklinik dazu bereit erklärten, mit einem großen Aufwand ihre Curricula grundlegend zu überarbeiten und unmittelbar auf die Ausbildungsbedürfnisse künftiger Ärztinnen und Ärzte zuzuschneiden. Das erste Physikum nach dem neuen Curriculum wird im August 2003 durchgeführt. Wegen der Umstellungsphase wird diese Prüfung allerdings noch nicht aus-

⁴ Vgl. hierzu den jüngsten Lehrbericht der Fakultät: Studiendekanat der Medizinischen Fakultät (2003).

sagefähig sein. Dies dürfte erst beim Physikum im August 2004 der Fall sein. Um den Erfolg dieser großen Anstrengung messen zu können, wurde seinerzeit mit einem eigenen Gutachten die Lehre evaluiert, bevor die entsprechenden Änderungen durchgeführt wurden. Auf der Grundlage dieses Gutachtens wird 2004 eine erneute Evaluation stattfinden, um die Maßnahme insgesamt würdigen und gegebenenfalls auch nachjustieren zu können.

Eine grundlegende Reform des Klinischen Studienabschnittes im Sinne der ab 1. Oktober 2003 in Kraft tretenden neuen Approbationsordnung für Ärzte wird unmittelbar zum Wintersemester 2003/2004 erfolgen. Blockpraktika und Unterricht am Krankenbett werden die zentralen Unterrichtsformen sein. Von ebenso großer Bedeutung wird die Orientierung des zukünftigen zweiten klinischen Studienjahres an einem Leitsymptomkatalog sein, die den Unterricht nicht länger an der klassischen Fächer- bzw. Organaufteilung, sondern fächerinterdisziplinär ausrichtet. Dazu gehört auch die Einrichtung einer Vorlesung „Klinische Medizin“, die von allen beteiligten Fächern gemeinsam gelesen wird. Im Zuge der Realisierung der neuen Approbationsordnung sollen die Lehrkrankenhäuser noch mehr als bisher in die Lehre im klinischen Studienabschnitt eingebunden werden. Eine immer größere Bedeutung für die praxisgerechte Ausbildung der Studierenden werden in Zukunft auch multimediale didaktische Angebote gewinnen – ein Feld, auf dem die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf seit vielen Jahren richtungsweisend tätig ist.⁵

Entsprechend ihrer strategischen Ausrichtung hat sich die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf vor dem Hintergrund einer primär forschungsorientierten Lehre in besonderer Weise darum bemüht, auch eine praxisnahe Ausbildung der Studierenden zu gewährleisten. Es sei daher wiederholt, dass der Bedarf an primärärztlichen Kenntnissen durch das „Düsseldorfer Ausbildungsmodell“ der Allgemeinmedizin aufgegriffen wird. Im Rahmen von „Hausarztpraktika“ werden hier die Studierenden durch eine beachtliche Zahl niedergelassener Ärzte mit betreut. Nach wie vor hat die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf den einzigen Lehrstuhl für Allgemeinmedizin in Nordrhein-Westfalen.

Überdies wurde seit dem Wintersemester 2001/2002 an der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität ein Modellstudiengang Zahnmedizin eingerichtet. Ziel ist, die Zahnmedizin weitestgehend in den Studiengang der Humanmedizin zu integrieren. Dabei sollen sich die Studierenden frühzeitig auf ihren Beruf hin orientieren können. Die Parallelisierung der Lehrveranstaltungen von Human- und Zahnmedizin eröffnet den Studierenden der Zahnmedizin die Möglichkeit, das Physikum auch in der Humanmedizin zu absolvieren. Auch im ersten klinischen Abschnitt sind die beiden Studiengänge weitgehend parallelisiert. Strategisches Ziel ist, die Zahnmedizin endgültig als Teilgebiet der Humanmedizin zu etablieren. Die – auch neuerdings – immer wieder aufkommenden Ideen, die Zahnmedizin als Fachhochschulstudium einzurichten, gehen an der Komplexität einer modernen Zahnmedizin völlig vorbei. Beispiele unter vielen wären etwa die moderne Implantologie samt dem Knochenersatz durch Bio-Engineering – ein Gebiet, das mit der zunehmenden Alterung der Bevölkerung auch eine gesundheitspolitische Bedeutung erhält.

⁵ Vgl. Studiendekanat der Medizinischen Fakultät (2003: 9-11).

Aktuelle Perspektiven

Unter dem Gesichtspunkt sowohl der Qualität der Lehre als auch der inner- und interfakultären Kooperation bleibt zu hoffen, dass sich die Zusammenarbeit zwischen den naturwissenschaftlichen Grundlagenfächern und den vorklinischen Fächern einerseits und die Verschränkung von vorklinischen und klinischen Fächern andererseits positiv auf das Lehrergebnis und demzufolge auch auf den Ausbildungsstand der jungen Ärztinnen und Ärzte auswirken werden.

Hier sei eine Nebenbemerkung zu einem „skandalisierten“ Thema erlaubt: In dem Moment, in dem Studiengebühren eingeführt werden, muss notwendigerweise auch der „Markt“ für die akademische Ausbildung freigegeben werden. Das heißt: Die Fakultäten werden sich zwar ihre Studierenden selbst auswählen dürfen, gleichzeitig werden sich aber auch die Studierenden aussuchen, wo sie auch unter Berücksichtigung des Kosten-Nutzen-Faktors die beste Lehre erhalten. Wer das Argument „Studiengebühren“ in die Debatte wirft, um lediglich den finanziellen Spielraum zu erweitern, ohne grundsätzlich die Frage nach der Qualität der Lehre zu stellen, geht in die Irre. Denn diejenigen Universitäten, die nachweislich nicht für gute Lehrleistungen stehen, werden rasch ins Hintertreffen geraten. Die Qualität der Lehre wird in jedem Fall ein Feld werden, auf dem sich das Schicksal einer Fakultät und einer Universität entscheiden kann. Die Studiendekanate der Fakultäten bzw. die Prorektorate für Lehre und Studium werden entsprechend an Bedeutung gewinnen.

Neben dieser allgemeinen Problematik gibt es in der medizinischen Ausbildung eine Reihe weiterer Probleme. Genannt seien hier zunächst die Weiter- und Fortbildung der zahlreichen wissenschaftlichen Disziplinen, die notwendig in der Medizin wirken: Naturwissenschaften, Biowissenschaften, Sozialwissenschaften, Geisteswissenschaften und andere mehr. Wie also kann ein Physiker oder eine Mathematikerin, ein Biologe, eine Soziologin, ein Wissenschaftstheoretiker, eine Philosophin oder ein Historiker sich in und für die Medizin qualifizieren? Für diese Berufsgruppen wird die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf demnächst einen eigenen Studiengang mit einer eigenen Promotionsordnung entwerfen. Diese spezifische Qualifikation ist an anderen Medizinischen Fakultäten – etwa unter dem Titel des „Doctor rerum medicinalium“ (Dr. rer. medic.) – bereits seit langem üblich. Es ist selbstverständlich dieses Gebiet, auf dem die Kooperation zwischen den verschiedenen Fakultäten in der Lehre besonders deutlich wird.

Das Medizinstudium ist darauf ausgerichtet, Ärztinnen und Ärzte zwischen medizinischem Grundlagenwissen einerseits und ärztlicher Erfahrung andererseits auszubilden.⁶

Es ist unmittelbar einsichtig, dass in dieser Zielsetzung die Qualifikation für eine wissenschaftliche Laufbahn zu kurz kommt. Aus diesem Grund wird die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf einen Aufbaustudiengang für Studierende einrichten, die in die medizinische Forschung gehen wollen. Ziel dieses Studienganges wird es sein, interessierte und ausgewiesene Studierende in das wissenschaftliche Arbeiten einzuführen und ihnen damit die akademische Laufbahn in der Medizin auf einer qua-

⁶ In der Approbationsordnung für Ärzte vom 26. April 2002 heißt es in § 1 (1): „Ziel der ärztlichen Ausbildung ist der wissenschaftlich und praktisch in der Medizin ausgebildete Arzt, der zur eigenverantwortlichen und selbständigen ärztlichen Berufsausübung, zur Weiterbildung und zu ständiger Fortbildung befähigt ist. Die Ausbildung soll grundlegende Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten in allen Fächern vermitteln, die für eine umfassende Gesundheitsversorgung der Bevölkerung erforderlich sind. Die Ausbildung zum Arzt wird auf wissenschaftlicher Grundlage und praxis- und patientenbezogen durchgeführt.“

lizierten Grundlage zu eröffnen. Dieses Aufbaustudium könnte mit einem „Doctor of Science“ oder – in internationaler Nomenklatur – mit einem „Ph. D.“ abgeschlossen werden.

Darüber hinaus ist geplant, diese Zusatzqualifikation in einem Modellprojekt mit einer geschlechterspezifischen Variante zu versehen. Eine Erhebung an der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf hat erbracht, dass zwar die Hälfte aller Promovenden weiblich ist. Aber bei den Habilitationen sinkt dieser Satz bereits auf 15 Prozent, auf der Ebene der Hochschullehrer dann auf fünf Prozent. Der entscheidende Einbruch in der wissenschaftlichen Karriere von Frauen in der Medizin liegt also in der Zeit nach der Promotion. Die Förderung auf der Ebene der Berufungen – wie sie jetzt gelegentlich seitens des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung mit massiven Eingriffen in die Autonomie von Hochschule und Fakultäten geschieht – setzt daher viel zu spät ein. Es gilt, die Kohorte der Wissenschaftlerinnen ähnlich zu qualifizieren wie die der Wissenschaftler – und geschlechtsspezifische Nachteile von Anfang an auszugleichen. Die Medizinische Fakultät plant daher, denjenigen weiblichen Studierenden, die einen „Ph. D.“ besonders qualifiziert ablegen, eine eigene Nachwuchsgruppe einzurichten, die neben ihrer eigenen Stelle eine Hilfskraft und eigene Forschungsmittel umfasst. Es bleibt zu hoffen, dass sich die Gleichstellungsbeauftragte des Landes an einem solchen Projekt beteiligt.

Kooperation in der Forschung

Es ist das erklärte Ziel der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, innerhalb der Medizinischen Fakultäten Deutschlands einen Spitzenplatz zu erringen. Die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf strebt Forschungsleistungen an, die sich an nationalem und internationalem Niveau ausrichten. Innerhalb der nächsten Jahre – das heißt bis ca. 2006 – gilt es, in allen Leistungsparametern auf Dauer einen Platz unter den ersten zehn Medizinischen Fakultäten Deutschlands zu sichern. Dafür liegen in einigen Bereichen bereits entsprechende Leistungsdaten vor. So belegt die Fakultät in der kompetitiven Mittelvergabe beim Zuschuss für Lehre und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen stets einen Spitzenplatz. Die kompetitive Drittmittelwerbung je Planstelle liegt – so ein Ergebnis des Besuches des Wissenschaftsrates im Februar 1999 – erheblich über dem Bundesdurchschnitt.⁷

In Forschung und Lehre sind die Medizinische Fakultät und das UKD eng aufeinander bezogen. Ein Universitätsklinikum unterscheidet sich gegenüber anderen Kliniken durch alles, was „Universität“ ausmacht. Lehre und Forschung stellen diese entscheidende Differenz dar. Lehre und Forschung sind deshalb wesentliche Produktiv- und Identitätsfaktoren eines Universitätsklinikums. Ein Universitätsklinikum bietet ein Spitzenspektrum medizinischer Leistungen. Ein Universitätsklinikum stellt über den Landeskrankenhausplan die Supra-Maximal-Versorgung einer Region dar. Damit sind entsprechende Patienten und Patientenzahlen für die klinische Forschung gegeben. In dieser Orientierung auf Lehre, Forschung und Krankenversorgung besteht traditionell Einvernehmen zwischen Fakultät, Klinik und Verwaltung.

⁷ Vgl. Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (1998).

Die Forschungsschwerpunkte der Fakultät bilden sich im großen Umfang im UKD ab. Dies gilt in Sonderheit für die Kooperation von Grundlagenwissenschaften und Klinik. Beispielfähig können hier traditionell die Neurowissenschaften, die Kardiologie, die Toxikologie und Umweltmedizin sowie die Gastroenterologie genannt werden. Es ist selbstverständlich, dass die enge Kooperation von Grundlagenforschung und Klinik unmittelbar auch den Patienten des Universitätsklinikums dient. Hier seien lediglich Beispiele aus dem Bereich der molekularbiologisch ausgerichteten Neurologie (Beseitigung von Narbengewebe nach der Schädigung von Nerven), der Umweltmedizin (DNA-Repair-Salbe) oder der modernsten bildgebenden Verfahren in der Radiologie (virtuelle Koloskopie) genannt. Zur interdisziplinären Zusammenarbeit: Die letztgenannten Arbeiten finden in enger Kooperation mit der Bioinformatik (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät; Beseitigung informationellen „Hintergrundrauschens“) sowie der Gastroenterologie (Kontrolle durch konventionelle Koloskopie) statt.

Molekulare Medizin – ein neues Konzept der Medizin

Derzeit und in Zukunft sollen die grundlagenwissenschaftliche und die klinische Kooperation durch die Molekulare Medizin gefördert werden. Die Molekulare Medizin löst das naturwissenschaftliche „iatrotechnische“ Konzept der Medizin ab.⁸ Das Konzept der iatrotechnischen Medizin gründete auf generellen, in „Gesetzen“ geronnenen physikalischen oder chemischen Aussagen. Das neue Konzept einer molekularen Medizin gründet hingegen auf biologischen Datenspeichern (Genom; Genotyp) und ihrer jeweiligen biologischen Ausprägung (Proteom; Phänotyp). Durch die molekulare Medizin werden sich die Physiologie, die Nosologie und die Therapie künftighin auf das Wechselspiel von Genotyp und Phänotyp konzentrieren. An der weiteren Entwicklung der molekularen Medizin wird daher eine ständig wachsende Zahl von Forschungsrichtungen und klinischen Anwendungen beteiligt sein. Den physiologischen und pathophysiologischen Prozessen auf zellulärer und molekularer Ebene liegen dabei häufig ähnliche Mechanismen zugrunde. Es ist daher nicht nur notwendig, sondern sinnvoll, die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Grundlagenfächer und der klinischen Fächer zu fördern. Wegweisend soll die Untersuchung von Krankheitsphänomenen sein, bei denen moderne medizinische Forschung im Verband mit molekularbiologischen und zellbiologischen Methoden betrieben wird.

Dieses neue Konzept führt zu einem Wandel der klassischen medizinischen Fächer weg vom Organ hin zu Symptomgruppen. Die Kooperation erfasst über die bereits genannten klinischen Bereiche hinaus beispielsweise degenerative Erkrankungen (z. B. Neurologie, Stoffwechselkrankheiten, Stütz- und Bewegungsapparat), den Bereich der Onkologie/Tumorbiologie oder auch den Bereich bislang nicht hinreichend verstandener biologischer Prozesse – wie etwa den Prozess des Alterns. Von vielen bislang unbemerkt, wird der Konzeptwandel der Medizin sich auch nachhaltig auf die Struktur der Klinik auswirken: An die Stelle des klassischen Organbezuges treten Symptome und Funktionen. Als Beispiel seien die Probleme von Degeneration und Regeneration, spezifiziert etwa am Problem des Alterns, genannt. Eine solche Fragestellung verteilt sich über viele der klassischen Kliniken.

⁸ Zum Begriff und zur grundlegenden Bedeutung von Konzepten in der Medizin vgl. nach wie vor Rothschild (1978).

Die Medizinische Fakultät fördert die Entwicklung der molekularen Medizin durch ein eigenes Zentrum. Es ist das Ziel dieses Zentrums für Molekulare Medizin, eine Brückenfunktion zwischen medizinischer Grundlagenforschung und angewandter klinischer Forschung zu schaffen und durch diesen Verbund sowohl die Forschung als auch die Krankenversorgung zu fördern. Thematisch werden Struktur, Funktion und Wechselwirkung von pathophysiologisch relevanten Genen und Proteinen sowie die Steuerungsmechanismen ihrer Expression erforscht. Hierzu zählen auch die Vektorentwicklung im Rahmen der Gentherapie, die Analyse von krankheitsverwandten transgenen Tiermodellen sowie die Etablierung der Proteomanalyse und der Bioinformatik. Durch Analyse von Targetmolekülen werden die Bereiche „molekulare Diagnostik“ und „molekulare Therapie“ bearbeitet. Ein Beispiel, dass sich diese Entwicklungen auch in bislang als klassisch naturwissenschaftlich, hier physikalisch, orientierten Fächern durchsetzt, ist die Radiologie. Hier ist inzwischen ein molekulares Imaging mit Einsatz neuartiger Kontrastmittel (USPIOS) und magnetresonanztomographischer Bildgebung sowie die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) möglich. Klinische Anwendungen liegen etwa in der Erforschung der postakuten Phase des Schlaganfalls. Das Konzept eines Zentrums für Molekulare Medizin wird es ermöglichen, eine innovative und zukunftsorientierte Forschung auf molekularbiologisch-klinischen Arbeitsfeldern auszubauen. Die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses ist dabei ein besonderes Anliegen. Die gemeinsame Beschaffung und Nutzung von Großgeräten wird gefördert. Zentrale Bereiche (*core facilities*) für aufwändige Technologien werden eingerichtet bzw. weiter ausgebaut. Auf diese Weise wird das Forschungspotential des Zentrums und der Fakultät erhöht und gleichzeitig das Einwerben von Fördermitteln unterstützt.

Eine besondere Aufgabe des Zentrums wird die Nachwuchsförderung, und hier wiederum die interdisziplinäre Ausbildung von Forschern, sein. Besondere Ausbildungsprogramme sollen molekularbiologisch interessierten Diplomanden und Doktoranden der Medizinischen und der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät die notwendigen Voraussetzungen in Kursen und Vorlesungen vermitteln, die für eine moderne biomedizinische Forschung notwendig sind. Die Kooperation beider Fakultäten ist auf diesem Gebiet längst Tagesgeschäft. In weiterer Perspektive kann ein Diplomstudiengang „Molekulare Medizin“ etabliert werden, der aktuelle Inhalte und Fragestellungen der Medizin mit der Methodik der Molekularbiologie, Zellbiologie und Genomik verbindet. Damit soll nicht nur der Tatsache Rechnung getragen werden, dass die traditionellen Grenzen zwischen den biomedizinischen Gebieten verschwinden. Vielmehr soll auch ein zukunftsorientierter Studiengang für Biowissenschaftler angeboten werden, die im Bereich der medizinischen Forschung tätig werden wollen.

Der Forschungsschwerpunkt „Gesundheitswissenschaften/Public Health“

Die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf hat „Gesundheitswissenschaften/Public Health“ als humanwissenschaftlichen Kontrapunkt zu ihren naturwissenschaftlichen bzw. lebenswissenschaftlichen Forschungsschwerpunkten gewählt. Im Strategiebericht der Medizinischen Fakultät vom 11. November 1999 heißt es u. a., dass der Forschungsschwerpunkt „Public Health/Gesundheitswissenschaften“ durch die Gründung eines „Interfakultären Zentrums für Gesundheitswissenschaften/Public Health“ der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf unterstützt werden soll.

Das spezifische Kennzeichen dieses Forschungsschwerpunktes der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ist die enge Verbindung der humanwissenschaftlichen mit naturwissenschaftlichen bzw. lebenswissenschaftlichen Forschungen, Fragestellungen und Ergebnissen. Ziel ist, medizinische Forschung, Krankenversorgung und ihre Wirkungen in der Gesellschaft durch jeweils angemessene Methoden miteinander zu verbinden. Durch diesen Verbund sollen gleichermaßen Forschung und Krankenversorgung gefördert werden. Es ist die Aufgabe des Forschungsschwerpunktes, die Interaktion zwischen den Instituten und Kliniken auf dem Gebiet von Gesundheitswissenschaften/Public Health sicherzustellen und zu fördern. Zu den Aufgaben des Forschungsverbundes gehören die Durchführung und gemeinsame Beantragung von Forschungsvorhaben sowie die Beratung von in der Forschung aktiven Fakultätsmitgliedern bezüglich epidemiologischer, sozial- und verhaltenswissenschaftlicher sowie gesundheitsökonomischer Fragestellungen.

Der Forschungsschwerpunkt wird sich im Rahmen der Nachwuchsförderung der Medizinischen Fakultät (Dr. rer. medic., Ph. D.-Studiengang, Graduiertenkollegs) an der interdisziplinären Forschungsausbildung beteiligen. In Sonderheit wird der Forschungsschwerpunkt interessierten Studierenden der Medizinischen und der Philosophischen Fakultät die notwendigen Voraussetzungen vermitteln, die für eine moderne Gesundheitsforschung notwendig sind. Zu den Aufgaben des Forschungsverbundes gehört die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses (in Form von Kolloquien und Forschungsseminaren, zum Teil in Verbindung mit Promotionsstudiengängen). Ferner sollen Erkenntnisse aus dem Forschungsverbund in geeigneter Form in der Ausbildung von Medizinstudierenden vermittelt werden. Auch auf diesem Gebiet wird die Kooperation sowohl in der Fakultät als auch zwischen den Fakultäten unmittelbar gelebt.

Zusammenfassung und Ausblick

Strategische Ziele und operative Implementierung – eine Zusammenfassung

Die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf strebt Forschungsleistungen an, die sich an nationalem und internationalem Niveau ausrichten. Es ist das erklärte Ziel der Medizinischen Fakultät, innerhalb der Medizinischen Fakultäten Deutschlands einen Spitzenplatz zu erringen. Herausragende Forschungsleistungen sind langfristig nur auf der Grundlage einer herausragenden akademischen Lehre möglich. Die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf entwickelt in der akademischen Lehre das integrative Konzept von Forschung und Lehre fort. Die Ausbildung in der Vor- und der klinischen Unter- und Fortbildung werden vernetzt.

Die Medizinische Fakultät fördert ihre Ziele in Forschung und Lehre durch

- Konzentration auf definierte Schwerpunkte,
- Neuordnung der Fächerstruktur,
- interdisziplinäre Kooperation,
- Etablierung von und Beteiligung an Forschungsverbänden,
- leistungsbezogene interne Mittelvergabe,
- Neuordnung der administrativen Hilfestellung (Budgetierung der Institute und Kliniken: Finanzen, Personal, Facilities; interne Leistungsverrechnung),

- Bildung bzw. Einsatz von strategischen Reserven (Finanzen, Personal, Räume) und
- Einsatz geeigneter Instrumente der Qualitätssicherung.

Interdisziplinäre Kooperation und Vernetzung innerhalb der Fakultät und der Heinrich-Heine-Universität

Die Medizinische Fakultät ist in Wissenschaft, Forschung und Lehre eng mit den anderen Fakultäten der Universität vernetzt. Hervorzuheben ist das Biologisch-Medizinische Forschungszentrum (BMFZ) als Brückenglied zwischen Medizin und Naturwissenschaften. Für die Zukunft ist geplant, auch das humanwissenschaftliche Potential der Universität in ein überfakultäres Forschungszentrum einzubringen: Das Humanwissenschaftlich-Medizinische Forschungszentrum (HMFZ) würde verdeutlichen, dass sich die Universität im Voraus und aus eigener Kraft den humanitären Voraussetzungen, Begleiterscheinungen und Folgen der wissenschaftlichen und technischen Entwicklung in allen Fakultäten, darunter in Sonderheit der Medizin, stellt. In weiterer Sicht sollte das HMFZ zu einer Institution werden, die den angemessenen humanwissenschaftlichen Dialog nicht nur innerhalb der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, sondern auch mit der Öffentlichkeit führt.

Darüber hinaus gilt es, in der akademischen Lehre sowie in der Weiter- und Fortbildung zu einer intensiven und möglichst formalisierten Zusammenarbeit zu kommen. Hier bietet die molekulare Medizin einen Fokus: Biologische Grundlagenfächer, Bioinformatik und vergleichbare Fächer sind unmittelbar gemeint. Ähnliches gilt für den Bereich von Gesundheitswissenschaften/Public Health im weiteren Sinne. Hier ist die Kooperation mit der Philosophischen Fakultät vorgegeben. Die Wirtschaftswissenschaftliche und die Juristische Fakultät sind einzubeziehen.

Entwicklungsmöglichkeiten der universitären Medizin in Deutschland – ein Ausblick

Die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf betrachtet die eingangs skizzierten Probleme als Herausforderung. Es gilt, den Status quo in Forschung, Lehre und Versorgung selbstkritisch zu analysieren, zu bewerten und auf dieser Grundlage die überkommenen Strukturen rechtzeitig künftigen Entwicklungen anzupassen. Tatsächlich befand sich die Medizinische Fakultät bereits weit in diesem Prozess, bevor das Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen mit entsprechenden Zielvereinbarungen begann, politische Leitlinien vorzugeben. Die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf wird den einmal eingeschlagenen Weg in jedem Fall konsequent weitergehen.

Die Eile der Fakultät hat ihren Grund. In der universitären Medizin werden tatsächlich wesentlich weiter gehende Perspektiven deutlich: In der deutschen Hochschulmedizin wird es in absehbarer Zeit zu einer klaren Trennung in mindestens drei unterschiedliche „Klassen“ kommen. Um es in der Fußballersprache auszudrücken: Es wird eine „internationale Liga“ derjenigen Fakultäten bzw. Medizinstandorte geben, die international bedeutend sind. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass für mögliche Forschungsleistungen immer auch die Umgebung mit An-Instituten, Max-Planck-Instituten, Großforschungseinrichtungen usw. zu berücksichtigen ist. Unterhalb dieser Ebene wird es die „nationale Liga“ derjenigen Fakultäten geben, die in einzelnen Fachgebieten internationales Niveau erreichen, in ihrer gesamten Breite aber vornehmlich auf nationaler Ebene konkurrenzfähig sind. Hier

werden also künftighin weitere klare Entscheidungen folgen. Dass es ein Nord-Süd-Gefälle in den oberen Klassen gibt, dürfte keineswegs nur für die Medizin gelten. Die Hälfte bis zwei Drittel der Medizinischen Fakultäten wird lediglich eine regionale Bedeutung haben. Auch hier ist die Entwicklung abzusehen. Diese Fakultäten werden als „regionale Liga“ künftig *Medical Schools*, d. h. reine medizinische Ausbildungsstätten ohne nennenswerte Forschungsleistung, werden.

Wie dieser Herausforderung zu begegnen ist, ist klar: gute Lehre, gute Forschung und gute Kooperation in der Fakultät sowie in und mit dem Universitätsklinikum. Der sicherste Garant für eine enge Zusammenarbeit von Fakultät und Klinikum ist die Tatsache, dass der Erfolg des einen Bereiches jeweils vom Erfolg des anderen Bereiches abhängt. Universitätskliniken beziehen ihre Spitzenposition maßgeblich daraus, dass wissenschaftliche Erkenntnisse frühzeitig in der Klinik genutzt und in der klinischen Medizin umgesetzt werden. Die Universitätsklinik kann ihrerseits die besten Ärzte gewinnen. Innovationen, wissenschaftlicher Fortschritt und Intelligenz können nur durch eine Fakultät mit leistungsfähigem Forschungsprofil und tragfähigen Ausbildungsstrukturen gewährleistet werden. Umgekehrt kann eine Fakultät ihre Aufgaben in Forschung und Lehre nur dann erfolgreich wahrnehmen, wenn die enge Anbindung an ein renommiertes Klinikum sichergestellt ist. Da all dies bei begrenzten Ressourcen zu erfolgen hat, ist nicht nur das geschickte Zusammenwirken beider Institutionen erforderlich. Vielmehr ist es auch wichtig, neue Finanzierungsmöglichkeiten zu erschließen. Hier sind Ausbau der Stiftungskultur, Patentierungen, Firmenausgründungen sowie medizinische Dienstleistungen auf internationaler Ebene zu nennen. Insgesamt muss diese auch wechselseitige Abhängigkeit der Qualität von Lehre, Forschung und Krankenversorgung in ein Qualitätsmanagement eingebunden sein, das den eigenen Status quo an Qualitätsstandards kontrolliert und aus dem Impulse für eine moderne Lehre, für Spitzenforschung und für eine optimale Krankenversorgung resultieren. Die Anfänge hierzu sind gemacht.

Die enge Kooperation zwischen den Fakultäten der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf hat sich bewährt. Sie ist für die anderen Universitäten des Landes als Beispiel herangezogen worden. Im vorliegenden Konzeptpapier sind Wege aufgezeigt worden, um die Kooperation zwischen den Fakultäten zu stärken. Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften und die Medizin arbeiten ebenso zusammen wie die Geistes-/Kulturwissenschaften und die Medizin. Dies gilt gleichermaßen für die Forschung wie für die Lehre. Diese Entwicklungen gilt es systematisch auszubauen.

Bibliographie

- ACKERMANN, Rolf. „Reform der Medizinischen Einrichtungen – Neue Rechtsform und strukturelle Fragen“, in: Gert KAISER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2001*. Düsseldorf 2002, 47-57.
- HÄUSSINGER, Dieter. „Wohin steuert die Medizinische Fakultät?“, in: Gert KAISER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2001*. Düsseldorf 2002a, 31-37.
- HÄUSSINGER, Dieter. „Die Sonderforschungsbereiche der Medizinischen Fakultät“, in: Gert KAISER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2001*. Düsseldorf 2002b, 38-46.
- HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF (Hrsg.). *Strukturpläne*; Bd. I: *Juristische Fakultät, Philosophische Fakultät, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Wirtschaftswissen-*

schaftliche Fakultät, Medizinische Fakultät: Wissenschaftliche Vernetzung der Fakultäten; Bd. II: Medizinische Fakultät; Bd. III: Anhang zu den Strukturplänen der Heinrich-Heine-Universität. Düsseldorf 1999.

MEDIZINISCHE FAKULTÄT DER HEINRICH-HEINE-UNIVERSITÄT DÜSSELDORF (Hrsg.). *Bericht der Fakultät anlässlich der Begehung durch den Wissenschaftsrat am 9. Februar 1999. 4 Bde. Düsseldorf 1998.*

ROTHSCHUH, Karl E. *Konzepte der Medizin in Vergangenheit und Gegenwart. Stuttgart 1978.*

STUDIENDEKANAT DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT (Hrsg.). *Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Medizinische Fakultät. Lehre und Ausbildung. Bericht von 1999-2002. Düsseldorf 2003.*

Markus Müschen

Lymphoide Differenzierung hämatopoetischer Stammzellen: Eine funktionelle Genomanalyse¹

Die fundamentale Rolle des Thymus in der Entstehung und Reifung von T-Lymphozyten konnte in athymischen Mäusen bereits vor mehr als vierzig Jahren gezeigt werden.² Auch im Menschen wurde bereits vor einigen Jahren der formale Beweis für die entscheidende Bedeutung des Thymus in der T-Lymphozytenreifung erbracht: Durch Transplantation von Thymusgewebe in athymischen Säuglingen mit komplettem DiGeorge-Syndrom (Neuralleistendefekt mit Thymusaplasie) konnte eine weitgehend normale T-Lymphozytenentwicklung rekonstituiert werden.³

Darüber hinaus belegen verschiedene Mausmodelle, dass ein funktionell aktiver Thymus für eine normale T-Lymphozytenreifung unerlässlich ist.⁴ Lehrbuchdarstellungen der T-Lymphozytenentwicklung beschreiben daher eine gemeinsame lymphoide Vorläuferzelle (*common lymphoid progenitor*; CLP), die aus hämatopoetischen Stammzellen des Knochenmarks hervorgeht. CLPs haben noch das Entwicklungspotential für alle drei lymphoiden Differenzierungslinien, nämlich der B- und T-Lymphopoese und der Entwicklung zu natürlichen Killerzellen (NK-Zellen). Während in der weiteren Entwicklung B-lymphoide Vorläuferzellen innerhalb des Knochenmarks zu B-Lymphozyten differenzieren können, müssen T-lymphoide Vorläuferzellen das Knochenmark verlassen. Nach diesem Konzept findet eine Festlegung auf die T-lymphoide Differenzierungslinie erst statt, nachdem undeterminierte CLPs das Knochenmark verlassen haben und in den Thymus emigriert sind.⁵ Wir wollten daher der Frage nachgehen, aufgrund welcher Signale bisher undeterminierte CLPs entweder im Knochenmark bleiben – wobei eine „Vorentscheidung“ für eine spätere Reifung zu B-Lymphozyten fällt – oder aber das Knochenmark verlassen und auf diese Weise die Weichen für eine anschließende T-Lymphozyten- oder NK-Zell-differenzierung gestellt werden. Auf der Suche nach molekularen Signalen, die Verweilen im Knochenmark *versus* Emigration steuern, haben wir lymphoide Vorläuferzellen aus humanem Knochenmark aufgereinigt, die bereits frühe Merkmale einer eventuellen späteren T-lymphoiden Prädisposition trugen. Die von uns aufgereinigten lymphoiden Vorläuferzellen exprimieren nämlich das früheste bisher bekannte T-Lymphozytenantigen CD7 auf ihrer Oberfläche. Anhand einer genomweiten Genexpressionsprofilanalyse sollte nun nach differentiell exprimierten Genen in den aufgereinigten T-lymphoiden Vorläuferzellen (TLPs), in hämatopoetischen Stammzellen (HSC) und in humanen Knochenmark-prä-B-Zellen gesucht werden. Dabei sollte nicht nur nach Signalen gefahndet werden, die die

¹ Dieser Text basiert auf publizierten Daten in: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99 (2002), 10014-10019, und ebd. 100 (2003), 6747-6752.

² Vgl. Miller (1961).

³ Vgl. Markert *et al.* (1999).

⁴ Übersicht in: Spits (2002).

⁵ Vgl. Blom *et al.* (1997).

Emigration von TLPs aus dem Knochenmark steuern, sondern auch analysiert werden, ob und inwieweit bereits eine Festlegung auf die spätere Entwicklung innerhalb der T-lymphoiden Differenzierungslinie stattgefunden hat. Eine solche Festlegung (*lineage commitment*) ist nach derzeit gültiger Lehrmeinung nur im Thymus möglich.

SAGE-Analyse hämatopoetischer Progenitorzellen

Aus Knochenmarkproben gesunder Spender wurden CD34⁺ CD133⁺ CD38^{low} hämatopoetische Progenitorzellen, CD15⁺ CD34⁻ myeloische Vorläuferzellen, CD10⁺ CD19⁺ prä-B-Zellen und CD7⁺ CD10⁺ TLPs aufgereinigt. Von diesen Populationen und auch von diversen reifen B-Lymphozyten-Subsets stehen inzwischen genomweite Genexpressionsprofile zur Verfügung.⁶ TLPs machen insgesamt in humanem Knochenmark mit weit weniger als 0,5 Prozent der mononukleären Zellen nur eine sehr kleine Population aus (Abb. 1). Von den aufgereinigten Populationen wurde die mRNA isoliert und die Summe aller exprimierten Gene (Transkriptom) mit Hilfe der SAGE-Methode (*serial analysis of gene expression*)⁷ analysiert. Für jede dieser Vorläuferpopulationen der menschlichen Hämatopoese wurden rund 100.000 so genannte SAGE-Tags ausgewertet, wobei jedes SAGE-Tag im Abgleich mit der genomweiten Datenbank UniGene⁸ ein mRNA-Molekül (Transkript) definiert. Während das Repertoire der Genexpression in HSC und myeloischen Vorläuferzellen mit etwa 40.000 unterschiedlichen Transkripten sehr breit angelegt ist, zeigen B- und T-lymphoide Vorläufer mit jeweils nur etwa 16.000 unterschiedlichen Transkripten ein deutlich schmaleres und spezialisierteres Genexpressionsmuster.⁹ Damit verglichen wurden auch zwei SAGE-Profile zu akuten lymphoblastischen Leukämien (B-ALL1 und B-ALL2), in denen jeweils nur etwa 9.000 unterschiedliche Transkripte identifiziert wurden.

In einer ersten Durchsicht der SAGE-Daten wurden SAGE-Tags nach dem Quotienten ihrer Häufigkeit in TLPs zu der Summe der SAGE-Tags in HSC, myeloischen Vorläuferzellen, prä-B-Zellen und den beiden B-ALL-Fällen sortiert. Unter den Transkripten, die mit der größten Spezifität in TLPs gefunden wurden, waren zahlreiche Moleküle, die mit dem prä-T-Zellrezeptor (prä-TCR) zusammenhängen, oder prä-TCR-abhängige Signalmoleküle. Das Vorhandensein prä-TCR assoziierter Transkripte in Knochenmark-TLPs ist unerwartet, da nach gültiger Lehrmeinung die Expression des prä-TCR und damit zusammenhängender Signalmoleküle (etwa *LCK*, *ZAP70*, CD3 Signalketten, *TRIM*) ausschließlich in liniendeterminierten Thymozyten und reifen T-Lymphozyten gefunden werden. Das SAGE-Profil für Knochenmark-TLP identifizierte auch zahlreiche T-lymphozytenspezifische Transkriptionsfaktoren, etwa *HES*, *NOTCH1*, *GATA3*, *TCF* und *HTF4* (Tabelle 1). Transgene Expression von *NOTCH1*¹⁰ und des Onkostatins-M-Rezeptors *CD130/gp130*¹¹ führt im Mausmodell zu massiver extrathymischer T-Lymphozytenreifung. In dieser Hinsicht ist es erwähnenswert, dass sowohl *NOTCH1* (21 SAGE-Tags in TLPs, ein SAGE-Tag in den übrigen hämatopoetischen Populationen) und *CD130* (44

⁶ Siehe unter: <http://www.lymphocytes.de/> (29.10.2003).

⁷ Vgl. Velculescu *et al.* (1995).

⁸ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/UniGene> (29.10.2003).

⁹ Vgl. Feldhahn *et al.* (2002).

¹⁰ Vgl. Allman *et al.* (2001).

¹¹ Vgl. Clegg *et al.* (1996).

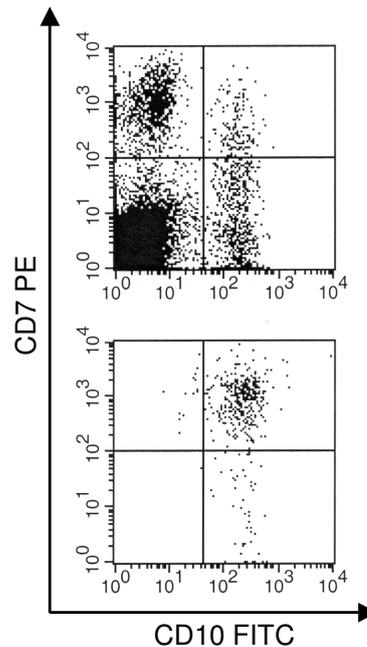


Abb. 1: Anreicherung von CD7⁺ CD10⁺-T-lymphoiden Vorläuferzellen aus humanem Knochenmark. Die angereicherte Population (unten) macht weniger als 0,5 Prozent der mononukleären Knochenmarkszellen aus.

SAGE-Tags in TLPs, keine SAGE-Tags in den übrigen hämatopoetischen Populationen) unter den Genen sind, die mit größter Spezifität in Knochenmark-TLPs exprimiert werden (Tabelle 1). Da *lineage commitment* auch die Unterdrückung „*lineage-fremder*“ Differenzierungsmarker impliziert,¹² untersuchten wir, inwieweit Moleküle, die spezifisch in B-lymphoiden und myeloischen Vorläuferzellen exprimiert werden, auch im SAGE-Profil für TLPs gefunden werden. Im Gegensatz zu prä-B-Zellen zeigen TLPs keine Expression von Bestandteilen des prä-B-Zellrezeptors (prä-BCR), keine B-lymphoiden Transkriptionsfaktoren wie *OBFI*, *PAX5*, *EBF* und *OCT2* oder B-Zell-spezifischen Signalmoleküle (*BLNK*, *BTK*, *BLK*, *BAP*, *SYK*). Auch Gene, deren Expression in hämatopoetischen Stammzellen (*CD34*, *CD133*, *AML1*), myeloischen Vorläuferzellen (*GATA1*, *CD11C*, *NF-E2*, *SET*, *CD16*, *CD14*, *MLL*, *IL3R α*) und erythroiden Vorläuferzellen (*glycophorin A*, *CD71*, *CD36*, *NF-E2* und *GATA1*) typischerweise beschrieben ist, wurden in dem SAGE-Profil für TLPs – wenn überhaupt – nur in deutlich reduziertem Ausmaß identifiziert.¹³ Diese Befunde legen – entgegen der bisherigen Lehrmeinung über Ursprung und Entwicklung von T-Lymphozyten – nahe, dass bereits im Knochenmark und nicht erst notwendigerweise im Thymus eine Determinierung auf ein T-lymphoides Differenzierungsprogramm stattfinden kann.

¹² Vgl. Müschen *et al.* (2002).

¹³ Vgl. Klein *et al.* (2003).

SAGE-Tag	HSC	CMP	pre-B	TLP	B-ALL1	B-ALL2	UniGene	Genname
AACAAGTTAG			125	27	4	4	159376	<i>RAG2</i>
TCAAATGTTT	5		75	16	4		73958	<i>RAG1</i>
CTTTATATGA	1		81	21			272537	<i>TdT</i>
TTTATGACTG	16		75	18	49	44	272537	<i>TdT</i>
CATCTGTCAG				19			169002	<i>preTα</i>
GTTTGAAAAA	1	1	1	9	4	4	74647	<i>TCRα</i>
TCTTTTGCCC				1	4		74647	<i>TCRα</i>
AACTGCACTT		1		1			74647	<i>TCRα</i>
ACGCTGCGGC		2		4	4		74647	<i>TCRα</i>
AGACTGCCTC						4	74647	<i>TCRα</i>
CCTAAGTGAC	1	1	2	28		9	2003	<i>TCRβ locus</i>
TTCTGTGTGG	1			16	4	4	2003	<i>TCRβ locus</i>
AATACTTCTC	2	2	2	6		8	2003	<i>TCRβ locus</i>
GTCAAGAGAA		1	2	151			274475	<i>TCR Cβ1</i>
TATCCCTTTT				16			247927	<i>TCRβ V7-8</i>
TATGTCTTGG	1	2	2	56			1765	<i>LCK</i>
GCATTCATTG		1	1	16			1765	<i>LCK</i>
CGAGCCTGTT	1		1	28		4	234569	<i>ZAP70</i>
AGACTGGAAG	1		2	50		4	95327	<i>CD3δ</i>
GCTTTGGGGT	1	1		28			211956	<i>CD3ϵAP</i>
GTTTAAAGAT	1	1	1	9			2259	<i>CD3γ</i>
GGGTGCTAAG	1	1	1	44			138701	<i>TRIM</i>
ATAAGAGCTA				44			82065	<i>CD130</i>
TCCCCAACTA	1	1	1	41			234434	<i>HES1</i>
CTGGCTCCCT	1	1		14			234434	<i>HES1</i>
CAGTCCCAGA	2	1		21			129053	<i>NOTCH1</i>
AAGCCTAAAC	1		1	18			169946	<i>GATA3</i>
GATTCCAGTT	1	1		16			233765	<i>TCF</i>
AGATGTTTGC		1	1	14			21704	<i>HTF4</i>
GGCTGATGTT		1	1	14			21704	<i>HTF4</i>
CTGTGGGACC	1	1	1	9			21704	<i>HTF4</i>

Legende: HSC, hämatopoetische Progenitorzelle; CMP, gemeinsame myeloische Vorläuferzelle; TLP, T-lymphoide Vorläuferzelle

Tabelle 1: Verteilung von SAGE-Tags, die prä-TCR-assoziierte Signalmoleküle und T-lymphozyten-spezifische Transkriptionsfaktoren identifizieren.

Umlagerung von V-, D- und J-Segmenten als molekularer Differenzierungsmarker

Wie in Tabelle 1 gezeigt, identifiziert SAGE zahlreiche Transkripte in TLPs, die zu TCR β -Gensegmenten gehören. Jedoch kann dabei nicht zwischen umgelagerten TCR β -Gensegmenten und Keimbahntranskripten vom TCR β -Lokus unterschieden werden. Als möglichen Hinweis auf eine TCR β -Genumlagerung untersuchten wir, ob es Hinweise auf eine aktive Rekombinationsmaschinerie gibt: Tatsächlich sind die rekombinationsaktivierenden Gene (*RAG1* und *RAG2*) ebenso wie die terminale Desoxynukleotidyltransferase (TdT) in TLPs exprimiert, allerdings in geringerem Ausmaß als in prä-B-Zellen. Die Expression von *RAG1* und *RAG2* zusammen mit preT α in TLPs konnte mit Hilfe von semiquantitativer RT-PCR (Abb. 2A) bestätigt werden. T-lymphoide Vorläuferzellen, die *RAG1*, *RAG2* und preT α exprimieren, wurden ausschließlich in humanem Knochenmark und – in geringerem Ausmaß – in Nabelschnurblut, aber nicht in adultem peripheren Blut oder in Tonsillen gefunden (Abb. 2A). Um zu beweisen, dass Knochenmark-TLPs tatsächlich umgelagerte TCR β Gensegmente tragen und um TCR β -Keimbahnallele, TCR β -D-J- und V-DJ-Umlagerungen zu quantifizieren, wurde die Konfiguration der TCR β -Allele in einzelnen CD7⁺ CD10⁺-TLPs aus humanem Knochenmark von fünf Spendern mit Hilfe von Einzelzell-PCR analysiert. Dafür wurden zunächst einzelne CD7⁺ CD10⁺-TLPs in PCR-Reaktionsgefäße sortiert. Mit einem unspezifischen linearen Amplifikationsschritt wurden zunächst etwa 30 bis 60 Kopien des gesamten Genoms der einzelnen TLPs erstellt. Von diesen Reaktionsprodukten wurden jeweils Aliquots entnommen, die mit drei unterschiedlichen PCR-Strategien für TCR β -Keimbahnkonfiguration, D-J- oder V-DJ-Umlagerungen weiter untersucht wurden (Abb. 3A). Als Positivkontrolle wurden einzelne TCR $\alpha\beta$ ⁺-T-Zellen aus peripherem Blut verwendet und als Negativkontrollen PCR-Reaktionsgefäße, die nur das PCR-Reaktionsgemisch ohne DNA enthielten. Von fünf Donoren wurden insgesamt 88 Knochenmark-TLPs analysiert. Von 69 Zellen konnte in wenigstens einem PCR-Ansatz ein PCR-Produkt amplifiziert werden, die verbleibenden 19 Zellen wurden als ‚nicht informativ‘ eingestuft (Tabelle 2). Von 29 Zellen wurden nur TCR β -Keimbahnallele amplifiziert. Von diesen Zellen nehmen wir an, dass sie keine umgelagerten TCR β -Allele tragen. In Abwesenheit polymorpher Allele kann allerdings nicht festgestellt werden, ob die Keimbahn-PCR-Produkte nur von einem oder beiden Allelen stammen. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein Teil dieser TLPs auf dem zweiten Allel umgelagerte TCR β -Gensegmente trägt, die nicht erfolgreich amplifiziert werden konnten. Da aus 21 von 24 TCR $\alpha\beta$ ⁺-T-Lymphozyten erfolgreich eine TCR β -Genumlagerung amplifiziert werden konnte, ist davon auszugehen, dass die eingesetzte PCR Strategie TCR β -Genumlagerungen mit hinreichender Sensitivität detektieren kann. TCR β -D-J-Umlagerungen in Abwesenheit von V-DJ-Rearrangements wurden aus 19 von 69 informativen TLPs amplifiziert (Tabelle 2). In einigen dieser Zellen konnte ein Keimbahnallel gemeinsam mit einem TCR β -D-J-Rearrangement amplifiziert werden, was formal demonstriert, dass es unter Knochenmark-TLPs T-lymphoide Vorläufer gibt, die entweder inkomplett rearrangierte TCR β allele tragen oder TCR β -Allele, die zum Zeitpunkt der Messung gerade im Umlagerungsprozess begriffen waren. Dagegen konnte aus 21 von 69 informativen TLPs wenigstens ein TCR β -Allel mit V-DJ-Umlagerung amplifiziert werden (Tabelle 2). Um zu untersuchen, ob diese V-DJ-Umlagerungen tatsächlich für eine TCR β -Kette kodieren können, was als Voraussetzung für die Expression des prä-TCR gilt, wurde die DNA-

A.	TCR β	Keimbahn ^a	D-J ^a	V-DJ ^a	kein Produkt	
CD7⁺ CD10⁺-TLP						
	Donor I	12/40	9/40	9/40	10/40	
	Donor II	4/12	2/12	4/12	2/12	
	Donor III	5/12	2/12	2/12	3/12	
	Donor IV	7/12	1/12	2/12	2/12	
	Donor V	1/12	5/12	4/12	2/12	
	Summe:	29/88	19/88	21/88	19/88	
TCR$\alpha\beta$⁺-T-Zellen^b						
	mit Donor I	n. d.	n. d.	10/12	2/12	
	mit Donoren II-V	0/12	1/12	11/12	1/12	
	Summe:	0/12	1/12	21/24	3/24	
ohne Zellen^b						
	mit Donor I	0/8	0/8	0/8	8/8	
	mit Donoren II-V	0/12	0/12	0/12	12/12	
	Summe:	0/20	0/20	0/20	20/20	
B.	TCR β -PCR-Produkte von einzelnen sortierten CD7 ⁺ CD10 ⁺ -TLP	C. Sequenzanalyse von TCR β -V-DJ-Genumlagerungen ^{c,d}				
		V β	D β	J β	coding capacity	
1	TCR β -Keimbahn	27	V1.1	D1	J2.2	+
			V2.1	D2	J1.2	+
2	TCR β -Keimbahn	2	V2.1	D2	J2.3	+
			V2.1	D1	J1.2	+
1	TCR β -D-J	11	V2.1	D1	J2.3	-
			V4.1	D1	J1.2 ^e	+
1	TCR β -D-J, 1-TCR β -Keimbahn	7	V4.1	D1	J1.2 ^e	+
			V4.1	D1	J2.3	+
2	TCR β -D-J	1	V4.1	D1	J1.6	+
			V4.1	D1	J2.1	-
1	TCR β -V-DJ	9	V6.4	D2	J1.2	+
			V6.4	N ^f	J1.3	-
1	TCR β -V-DJ, 1-TCR β -Keimbahn	5	V6.6	D2	J1.1	-
			V8.1	D2	J1.2	+
1	TCR β -V-DJ, 1-TCR β -D-J	5	V8.2	D2	J2.3	-
			V9.1	N ^f	J1.5	-
2	TCR β -V-DJ	2	V10.1	D2	J2.3	+
			V13.1	D2	J2.7	-
kein Produkt		19	V14	D2	J2.3	-
			V14	D2	J1.2	-
			V22.1	N ^f	J2.3	+

Legende:

- Einstufung als Keimbahn, D-J- oder V-DJ-Konfiguration wie in (A)
- wurden parallel amplifiziert wie angegeben
- Sequenzen sind erhältlich unter EMBL/GenBank AJ549933-549953
- TCR β -Gen-Nomenklatur wie in Rowen *et al.* (1996)
- Umlagerungen unterscheiden sich in N-Nukleotid-Sequenzen
- Das umgelagerte D-Segment konnte nicht identifiziert werden.

Tabelle 2: Übersicht über *single-cell* PCR-Analyse von TCR β -Allelen in Knochenmark-T-lymphoiden Vorläuferzellen.

Sequenz dieser Genumlagerungen genauer untersucht. Unter den 21 V-DJ-Umlagerungen fanden wir zwölf potentiell produktive Rearrangements und neun Genumlagerungen, bei denen es durch den Umlagerungsprozess zum Verlust des Leserasters gekommen war (Tabelle 2). Daraus kann gefolgert werden, dass zwölf von 69 Knochenmark-TLPs ein TCR β -Allel tragen, das vereinbar mit der Expression einer TCR β -Kette innerhalb eines prä-TCR-Komplexes ist (Tabelle 2). Die Expression von *RAG1* und *RAG2* zusammen mit dem Befund einer heterogenen Konfiguration des TCR β -Lokus in den untersuchten Knochenmark-TLPs legt eine aktive Rekombinationsmaschinerie in diesen Zellen mit kontinuierlich ablaufenden TCR β -Genumlagerungen nahe. Um diese Möglichkeit näher zu untersuchen, wurden offene DNA-Doppelstrangbrüche an Rekombinationssignalsequenzen (RSS) innerhalb des TCR β -Lokus von aufgereinigten TLPs aus Knochenmark und reifen T-Zellen aus peripherem Blut als Kontrolle amplifiziert. Während somatischer Rekombination von V-, D- und J-Segmenten entstehen Doppelstrangbrüche an den RSS und kovalent geschlossene Haarnadelbindungen (*hairpins*) an den kodierenden Regionen der V-, D- und J-Segmente.¹⁴ Von diesen Doppelstrangbrüchen nimmt man an, dass sie während des Rekombinationsprozesses kurzlebige Reaktionsintermediate bilden. TCR β -Gensegmente durchlaufen in festgelegter Reihenfolge D β an J β - und V β an D β J β -Umlagerungen, während derer zunächst Brüche an J β -RSS und anschließend an D β -RSS entstehen. V β an D β J β -Umlagerungen generieren Doppelstrangbrüche am stromaufwärts (5') gelegenen RSS-Heptamer des bereits umgelagerten D β -Gensegments, das von der Rekombinase angesteuert wird (Abb. 3B). Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass *IGH*-Genumlagerungen in T-lymphoiden Vorläufern und *TCR*-Genumlagerungen in B-lymphoiden Progenitorzellen (so genannte *cross-lineage rearrangements*) in niedriger Frequenz vorkommen können, allerdings nur D an J- und niemals V an DJ-Umlagerungen betreffen. Eine V-DJ-Rekombination kann daher als *lineage*-spezifisch angesehen werden. Aus diesem Grund wurden in der hier beschriebenen Untersuchung nur spezifisch T-lymphoide TCR D β -RSS-Intermediate mit LM-PCR (*ligation-mediated PCR*) amplifiziert. In diesem Fall werden glatt geschnittene (*blunt end*), am 5' Ende phosphorylierte DNA-Doppelstrangbrüche in 5' Heptamer-RSS von D β 1- und D β 2-Gensegmenten an ebenfalls glatt geschnittene doppelsträngige Linkermoleküle ligiert (Abb. 3B). Mit PCR-Primern, die 5' gelegene Intronregionen der D β 1- und D β 2-Segmente und das ligierte Linkermolekül erkennen, wurden D β 1-RSS- und D β 2-RSS-Intermediate von Knochenmark-TLPs und reifen T-Lymphozyten aus peripherem Blut amplifiziert. D β 1-RSS- und D β 2-RSS-Intermediate konnten von Knochenmark-TLPs, aber nicht von reifen T-Lymphozyten des peripheren Bluts amplifiziert werden (Abb. 2B).

Zusammenfassend konnte in Knochenmark-TLPs die Expression von rekombinationsaktivierenden Genen (RAGs, SAGE und RT-PCR) nachgewiesen werden, daneben ein gemischtes Muster von TCR β -Keimbahn-, D-J- und V-DJ-Allelen (*single-cell PCR*) und schließlich das spezifische Vorkommen kurzlebiger D β 1-RSS- und D β 2-RSS-Rekombinationsintermediate (LM-PCR). Wir schlussfolgern, dass Knochenmark-TLPs kontinuierliche Umlagerungsprozesse des TCR β -Lokus durchlaufen und bereits ihre T-lymphoide Determinierung abgeschlossen haben.

¹⁴ Vgl. Schlissel *et al.* (1993).

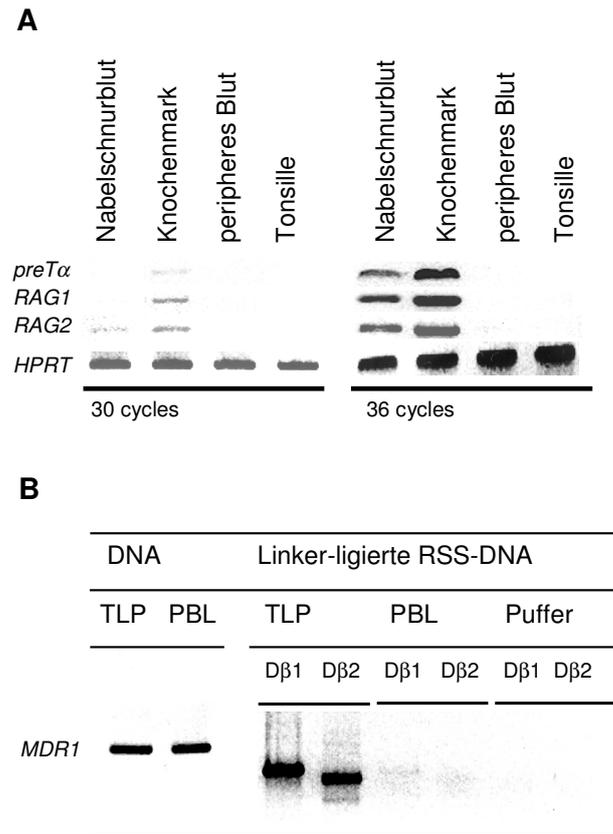


Abb. 2: Expression von preT α und RAGs in humanem Nabelschnurblut, Knochenmark, peripherem Blut und Tonsillen (A) und Nachweis kontinuierlicher Rekombinationsereignisse von TCR β -V-an DJ-Segmenten in Knochenmark-TLPs mit LM-PCR (B).

Expression des prä-TCR auf lymphoiden Vorläuferzellen in humanem Knochenmark

Um zu bestimmen, ob und mit welcher Häufigkeit humane Knochenmark-TLPs einen prä-TCR auf ihrer Oberfläche exprimieren, verwendeten wir einen kürzlich entwickelten Antikörper gegen die humane preT α -Kette¹⁵ zusammen mit einem Antikörper gegen CD3. Während CD3 auch Bestandteil von reifen TCRs ist, lagert sich die preT α -Kette spezifisch innerhalb von prä-TCR-Komplexen an.¹⁶ Etwa fünf Prozent der CD3⁺-T-Lymphozyten in humanem Knochenmark koexprimieren die preT α -Kette, die nur im Komplex mit CD3, jedoch nicht allein auf Zellen gefunden wurde (Abb. 4A). Danach wurde die subzelluläre Lokalisierung von preT α auf einzelnen sortierten CD7⁺ CD10⁺-TLPs mit konfokaler Lasermikroskopie untersucht (Abb. 4B). Ein Teil der CD7⁺ CD10⁺-TLPs exprimierte zusätzlich preT α auf der Zellmembran. PreT α war vor allem innerhalb membranassoziierter Aggregate zu finden, die in ihrer Morphologie an glykolipidreiche Membrandomänen, so genannte *lipid rafts*, erinnern, innerhalb derer auch reife TCRs exprimiert werden (Abb. 4).

¹⁵ Vgl. Ramiro *et al.* (2001).

¹⁶ Vgl. Spits (2002).

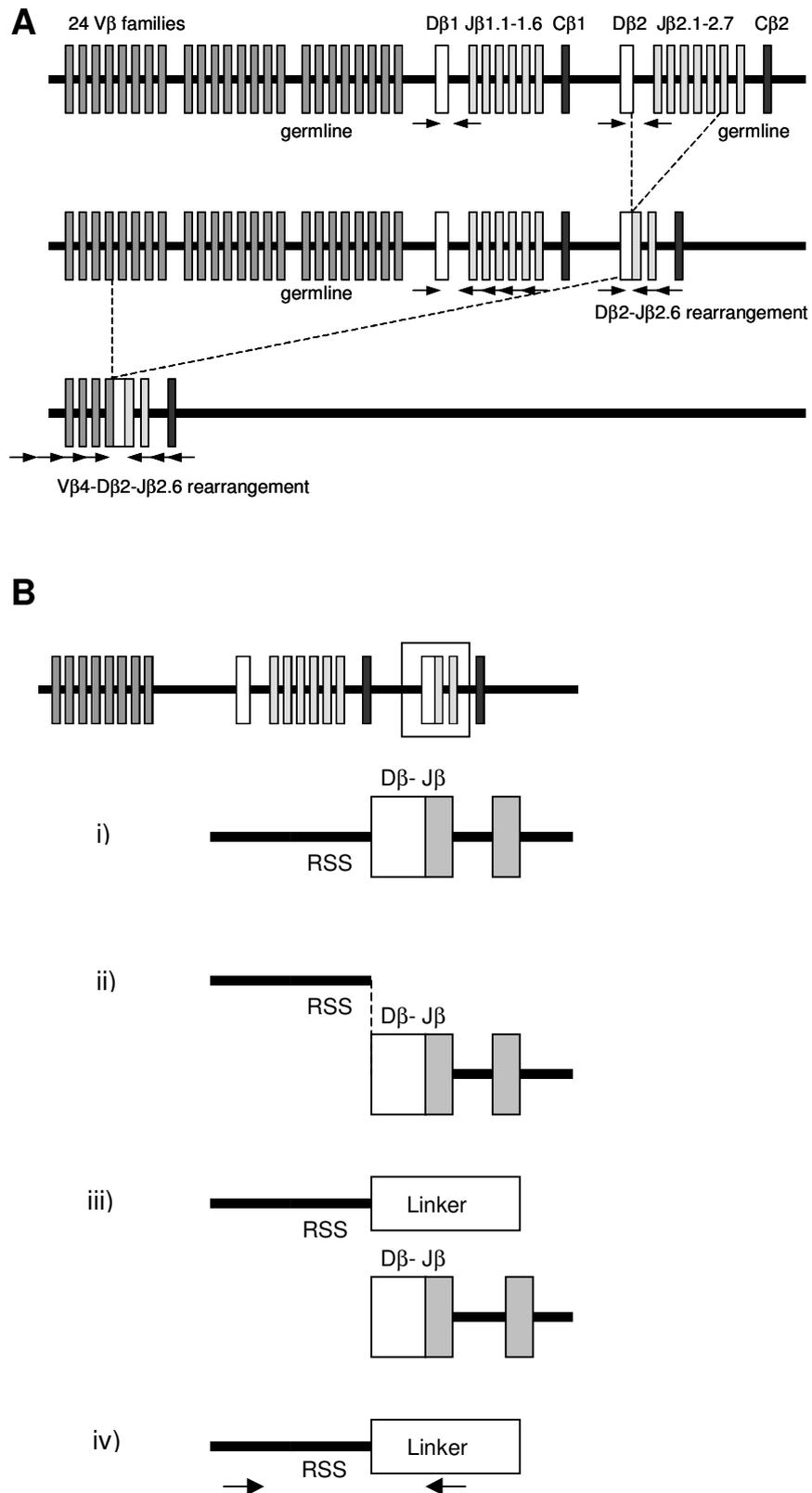


Abb. 3: Experimentelle Strategie zur TCR β -single-cell PCR (oben) und LM-PCR (unten).

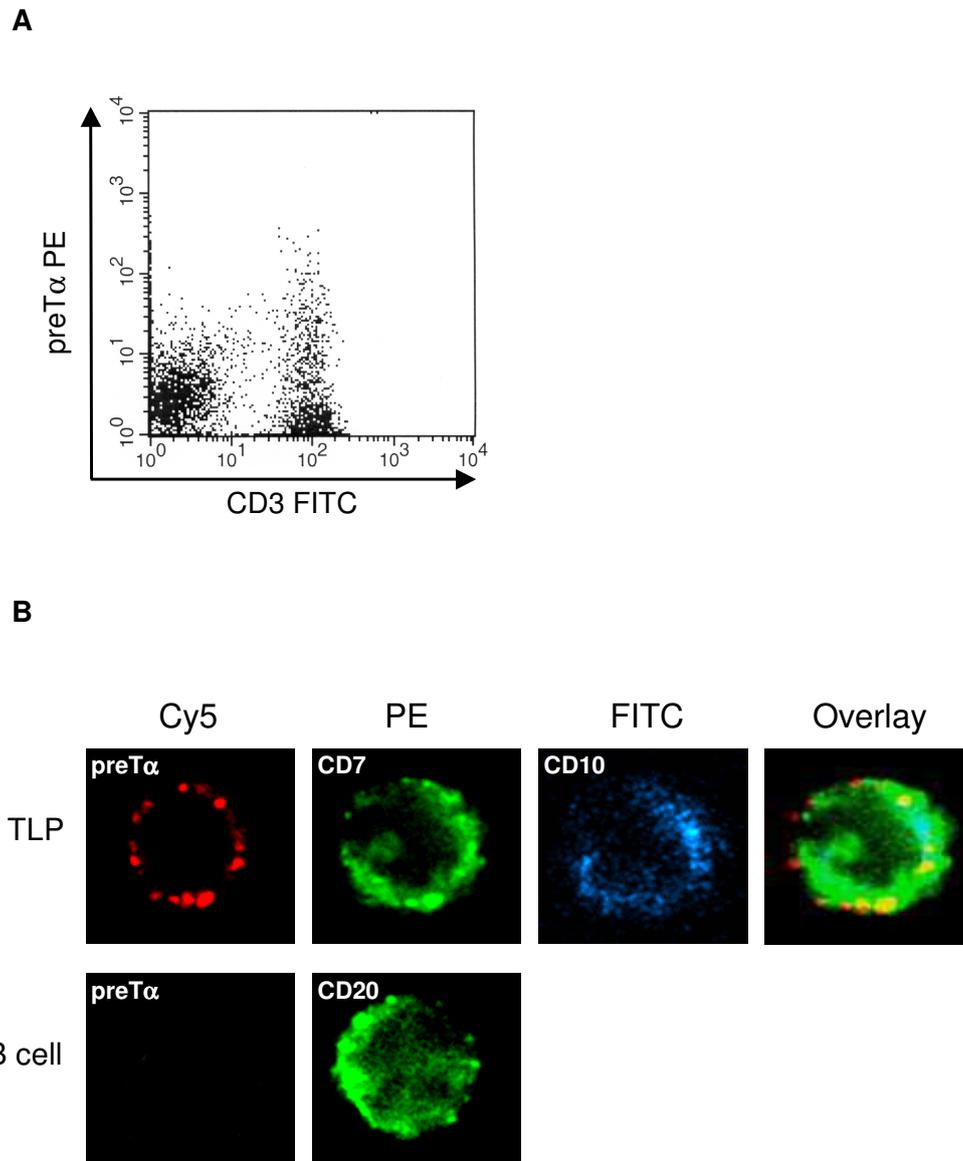


Abb. 4: Expression von preT α innerhalb eines pre-TCR-Komplexes auf der Oberfläche von humanen Knochenmark-TLPs.

Ausblick

Aktuelle Studien an Mausmodellen sprechen dafür, dass die Festlegung lymphoider Vorläuferzellen auf eine Entwicklung als TCR $\alpha\beta^+$ -T-Lymphozyten nicht vor Besiedelung des Thymus stattfindet.¹⁷ Diese Folgerung basiert auf dem Befund, dass selbst T-lymphoide Vorläuferzellen im Thymus noch in der Lage sind, B- und NK-Zellen zu generieren – obwohl sie bereits T-lymphoide Markergene, wie preT α , exprimieren.¹⁸ An einer Mauslinie mit einem transgenen Reporterkonstrukt konnte formal demonstriert werden, dass die mRNA-Expression von preT α keine B- oder NK-Zelldifferenzierung ausschließt. Daher würde preT α -mRNA-Expression in murinem Knochenmark nicht notwendigerweise für extrathymische T-Lymphozytenentwicklung sprechen, sondern eher widerspiegeln, dass

¹⁷ Vgl. Carlyle und Zuniga-Pflücker (1998).

¹⁸ Vgl. Gounari *et al.* (2002).

in diesen Zellen der preT α -Lokus geöffnet wurde, ohne dass bereits eine T-lymphoide Liniendeterminierung stattgefunden hätte. Hier wird nun allerdings gezeigt, dass es in humanem Knochenmark eine T-lymphoide Population gibt, die unabhängig vom Thymus verschiedene Schritte der frühen T-Lymphozytenentwicklung rekapitulieren kann und die preT α Protein auf der Oberfläche exprimiert. Im Gegensatz zu preT α mRNA schreibt die Expression von preT α Protein auf der Oberfläche einer lymphoiden Vorläuferzelle deren T-lymphoide Identität fest, da preT α die Zellmembran nur innerhalb eines konstitutiv aktiven pre-TCR-Signalkomplexes erreichen kann.¹⁹ Offenbar kann humanes Knochenmark tatsächlich verschiedene Etappen der frühen T-Lymphozytenreifung gewährleisten: konkret gezeigt wurden die T-Zell-Liniendeterminierung, die TCR β -Genumlagerung und die Expression eines prä-TCR. Ob Knochenmark-TLPs auch jenseits des prä-T-Zellstadiums bis zu reifen TCR $\alpha\beta$ ⁺ T-Lymphozyten differenzieren können, bleibt nach diesen Untersuchungen offen.

Bibliographie

- ALLMAN, D., F. G. KARNELL, J. A. PUNT, S. BAKKOUR, L. XU, P. MYUNG, G. A. KORETZKY, J. C. PUI, J. C. ASTER und W. S. PEAR. „Separation of Notch1 promoted lineage commitment and expansion/transformation in developing T cells“, *Journal of Experimental Medicine* 194 (2001), 99-106.
- BLOM, B., P. RES, E. NOTEBOOM, K. WEIJER und H. SPITS. „Prethymic CD34⁺ progenitors capable of developing into T cells are not committed to the T cell lineage“, *Journal of Immunology* 158 (1997), 3571-3577.
- CARLYLE, J. R. und J. C. ZUNIGA-PFLUCKER. „Requirement for the thymus in alphabeta T lymphocyte lineage commitment“, *Immunity* 9 (1998), 187-197.
- CLEGG, C.H., J. T. RULFFES, P. M. WALLACE und H. S. HAUGEN. „Regulation of an extrathymic T-cell development pathway by oncostatin M“, *Nature* 384 (1996), 261-263.
- FELDHahn, N., I. SCHWERING, S. LEE, M. WARTENBERG, F. KLEIN, H. WANG, G. ZHOU, S. M. WANG, J. D. ROWLEY, J. HESCHELER, M. KRONKE, K. RAJEWSKY, R. KÜPPERS und M. MÜSCHEN. „Silencing of B cell receptor signals in human naive B cells“, *Journal of Experimental Medicine* 196 (2002), 1291-1305.
- GOUNARI, F., I. AIFANTIS, C. MARTIN, H. J. FEHLING, S. HOEFLINGER, P. LEDER, H. VON BOEHMER und B. REIZIS. „Tracing lymphopoiesis with the aid of a pTalpha-controlled reporter gene“, *Nature Immunology* 3 (2002), 489-496.
- KLEIN, F., N. FELDHahn, S. LEE, H. WANG, F. CIUFFI, M. VON ELSTERMANN, M. L. TORIBIO, H. SAUER, M. WARTENBERG, V. S. BARATH, M. KRÖNKE, P. WERNET, J. D. ROWLEY und M. MÜSCHEN. „T lymphoid differentiation in human bone marrow“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100 (2003), 6747-6752.
- MARKERT, M. L., A. BOECK, L. P. HALE, A. L. KLOSTER, T. M. McLAUGHLIN, M. N. BATCHVAROVA, D. C. DOUEK, R. A. KOUP, D. D. KOSTYU, F. E. WARD, H. E. RICE, S. M. MAHAFFEY, S. E. SCHIFF, R. H. BUCKLEY und B. F. HAYNES. „Transplantation of thymus tissue in complete DiGeorge syndrome“, *New England Journal of Medicine* 341 (1999), 1180-1189.

¹⁹ Vgl. Saint-Ruf *et al.* (2000).

- MÜSCHEN, M., S. LEE, G. ZHOU, N. FELDHahn, V. S. BARATH, J. CHEN, C. MOERS, M. KRÖNKE, J. D. ROWLEY und S. M. WANG. „Molecular portraits of B cell lineage commitment“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99 (2002), 10014-10019.
- RAMIRO, A. R., M. N. NAVARRO, A. CARREIRA, Y. R. CARRASCO, V. G. DE YEBENES, G. CARRILLO, J. L. SAN MILLAN, B. RUBIN und M. L. TORIBIO. „Differential developmental regulation and functional effects on pre-TCR surface expression of human pTalpha(a) and pTalpha(b) spliced isoforms“, *Journal of Immunology* 167 (2001), 5106-5114.
- ROWEN, L., B. F. KOOP und L. HOOD. „The complete 685-Kilobare DNA sequence of the human beta T cell receptor locus“, *Science* 272 (1996), 1755-1762.
- SAINT-RUF, C., M. PANIGADA, O. AZOGUI, P. DEBEY, H. VON BOEHMER und F. GRASSI. „Different initiation of pre-TCR and gammadeltaTCR signalling“, *Nature* 406 (2000), 524-527.
- SCHLISSEL, M., A. CONSTANTINESCU, T. MORROW, M. BAXTER und A. PENG. „Double-strand signal sequence breaks in V(D)J recombination are blunt, 5'-phosphorylated, RAG-dependent, and cell cycle regulated“, *Genes and Development* 7 (1993), 2520-2532.
- SPITS, H. „Development of alphabeta T cells in the human thymus“, *Nature Reviews Immunology* 2 (2002), 760-772.
- VELCULESCU, V. E., L. ZHANG, B. VOGELSTEIN und K. W. KINZLER. „Serial analysis of gene expression“, *Science* 270 (5235) (1995), 484-487.

Rainer Haas, Ralf Kronenwett, Guido Kobbe und Ulrich Steidl

Adulte Blutstammzellen – Genetisches Programm und therapeutisches Potenzial

Einleitung

In unserem Beitrag zu diesem Jahrbuch möchten wir neben einem generellen Überblick zur aktuellen Stammzellforschung im Besonderen unsere Forschungsschwerpunkte auf diesem Sektor vorstellen. Dabei erlaubt die ontogenetische Betrachtung der Blutbildung ein besseres Verständnis der unterschiedlichen Formen von Stammzellen (Abb. 1). Am Anfang, nach der Verschmelzung einer Ei- und Samenzelle, entstehen die totipotenten embryonalen Stammzellen, die in die drei Keimblätter, das Ektoderm, Endoderm und Mesoderm, ausdifferenzieren. Ausgehend vom Mesoderm beginnt die Blutbildung beim Menschen in der dritten Embryonalwoche im Dottersack mit der Formation kleiner Blutzellinseln, aus denen Gefäßkapillaren und pluripotente Stammzellen entstehen. Durch Verschmelzung der Blutzellinseln zu einem kommunizierenden Netzwerk bildet sich das Gefäßsystem aus, das in die einzelnen Organanlagen einspricht. Zum Zeitpunkt der Entstehung hämatopoetischer Knospen in der fetalen Leber beginnt die erste ortsständige Blutbildung. Von dort migrieren Stammzellen in die Milz und ab der 20. Woche in das Osteoid der Knochenanlage, wo sich das Knochenmark entwickelt. Auch noch perinatal sind hämatopoetische Stammzellen auf Wanderschaft und lassen sich in hoher Konzentration in Nabelschnurvenenblut nachweisen. In ausreichender Menge gewonnen, lassen sich auch diese ersten adulten Blutstammzellen für eine Zelltherapie nutzen. Hierfür befindet sich am Düsseldorfer Universitätsklinikum im Institut für Transplantationsdiagnostik und Zelltherapeutika die größte europäische Nabelschnurblutbank, die Zellen weltweit an Transplantationszentren verschickt. Selbst beim Erwachsenen sind noch geringe Mengen an Blutstammzellen im peripheren Blut, in der Leber und in der Milz nachweisbar. So ließen sich nach orthotoper Lebertransplantation von verstorbenen allogenen Spendern bei den Empfängern CD34-Zellen des Spenders im Knochenmark nachweisen, was auf eine Übertragung von Blutstammzellen mit der Leber hinweist.¹ Auch bei bestimmten hämatologischen Erkrankungen, wie der Osteomyelofibrose, findet die Blutbildung wieder überwiegend in Leber und Milz statt, weil durch eine Überwucherung des Knochenmarks mit Bindegewebe eine normale Reifung von Blutzellen nicht mehr möglich ist.

Charakterisierung der adulten Stammzellen

Hämatopoetische Stammzellen und deren nachgeordnete Vorläuferzellen lassen sich mit unterschiedlichen Methoden nachweisen. Bis Mitte der 1980er Jahre bediente man sich

¹ Vgl. Nierhoff *et al.* (2000).

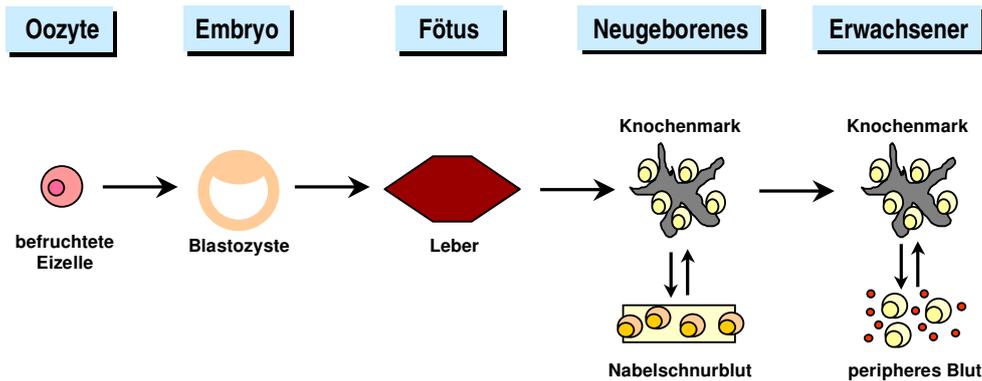


Abb. 1: Orte der Blutbildung während der Ontogenese.

semisolider Kulturassays, um die mononukleären Zellen aus dem peripheren Blut oder Knochenmark unter Zugabe von Wachstumsfaktoren in Methylzellulose oder Agar bei 37° C zu bebrüten. Unter diesen Kulturbedingungen entstehen nach zwei Wochen reife Blutzellkolonien, die sich aus einer einzigen Vorläuferzelle ableiten. Die Erstbeschreiber einer derartigen Kulturmethode für menschliche Vorläuferzellen waren Fauser und Messner (1978).

Eine entscheidende Verbesserung für die Transplantationsmedizin eröffnete die Möglichkeit, Blut bildende Stammzellen über das Oberflächenantigen CD34² zu bestimmen, das ansonsten nur noch auf Gefäßwandzellen anzutreffen ist. Bei dem CD34-Molekül handelt es sich um ein stark glykosiliertes, d. h. mit Kohlenhydratresten versehenes Oberflächenantigen mit einem Molekulargewicht von 115 kDa. Durchschnittlich tragen etwa 0,5 bis drei Prozent der mononukleären Zellen im Knochenmark das CD34-Antigen auf ihrer Zellmembran.

Die Population der hämatopoetischen CD34-Zellen ist sehr heterogen, und nur ein kleiner Teil der CD34-Zellen von ca. ein bis zwei Prozent sind frühe, pluripotente Stammzellen mit der Fähigkeit, alle Formen reifer Blutzellen zu bilden. Den größten Teil der CD34-Zellen stellen reifere, liniendeterminierte Vorläuferzellen dar, die in ihrer Entwicklung bereits auf eine bestimmte Zelllinie, wie z. B. die erythropoetische Reihe, beschränkt sind (Abb. 2). Über den immunzytologischen Nachweis einzelner gut charakterisierter Proteine auf der Oberfläche der CD34-Zellen lassen sich Linienzugehörigkeit und Entwicklungsstadium dieser Zellen definieren. Die pluripotenten CD34-positiven hämatopoetischen Stammzellen zeigen eine niedrige oder fehlende Expression des HLA-DR- und des CD38-Antigens und eine starke Expression des Thy-1-Antigens. Das Antigen-Profil der weiterentwickelten hämatopoetischen Vorläuferzellen ist durch eine starke Expression von CD38, HLA-DR und durch linienspezifische Marker charakterisiert. So findet sich CD33 beispielsweise auf CD34-Zellen, die in Granulozyten oder Monozyten ausreifen können, während CD71 für erythropoetische Vorläuferzellen typisch ist.

Mit Hilfe einer immunzytologischen „Drei-Farben-Analyse“ unter Einschluss des Thy-1-Antigens konnten wir zeigen, dass der Anteil pluripotenter CD34-Zellen innerhalb der im peripheren Blut zirkulierenden CD34-Zellen größer ist als innerhalb der CD34-Zellen

² Vgl. Civin *et al.* (1984).

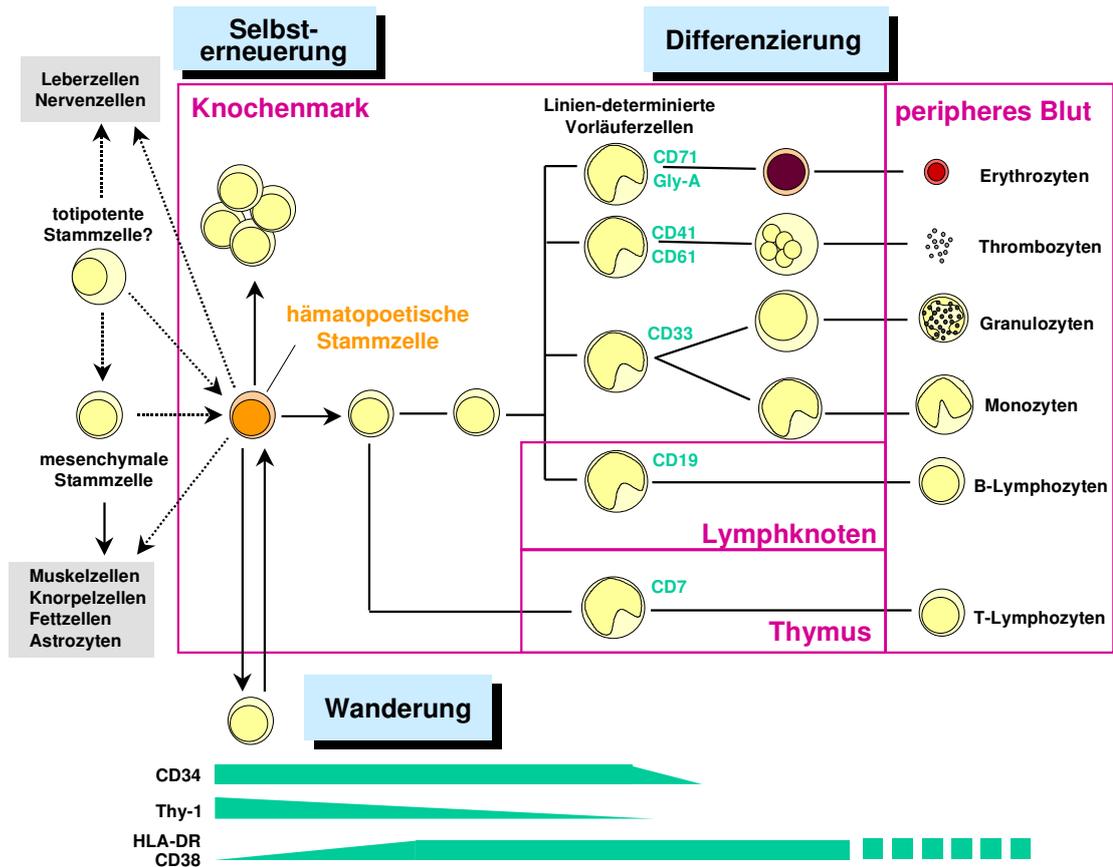


Abb. 2: Eigenschaften und Differenzierungswege hämatopoetischer Stammzellen. Die differenzierungsabhängige Expression der Oberflächenproteine CD34, Thy-1, HLA-DR und CD38 ist durch grüne Balken dargestellt. Die Dicke des jeweiligen Balkens spiegelt die Expressionsstärke wider. Gestrichelte Pfeile symbolisieren bisher nicht sicher nachgewiesene Differenzierungswege.

aus dem Knochenmark.³ Diese Beobachtung erklärt möglicherweise die schnellere Rekonstitution der Blutbildung nach Transplantation von Stammzellen aus dem peripheren Blut im Vergleich zu Stammzellen aus dem Knochenmark.

Die Entdeckung des stammzellspezifischen CD34-Antigens ermöglicht auch eine immunmagnetische Anreicherung von hämatopoetischen Stammzellen aus dem Knochenmark und peripheren Blut. Bei dem Verfahren werden CD34-positive Zellen nach Beladung mit eisengekoppelten Antikörpern mit Hilfe eines Magneten aus der mononukleären Zellfraktion isoliert. Somit war es möglich, CD34-Zellpräparate von einer Reinheit bis zu 98 Prozent für die autologe Transplantation zu verwenden.⁴ Außerdem waren wir dadurch in der Lage, zell- und molekularbiologische Experimente mit angereicherten CD34-Zellen sowie Untersuchungen zum Transfer therapeutischer Nukleinsäuren durch virale und nicht-virale Vektorsysteme in CD34-Zellen durchzuführen.⁵

³ Vgl. Haas *et al.* (1995a).

⁴ Vgl. Hohaus *et al.* (1997).

⁵ Vgl. Kronenwett *et al.* (1998) und Rohr *et al.* (2002).

Migrationseigenschaften der adulten Stammzellen

Wir widmen uns nun dem Phänomen der Mobilität von hämatopoetischen Stammzellen, einer Eigenschaft, auf die wir bereits während unserer ontogenetischen Betrachtung gestoßen waren. Bei der Immuntypisierung von CD34-positiven Stammzellen aus dem Knochenmark und peripheren Blut zeigte sich sehr bald, dass die für Leukozytenmigration und -adhäsion verantwortlichen Selektine, Integrine und Mitglieder der Immunglobulin-Superfamilie auch auf CD34-Zellen nachzuweisen sind. Die für die Wandereigenschaft der Leukozyten verantwortlichen Oberflächenstrukturen spielen offensichtlich auch bei der Mobilisierung und der Einnistung (*Homing*) von hämatopoetischen Stammzellen eine Rolle. Was verbirgt sich also hinter dieser Wandereigenschaft und der Möglichkeit, die Stammzellen zu mobilisieren?

Unter Ruhebedingungen, also im *steady state* der Hämatopoese, ist die Konzentration an Blut bildenden Stammzellen im Knochenmark etwa 10- bis 50fach höher als im peripheren Blut. In der Regenerationsphase nach einer Chemotherapie hingegen kommt es während der Leukozytenerholung zu einem Anstieg der im Blut zirkulierenden Stammzellen. Dieser überschießende Anstieg lässt sich durch Gabe hämatopoetischer Wachstumsfaktoren, wie z. B. den Granulozyten-Kolonie-stimulierenden Faktor (G-CSF), erhöhen, wodurch eine im Vergleich zur Ruhehämatopoese bis zu 400-mal höhere Konzentration an Vorläufer- und Stammzellen im peripheren Blut erzielt wird. Dieses auf dem Einsatz hämatopoetischer Wachstumsfaktoren fußende Mobilisierungsprinzip macht man sich bei der Gewinnung von Stammzellen für die autologe Transplantation bei Patienten mit malignen Erkrankungen der Blutbildung zunutze.⁶ Auch durch die Gabe von G-CSF allein lassen sich bei gesunden Spendern ausreichende Mengen an Stammzellen für eine allogene Transplantation gewinnen.

Bei der Frage nach den Mechanismen der Stammzellmobilisierung stand das Adhäsionsmolekül VLA-4, das zur Gruppe der β 1-Integrine gehört, im Zentrum unseres Interesses. VLA-4 ist ein zweigliedriges Protein, das aus der α 4- und der β 1-Kette besteht und dessen Bindungspartner das extrazelluläre Protein Fibronectin sowie das endotheliale Protein VCAM-1 (*vascular cell adhesion molecule-1*) sind. Wir konnten zeigen, dass wandernde CD34-Zellen im peripheren Blut weniger VLA-4 an ihrer Oberfläche tragen als ortsständige CD34-Zellen im Knochenmark.⁷ Außerdem führte die Herunterregulation von VLA-4 auf CD34-Zellen durch Antisense-Oligonukleotide in der Zellkultur zu einer reduzierten Haftung an Gefäßwandzellen sowie zu einer Freisetzung von Vorläuferzellen aus dem Knochenmarkstroma.⁸ Die Freisetzung von CD34-Zellen und ihre Fähigkeit zu wandern wird also zumindest teilweise über die Expressionsstärke von VLA-4 reguliert, was durch Tierexperimente, die wir in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Frau Prof. Zöller am Deutschen Krebsforschungszentrum durchführten, untermauert werden konnte. So ließ sich bei Mäusen durch systemische Gabe von Antikörpern gegen das VLA-4-Protein eine Mobilisierung von hämatopoetischen Vorläuferzellen aus dem Knochenmark erreichen.⁹ Zu ähnlichen Ergebnissen kam eine andere Arbeitsgruppe bei

⁶ Vgl. Haas *et al.* (1990) und Haas *et al.* (1995b).

⁷ Vgl. Möhle *et al.* (1995).

⁸ Vgl. Kronenwett und Haas (1998) und Kronenwett und Haas (2002).

⁹ Vgl. Christ *et al.* (2001a).

Experimenten mit Affen,¹⁰ während die Untersucher nach einer systemischen Gabe von VLA-4-Antikörpern eine Hemmung des Wiederanwachsens von Blutstammzellen nach Transplantation beobachteten. Diese Befunde sprechen ganz klar für eine Rolle von VLA-4 für die Mobilisierung und für das Einnisten einer Stammzelle im Knochenmark (Abb. 3).

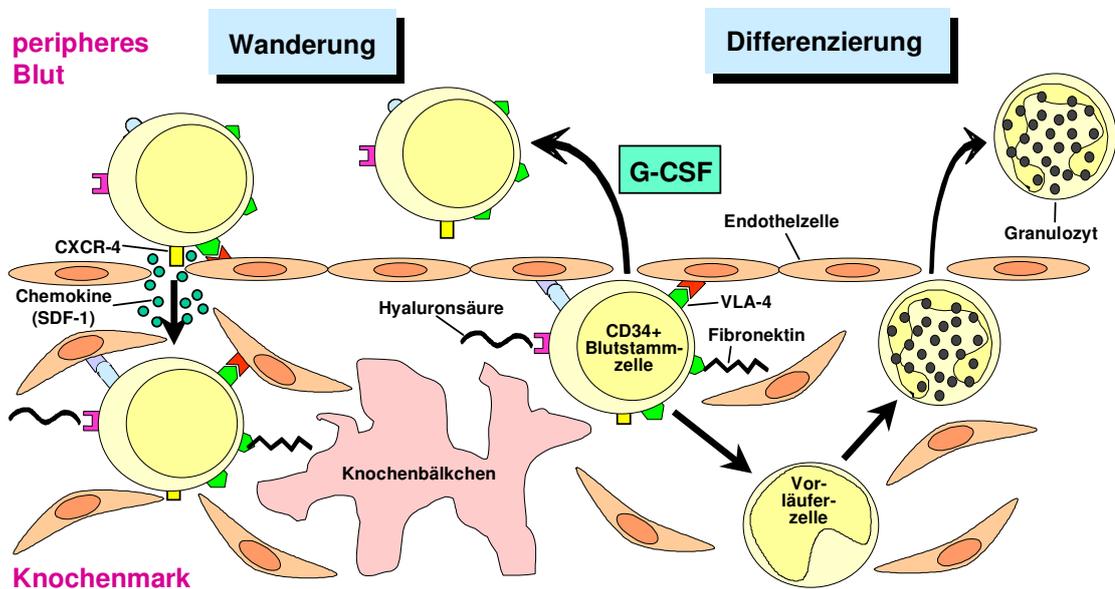


Abb. 3: Die Bedeutung des Knochenmarkstromas für die Differenzierung und Wanderung hämatopoetischer Stammzellen.

Da die Funktion von Integrinen wie des VLA-4 nicht nur über die Expressionsstärke, sondern auch über Veränderungen der Struktur reguliert wird, untersuchten wir den Aktivitätszustand von VLA-4 auf CD34-Zellen. Auf wandernden CD34-Zellen im peripheren Blut fanden wir VLA-4 in einem funktionell inaktiven Zustand, während es auf ortsständigen Zellen im Knochenmark seine volle Funktionsfähigkeit aufwies.¹¹ Somit wird die Mobilisierung von CD34-Zellen nicht nur durch die Expressionsstärke von VLA-4, sondern auch durch dessen Funktionszustand gesteuert. Auf der anderen Seite wird das *Homing* nach Transplantation durch direkten Kontakt der CD34-Zellen mit der Gefäßinnenwand über eine Aktivierung von VLA-4 eingeleitet.

Weitere Adhäsionsmoleküle, die eine Rolle für Migration und Blutbildung spielen, sind das Integrin LFA-1 (*lymphocyte function-associated antigen-1*), L-Selektin und CD44.¹² So ließen sich bei Mäusen durch die Gabe von CD44-Antikörpern hämatopoetische Vorläuferzellen aus dem Knochenmark mobilisieren.¹³ Die adhäsiven Wechselwirkungen zwischen Blutstammzellen und ihrer Umgebung ähneln also denen beim Einwandern von Leukozyten in Entzündungsherde,¹⁴ was für gemeinsame molekulare Mechanismen bei der Wanderung von Leukozyten und Blutstammzellen spricht.

¹⁰ Vgl. Papayannopoulou und Nakamoto (1993).

¹¹ Vgl. Lichterfeld *et al.* (2000).

¹² Vgl. Kronenwett *et al.* (2000), Möhle *et al.* (1995) und Christ *et al.* (2001b).

¹³ Vgl. Christ *et al.* (2001b).

¹⁴ Vgl. Steidl *et al.* (2000).

Darüber hinaus konnten wir 1997 erstmals die Expression von CXCR-4 auf hämatopoetischen Vorläuferzellen nachweisen.¹⁵ Dabei handelt es sich um einen Chemokin-Rezeptor, dessen Wechselwirkung mit seinem Bindungspartner, dem SDF-1 (*stromal-derived factor-1*), eine Rolle für Migration und Blutbildung spielt (Abb. 3). Wir fanden außerdem eine entwicklungsabhängige CXCR-4-Expression auf CD34-Zellen, mit starker Expression auf reiferen CD38-positiven Vorläuferzellen, während frühe CD38-negative CD34-Zellen wenig CXCR-4-Expression aufwiesen.¹⁶ Bis zur Entdeckung seiner Rolle für die Stammzellwanderung war CXCR-4 lediglich als Korezeptor neben CD4 für HIV-1 auf T-Lymphozyten bekannt. Der Nachweis von CXCR-4 auf CD34-Zellen war somit ein Hinweis darauf, dass auch hämatopoetische Stammzellen durch HIV-1 infiziert werden können.

Unsere neuesten Ergebnisse lassen vermuten, dass der Thrombinrezeptor, ein Molekül, das für die Wanderung von Monozyten eine Rolle spielt, auch an der Stammzellwanderung beteiligt ist. Wir fanden eine dreifach höhere Expression dieses Proteins auf wandernden CD34-Zellen als auf ortsständigen Zellen des Knochenmarks.¹⁷ Möglicherweise lockt freies Thrombin, das bei der Blutgerinnung nach einer Verletzung gebildet wird, wandernde Blutstammzellen an den Ort eines Zellschadens.

Genexpressionsanalyse von CD34-Zellen aus Knochenmark und peripherem Blut

Nach unserer bis dahin eher zellbiologisch und phänotypisch ausgerichteten Stammzellforschung war es an der Zeit, sich den Fragen nach den molekularen Mechanismen der Regulation von Selbsterneuerung, Differenzierung und Migration zu widmen. Zur Erforschung dieser Fragenkomplexe bedienten wir uns der cDNA-Array-Technologie, mit der es möglich ist, die Expression und damit die Aktivität mehrerer Tausend Gene gleichzeitig zu messen. In unseren Experimenten untersuchten wir immunmagnetisch angereicherte CD34-Zellen aus Knochenmark oder peripherem Blut.¹⁸ Mit Hilfe dieser Technologie fanden wir in CD34-Zellen aus dem Knochenmark im Vergleich zu CD34-Zellen aus dem peripheren Blut eine höhere Expression von Genen, die für DNA-Synthese und Fortschreiten des Zellzyklus verantwortlich sind (Abb. 4 und 5). Beide Vorgänge sind entscheidende Voraussetzung für eine Zellvermehrung. Dieser molekulare Befund spiegelt die größere Zellzyklusaktivität ortsständiger hämatopoetischer Stamm- und Vorläuferzellen im Vergleich zu wandernden Zellen wider.

Neben den Zellzyklus-Kontrollgenen spielen die Transkriptionsfaktoren eine zentrale Rolle bei der Differenzierung hämatopoetischer Stamm- und Vorläuferzellen. Bei unseren Genexpressionsanalysen mit den cDNA-Arrays fanden wir in wandernden CD34-Zellen die Hochregulation von neun Transkriptionsfaktoren, die hämatopoetische Zellen im undifferenzierten Stadium halten und eine Reifung verzögern können. Dieses molekulare Profil spiegelt die schon länger bekannte Tatsache wider, dass sich im peripheren Blut ein größerer Anteil an unreifen Blutstammzellen findet.¹⁹

¹⁵ Vgl. Deichmann *et al.* (1997).

¹⁶ Vgl. Viardot *et al.* (1998).

¹⁷ Vgl. Steidl *et al.* (2002).

¹⁸ Vgl. Steidl *et al.* (2002) und Steidl *et al.* (2003b).

¹⁹ Vgl. Haas *et al.* (1995a).

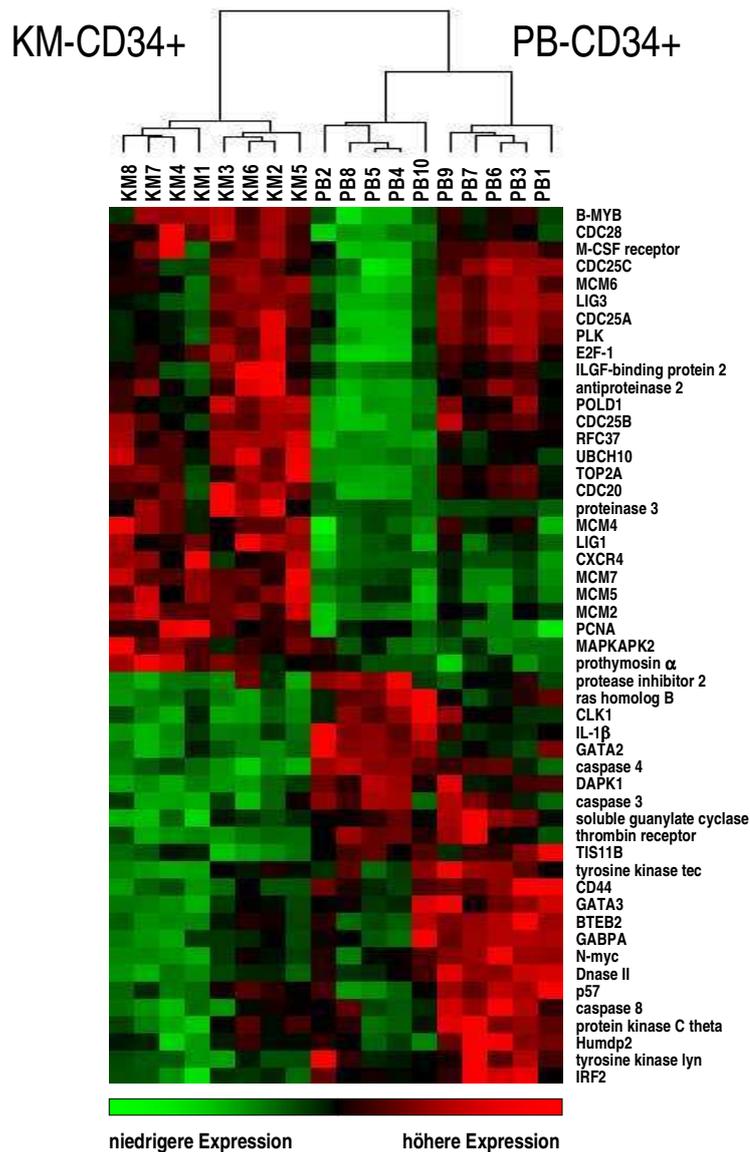


Abb. 4: Farbkodierte Genexpressionsprofile von CD34-Zellen aus Knochenmark (KM) und peripherem Blut (PB). Dargestellt sind Gene, die in beiden Gruppen unterschiedlich (differenziell) exprimiert werden. Die so genannte „Cluster-Analyse“ führt zur Erstellung eines Stammbaumes, der eine Unterscheidung zwischen KM-CD34-Zellen und PB-CD34-Zellen ermöglicht.

Somit können eher unreife, sich langsam teilende Blutstammzellen das Knochenmark verlassen, um sich in anderen Organen anzusiedeln.

In unseren Untersuchungen der Genexpressionsprofile von hämatopoetischen Stamm- und Vorläuferzellen beobachteten wir auch erstmals auf menschlichen Blutstammzellen die Expression von Oberflächenproteinen, die bis dahin typischerweise nur im Nervensystem gefunden wurden.²⁰ Beispiele hierfür sind der so genannte GABA B- und der Ephrin A1-Rezeptor (Abb. 6). Diese Befunde veranlassten uns, spezialisierte cDNA-Arrays zu verwenden, mit denen man nach der Expression von Genen suchen kann, die bei neurobiologischen Funktionen eine Rolle spielen. Tatsächlich fanden wir noch zahlreiche

²⁰ Vgl. Steidl *et al.* (2002) und Steidl *et al.* (2003a).

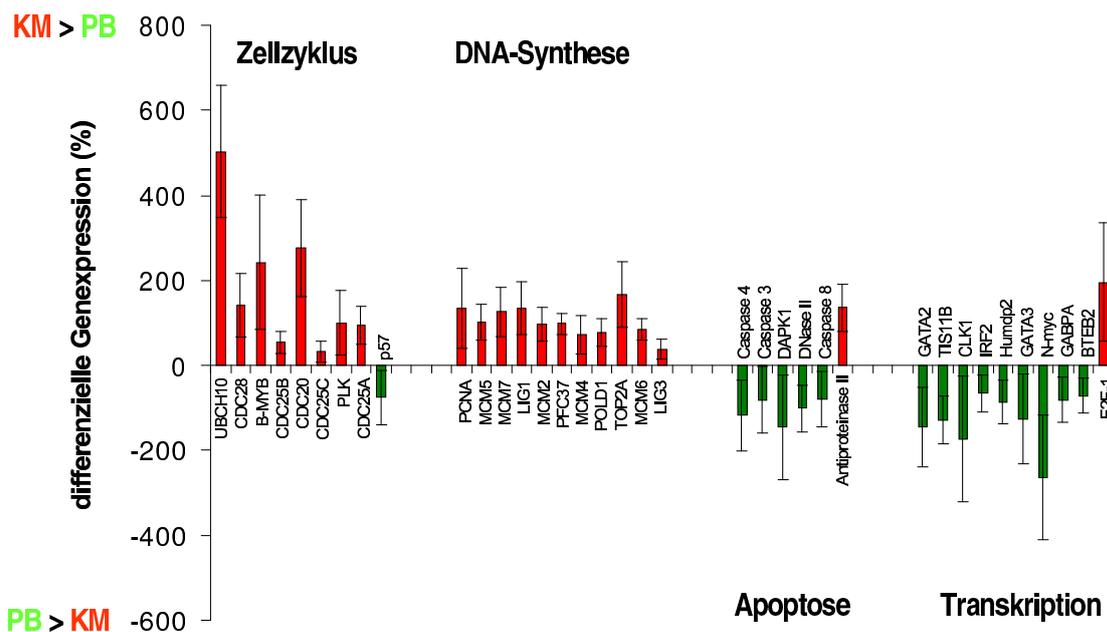


Abb. 5: Differenziell exprimierte Gene in CD34-Zellen aus dem peripheren Blut (PB) oder Knochenmark (KM). Die Gene sind nach funktionellen Gruppen sortiert.

weitere Gene, die bis dahin lediglich für Zellen des Nervensystems beschrieben wurden. So exprimieren humane CD34-Zellen zahlreiche neurobiologische Rezeptoren und Ionenkanäle, über die Spannungsänderungen an der Zellmembran gesteuert werden. Darüber hinaus waren Gene exprimiert, die für Proteine kodieren, die an der Bildung von intrazellulären Vesikeln für neurobiologische Signalstoffe beteiligt sind. Mit Hilfe von immunologischen Verfahren konnten wir die neurobiologischen Oberflächenrezeptoren auch auf Proteinebene und Einzelzellniveau nachweisen. Hierbei zeigten sich diese Rezeptoren bevorzugt auf unreifen CD34-Zellen, was für eine entwicklungsgeschichtliche Verwandtschaft zwischen hämatopoetischen und neuronalen Stammzellen spricht. Diese Vermutung wird durch eine Publikation unterstützt, in der die Entdeckung einer neuro-hämatopoetischen menschlichen Stammzelle beschrieben wird.²¹

Einige experimentelle Daten lassen vermuten, dass sich adulte hämatopoetische Stammzellen nicht nur in reife Blutzellen, sondern auch in reife Zellen anderer Gewebe, wie z. B. Herzmuskel oder Leber, entwickeln können – ein Phänomen, das als Transdifferenzierung bezeichnet wird.²² So reiften im Mausmodell humane Knochenmarkszellen sowie angereicherte hämatopoetische Stammzellen in funktionsfähige Leberzellen aus. Des Weiteren entwickelten sich bei Mäusen Knochenmarkszellen in Herzmuskelzellen und verbesserten die Herzfunktion und die Überlebenswahrscheinlichkeit nach einem künstlich gesetztem Herzinfarkt. Auch die Transplantation von Knochenmark in verletzte Gehirne von Ratten führte zu einer im Vergleich zu Kontrolltieren verbesserten Wiederherstellung der Gehirnfunktion. Diese Ergebnisse wecken selbstverständlich Erwartungen mit Blick auf neue Zelltherapien mit adulten Stammzellen aus dem Knochenmark beim Menschen zur Behandlung des Herzinfarkts oder von Stoffwechselkrankheiten der Leber bzw. degenerati-

²¹ Vgl. Shih *et al.* (2001).

²² Vgl. zur Übersicht: Steidl *et al.* (2003a).

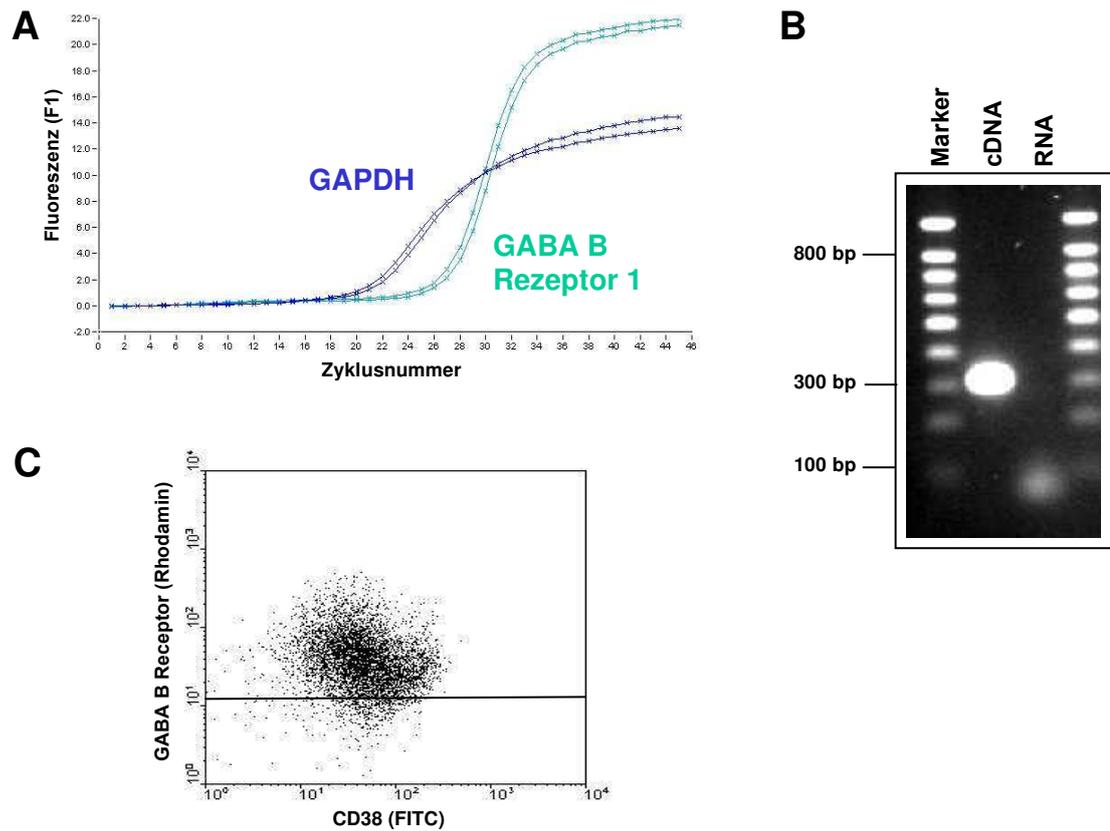


Abb. 6: Expression des GABA B-Rezeptors in CD34+ hämatopoetischen Stamm- und Vorläuferzellen. (A) Quantitativer Nachweis der GABA B-mRNA durch *real-time*-RT-PCR. (B) Nachweis der GABA B-mRNA durch qualitative RT-PCR. (C) Durchflusszytometrischer Nachweis der GABA B-Proteinexpression auf der Zelloberfläche durch indirekte Immunfluoreszenz. Stärkere GABA B-Expression fand sich auf unreifen CD34-Zellen mit niedriger CD38-Expression.

ven Erkrankungen des Nervensystems, wie z. B. M. Parkinson oder M. Alzheimer. Ergebnisse aus Publikationen des vergangenen Jahres stellen die Transdifferenzierungsfähigkeit von Blutstammzellen allerdings wieder in Frage. So wird möglicherweise eine Transdifferenzierung durch eine Fusion der Blutstammzelle mit einer reifen, gewebständigen Zelle vorgetäuscht.²³ Ein anderer Einwand ist, dass selbst in hochangereicherten CD34-Zellen eine CD34-negative pluripotente Stammzelle vorhanden sein kann, die sich in einen nicht-hämatopoetischen Gewebstyp differenzieren kann.

Therapie mit adulten Stammzellen für Patienten mit bösartigen Erkrankungen des Blut bildenden Systems

Bei der klassischen Form der Transplantation, der allogenen Knochenmarktransplantation, erhält der Patient nach einer das Knochenmark und die bösartigen Zellen zerstörenden Hochdosistherapie Stammzellen aus dem Knochenmark oder – seit Anfang der 1990er Jahre – aus dem peripheren Blut eines passenden Geschwister-, Familien- oder Fremdspenders (Abb. 7). Grundlage für die Spenderauswahl ist die Gewebeverträglichkeit, die

²³ Vgl. Terada *et al.* (2002).

durch das Muster der Histokompatibilitäts-Leukozyten-Antigene (HLA) bestimmt wird. Bei der autologen Transplantation werden die hämatopoetischen Stammzellen des Patienten benutzt, die in der Remissionsphase entnommen und nach Einfrieren bei -196°C in flüssigem Stickstoff gelagert werden.

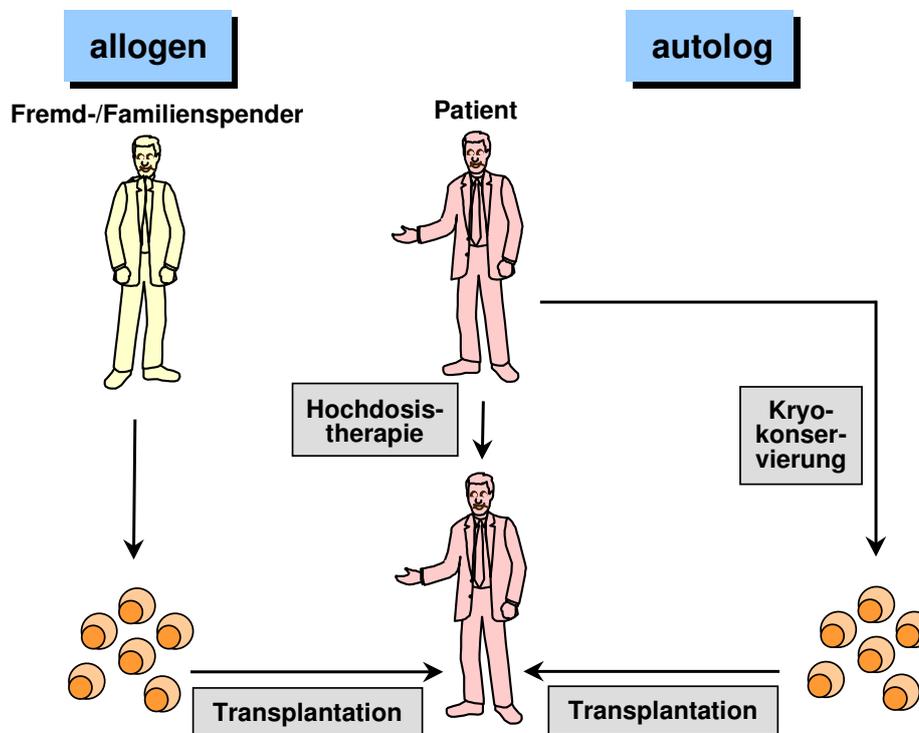


Abb. 7: Das Prinzip der allogenen und autologen Blutstammzelltransplantation.

Die Hochdosistherapie bei Patienten mit Leukämie, malignem Lymphom oder multiplen Myelom besteht zumeist aus einer Kombination von alkylierenden Substanzen wie Cyclophosphamid oder Melphalan mit oder ohne Ganzkörperbestrahlung. Diese Form von Hochdosistherapien führt zu einer völligen Zerstörung des Knochenmarks und gilt daher als myeloablativ. Eine autochthone Regeneration der Blutbildung aus überlebenden Stammzellen ist nach derartigen hochdosierten Therapien nicht möglich und macht für die Wiederherstellung der Blutbildung eine Transplantation mit normalen Stammzellen erforderlich.

Morbidität und Mortalität nach einer Hochdosisbehandlung und Stammzellübertragung hängen sehr stark von der Transplantationsart ab. Bei der autologen Knochenmarktransplantation sind insbesondere Infektionen gefürchtet, während bei der allogenen Transplantation vor allem die *Graft-versus-Host-Reaktion* (GvH, Transplantat-gegen-Wirt) das Spektrum der Komplikationen bestimmt. Diese pathologische Immunreaktion verläuft akut oder chronisch und wird in erster Linie durch zytotoxische T-Zellen des Spenders ausgelöst. Klinisch imponieren eine Schädigung der Haut, der Schleimhäute des Magen-Darm-Traktes sowie der Leber. Gleichzeitig erhöht die GvH-Reaktion das Risiko einer Zytomegalievirus-Pneumonitis (ZMV-Pneumonitis).

Seit Beginn der Transplantationsära 1988 an unserer Klinik, als deren Wegbereiter der damalige Direktor der Klinik, Univ.-Prof. Dr. Schneider, und sein Oberarzt, Univ.-Prof. Dr. Heyll, zu nennen sind, wurden in Düsseldorf 300 allogene und 500 autologe

Transplantationen durchgeführt. Bei 88 Prozent der Transplantationen wurden Stammzellen verwendet, die aus dem peripheren Blut gewonnen wurden.

Zwei besonders innovative Transplantationsprojekte möchten wir Ihnen im Folgenden genauer vorstellen.

Da der Erfolg einer allogenen Transplantation ganz wesentlich auf die *Graft-versus-Leukaemia*-Reaktion (GvL, Transplantat-gegen-Leukämie) zurückzuführen ist, haben wir Patienten, die altersbedingt oder wegen schwerer Begleiterkrankungen für eine konventionelle Transplantation nicht in Frage kamen, mit einer dosisreduzierten Konditionierung behandelt.²⁴ Anschließend erhielten die Patienten periphere Blutstammzellen eines HLA-identischen Geschwister- oder Fremdspenders. Der Erfolg dieser so genannten nicht-myeoablatischen Transplantation spiegelt sich darin wider, dass während der ersten sechs Monate nach der Therapie trotz des hohen Risikos eines Rückfalles noch 60 Prozent der Patienten krankheitsfrei waren und die Rate an ernsten GvH-bedingten Komplikationen relativ gering war.

In einer weiteren klinischen Studie konnten wir zeigen, dass sich auch die Therapieergebnisse bei jungen Patienten nach einer myeloablatischen allogenen Transplantation verbessern lassen. Um das Ausmaß einer GvH-Reaktion zu mildern, benutzten wir nach der Hochdosistherapie CD34-Zellen, die durch immunmagnetische Anreicherung einen Reinheitsgrad von ca. 90 Prozent erreichten und somit nahezu frei von den für die GvH-Reaktion verantwortlichen zytotoxischen T-Zellen waren. Dadurch ließ sich die Rate an schweren akuten GvH-Erkrankungen signifikant auf 13 Prozent reduzieren. Um jedoch auch den durch die T-Zellen vermittelten GvL-Effekt zu nutzen, erhielten die Patienten abhängig vom individuellen Verlauf nach der Transplantation definierte Mengen an Sponderlymphozyten, die nicht nur gegen mögliche residuale Leukämiezellen gerichtet sind, sondern auch zu einer Stärkung der Infektabwehr beitragen.

Ausblick

In der Zusammenschau lässt sich festhalten, dass hämatopoetische Stammzellen bei der Therapie hämatologischer Neoplasien eine zentrale Rolle einnehmen. Einige Studien lassen außerdem ein Entwicklungspotenzial vermuten, das weit über die Differenzierungsfähigkeit in reife Blutzellen hinausgeht. Falls sich diese Vermutungen bestätigten, böten sich neue Wege in der Behandlung degenerativer Erkrankungen unterschiedlicher Gewebe. Der Weg zu einer sicheren und zielgerichteten therapeutischen Nutzung adulter Blutstammzellen im Rahmen einer Zellersatztherapie ist dabei jedoch noch weit.

Bibliographie

CHRIST, O., R. KRONENWETT, R. HAAS und M. ZÖLLER. „Combining G-CSF with a blockade of adhesion strongly improves the reconstitutive capacity of mobilized hematopoietic progenitor cells“, *Experimental Hematology* 29 (2001a), 380-390.

CHRIST, O., U. GÜNTHER, R. HAAS und M. ZÖLLER. „Importance of CD44v7 isoforms for homing and seeding of hematopoietic progenitor cells“, *Journal of Leukocyte Biology* 69 (2001b), 343-354.

²⁴ Vgl. Kobbe *et al.* (2002a) und Kobbe *et al.* (2002b).

- CIVIN, C. I., L. C. STRAUSS, C. BROVALL, M. J. FACKLER, J. F. SCHWARTZ und J. H. SHAPER. „Antigenic analysis of hematopoiesis. III. A hematopoietic progenitor cell surface antigen defined by a monoclonal antibody raised against KG-1a cells“, *Journal of Immunology* 133 (1984), 157-165.
- DEICHMANN, M., R. KRONENWETT und R. HAAS. „Expression of the Human Immunodeficiency Virus Type-1 Coreceptors CXCR-4 (fusin, LESTR) and CKR-5 in CD34+ Hematopoietic Progenitor Cells“, *Blood* 89 (1997), 3522-3528.
- FAUSER A. A. und H. A. MESSNER. „Granuloerythropoietic colonies in human bone marrow, peripheral blood, and cord blood“, *Blood* 52 (1978), 1243-1248.
- HAAS, R., A. D. HO, U. BREDTHAUER, S. CAYEUX, G. EGERER, W. KNAUF und W. HUNSTEIN. „Successful autologous transplantation of blood stem cells mobilized with recombinant human granulocyte-macrophage colony-stimulating factor“, *Experimental Hematology* 18 (1990), 94-98.
- HAAS, R., R. MÖHLE, M. PFÖRSICH, S. FRÜHAUF, B. WITT, H. GOLDSCHMIDT und W. HUNSTEIN. „Blood-derived autografts collected during G-CSF-enhanced recovery are enriched with early Thy-1+ hematopoietic progenitor cells“, *Blood* 85 (1995a), 1936-1943.
- HAAS, R., B. WITT, R. MÖHLE, H. GOLDSCHMIDT, S. HOHAUS, S. FRUEHAUF, M. WANNENMACHER und W. HUNSTEIN. „Sustained long-term hematopoiesis after myeloablative therapy with peripheral blood progenitor cell support“, *Blood* 85 (1995b), 3754-3761.
- HOHAUS, S., M. PFÖRSICH, S. MUREA, A. ABDALLAH, Y. S. LIN, L. FUNK, M. T. VOSO, S. KAUL, H. SCHMID, D. WALLWIENER und R. HAAS. „Immunomagnetic selection of CD34+ peripheral blood stem cells for autografting in patients with breast cancer“, *British Journal of Haematology* 97 (1997), 881-888.
- KOBBE, G., P. SCHNEIDER, M. AIVADO, F. ZOHREN, D. SCHUBERT, R. FENK, F. NEUMANN, R. KRONENWETT, H. PAPE, A. RONG, B. ROYER-POKORA, B. HILDEBRANDT, U. GERMING, N. GATTERMANN, A. HEYLL und R. HAAS. „Reliable engraftment, low toxicity and durable remissions following allogeneic blood stem cell transplantation with minimal conditioning“, *Experimental Hematology* 30 (2002a), 1346-1353.
- KOBBE, G., U. GERMING, M. AIVADO, F. ZOHREN, D. SCHUBERT, C. STRUPP, H. PAPE, G. TENDERICH, R. KORFER, R. STORB, R. HAAS und P. SCHNEIDER. „Treatment of secondary myelodysplastic syndrome after heart transplantation with chemotherapy and nonmyeloablative stem-cell transplantation“, *Transplantation* 74 (2002b), 1198-1200.
- KRONENWETT, R. und R. HAAS. „Antisense strategies for the treatment of hematological malignancies and solid tumors“, *Annals of Hematology* 77 (1998), 1-12.
- KRONENWETT, R., U. STEIDL, M. KIRSCH, G. SCZAKIEL und R. HAAS. „Oligodeoxyribonucleotide uptake in primary human hematopoietic cells is enhanced by cationic lipids and depends on the hematopoietic cell subset“, *Blood* 91 (1998), 852-862.
- KRONENWETT, R., S. MARTIN und R. HAAS. „The role of cytokines and adhesion molecules for mobilization of peripheral blood stem cells“, *Stem Cells* 18 (2000), 320-330.
- KRONENWETT, R. und R. HAAS. „Adhesion Molecules as Targets for Novel Therapeutic Approaches Using Antisense Oligonucleotides“, in: W. SCHULTZE (Hrsg.). *High-Dose Therapy and Transplantation of Hematopoietic Stem Cells*. Berlin und Wien 2002, 132-139.
- LICHTERFELD, M., S. MARTIN, L. BURKLY, R. HAAS und R. KRONENWETT. „Mobilization of CD34+ haematopoietic stem cells is associated with a functional inactivation of the integrin very late antigen-4“, *British Journal of Haematology* 110 (2000), 71-81.

- MÖHLE, R., S. MUREA, M. KIRSCH und R. HAAS. „Differential expression of L-selection, VLA-4 and LFA-1 on CD34+ progenitor cells from bone marrow and peripheral blood during G-CSF-enhanced recovery“, *Experimental Hematology* 23 (1995), 1535-1542.
- NIERHOFF, D., H. C. HORVATH, J. MYTILINEOS, M. GOLLING, O. BUD, E. KLAR, G. OPELZ, M. T. VOSO, A. D. HO, R. HAAS R und S. HOHAUS. „Microchimerism in bone marrow-derived CD34(+) cells of patients after liver transplantation“, *Blood* 96 (2000), 763-767.
- PAPAYANNOPOULOU, T. und B. NAKAMOTO. „Peripheralization of hemopoietic progenitors in primates treated with anti-VLA4 integrin“, *Proceedings of the National Academy of Science. USA* 90 (1993), 9374-9378.
- ROHR, U.-P., R. KRONENWETT, D. GRIMM, J. KLEINSCHMIDT und R. HAAS. „Primary human cells differ in their susceptibility to rAAV-2-mediated gene transfer and duration of reporter gene expression“, *Journal of Virological Methods* 105 (2002), 265-275.
- SHIH, C. C., Y. WENIG, A. MAMELAK, T. LEBON, M. C. HU und S. J. FORMAN. „Identification of a candidate human neurohematopoietic stem-cell population“, *Blood* 98 (2001), 2412-2422.
- STEIDL, U., R. HAAS and R. KRONENWETT. „ICAM-1 on monocytes mediates adhesion as well as transendothelial migration and can be downregulated using antisense oligonucleotides“, *Annals of Hematology* 79 (2000), 414-423.
- STEIDL, U., R. KRONENWETT, U.-P. ROHR, R. FENK, S. KLISZEWSKI, C. MAERCKER, P. NEUBERT, M. AIVADO, J. KOCH, O. MODLICH, H. BOJAR, N. GATTERMANN und R. HAAS. „Gene expression profiling identifies significant differences between the molecular phenotypes of bone marrow-derived and circulating human CD34+ hematopoietic stem cells“, *Blood* 99 (2002), 2037-2044.
- STEIDL, U., R. KRONENWETT, S. MARTIN und R. HAAS. „Molecular biology of hematopoietic stem cells“, *Vitamines and Hormones* 66 (2003a), 1-28.
- STEIDL, U., R. KRONENWETT und R. HAAS. „Differential gene expression underlying the functional distinctions of primary human CD34+ hematopoietic stem and progenitor cells from peripheral blood and bone marrow“, *Annals of the New York Academy of Science* 996 (2003b), 1-12.
- TERADA, N., T. HAMAZAKI, M. OKA, M. HOKI, D. M. MASTALERZ, Y. NAKANO, E. M. MEYER, L. MOREL, B. E. PETERSEN und E. W. SCOTT. „Bone marrow cells adopt the phenotype of other cells by spontaneous cell fusion“, *Nature* 416 (2002), 542-545.
- VIARDOT, A., R. KRONENWETT, M. DEICHMANN und R. HAAS. „The human immunodeficiency virus (HIV) type-1 coreceptor CXCR-4 (fusin, LESTR) is preferentially expressed on the more immature CD34+ hematopoietic stem cells“, *Annals of Hematology* 77 (1998), 193-197.

Marcus Jäger, Alexander Wild und Rüdiger Krauspe

Knochenregeneration und Knochenrekonstruktion durch Stammzellen

Einleitung – Epidemiologie von Substanzdefekten des knöchernen Bewegungsapparates

Mehr als die Hälfte aller chronischen Erkrankungen bei Patienten über 60 Jahre sind heute bereits Gelenkerkrankungen. Jeder vierte Mensch in diesem Alter leidet dadurch unter starken Schmerzen und ist in seiner Beweglichkeit erheblich eingeschränkt. Allein in Deutschland haben schätzungsweise 15 Millionen Menschen zumindest zeitweise Gelenkbeschwerden.¹ Die Zahl der jährlich implantierten Hüftendoprothesen in Deutschland liegt bei etwa 150.000 und für Knieendoprothesen bei etwa 60.000. Die stetige Zunahme der Älteren in der Gesellschaft macht eine weitere deutliche Steigerung der Operationszahlen wahrscheinlich.² In der Wirbelsäulenchirurgie, in der Tumororthopädie und insbesondere für endoprothetische Revisionseingriffe, die häufig mit großen knöchernen Substanzdefekten einhergehen, besteht ein hoher Bedarf an Knochentransplantaten und/oder Knochenersatzmaterialien.

Auch osteoporosebedingte Frakturen haben in den letzten Jahren stark zugenommen. Untersuchungen zeigen, dass zehn Prozent aller Männer und Frauen eine oder mehrere osteoporosebedingte Wirbelkörperveränderungen haben.³ Jährlich tritt bei etwa fünf Prozent aller 50- bis 79-jährigen Frauen eine neue osteoporosebedingte Wirbelkörperdeformität auf.

Durch die Weiterentwicklung interdisziplinärer Therapiemöglichkeiten konnte die Anzahl der Extremitäten erhaltenden Eingriffe bei Patienten mit primären oder sekundären Knochtumoren deutlich gesteigert werden. Für die wachsende Zahl der aus tumorchirurgischen Eingriffen resultierenden ossären Substanzdefekte stehen jedoch nur begrenzte und häufig unbefriedigende Therapieoptionen zur Verfügung.

Auch in der Traumatologie sind größere Knochendefekte von epidemiologischer Bedeutung. So wird die Häufigkeit der Schenkelhalsfrakturen für Deutschland auf über 100.000 pro Jahr geschätzt. Das Risiko, einen solchen Bruch zu erleiden, nimmt mit dem Alter exponentiell zu und verdoppelt sich jenseits des 65. Lebensjahres mit jedem Lebensjahrzehnt.

Die Erkrankungen und Verletzungen der Haltungs- und Bewegungsorgane stehen aber nicht nur bei Patienten im fortgeschrittenen Alter im Vordergrund. Mehr als 40 Prozent der jungen Erwachsenen haben ihren ersten Arztkontakt aufgrund von Erkrankungen oder Verletzungen des Stütz- und Bewegungsapparates.

¹ Vgl. *The Bone and Joint Decade* (1998) und Brundtland (2000).

² Vgl. Dreinhöfer (2000).

³ Vgl. Felsenberg *et al.* (1998).

Trotz der offensichtlichen volkswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bedeutung dieser Erkrankungen und Verletzungen fand weltweit bisher keine adäquate Reflexion mit dem Ziel statt, die Forschungsförderung und die Ausbildung der Medizinstudierenden dieser Entwicklung anzupassen. In einer Untersuchung in den USA fand sich unter den 29 am höchsten geförderten Forschungsbereichen der National Institutes of Health (NIH) kein einziger aus dem Bereich der chronischen Erkrankungen der Bewegungsorgane. In Deutschland zeigt sich ein vergleichbares Bild: 1998 förderte die Deutsche Forschungsgemeinschaft 34 „klinische Forschergruppen“; lediglich eine beschäftigte sich mit dem Bewegungsapparat.

Therapeutische Möglichkeiten in der Behandlung von Knochendefekten

Derzeit stehen mehrere Behandlungsmöglichkeiten zur Therapie von Knochendefekten zur Verfügung. Zu den operativen Verfahren gehören die Osteosynthesen, die Transplantation von Spender- sowie autologem Knochen, die Eröffnung von benachbarten Knochenarealen zur lokalen Durchblutungsverbesserung und das Einbringen von Ersatzstoffen (Biomaterialien). Während die autologe Spongiosatransplantation einen patientenbelastenden Sekundäreingriff mit einer bis zu 40-prozentigen Komorbidität (Infektion, Hämatom, Verletzung subkutaner Nerven mit Hyp- und Dysaesthesien) impliziert,⁴ sind die derzeit im klinischen Einsatz befindlichen Biomaterialien durch eine unzureichende biologische Aktivität und/oder biomechanische Langzeitstabilität gekennzeichnet. Demgegenüber zielen nichtoperative Behandlungskonzepte überwiegend auf eine symptomatische Therapie.

Überschreiten die knöchernen Substanzdefekte jedoch eine kritische Größe (*Critical Size Defect*, CSD), die für lange Röhrenknochen bei ca. fünf bis zehn Prozent ihrer longitudinalen Länge liegt, so führen auch die angeführten Behandlungskonzepte in der Regel zu bleibenden Schäden und Funktionsverlusten und damit nicht zum gewünschten Erfolg. Die Gründe hierfür liegen insbesondere in den limitierten Ressourcen von geeigneten Knochenersatzmaterialien und deren geringer biologischer Aktivität bei steigendem Bedarf.

In den 1970er und 80er Jahren wurden mesenchymale Progenitorzellen aus dem Knochenmark isoliert, die unter geeigneten *In-vitro*-Kulturbedingungen osteoblastär differenzierten. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass diese Zellpopulation eine Multipotenz besitzt, wodurch unter geeigneten Kulturbedingungen die Differenzierung in andere mesenchymale Zellreihen möglich ist (Abb. 1). Während der 1990er Jahre wurden diese Techniken weiterentwickelt und standardisiert, so dass eine erste klinische Anwendung von mesenchymalen Stammzellen für Knochendefekte, die über eine Spongiosatransplantation hinausgeht, zukünftig eine mögliche Therapieoption darstellt. Seit wenigen Jahren gelingt auch die Isolation von mesenchymalen Progenitorzellen aus dem Nabelschnurblut. Da diese Zellpopulation ein hohes *In-vitro*-Regenerationspotential zeigte, besteht Hoffnung für einen zukünftigen therapeutischen Einsatz am Bewegungsapparat.⁵

⁴ Vgl. Gerngross *et al.* (1982).

⁵ Vgl. Noort *et al.* (2002), Campagnoli *et al.* (2001) und Rosada (2002).

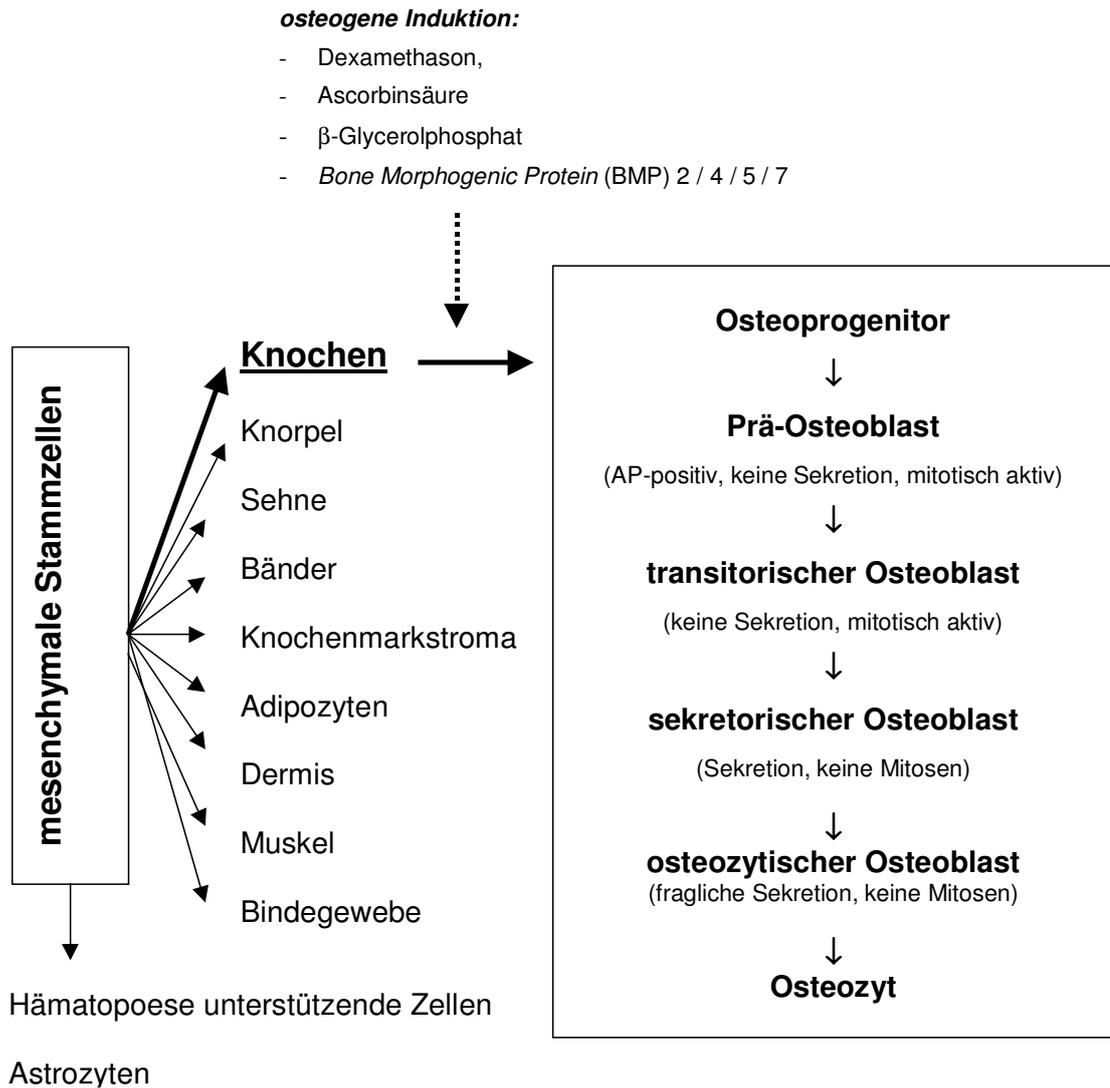


Abb. 1: Differenzierungspotential und schematische Darstellung der osteogenen Differenzierung aus mesenchymalen Knochenmark-Progenitorzellen *in vitro*; modifiziert nach Caplan (1991), Gretchen (2000) und Bahamonde und Lyons (2001).

Die mesenchymale Stammzelle: Adulte (Knochenmark) *versus* frühkindliche (Nabelschnurblut) *versus* embryonale (Somitenmesoderm) Stammzelle

Für eine zukünftige Stammzelltherapie werden derzeit insbesondere drei verschiedene Ursprungsgewebe und die davon abgeleiteten Zellpopulationen diskutiert:

1. Mesenchymale Stammzellen aus dem adulten Knochenmark werden in der Literatur als so genannte *mesenchymal stem cell* (MSC) beschrieben: Die Hypothese von nicht hämatopoetischen Stammzellen im Knochenmark wurde bereits 1897 von dem deutschen Pathologen Cohnheim aufgestellt.⁶ Die ersten Vorarbeiten zur Isolierung humaner mesenchymaler Stammzellen (hMCS) gehen auf Friedenstein in den 70er Jahren

⁶ Vgl. Cohnheim (1988).

des letzten Jahrhunderts zurück.⁷ In den 80er Jahren kamen zahlreiche Arbeitsgruppen, z. B. von Owen⁸, Cheng⁹, Caplan¹⁰ und Rickard¹¹, hinzu. Die Gemeinsamkeit der genannten Arbeitsgruppen liegt in der Hypothese der Existenz von multipotenten hMSC, die sich in Osteoblasten, Chondroblasten, Myoblasten und Adipoblasten differenzieren können.

2. Aufgrund des hohen Regenerationspotentials wurde für die frühkindliche Stammzelle aus Nabelschnurblut die Bezeichnung „unrestringierte somatische Stammzelle“ (*unrestringated somatic stem cell*, USSC) gewählt: Im Gegensatz zu osteoblastären Progenitorzellen aus dem Knochenmark fanden sich erst Anfang dieses Jahrhunderts erste Hinweise auf ein osteoblastäres Regenerationspotential aus Nabelschnurblutzellen.¹² Diese Zellpopulation scheint insbesondere aufgrund ihres niedrigen Differenzierungsgrades vielversprechend für eine zukünftige therapeutische allogene Zelltransplantation.
3. Embryonale mesenchymale Stammzellen (ESC) sind für eine humane Anwendung ethisch umstritten.¹³ Bezüglich der Herkunft von humanen mesenchymalen Progenitorzellen innerhalb der embryonalen Entwicklung wird davon ausgegangen, dass diese aus dem Somitenmesoderm des Achsenskelettes sowie dem lateralen Mesoderm des Extremitätenskelettes stammen¹⁴ und nach zellulärer Aggregation chondrogenetisch und osteogenetisch differenzieren. Hierbei spielen neben den direkten zellulären Interaktionen zahlreiche lokale Faktoren eine wichtige Rolle. Zu diesen gehören die *Transforming Growth Factor* (TGF β)-Familie, *Bone Morphogenic Protein* (BMP)-2 und -4 sowie *Sonic Hedgehog* (SHH), *Fibroblastic Growth Factor* (FGF)-2 und Wnt-7a.¹⁵

Die zellbiologische Arbeitsgruppe der Orthopädischen Klinik des Universitätsklinikums Düsseldorf (UKD) untersucht wissenschaftliche Fragestellungen zur Zelldifferenzierung, zur Entwicklung von Stammzellregeneraten für Knochendefekte und zur Biokompatibilitätstestung orthopädischer Implantate. Hierbei werden sowohl MSC als auch USSC Zellkultursysteme eingesetzt. Durch Modifizierung der Kulturbedingungen ist es gelungen, aus den genannten Ausgangszellpopulationen eine *In-vitro*-Differenzierung in osteoblastäre, chondrozytäre und adipozytäre Zellen zu induzieren (Abb. 2). Während die Regeneration von Knorpelgewebe derzeit noch mit zahlreichen Problemen behaftet ist (dreidimensionales Wachstum, Stabilität in der Kollagenexpression), konnte eine dreidimensionale *In-vitro*-Kalzifizierung im Rahmen der osteoblastären Differenzierung für beide Progenitorzelltypen (MSC, USSC) gezeigt werden. Als charakteristische Marker für den differenzierten Osteoblasten werden die Oberflächenproteine Osteocalcin (OC), Osteopontin (PO), Osteonektin (ON) sowie Kollagen Typ I und Alkalische Phosphatase nachgewiesen. Demgegenüber wurde ein fehlender Nachweis dieser Marker bei gleichzeitiger

⁷ Vgl. Friedenstein *et al.* (1976).

⁸ Vgl. Owen und Friedenstein (1988).

⁹ Vgl. Cheng *et al.* (1994).

¹⁰ Vgl. Caplan (1991).

¹¹ Vgl. Rickard *et al.* (1996).

¹² Vgl. Campagnoli *et al.* (2001).

¹³ Vgl. Hoffmann und Gross (2001).

¹⁴ Vgl. Erlenbacher *et al.* (1995).

¹⁵ Vgl. Letamendia *et al.* (2001) und Wallin *et al.* (1994).

Negativität gegenüber CD34, einer Positivität für CD13 und CD105 und morphologisch fibroblastoidem Aussehen (Monolayerkultur) als Kriterium für die Definition als mesenchymale Progenitorzelle herangezogen.

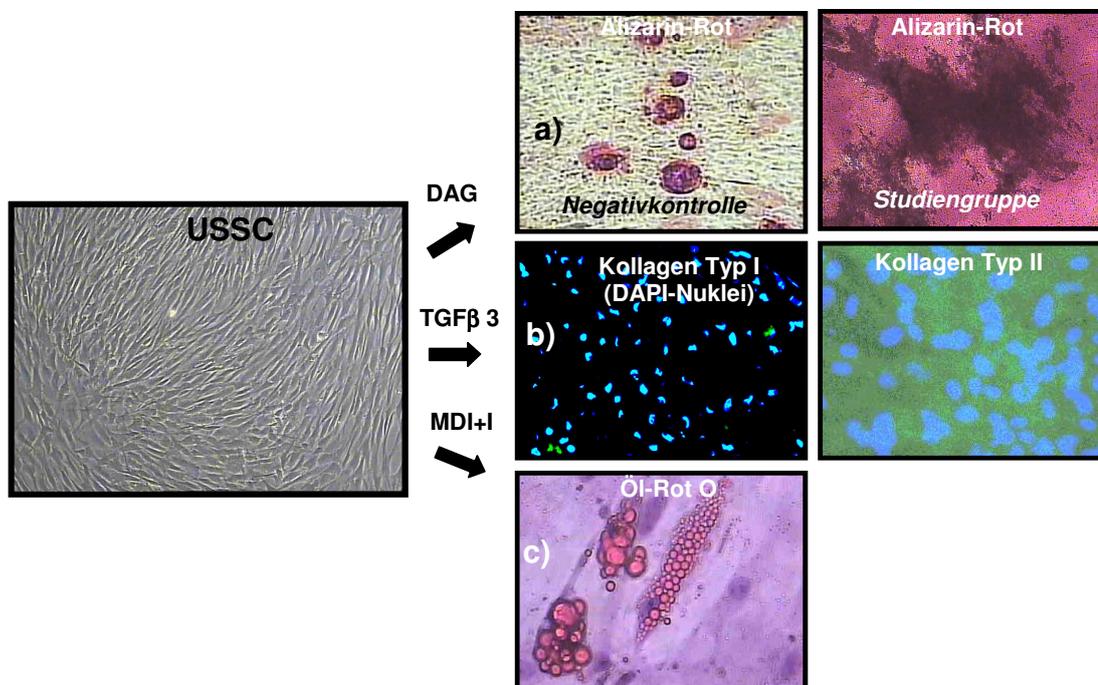


Abb. 2: USSC nach Stimulation mit verschiedenen gewebespezifischen Stimuli. Die immunochemischen Färbungen zeigen eine osteoblastäre (a), chondrozytäre (b) and adipozytäre (c) Differenzierung. Diese Ergebnisse werden durch Ergebnisse zur Proteinexpression und -kinetik bestätigt (RT-PCR).

a) Im Gegensatz zur Kontrollgruppe findet sich reichlich kalzifizierte perizelluläre Matrix nach osteoblastärer Differenzierung in der Alizarin-Rot-Färbung.

b) Nach chondrogener Stimulierung zeigt die DAPI-Färbung normale phenotypische Nuklei mit einer hellen, homogenen Leuchtreaktion bei Abwesenheit von Kollagen I. Nach chondrogener Stimulation zeigt die extrazelluläre Matrix (ECM) einen hohen Kollagen II-Gehalt.

c) Nach adipogener Differenzierung finden sich intrazelluläre Fettvakuolen (rot). DAG: Dexamethason, Ascorbinacid, Glycerolphosphat. TGF: *Transforming Growth Factor*. MDI+I: Methylisobutylxanthine, Dexamethasone, Insulin + Indomethacin. DAPI: 4'-6-Diamidino-2-phenylindole.

Tissue Engineering bei Knochendefekten

Die Bedeutung von Stammzellen aus dem Knochenmark als *In-vitro*-Screeningverfahren für die Biokompatibilitätstestung orthopädischer Implantate konnte in der Vergangenheit in verschiedenen Studien gezeigt werden.¹⁶

Um einen lokotypischen, ossären Gewebeersatz aus Stammzellen im Sinne eines therapeutischen *tissue engineering* zu erzielen, ist der verwendete Zellcarrier (Biomatrix) von

¹⁶ Vgl. Wilke *et al.* (1999), Wilke *et al.* (2001a), (2001b), Wilke *et al.* (2002a), Wilke *et al.* (2002b) und Wilke *et al.* (2002c), Jäger *et al.* (2002a), Jäger *et al.* (2002b), (2002c) und Jäger und Wilke (2003).

entscheidender Bedeutung, da dieser sowohl die Vitalität und Differenzierung als auch die zytoarchitektonische Ausrichtung des Regenerates mitbestimmt. Die wichtigsten Werkstoffparameter, die die genannten Prozesse beeinflussen, sind:

- die chemiko-physikalischen Oberflächeneigenschaften (Porosität, Oberflächenspannung, Hydrophilie, etc.),
- das *In-vitro*-/*In-situ*-Resorptionsverhalten sowie
- die biomechanischen Qualitäten des Werkstoffs.

Für Osteoblastenregenerate werden derzeit insbesondere resorbierbare Werkstoffe, wie z. B. Kollagene oder Keramiken, als Trägermatrices eingesetzt. Unsere Arbeitsgruppe untersucht derzeit die Wirkungen verschiedener polymerer (Polylaktide, Polytetrafluorethylen, Kollagene. . .) metallischer (CroCoMb, Titan und Titanlegierungen) und keramischer Carrier (Tricalciumphosphat (TCP), Hydroxylapatit. . .) anhand von humanen MSC- und USSC-Zellkulturen und arbeitet an der Optimierung deren Oberflächenstruktur, um die zelluläre Adhärenz zu steigern. Erste positive Erfahrungen wurden bereits mit einem porcinem Kollagen I/III-Trägermaterial gemacht, das sowohl ein dreidimensionales Zellwachstum und eine osteoblastäre Differenzierung zulässt als auch eine *In-vitro*-Kalzifizierung ermöglicht (Abb. 3).

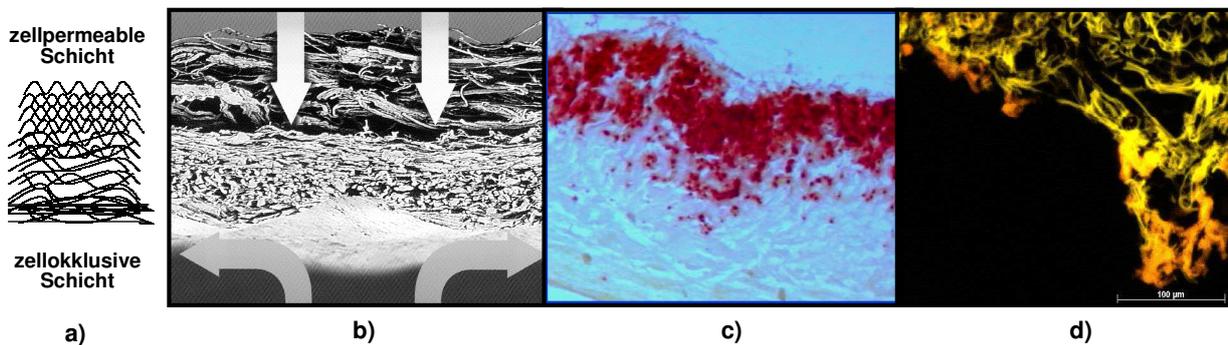


Abb. 3: a) Schematische und
 b) makroskopische Struktur eines semipermeablen Kollagen I/III-Zell-Trägers (BioGide[®]). Die Oberfläche (senkrechte Pfeile) zeigt einen hohen Porositätsgrad, wohingegen die Unterseite zelloklusiv ist.
 c) 40 Tage nach Kultivierung mit einer mononukleären Knochenmarkzellkultur und osteogener (DAG)-Stimulation finden sich in den zellbesiedelten Arealen des Kollagenträgers Kalzifizierungen (Alizarin-Rot-Färbung).
 d) Auch in der Nabelschnurblutkultur finden sich oberflächlich gelegene Kalzifizierungen (rötliche Bereiche) als Nachweis einer Kalzifizierung im Fluoreszenzmikroskop.

Einfluss von *In-vitro*-Kulturbedingungen auf das Wachstum mesenchymaler Stammzellen aus dem Nabelschnurblut und Knochenmark

Da die lokalen Kulturbedingungen wie pH-Wert, O₂/CO₂-Partialdruck, Temperatur und Kulturmediumbestandteile wesentlich zelluläre Wachstums- und Differenzierungsprozesse beeinflussen, führte unsere Arbeitsgruppe eine vergleichende Studie zum Verhalten

von MSC und USSC unter Zugabe verschiedener kommerzieller Zellkulturnährmedien durch. Hierbei konnten signifikante Unterschiede in Bezug auf die Förderung einer osteoblastären Differenzierung in Abhängigkeit des verwendeten Zellkultursystems aufgezeigt werden. Nach unseren Ergebnissen eignet sich für die Kultivierung von MSC insbesondere MesenCult[®], während für USSC das pyruvathaltige low-glucose DMEM Medium signifikante Vorteile bei der Differenzierung von osteoblastären Zellen zeigte.¹⁷ Des Weiteren ist auch die lokale Zelldichte von entscheidender Bedeutung für die Vitalität und osteoblastäre Differenzierungspotenz eines Zellkultursystems für mesenchymale Progenitorzellen. Unsere Arbeitsgruppe konnte für das USSC-Zellsystem niedrigere Toleranzwerte im Vergleich zu MSC aufzeigen (Abb. 4).

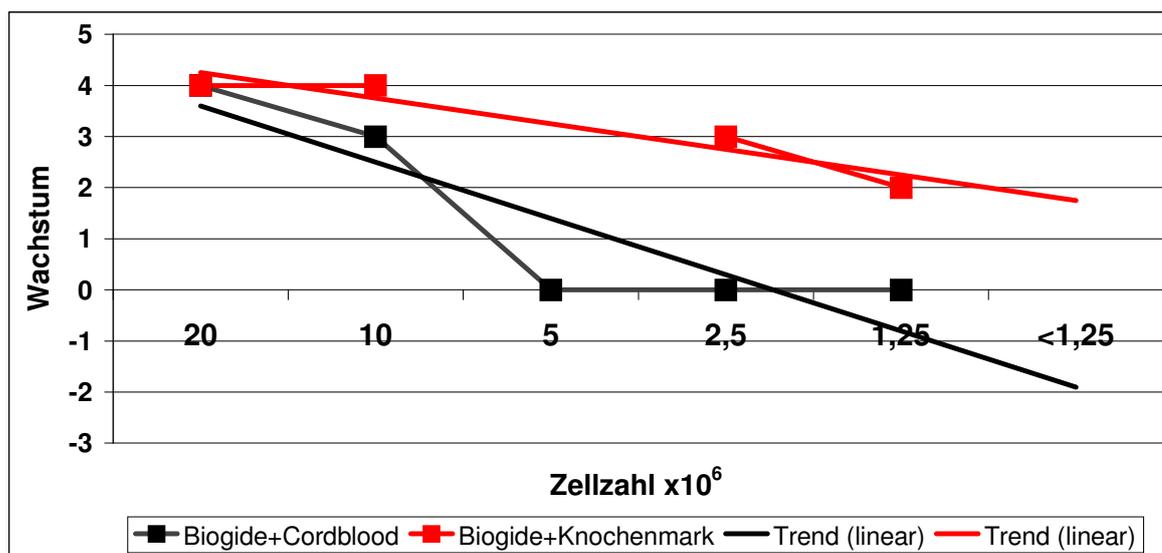


Abb. 4: Darstellung der Abhängigkeit von lokaler Zelldichte und Wachstum an alkalischer-phosphatase-positiven Knochenmarkzellen 40 d *in vitro* nach DAG-Stimulation mittels eines eigens entwickelten Score-Systems: 0 = kein Wachstum; 1 = zelluläres Wachstum; 2 = Nachweis von *bone nodules*, alkalische Phosphatase (ALP)+, OC+, OP+, ON+; 3 = Nachweis von einzelnen Kalzifizierungszentren, ALP+, OC+, OP+, ON+; 4 = deutlicher Nachweis von ALP sowie kalzifizierenden *bone nodules*. Nabelschnurblutzellen zeigen geringere Toleranzwerte in Bezug auf die zur osteoblastären Differenzierung erforderliche minimale Zelldichte der Ausgangskultur.

Etablierung eines Kleinterversuchsmodells: Der kritische Knochendefekt (CSD) am Rattenfemur

Bisher findet sich in der Literatur kein Hinweis auf ein Kleintiermodell, das sich für Untersuchungen von xenotransplantierten mesenchymalen Stammzellen eignen würde. Daher wurde mit dessen Entwicklung begonnen, nachdem die *In-vitro*- Kultivierungsbedingungen von MSC und USSC weitgehend standardisiert und definiert waren. Primäres Ziel war hierbei, Möglichkeiten für die Untersuchung von Effekten einer Xenotransplantation von humanen Progenitorzellen aus dem Knochenmark und Nabelschnurblut in Be-

¹⁷ Jäger *et al.* (2003).

zug auf Immunogenitäts- und Differenzierungsvorgänge zu erarbeiten. In einem Vorversuch wurde zunächst eine vergleichende radiomorphometrische Analyse von Rattenfemora zweier Spezies durchgeführt (Sprague Dawley *versus* Wistar-Ratte). Hierbei zeigten sich Vorteile für das Modell Wistar-Ratte. Anschließend wurde eigens ein *Mini-Fixateur externe* zur Überbrückung eines kritischen Knochendefektes (CSD) von $\geq 3,5$ mm entwickelt und dieser zur Stabilisierung des Rattenfemurs eingesetzt. Präoperativ wurden humane Progenitorzellen aus dem Knochenmark und Nabelschnurblut zunächst auf einem Kollagen I/III-Träger kultiviert, bis eine ausreichende zelluläre Adhärenz gewährleistet war (Adhärenzermittlung anhand von Standardkurven in Abhängigkeit von der Zellzahl). Anschließend wurde das Zell-Biomaterial-Komposit in den CSD der Wistar-Ratte implantiert und fixiert. Erste Hinweise für ein Überleben einzelner USSC fand die orthopädische Arbeitsgruppe 14 Tage nach der Xenotransplantation. Die humanen Zellen waren zuvor mit dem fluoreszierenden pkh26-Antikörper markiert worden. Weitere Experimente an athymen rhnu-Ratten werden derzeit durchgeführt.

Heterotope, autologe Zelltherapie durch Knochenmarkzellen

Anhand zweier klinischer Studien konnte die Effektivität einer heterotopen, autologen Zelltherapie demonstriert werden.

Zum einen handelte es sich um Patienten mit aneurysmatischen Knochenzysten, deren Rezidivrate auch bei operativer Therapie in der Literatur mit ca. 20 bis 40 Prozent innerhalb von zwei Jahren angegeben wird.¹⁸ Zum anderen wurden Patienten mit Wirbelsäulendeformitäten im Rahmen einer dorsalen Spondylodese therapiert.

Durch eine intraoperative Vakuum-Jamshidi-Punktion des dorsalen Beckenkamms wurde ein Zellaspirat gewonnen, das einem Biomaterial (TCP, demineralisierte Knochenmatrix) zugesetzt wurde. Dieses Biomaterial-Zellkomposit wurde anschließend in die knöchernen Defektzone (Knochenzyste) eingebracht oder entsprechend im Falle der Wirbelsäulenkorrekturoperation dorsal angelagert (Abb. 5). Die Auswertung erfolgte anhand klinischer und radiomorphologischer Parameter. Von zwölf Patienten mit aneurysmatischen Knochenzysten (Durchschnittsalter: 10,25 Jahre, Standardabweichung: 3,9), die mit einer autologen Knochenmarkzelltherapie therapiert wurden, lag die Rezidivrate bei einem *Follow-Up* von durchschnittlich 20,5 Monaten (Standardabweichung: 5,6) bei 25,0 Prozent. Alle Rezidive fanden sich bei der Verwendung von demineralisierter Knochenmatrix (Grafton®), während sich bei Patienten, die Tricalciumphosphat als Zellcarrier erhielten, bisher keine Rezidive gezeigt haben.

Die Abbildung 6 zeigt beispielhaft den radiologischen Verlauf eines 13 Jahre alten Patienten mit einer aneurysmatischen Knochenzyste des proximalen Humerus vor und nach einer Knochenmarktransplantation. Im Falle der Spondylodese hat sich im Nachuntersuchungszeitraum von zwei Jahren bisher keine Pseudarthrose gezeigt.

¹⁸ Vgl. Schulte *et al.* (2000), Schiller *et al.* (1989) und Ramirez und Stanton (2002).

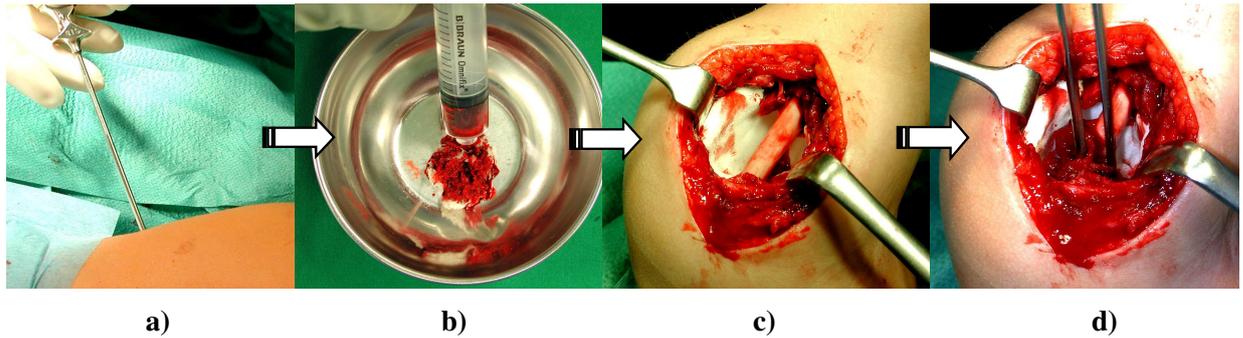


Abb. 5: Intraoperative Vorbereitung des Knochenmarkzell-Biomaterial-Komposits. Nach Jamshidi-Vakuum-Aspiration (a) aus dem Beckenkamm wird das Aspirat mit einer Biomatrix (z. B. demineralisierte Knochenmatrix, Tricalciumphosphat (TCP), Kollagen) manuell vermischt (b) und anschließend in den knöchernen Substanzdefekt implantiert (c, d).

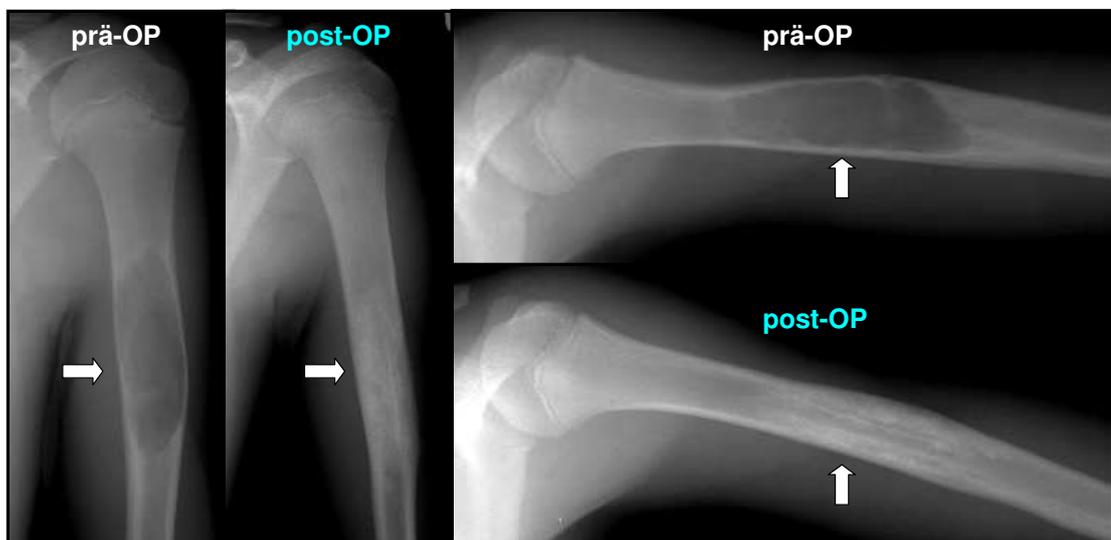


Abb. 6: Prä- und postoperative Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen des Humerus eines 13 Jahre alten Patienten mit aneurysmatischer Knochenzyste (Pfeile) nach autologer, heterotoper Knochenmarkzelltransplantation. Als Biomaterial wurde TCP verwendet. Ein autologes Fibulatransplantat diente zur primären Stabilisierung. Zwölf Monate nach dem Eingriff zeigte sich eine remodellierte, normale Kortikalisdicke mit signifikanter Knochenneubildung im Bereich des ossären Substanzdefektes.

Grenzen, Möglichkeiten und Perspektiven einer zukünftigen Stammzelltherapie bei knöchernen Substanzdefekten

Obwohl die aktuellen Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen Grund zur Hoffnung für eine zukünftige Stammzelltherapie am Bewegungsapparat geben, kann eine heterologe Zelltransplantation derzeit nur nach HLA-Identität (*Human Leucocyte Antigene*) im Rahmen von klinischen Studien empfohlen werden. Insbesondere die derzeit bestehenden Fragen zur Immunogenität und Abstoßung sowie die biologische Sicherheit gegenüber einer neoplastischen Entdifferenzierung der transplantierten Zellen und die Gefahr viraler Infektionen verhindern derzeit noch eine breite Anwendung von Stammzelltherapeutika.

Obwohl die osteogenetische Potenz von Stammzellen aus dem Knochenmark und aus Nabelschnurblut sowie aus dem embryonalen Gewebe in zahlreichen Arbeiten beschrieben wurde, sind die komplexen molekularen Mechanismen der zellulären Differenzierung in weiten Bereichen noch unbekannt und Gegenstand der aktuellen Forschung. Neben dem Ursprungsgewebe und den Spendereigenschaften beeinflussen lokale Signalproteine, zelluläre Adhärenzmechanismen, die lokale Zelldichte und die Kultivierungsbedingungen die weiteren Differenzierungsprozesse *in vitro* und *in vivo*.

Danksagung: Die Autoren bedanken sich bei folgenden Personen, die sie bei der Entwicklung und Durchführung des orthopädischen Stammzellprojekts unterstützt und zu dessen Gelingen beigetragen haben.

Frau Dr. med. vet. Annemarie Treiber – Leiterin der Tierversuchsanlage der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Frau Sabine Lensing-Höhn – Leitende Medizinisch-Technische Assistentin, Orthopädisches Forschungslabor, Orthopädische Universitätsklinik am UKD

Frau PD Dr. rer. nat. Gesine Kögler – Institut für Zelltherapie und Transplantationsdiagnostik/Nabelschnurblutbank am UKD

Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Peter Wernet – Direktor des Instituts für Zelltherapie und Transplantationsdiagnostik am UKD

Herrn Dr. med. vet. Martin Sager – stellvertretender Leiter der Tierversuchsanlage der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Herrn Dr. rer. nat. Andreas Knipper – Kourion Therapeutics AG/ehem. Institut für Zelltherapie und Transplantationsdiagnostik

Herrn Özer Digestirici – Kourion Therapeutics AG/ehem. Institut für Zelltherapie und Transplantationsdiagnostik

Frau Iris Schrey – Tierversuchsanlage der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Bibliographie

BAHAMONDE, E.M. und K.M. LYONS. „BMP3: To be or not to be a BMP“, *Journal of Bone and Joint Surgery* 83-A (2001), 1-62.

BRUNDTLAND, G. H. *Eröffnungsrede zur Bone and Joint Decade am 13. Januar 2000 in Genf*. Genf 2000.

CAMPAGNOLI, C., I.A. ROBERTS, S. KUMAR, P.R. BENNETT, I. BELLANTUONO und N.M. FISK. „Identification of mesenchymal stem/progenitor cells in human first-trimester fetal blood, liver, and bone marrow“, *Blood* 98(8) (2001), 2396-2402.

CAPLAN, A.I. „Mesenchymal stem cells“, *Journal of Orthopaedic Research* 9 (1991), 641-650.

CHENG, S.L., J.W. YANG, L. RIFAS, S.F. ZHANG und L. V. AVIOLI. „Differentiation of human bone marrow osteogenic stromal cells *in vitro*: induction of the osteoblast phenotype by dexamethasone“, *Endocrinology* 134 (1994), 277-286.

COHNHEIM J. *Archiv für Pathologische Anatomie und Physiologische Klinische Medizin* 40 (1867), 1. In: WOHLRAB F. und U. HENNOCH. „The life and work of Carl Weigert (1845-1904) in Leipzig 1878-1885“, *Zentralblatt für Allgemeine Pathologie und Pathologische Anatomie* 134(8) (1988), 743-751.

- DREINHÖFER, K. „Bone and Joint Decade 2000-2010: Prävention und Management effizienter gestalten“, *Deutsches Ärzteblatt* 97 (51-52) (2000), 3478.
- ERLENBACHER, A., E. H. FILVAROFF, S. E. GITELMAN und R. DERYNCK. „Roward a molecular understanding of skeletal development“, *Cell* 80 (1995), 371-378.
- FELSENBERG, D., E., WIELAND, C. HAMMERMEISTER, G. ARMBRECHT, W. GOWIN und H. RASPE. „Prävalenz der vertebrealen Wirbelkörperdeformationen bei Frauen und Männern in Deutschland“, *Medizinische Klinik* 93, Suppl. II (1998), 31-34.
- FRIEDENSTEIN, A. J., U. GORSKAJA und N. N. KULAGINA. „Fibroblast precursors in normal and irradiated mouse hematopoietic organs“, *Experimental Hematology* 4(5) (1976), 267-274.
- GERNGROSS, H., C. BURRI, L. KINZL, J. MERK und G. W. MÜLLER. „Komplikationen an der Entnahmestelle autologer Spongiosatransplantate“, *Aktuelle Traumatologie* 3 (1982), 146.
- GRETCHEN, V. „Can old cells learn new tricks?“ *Science* 287 (2000), 1418-1419.
- HOFFMANN, A. und G. GROSS. „BMP signaling pathways in cartilage and bone formation“, *Critical Reviews in Eukaryotic Gene Expression* 11(1-3) (2001), 23-45.
- JÄGER, M., A. WERNER, A. WILD, M. FUSS und R. KRAUSPE. „Vorteile von Biomatrices bei der Chondrogenese aus Pluripotenten Mesenchymalen Stammzellen“, *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 140(6) (2002a), 681-689.
- JÄGER, M., A. WILD und R. KRAUSPE. „Pluripotente Mesenchymale Stammzellen und Osteogenese (I): Grundlagen. [Pluripotent Mesenchymal Stem Cells and Osteogenesis (I): The Basics]“, *Osteologie* 11(2) (2002b), 55-66.
- JÄGER, M., A. WILD und R. KRAUSPE. „Pluripotente Mesenchymale Stammzellen und Osteogenese (II): Biomaterialien und klinische Anwendung. [Pluripotent Mesenchymal Stem Cells and Osteogenesis (II): Biomaterials and clinical application]“, *Osteologie* 11(2) (2002c), 78-87.
- JÄGER, M., A. WILD, S. LENSING-HÖHN und R. KRAUSPE. „Influence of different culture solutions on osteoblastic differentiation in cord blood and bone marrow derived progenitor cells“, *Biomedizinische Technik* 48(9) (2003), 241-244.
- JÄGER, M. und A. WILKE. „Comprehensive Biocompatibility Testing of a New PMMA Bone Cement versus conventional PMMA Cement *in vitro*“, *Journal of Biomaterial Science, Polymer Edition* 2003, im Druck.
- LETAMENDIA, A., E. LABBE und L. ATTISANO. „Transcriptional Regulation by Smads: Crosstalk between the TGF- β and Wnt Pathways“, *Journal of Bone and Joint Surgery* 83-A, Suppl. 1 (2001), 1-39.
- NOORT, W. A., A. B. KRUISSELBRINK, P. S. IN'T ANKER, M. KRUGER, R. L. VAN BEZOOIJEN, R. A. DE PAUS, M. H. HEEMSKERK, C. W. LOWIK, J. H. FALKENBURG, R. WILLEMZE und W. E. FIBBE. „Mesenchymal stem cells promote engraftment of human umbilical cord blood-derived CD34(+) cells in NOD/SCID mice“, *Experimental Hematology* 30(8) (2002), 870-878.
- OWEN, M. und A. J. FRIEDENSTEIN. „Stromal stem cells: marrow-derived osteogenic precursors“, in: D. EVERED und S. HARNETT (Hrsg.). *Cell and Molecular Biology of Vertebrae hard tissue*. Chichester 1988, 42-60.
- RAMIREZ, A. R. und R. P. STANTON. „Aneurysmal bone cyst in 29 children“, *Journal of Pediatric Orthopaedics* 22(4) (2002), 533-539.
- RICKARD, D. J., M. KASSEM; T. E. HEFFERAN, G. SARKAR, T. C. SPELSBERG und B. L. RIGGS. „Isolation and characterization of osteoblast precursor cells from human bone marrow“, *Journal of Bone and Mineral Research* 11 (1996), 312-324.

- ROSADA, C., J. JUSTESEN, D. MELSVIK, P. EBBESEN und M. KASSEM. „The Human Umbilical Cord Blood: A Potential Source for Osteoblast Progenitor Cells“, *Calcified Tissue International* 2 (2002), 135-142.
- SCHILLER, C., P. RIRSCHL, R. WINDHAGER, D. KROPEJ und R. KOTZ. „The incidence of recurrence in phenol treated and non-phenol treated bone cavities following intralesional resection of non-malignant bone tumor“, *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 127(4) (1989), 398-401.
- SCHULTE, M., M. R. SARKAR, A. VON BAER, M. SCHULTHEISS, G. SUGER und E. HARTWIG. „Therapy of aneurysmal bone cyst“, *Unfallchirurg* 103(2) (2000), 115-121.
- „The Bone and Joint Decade 2000-2010 for prevention and treatment of musculo-skeletal disorders“, *Acta Orthop Scand.* 69(3), Suppl. 281 (1998), 65-86.
- WALLIN, J., J. WILTING, H. KOSEKI, R. FRITSCH, B. CHRIST und R. BALLING. „The role of Pax-1 in axial skeleton development“, *Development* 120 (1994), 1109-1121.
- WILKE, A., M. JÄGER und D. B. JONES. „Vergleichende Biokompatibilitätstestung von Osteopal HA[®] und Palacos R[®] mit Hilfe einer humanen Knochenmarkszellkultur“, *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 137-S (1999), A66.
- WILKE, A., M. JÄGER, F. TRAUB, F. WANNER und R. P. FRANKE. „Biokompatibilitätstestung orthopädischer Werkstoffe *in vitro*. Eine kritische Literaturübersicht. – Teil I: Methodik. [*In vitro* biocompatibility testing of orthopaedic implants. A critical review of literature. Part I: Methods]“, *Osteologie* 4 (2001a), 217-224.
- WILKE, A. M. JÄGER, F. TRAUB, F. WANNER und R. P. FRANKE. „Biokompatibilitätstestung orthopädischer Werkstoffe *in vitro*. Eine kritische Literaturübersicht. – Teil II: Polymere. [*In vitro* biocompatibility testing of orthopaedic implants. A critical review of literature. Part II: Polymers]“, *Osteologie* 4 (2001b), 225-249.
- WILKE, A., F. TRAUB, F. WANNER, R.P. FRANKE und M. JÄGER. „Biokompatibilitätstestung orthopädischer Werkstoffe *in vitro*. Eine kritische Literaturübersicht. – Teil III: Keramiken“, *Osteologie* 11(3) (2002a), 178-203.
- WILKE, A., M. JÄGER, S. ENDRES, M. LANDGRAFF, A. KIESSLING, M. PFEIFFER und P. GRISS. „Comprehensive Biocompatibility Testing of a New Semirigid Spine-Implant *In Vitro*“, *European Journal of Trauma* 5 (2002b), 279-294.
- WILKE, A., F. TRAUB, M. WILKE, F. WANNER, S. ENDRESS und M. JÄGER. „Biokompatibilitätstestung orthopädischer Werkstoffe *in vitro*. Eine kritische Literaturübersicht. – Teil IV: Metalle“, *Osteologie* II(4) (2002c), 241-265.

Norbert R. Kübler

Osteoinduktion: Ein Beispiel für die Differenzierung mesenchymaler Stammzellen durch *Bone Morphogenetic Proteins* (BMPs)

Rekonstruktionsverfahren bei der Behandlung von Knochendefekten und die Hypothese der Osteoinduktion

Medizinische Abhandlungen berichten bereits im 17. Jahrhundert von Knochenrekonstruktionen im Schädelbereich. Als Knochenersatz wurden verschiedenartigste allogene oder xenogene Materialien verwendet, die meist aus humanem oder tierischem Knochen bestanden. Mit fortschreitender chirurgischer Technik wurde es möglich, autogene Knochentransplantationen am Patienten vorzunehmen. Hierdurch wurden die Heilungschancen wesentlich verbessert, da zum einen körpereigene vitale Zellen verpflanzt werden konnten und zum anderen keine immunologisch bedingten Abstoßungsreaktionen auftraten. Durch die Entwicklung synthetischer Knochenersatzmaterialien konnte das Spektrum der behandelbaren Fälle in den letzten Jahrzehnten deutlich erweitert werden, jedoch ist auch noch heute der Ersatz von fehlendem Knochen bei allen Behandlungsmethoden mit medizinischen Risiken verbunden.

In der Vergangenheit wurden verschiedenartigste Mechanismen der Knochenregeneration postuliert. Anfang des 20. Jahrhunderts kristallisierte sich heraus, dass die Anwesenheit von vitalen körpereigenen Knochenzellen, den Osteoblasten, eine der Voraussetzungen für die Heilung von Knochendefekten darstellt. Diese Zellen können auch aus defektfernen Skelettabschnitten stammen und an den Ort des Defektes verpflanzt werden. Eine weitere akzeptierte Lehrmeinung stellt die Osteokonduktion dar, bei der aus dem umgebenden intakten Knochengewebe die erforderlichen Zellen in eine operativ eingebrachte poröse Leitstruktur (Implantat bzw. Knochenersatzmaterial) einwachsen und dadurch eine Überbrückung bzw. knöcherne Konsolidierung von beschränkt ausgedehnten Knochendefekten und -defiziten bewirken können. Beide Mechanismen sind auch heute noch in der Osteologie allgemein anerkannt und spiegeln sich in den verschiedenen Operationstechniken wider.

Zusätzlich wurde in den 1960er Jahren eine Beobachtung gemacht, die mit den oben genannten Wirkungsmechanismen nicht erklärt werden konnte: Im Tierversuch gelang Urist¹ durch die Implantation von demineralisiertem allogenen Knochen (derselben Spezies) die Bildung von Knochengewebe in der Muskulatur und im subkutanem Gewebe, d. h. weit entfernt von anderen skeletalen Strukturen. Aufgrund der Demineralisation, die für die Knochen bildenden Eigenschaften Voraussetzung ist, enthält der Knochen keine vitalen Osteoblasten. Hitzeeinwirkung zerstört die Knochen bildenden Eigenschaften des demineralisierten Knochens. Gestützt auf umfangreiche Untersuchungen stellte Urist die

¹ Vgl. Urist (1965).

Hypothese auf, dass demineralisierter Knochen hitzeempfindliche Faktoren enthält, die durch die Demineralisation aus dem Knochengewebe diffundieren können und allein für die Knochenneubildung in Muskelgewebe ausreichend sind. Er bezeichnete diese Art der Knochenneubildung als Osteoinduktion.

Die Identifizierung der einzelnen Faktoren wurde in den folgenden Jahren weiter vorangetrieben. Mit einem chemischen Extrakt aus Knochengewebe hielt Urist schließlich ein Proteingemisch in Händen, das die gleichen induktiven Eigenschaften wie demineralisierte Knochenmatrix besaß und das die Ursache für die Knochenneubildung sein musste.

Einblick in die molekularbiologischen Abläufe bei der Knochenheilung: die Identifizierung von Wachstumsfaktoren

Die weitere Auftrennung des induktiven Knochenmatrixextraktes in seine Komponenten führte Wang² und Mitarbeiter zu einer Proteinfraction mit einem Molekulargewicht von 30.000 Dalton. Schließlich konnten in der Arbeitsgruppe von Wozney³ die Aminosäuresequenzen und nachfolgend auch die kodierenden Gene mehrerer osteoinduktiver Proteine entschlüsselt werden. Aufgrund der Ähnlichkeiten der nun als *bone morphogenetic proteins* (BMPs) bezeichneten Gruppe von Knochen induzierenden Proteinen mit dem früher entdeckten TGF- β wurden sie der TGF- β -Superfamilie zugeordnet. Später wurden andere Funktionen von BMPs bei der Embryonalentwicklung entdeckt, die Namensgebung blieb jedoch bei der historischen Bezeichnung für die Gruppe.

Die TGF- β -Superfamilie ist in den letzten Jahren kontinuierlich um weitere Mitglieder erweitert worden, die unter anderem in der Gewebedifferenzierung wichtige Rollen spielen. Allen gemeinsam ist die molekulare Struktur: ein Dimer aus zwei identischen Untereinheiten, die über eine Cysteinbrücke kovalent miteinander verbunden sind. Die übrigen Cysteine in den beiden Untereinheiten bilden je drei weitere Disulfidbrücken aus, die durch ihre räumliche Nähe zueinander ein komplexes Faltungsmuster ausbilden und deshalb als Cysteinoknoten bezeichnet werden. Diese räumliche Anordnung wird in eukaryontischen Zellen in einem Vorläufermolekül ausgebildet, das am aminoterminalen Ende eine zusätzliche Sequenz enthält. Das biologisch aktive BMP wird nach der Faltung durch die Abspaltung dieses Propeptids, das wohl für das Erreichen der korrekten Struktur erforderlich ist, freigesetzt.

BMPs sind Signalmoleküle, die molekulare Kaskaden auslösen

Wie alle anderen Mitglieder der TGF- β -Superfamilie binden auch BMPs an Rezeptoren auf der Oberfläche ihrer Zielzellen, wobei sie an zwei verschiedene Rezeptortypen binden und es hierdurch zur Bildung von Heterodimeren dieser Rezeptoren kommt. Der Ablauf der Bindung wurde für BMP-2 etwas anders beschrieben als für TGF- β , da BMP-2 zuerst an einen Typ-I-Rezeptor bindet, gefolgt von einer Bindung an einen Typ-II-Rezeptor. Die Wirkung dieser ligandenvermittelten Rezeptordimerisierungen führt unabhängig von der Reihenfolge in allen Fällen zur Phosphorylierung des Typ-I-Rezeptors durch den Typ-II-Rezeptor. Die Stöchiometrie der Rezeptoruntereinheiten wird als äquimolares Verhältnis postuliert, wobei es starke Hinweise auf das Vorliegen von Tetrameren der Rezeptoren

² Vgl. Wang *et al.* (1988).

³ Vgl. Wozney *et al.* (1988).

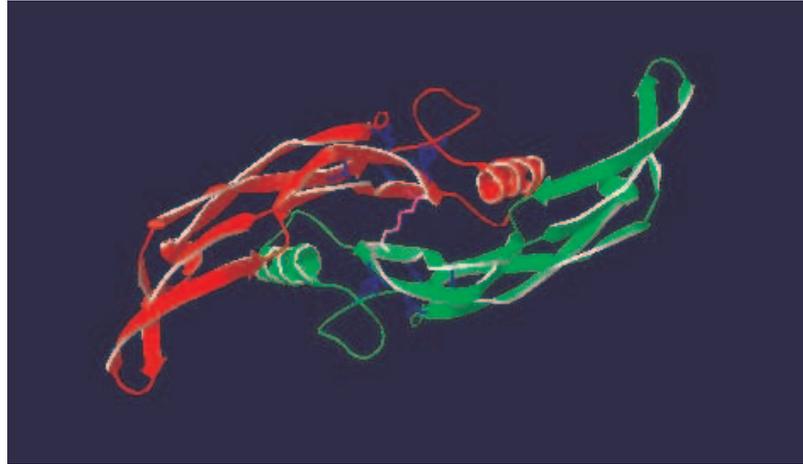


Abb. 1: Struktur von BMP-2: Disulfid-verbrücktes Homodimer.

gibt. Aktivierte Typ-I-Rezeptoren sind in der Lage, cytoplasmatische Faktoren, genauer gesagt die rezeptorregulierten Smads 1, 5 und 8, zu phosphorylieren. Sobald diese schließlich an das Co-Smad 4 binden, werden sie als Komplex in den Kern transloziert, wo sie als Transkriptionsfaktoren an der Regulation der Expression einer Reihe von Genen beteiligt sind.⁴ Die Weiterleitung des Signals vom Rezeptor über die Smads unterliegt weiteren Regulationsmechanismen, die unter anderem über inhibitorische Smads vermittelt werden. Die Bezeichnung Smad wurde in Anlehnung an die Nomenklatur von zuerst bei *Drosophila* und *Caenorhabditis elegans* entdeckten Proteinen vergeben.

Wie neue Untersuchungen von Genexpressionsprofilen durch Microarrayanalysen zeigen, sind viele Gene gleichzeitig von den regulativen Prozessen betroffen, die durch BMP-vermittelte Signalkaskaden eingeleitet werden.

Die Veränderungen, die letztlich durch das BMP-vermittelte Signal ausgelöst werden, führen zur Differenzierung von Vorläuferzellen der Osteoblasten (Osteoprogenitorzellen), die für die Knochenneubildung verantwortlich sind.

BMPs sind in der embryonalen Entwicklung an Differenzierungsprozessen beteiligt

Die Anwesenheit von BMP-Transkripten konnte durch Hybridisierungsstudien in verschiedenen embryonalen Geweben nachgewiesen werden. Die Entwicklung der Gliedmaßen aus den entsprechenden Anlagen wird in erheblichem Maß durch das Zusammenspiel verschiedener BMPs und einer Reihe antagonistisch wirkender Faktoren gesteuert. Die Signalwirkung der BMPs ist nicht auf osteoinduktive Prozesse beschränkt, sondern auch bei der Musterbildung in der embryonalen Entwicklung anzutreffen. Die Beteiligung von BMP-4 bei der Ausbildung der dorso-ventralen Achse konnte sowohl bei Arthropoden als auch bei Wirbeltieren nachgewiesen werden.⁵

Die starke Homologie der Sequenzen von BMPs und mindestens zwei Genen aus *Drosophila* weisen darauf hin, dass diese Moleküle bereits vor der Divergenz von Arthropoden

⁴ Vgl. Miyazono *et al.* (2001).

⁵ Vgl. Hogan (1996).

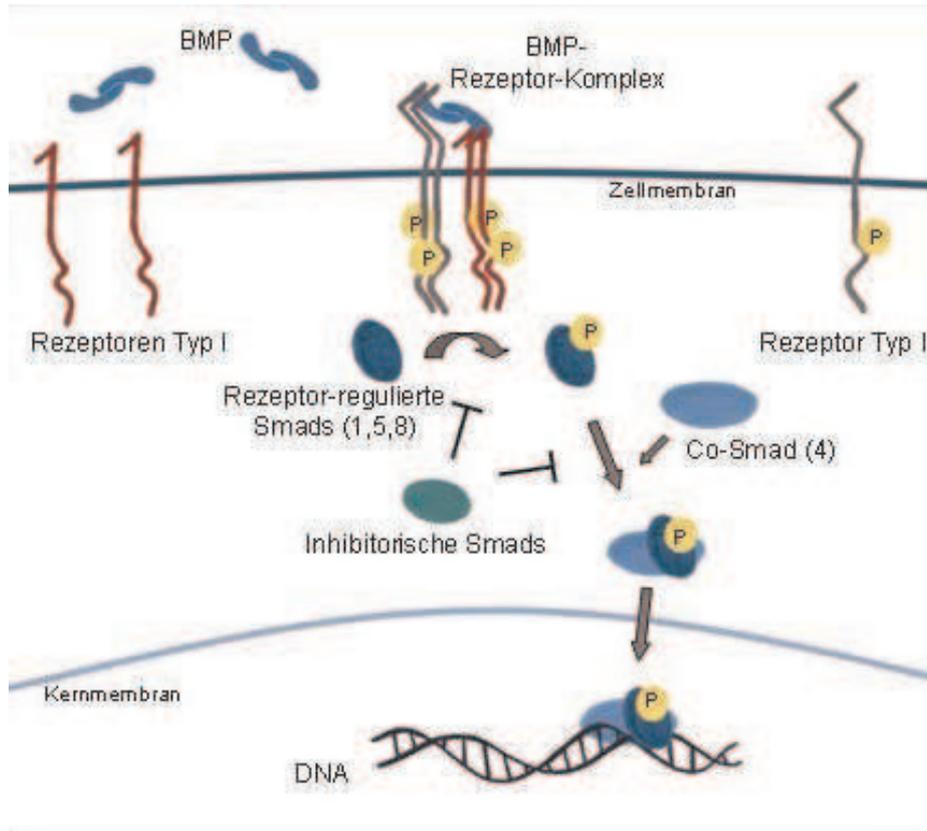


Abb. 2: BMP-vermittelte Signalkaskade.

und Wirbeltieren existiert haben müssen. Die Implantation von *Decapentaplegic*, einem dieser Drosophilaproteine, führt in Nagetieren ebenfalls zu Knorpel- und Knochenbildung.

Bisher konnte die Osteoinduktivität für die Proteine BMP-2 bis BMP-7 nachgewiesen werden, wobei die Bedeutung der einzelnen Vertreter variiert. Transgene Mäuse mit Mutationen in BMP-5 wiesen zwar skeletale Abnormitäten auf, waren jedoch überlebensfähig, während der vollständige Defekt von BMP-2 oder BMP-4 zum Absterben der Föten *in utero* führte.

Für die normale Entwicklung von Augen und Nieren ist BMP-7 unerlässlich, wie in transgenen Mäusen mit Nullmutationen gefunden wurde. Diese Tiere wurden mit verkümmerten Augen, Nierenfehlbildungen und Polydaktylien geboren und überlebten durch die schwer beeinträchtigte Nierenfunktion nur kurze Zeit.⁶

Zusammengefasst sind BMPs als Vermittler einer Reihe von Differenzierungsvorgängen in verschiedenen Entwicklungsabschnitten zu finden, wo sie zentrale Rollen übernehmen.

Das BMP besitzt chemotaktische Eigenschaften für mesenchymale Stammzellen

Der Nachweis des osteoinduktiven Potentials von BMPs war zwar bereits in den Versuchen von Urist erbracht worden, doch fehlte zu der Vermutung, dass es sich bei den differenzie-

⁶ Vgl. Kingsley (1994).

renden Zellen um mesenchymale Vorläuferzellen handelte, eine Identifizierung der vorliegenden Zelltypen. In den Arbeiten von Cunningham *et al.*⁷ wurden die ersten spezifischen Aktivierungen von Monozyten gezeigt. Zu dieser Zeit war es bereits gelungen, rekombinante BMPs herzustellen und damit erste Versuche in Zellkulturen durchzuführen. Ein Vergleich der Ausbeuten bei der Gewinnung von BMPs mit Hilfe verschiedener Methoden zeigt, dass der anfangs limitierende Faktor der zu geringen verfügbaren Proteinmenge schließlich durch die Methode des genetischen Engineering überwunden werden konnte. Während aus einem Kilogramm Rinderknochen im günstigen Fall ein Mikrogramm an gereinigten BMPs isoliert werden konnte, erhöhte sich die Ausbeute bei eukaryontischen Zellkulturen um ein Vielfaches. Die Ermittlung der Struktur von BMP-7, das als erstes Mitglied der BMP-Familie kristallisiert und einer Röntgenstrukturanalyse unterzogen werden konnte, wurde hierdurch erst möglich.

Die Kristallstruktur von BMP-2 wurde ebenfalls mit rekombinant erzeugtem Protein gelöst, das von der Würzburger Gruppe um Sebald jedoch aus bakteriell exprimiertem Material gewonnen wurde. Die bereits erwähnte Struktur der TGF- β -ähnlichen Proteine kann in Bakterienzellen im Cytoplasma nicht ausgebildet werden und erfordert eine nachträgliche Faltung der Polypeptidketten in definierten Pufferbedingungen. Von dieser Arbeitsgruppe weiter durchgeführte Studien mit mutierten BMP-2-Molekülen führten zur Identifizierung der Bindungsepitope, die von den extrazellulären Anteilen der zwei unterschiedlichen Rezeptortypen gebunden werden können.⁸

Die chemotaktische Anlockung von Monozyten durch die BMPs führt zur Konzentration dieser Zellen, aber auch zur Expression von TGF- β 1, das unter anderem die Produktion von extrazellulärer Matrix stimuliert. Es wird demzufolge eine Reihe von Prozessen ausgelöst, die zur Kaskade der Knochenbildung beitragen.

Die Osteoinduktion entspricht der Wiederholung von Abläufen bei der Skelettentwicklung

Anhand des Modells der enchondralen Knochenbildung lassen sich die molekularbiologischen Vorgänge bei der Knochenheilung im adulten Organismus wie folgt darstellen:

Entlang eines BMP-Gradienten kommt es zunächst zur chemotaktischen Anlockung mesenchymaler Stammzellen. Die Ausbildung von Zellclustern, die über Adhäsionsmoleküle an den Zelloberflächen erfolgt, wird als Kondensation bezeichnet. Die Expression von BMP-2 und BMP-5 in solchen Zellclustern wurde *in vivo* nachgewiesen, ebenso das Protein Noggin, ein Antagonist der BMPs, der für die Regulation der Clustergröße zuständig zu sein scheint. Der Proliferation von mesenchymalen Stammzellen folgt die Differenzierung in Chondroblasten und die Ausbildung von extrazellulärer Matrix. Eine Reihe von weiteren Cytokinen wird als Folge dieser Prozesse sezerniert, was zur weiteren Entwicklung des Gewebes beiträgt. Das knorpelige Gewebe kalzifiziert, es kommt zum Einsprossen von Blutkapillaren und die extrazelluläre Matrix wird entsprechend den funktionellen Anforderungen umgebaut. Aus Vorläuferzellen neu gebildete Osteoblasten bilden Knochenmatrix, die durch ihre trabekulären Strukturen alle Charakteristika primärer Spongiosa aufweist.

⁷ Vgl. Cunningham *et al.* (1992).

⁸ Vgl. Kirsch *et al.* (2000).

Osteoinduktion mit Knochenextrakten *in vivo*

In eigenen Versuchen wurden, in Anlehnung an das Verfahren von Urist *et al.*⁹ kombiniert mit einigen Modifikationen, verschiedene osteoinduktive Matrixextrakte aus humanem Knochen, Knochen tierischen Ursprungs und aus humanem Osteosarkomgewebe isoliert. Die Elektrophoresemuster der isolierten Proteine stimmten mit den Beschreibungen osteoinduktiver Extrakte überein.¹⁰ Nach einigen Vorversuchen *in vitro* wurden Implantationen des isolierten Materials in die Oberschenkelmuskulatur von Mäusen vorgenommen. Die drei Wochen nach Implantation ausgebildeten intramuskulären, heterotopen Ossikel wurden histologisch untersucht, wobei sich folgender Aufbau nachweisen ließ: Im Zentrum der Ossikel findet sich hämatopoetisch aktives Knochenmark, das alle Differenzierungsstufen der Blutbildung aufweist und dessen Zellen später zu Fettzellen degenerieren. Die kugelig geformten Ossikel sind von lamellärem Knochen umgeben, wobei sich die Menge an neu gebildetem Knochen direkt proportional zur Menge des implantierten Materials verhält.¹¹



Abb. 3: Röntgenbefund einer Ossikelbildung mit hämatopoetisch aktivem Knochenmark drei Wochen nach Implantation von 5 mg osteoinduktivem Knochenmatrixextrakt.

Der bisher seltene klinische Einsatz humaner Knochenmatrixextrakte bei Patienten ist durch die nicht abzuschätzende induktive Wirkung verschiedener Chargen induktiver Extrakte zu begründen. Zudem ist die Verfügbarkeit humaner Extrakte aufgrund der äußerst geringen Konzentration an natürlich vorkommenden BMPs in der Knochenmatrix sehr beschränkt, und Infektionsrisiken sind nicht auszuschließen. Bei der Verwendung boviner (xenogener) Knochenmatrixextrakte darf die Gefahr einer Prionenübertragung nicht außer Acht gelassen werden. Da inzwischen jedoch gentechnisch erzeugte BMPs eukaryontischen oder bakteriellen Ursprungs, wie bereits erwähnt, in ausreichenden Mengen verfügbar sind, wurden weitere Untersuchungen mit dem löslichen Protein und inzwischen auch mit modifizierten BMPs durchgeführt.

⁹ Vgl. Kübler und Urist (1993).

¹⁰ Vgl. Urist *et al.* (1987).

¹¹ Vgl. Kübler *et al.* (1991).

Perspektiven für die Behandlung von Knochendefekten

Für die definierte dreidimensionale Strukturbildung durch Osteoinduktion müssen unter Berücksichtigung der bisherigen Erkenntnisse der Forschung drei zentrale Komponenten verfügbar sein.

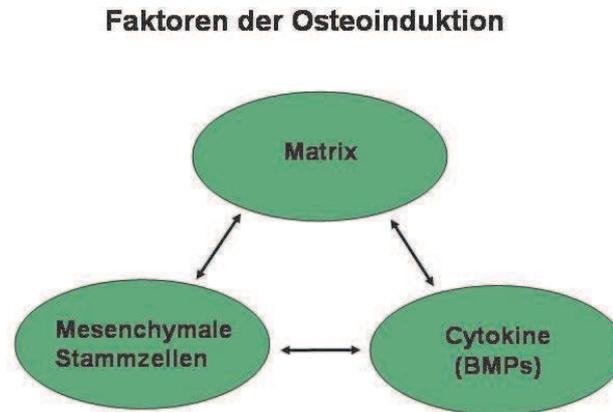


Abb. 4: Diagramm Zielzellen-Wachstumsfaktor-Leitstruktur: gegenseitige Beeinflussung der Einzelfaktoren für die Osteoinduktion.

Eine dieser Voraussetzungen ist die so genannte Leitschiene bzw. Matrix, die als poröser Träger der BMPs für die Formgebung des induzierten Knochengewebes verantwortlich ist. Bezüglich seiner Stabilität muss das verwendete Trägermaterial dem Druck des umgebenden Weichgewebes sowie der biomechanischen Belastung des zu rekonstruierenden Knochenabschnitts bis zur funktionellen Adaptation des neu gebildeten Knochengewebes standhalten. Durch die Implantation von geeigneten Materialien ist es möglich, auch Defekte kritischer Größe (*critical size defects*) zur Verknöcherung zu bringen, die keine spontane Heilung zeigen. Ohne diese Hilfestellung sind die induzierten Knochen bildenden Zellen nicht in der Lage, die biomechanisch erforderlichen makroskopischen Strukturen zu bilden.

Im Unterschied dazu werden bei der embryonalen Entwicklung des Skelettes Zellmuster angelegt (*patterning*), die bei der Entstehung von Gliedmaßen bereits alle benötigten Anteile repräsentieren. So sind beispielsweise die Vorläuferzellen für die Entwicklung des Oberarmes, des Unterarmes und der Finger bereits in determinierten Positionen angeordnet. Der Bezug dieser Anteile zueinander ist entweder durch direkten Zellkontakt oder durch sezernierte Faktoren stets gegeben. Im erwachsenen Körper ist diese graduelle Entwicklung nicht mehr möglich, doch auch die embryonalen Entwicklungsschritte führen nur zur Ausbildung definierter Strukturen, wenn die Kontinuität dieser Wechselbeziehungen gewährleistet ist.¹²

Als weitere Voraussetzung für die Induktion von Knochengewebe im adulten Organismus bedarf es pluripotenter, undifferenzierter Vorläuferzellen. Für die Kaskade der enchondralen Ossifikation, die über ein knorpeliges Zwischenstadium zu Knochenbildung führt, ist die Differenzierung einer Reihe von Zellarten erforderlich. Hierzu zählen u. a. Chondroblasten, Osteoblasten und Osteoklasten. Ohne die dafür notwendigen pluripotenten mesenchymalen Stammzellen, die im erwachsenen Organismus als Ursprungszellen

¹² Vgl. Hall und Miyake (2000).

nur noch in sehr geringer Anzahl vorhanden sind, kann eine Knocheninduktion nicht erfolgen.

Um mesenchymale Stammzellen im Körper an den Implantationsort zu bringen, muss ein entsprechend starker chemotaktischer Stimulus von den BMPs ausgehen. Die physiologischen Konzentrationen, die bei embryonalen Differenzierungsprozessen freigesetzt werden, liegen weit unter den Dosierungen, die für die Induktion von Knochengewebe im adulten Organismus erforderlich sind. Doch auch diese vergleichsweise hohen Proteinmengen bewegen sich im Bereich von wenigen Mikrogramm.

In eigenen Untersuchungen an Schweinen wurden Unterkieferkontinuitätsdefekte kritischer Größe durch rekombinantes BMP-2 in Kombination mit einem neu entwickelten Kollagenträger funktionsstabil rekonstruiert. Die Bildreihe zeigt den Verlauf bis zwölf Wochen nach der Operation.



Abb. 5: Knöcherne Überbrückung eines Unterkieferkontinuitätsdefekts kritischer Größe (5 cm) beim Schwein durch Implantation von BMP-2 und eines Kollagenträgers. BMP-2-haltiger Kollagenträger *in situ*.

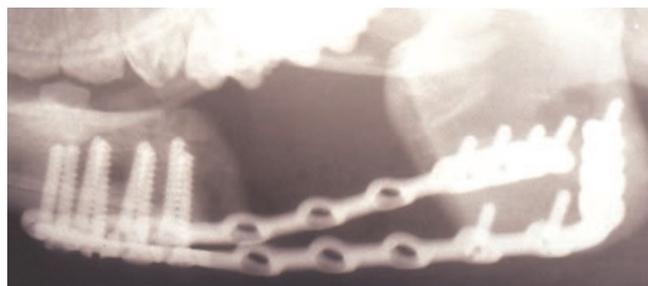


Abb. 6: Postoperativer Röntgenbefund einen Tag nach Implantation.

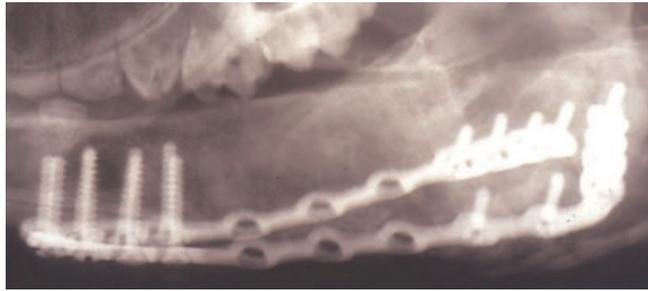


Abb. 7: Im Röntgenbild sichtbare knöcherne Überbrückung nach acht Wochen.



Abb. 8: Unterkieferexplantat mit knöcherner Überbrückung nach zwölf Wochen.

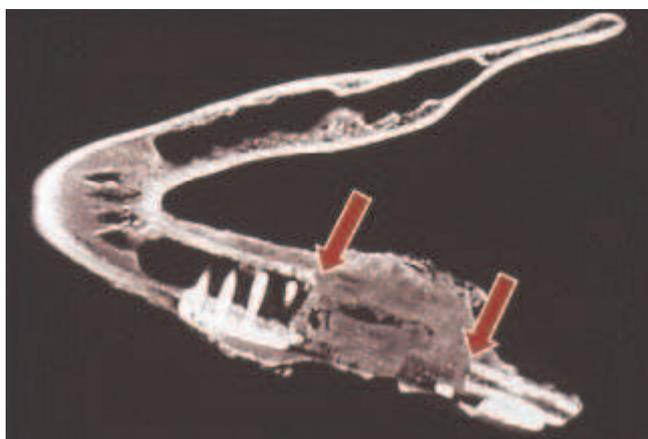


Abb. 9: Computertomogramm der BMP-2-induzierten Knochenbildung im Schweineunterkiefer nach zwölf Wochen.

Die in unserer Würzburger Arbeitsgruppe erstmalig durchgeführte gentechnische Modifizierung von rekombinantem BMP-2 führt zur Verstärkung der induktiven Eigenschaften. Dabei werden am N-terminalen Ende des reifen Proteins zusätzliche Heparinbindungsstellen eingefügt, die zu einer längeren Verweildauer am Implantationsort führen. BMP-2-Wildtyp besitzt bereits eine intrinsische Heparinbindungsstelle, wie in Deletionsstudien nachgewiesen werden konnte. Die Verstärkung dieser Bindungseigenschaften durch weitere Bindungsstellen führt zu einer höheren Affinität des Proteins zur extrazellulären Matrix und damit zum Gewebe und verhindert dadurch ein zu schnelles Abdiffundieren in benachbarte Areale. Die Überprüfung dieser Hypothese gelang tierexperimentell durch den Nachweis einer verstärkten osteoinduktiven Potenz bei gleicher Proteinkonzentration. Die verbesserte BMP-2-Mutante induziert zudem ein dichteres und damit funktionell hochwertigeres – da biomechanisch belastbareres – Knochengewebe als der Wildtyp.¹³

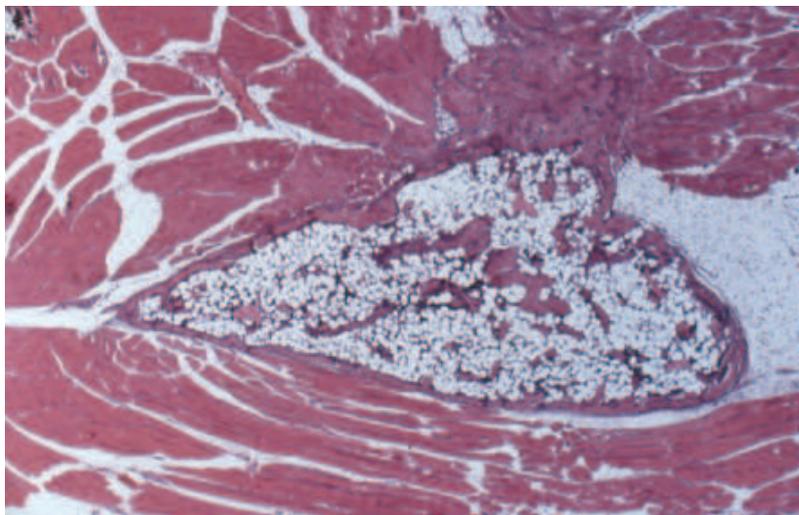


Abb. 10: Ossikelbildung nach heterotoper Implantation des BMP-2-Wildtyps: geringe mittlere Knochendichte mit Überwiegen von Knochenmarkanteilen.

Im Jahre 2001 erfolgte die klinische Zulassung von BMP-7 in Europa: Das Protein steht seitdem in rekombinanter Form für die Behandlung von Pseudarthrosen zur Verfügung. Ein Off-Label-Einsatz steht unter der Verantwortung des behandelnden Arztes. In den USA ist BMP-2 seit 2002 für die Fusion von Wirbelkörpern zugelassen und dort unter dem Namen InFuseTM erhältlich. Der therapeutische Einsatz von rekombinanten BMPs stellt eine wertvolle Alternative zur Verwendung von körpereigenen Knochentransplantaten bei der Knochenrekonstruktion dar. Auch beim Wiederaufbau von atrophiertem Knochengewebe können mit den BMPs in Kombination mit geeigneten Trägermaterialien ausgezeichnete klinische Ergebnisse erzielt werden. Die Entfaltung der Wirkung beschränkt sich auf den Ort der Implantation, da diese Wachstumsfaktoren dort die höchsten Konzentrationen besitzen. Eine unerwünschte Knochenbildung an anderen Stellen des Körpers ist ausgeschlossen, da sich die chemotaktische Wirksamkeit entlang eines Gradienten ausbildet, der nur vom Implantat ausgeht.

¹³ Vgl. Würzler *et al.* (2000).



Abb. 11: Ossikelbildung mit hoher Knochendichte nach Implantation von modifiziertem BMP-2.

Die Wahl der Matrix: biomechanische und biochemische Aspekte

Das ideale Trägermaterial für die BMPs bei der Knochenrekonstruktion sollte folgende Eigenschaften besitzen: In der Phase der knöchernen Konsolidierung des Defektes soll es ausreichende mechanische Stabilität bieten, bis es sukzessive durch körpereigenes Hartgewebe ersetzt wird. Ferner müssen beim Abbau der Trägermatrix die pharmakokinetisch notwendigen Mengen an Wachstumsfaktoren freigesetzt werden, die für Osteoinduktion erforderlich sind.

Ein ideales Freisetzungssystem, das alle angesprochenen Eigenschaften in sich vereint, ist bisher noch nicht entwickelt worden. Es wird jedoch intensiv an geeigneten organischen und anorganischen Biomaterialien geforscht.

Osteogene Differenzierung von Stammzellen

An den bisher bekannten adulten Stammzellen, die sowohl aus Knochenmark als auch aus Nabelschnurblut isoliert werden können, ist die Differenzierung in osteogene Zellen von mehreren Gruppen nachgewiesen worden. Für die Knochenbildung durch Osteoinduktion ist die Anwesenheit solcher pluripotenter Stammzellen eine unbedingte Voraussetzung. Inzwischen liegen weitere Grundlagenuntersuchungen vor, die sich mit der gesteuerten Differenzierung von omni- oder pluripotenten Stammzellen z. B. in Knorpelzellen und auch in Knochenzellen beschäftigen.¹⁴

Um die Abläufe bei der Differenzierung von Stammzellen detailliert beschreiben zu können, werden in Microarraystudien die charakteristischen Vorgänge analysiert.¹⁵ Dabei werden zu verschiedenen Zeitpunkten die Änderungen der Expressionsmuster möglichst vieler Gene kartiert, um Informationen über den jeweiligen Zustand der Zellen zu erhalten. Die genaue Zusammensetzung und die zeitliche Abstimmung von extrinsischen Faktoren wie Wachstumsfaktoren und Hormonen, die für eine gesteuerte Differenzierung von Osteoblasten nötig sind, wird auf diese Weise systematisch erforscht. In Arbeiten

¹⁴ Vgl. Noel *et al.* (2002).

¹⁵ Vgl. Qi *et al.* (2003).

von Komori¹⁶ und Otto¹⁷ wurde bereits vor einigen Jahren der Transkriptionsfaktor *Cbfa1* identifiziert, der zum Erreichen des osteoblastären Zustandes als zwingend erforderlich gilt und im Fall der Knochenbildung als hilfreicher Marker zur Unterscheidung von anderen Zellarten dienen kann. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass die alleinige Anwesenheit von *Cbfa1* kein ausreichendes Signal für die Differenzierung darstellt. Die Charakterisierung der Entwicklung von Stammzellen oder Vorläuferzellen zu Osteoblasten dient u. a. auch der Sicherheit für den Einsatz am Patienten, denn die osteogene Differenzierung stellt bei weitem nicht die einzige Differenzierungsmöglichkeit von Stammzellen dar. Der Nachweis bestimmter Proteine gibt jedoch Aufschluss über den Differenzierungsstand eines sich neu bildenden Gewebes.

Ziel dieser systematischen Untersuchungen ist es, Stammzellen u. a. für die Regeneration solcher Gewebetypen einzusetzen, die zu einer Autoregeneration nicht mehr befähigt sind. Die bei der Osteoinduktion eingesetzten BMPs führen ausschließlich zu einer Stammzellendifferenzierung ohne Nebenwirkung auf andere Zelltypen. Der kombinierte Einsatz dieser beiden Komponenten, d. h. Stammzellen und BMPs, birgt daher außergewöhnliche Synergieeffekte.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach der bestmöglichen Quelle bzw. Herkunft der BMP-Zielzellen: Adulte Stammzellen können aus Knochenmark sowie aus dem peripheren Blut von Patienten gewonnen werden, um nach Aufkonzentrierung zusammen mit den BMPs oder nach BMP-vermittelter *Ex-vivo*-Stimulation an den Ort des Knochendefektes implantiert zu werden. Bei der Verwendung solcherart autogener Stammzellen ist keine immunologische Reaktion zu erwarten, während beim Einsatz allogener Stammzellen (z. B. aus Nabelschnurblut) gegebenenfalls immunsuppressive bzw. immunmodulierende Maßnahmen notwendig sind. Die Stammzellforschung hat sich in der jüngsten Zeit rasant entwickelt, so dass Lösungsansätze auch für diese wichtigen Problemstellungen möglicherweise in naher Zukunft zu erwarten sind.

Bibliographie

- CUNNINGHAM, N. S., V. PARALKAR und A. H. REDDI. „Osteogenin and recombinant bone morphogenetic protein 2B are chemotactic for human monocytes and stimulate transforming growth factor β_1 mRNA expression“, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 89 (1992), 11740-11744.
- HALL, B. K. und T. MIYAKE. „All for one and one for all: condensations and the initiation of skeletal development“, *BioEssays* 22 (2000), 138-147.
- HOGAN, B. L. M. „Bone morphogenetic proteins in development“, *Current Opinion in Genetics & Development* 6 (1996), 432-438.
- KINGSLEY, D. M. „What do BMPs do in mammals? Clues from the mouse short-ear mutation“, *Trends in Genetics* 10 (1994), 16-21.
- KIRSCH, T., J. NICKEL und W. SEBALD. „BMP-2 antagonists emerge from alterations in the low-affinity binding epitope for receptor BMPR-II“, *EMBO Journal* 19 (2000), 3314-3324.
- KOMORI, T., H. YAGI, S. NOMURA, A. YAMAGUCHI, K. SASAKI, K. DEGUCHI, Y. SHIMIZU, R. T. BRONSON, Y. H. GAO, M. INADA, M. SATO, R. OKAMOTO, Y. KITAMURA, S. YOSHIKI und T.

¹⁶ Vgl. Komori *et al.* (1997).

¹⁷ Vgl. Otto *et al.* (1997).

- KISHIMOTO. „Targeted disruption of *Cbfa1* results in a complete lack of bone formation owing to maturational arrest of osteoblasts“, *Cell* 89 (1997), 755-764.
- KÜBLER, N. R. und M. R. URIST. „Cell differentiation in response to partially purified osteosarcoma-derived bone morphogenetic protein *in vivo* and *in vitro*“, *Clinical Orthopaedics and Related Research* 292 (1993), 321-328.
- KÜBLER, N. R., M. R. URIST und J. REUTHER. „Osteoinduktion und Knorpelbildung *in vivo* und *in vitro* durch Bone Morphogenetic Protein“, in: N. SCHWENZER (Hrsg). *Fortschritte der Kiefer- und Gesichts-Chirurgie*. Bd. XXXVI. Stuttgart 1991, 230-232.
- MIYAZONO, K., K. KUSANAGI und H. INOUE. „Divergence and convergence of TGF- β /BMP Signaling“, *Journal of Cellular Physiology* 187 (2001), 265-276.
- NOEL, D., F. DJOUAD und C. JORGENSEN. „Regenerative medicine through mesenchymal stem cells for bone and cartilage repair“, *Current Opinion in Investigational Drugs* 3 (2002), 1000-1004.
- OTTO, F., A. P. THORNELL, T. CROMPTON, A. DENZEL, K. C. GILMOUR, I. R. ROSEWELL, G. W. STAMP, R. S. BEDDINGTON, S. MUNDLOS, B. R. OLSEN, P. B. SELBY und M. J. OWEN. „*Cbfa1*, a candidate gene for cleidocranial dysplasia syndrome, is essential for osteoblast differentiation and bone development“, *Cell* 89 (1997), 765-771.
- QI, H., D. J. AGUIAR, S. M. WILLIAMS, A. LA PEAN, W. PAN und C. M. VERFAILLIE. „Identification of genes responsible for osteoblast differentiation from human mesodermal progenitor cells“, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100 (2003), 3305-3310.
- URIST, M. R. „Bone: formation by autoinduction“, *Science* 150 (1965), 893-899.
- URIST, M. R., J. J. CHANG, A. LIETZE, Y. K. HUO, A. G. BROWNELL und R. J. DELANGE. „Preparation and bioassay of bone morphogenetic protein and polypeptide fragments“, in: D. BARNES und S. DAVID (Hrsg.). *Methods in Enzymology*. Bd. 146. New York 1987, 294-312.
- WANG, E. A., V. ROSEN, P. CORDES, R. M. HEWICK, M. J. KRIZ, D. P. LUXENBURG, B. S. SIBLEY und J. M. WOZNEY. „Purification and characterization of other distinct bone-inducing factors“, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 85 (1988), 9484-9488.
- WOZNEY, J. M., V. ROSEN, A. J. CELESTE, L. M. MITSOCK, M. J. WHITTERS, R. W. KRIZ, R. M. HEWICK, E. A. WANG. „Novel regulators of bone formation: molecular clones and activities“, *Science* 22 (1988), 1528-1534.
- WÜRZLER, K. K., N. R. KÜBLER, J. F. REUTHER und W. SEBALD. „Osteoinductive properties of different BMP-2 mutants“, Abstract. International Conference on Bone Morphogenetic Proteins. Lake Tahoe 2000.

Jean Krutmann

Vorzeitige Alterungsprozesse durch Umwelteinflüsse: Molekulare Untersuchungen am Modellorgan Haut

Einleitung

In der modernen umweltmedizinischen Forschung gewinnt die molekulare Altersforschung stetig an Bedeutung. Zwei Fragen, die beide von großem wissenschaftlichem wie auch gesundheitspolitischem Interesse sind, stehen hierbei zurzeit im Vordergrund:

1. Durch welche molekularen Mechanismen sind Umwelttoxene in der Lage, im menschlichen Gewebe einen vorzeitigen Alterungsprozess auszulösen?
2. Zeichnen sich ältere Menschen (jenseits des 65. Lebensjahres) durch eine besondere Empfindlichkeit gegenüber Umwelttoxenen aus?

An der Heinrich-Heine-Universität werden diese beiden Fragen seit Anfang 2002 systematisch von Wissenschaftlern des Arbeitsbereichs „Molekulare Altersforschung“ des Instituts für Umweltmedizinische Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gGmbH (IUF) bearbeitet. Ein Großteil dieser Untersuchungen wurde am Modellorgan Haut durchgeführt, da die Haut zum einen ein primäres Zielorgan für eine Vielzahl von Umwelttoxenen ist und es zum anderen vergleichsweise einfach ist, hier neben *In-vitro*- auch *In-vivo*-Untersuchungen mit gezielter Exposition und anschließender Probeentnahme durchzuführen. Im Folgenden wird ein Überblick über die wichtigsten Erkenntnisse gegeben, die zu unserem heutigen Verständnis der molekularen Grundlagen der durch Umwelttoxene hervorgerufenen Hautalterung beitragen. Wichtig ist hierbei, dass neben der ultravioletten Strahlung auch andere Umwelteinflüsse eine wesentliche Rolle für den vorzeitigen Alterungsprozess der menschlichen Haut spielen. Hierzu gehören neben dem Tabakrauch auch nach neuesten Erkenntnissen die Infrarotstrahlung sowie Ozon und andere Umwelttoxene.

Pathomechanismen der Lichtalterung

Die ultraviolette Strahlung ist die wichtigste exogene Noxe, durch die es zu einer vorzeitigen Alterung der menschlichen Haut kommt. Neben dem natürlichen Sonnenlicht spielt hier in zunehmendem Maße die Bestrahlung der menschlichen Haut mit künstlicher UV-Strahlung eine immer größer werdende Rolle. So ist davon auszugehen, dass der ungebrochene Trend zum Besuch von Sonnenstudios nicht nur zu einer ständigen Erhöhung der Hautkrebsrate, sondern auch zu einer deutlichen Zunahme der vorzeitigen Hautalterung bei einem immer größer werdenden Teil der Bevölkerung führen wird. Diese Entwicklung ist insofern paradox, als der Besuch von Sonnenstudios kosmetisch motiviert ist, oder anders ausgedrückt: Der Solariumbesucher erkaufte sich die kurzfristig erzielbare, reversible

und kosmetisch erwünschte Hautbräunung mit einer langfristig eintretenden, kosmetisch unerwünschten und nur schwer umkehrbaren vorzeitigen Hautalterung.

Es besteht heute kein Zweifel mehr, dass sowohl die kurzwelligere UVB-Strahlung im Wellenlängenbereich von 290 bis 315 nm als auch die langwelligere UVA-Strahlung im Wellenlängenbereich von 315 bis 400 nm wesentlich an der Pathogenese der Lichtalterung beteiligt sind. Die pathogenetischen Untersuchungen der letzten Jahre haben eindeutig gezeigt, dass sich die für das klinische Bild der lichtinduzierten Hautalterung verantwortlichen strukturellen Veränderungen in der Haut vor allem in der Dermis finden. Da die langwelligere UVA-Strahlung auf Grund strahlenphysikalischer Gesetzmäßigkeiten in der Lage ist, im Gegensatz zur UVB-Strahlung in einem signifikanten Dosisbereich in die Dermis einzudringen und dort direkte Effekte hervorzurufen, ist es sogar vorstellbar, dass UVA-induzierte molekulare Veränderungen für die Pathogenese der Lichtalterung von größerer Bedeutung sind als UVB-induzierte biologische Wirkungen. In diesem Zusammenhang sei daher noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die zurzeit von den Solarienbetreibern in ihren Sonnenstudios verwendeten Geräte überwiegend, wenn nicht sogar ausschließlich, im UVA-Bereich emittieren und somit hinsichtlich der UV-induzierten Hautalterung als besonders problematisch anzusehen sind.

Kollagen, Matrixmetalloproteinasen und Elastin

Die lichtgealterte Haut ist insbesondere durch Veränderungen auf Ebene der Dermis charakterisiert. So wird die Elastizität und Festigkeit der menschlichen Haut wesentlich durch die beiden Hauptbestandteile der dermalen extrazellulären Matrix, nämlich Kollagen und Elastin, bestimmt. Für die lichtgealterte Haut sind bestimmte Veränderungen der dermalen extrazellulären Matrix hoch charakteristisch. So findet sich eine Elastose, die üblicherweise im Grenzbereich zwischen papillärer und dermaler Dermis beginnt und nicht in intrinsisch gealterter Haut beobachtet wird. Typisch ist auch, dass reife Kollagenfasern vermindert sind und sich stattdessen basophiles Kollagen findet (basophile Degeneration). Weitere für die lichtgealterte Haut typische Befunde sind eine starke Zunahme der Ablagerungen von fragmentierten elastischen Fasern sowie dermaler extrazellulärer Matrixproteine, wie Elastin, Glycosaminoglykane und interstitiellem Kollagen. Es wird heute allgemein davon ausgegangen, dass diese UV-induzierten Veränderungen der dermalen extrazellulären Matrix wesentlich für die Ausbildung des klinischen Bildes der lichtgealterten Haut, insbesondere ihren Elastizitätsverlust und die Entstehung von Falten, sind.

Die extrazelluläre Matrix der menschlichen Dermis besteht zu 85 bis 90 Prozent aus Kollagen-1, das ausschließlich von dermalen Fibroblasten gebildet wird. Immunhistochemische Untersuchungen haben in den letzten Jahren gezeigt,¹ dass lichtgealterte Haut im Vergleich zu lichtgeschützten Hautarealen desselben Individuums signifikant reduzierte Mengen an Pro-Kollagen-1 in Fibroblasten sowie an extrazellulärer Matrix in der papillären Dermis aufweist. Interessanterweise korreliert diese Reduktion negativ mit dem zunehmenden Schweregrad des chronischen Lichtschadens. Neben dem Kollagen-1 sind aber auch andere Kollagen-Peptide in der chronisch lichtgealterten Haut reduziert. Zu nennen sind hier besonders die Kollagen-3 Pro-Peptide. Neuere Untersuchungen weisen darauf hin, dass auch das Kollagen-7 betroffen ist.²

¹ Vgl. Fisher *et al.* (1997).

² Vgl. Fisher *et al.* (1997).

Es stellt sich nunmehr die Frage, durch welche molekulare Mechanismen UV-Strahlung in der Lage ist, diese Veränderungen auf Ebene der extrazellulären Matrix hervorzurufen. Grundsätzlich ist vorstellbar, dass UV-Strahlung eine hemmende Wirkung auf die Synthese von Kollagenfasern ausübt und/oder zu ihrem beschleunigten Abbau beiträgt. Der momentane Stand der Forschung weist darauf hin, dass beide Mechanismen relevant sein könnten. So wurde gezeigt,³ dass eine UVB-Bestrahlung zu einer vorübergehenden Störung der Pro-Kollagen-1 Synthese in menschlichen dermalen Fibroblasten führt. Zudem konnte sowohl für UVB- als auch für UVA-Strahlung nachgewiesen werden, dass es zur Induktion von Matrixmetalloproteinasen kommt, d. h. von Enzymen, die in der Lage sind, Kollagenfasern proteolytisch abzubauen. Diese Induktion konnte sowohl *in vitro* in kultivierten humanen dermalen Fibroblasten als auch *in vivo* in der UV-bestrahlten menschlichen Haut beobachtet werden. Diese Befunde korrelieren mit der Beobachtung, dass sich in der lichtgealterten menschlichen Haut erhöhte Spiegel der Matrixmetalloproteinase-1 (Collagenase-1) und der Matrixmetalloproteinase-2 (72 Kilo Dalton Gelatinase) nachweisen lassen. Die der UV-induzierten Expression der Matrixmetalloproteinase-1 zu Grunde liegenden molekularen Mechanismen wurden in den letzten Jahren im Detail charakterisiert. So führt UVB-Bestrahlung durch eine Aktivierung des Transkriptionsfaktors AP-1, die wiederum Folge der Aktivierung so genannter MAP-Kinasen, nämlich der MAP-Kinasen JNK und p38, ist, zu einer verstärkten Transkription und schließlich zur Proteinsynthese der Matrixmetalloproteinase-1. Während dieser UVB-induzierte Signalweg vor allem für die epidermalen Keratinozyten von Bedeutung ist, ist UVA-Strahlung in der Lage, sowohl direkt in dermalen humanen Fibroblasten als auch indirekt, nämlich durch parakrine Mechanismen in epidermalen Keratinozyten in der Haut, die MMP-1 Expression zu induzieren. Die direkte Aktivierung wird ganz wesentlich durch die Generation von reaktiven Sauerstoffspezies, insbesondere durch die Entstehung von Singulett-Sauerstoff, vermittelt.

Ein weiteres histologisches Charakteristikum einer lichtgealterten Haut ist die weitgehende Zerstörung oder signifikante Veränderung des elastischen Fasernetzwerkes. So findet sich normalerweise in der Haut von Kindern und jungen Menschen ein Netzwerk aus elastischen Fasern, das sich kontinuierlich von der dermo-epidermalen Junctionszone bis in die tiefe Dermis erstreckt und aus dicken, elastinreichen Fasern in der retikulären Dermis, einem Netzwerk aus feinen Fasern mit einem reduzierten Elastingehalt in den unteren Anteilen der papillären Dermis und einem kandelaberähnlichen Geflecht aus feinen, mikrofibrilären Bündeln, die kein Elastin enthalten, in der oberen papillären Dermis besteht. Es konnte gezeigt werden,⁴ dass Fibrillin-1, das ein wesentlicher Bestandteil dieser mikrofibrilären Bündel ist und das überwiegend von epidermalen Keratinozyten gebildet wird, in lichtgealterter Haut vermindert exprimiert wird und dass eine akute UV-Bestrahlung von zuvor lichtgeschützter Haut zu einer vorübergehenden Reduktion von Fibrillin-1 führt. Diese könnte Folge einer verstärkten Expression von Matrixmetalloproteinasen sein. Darüber hinaus ist eine chronisch lichtgealterte Haut vor allen Dingen durch signifikante Ablagerungen von trunziertem elastotischem Material charakterisiert. Es wird heute allgemein davon ausgegangen, dass diese Elastose eine Folge direkter biologischer Wirkungen der UV-Strahlung auf die Synthese der elastischen Fasern ist. So führen beispielsweise re-

³ Vgl. Berneburg *et al.* (2000).

⁴ Vgl. Berneburg *et al.* (2000).

aktive Sauerstoffspezies, die wesentliche Mediatoren der biologischen Wirkung von UV-Strahlung sind,⁵ zu einer verstärkten Tropo-Elastin-Synthese in Fibroblasten und tragen somit vermutlich wesentlich zur solaren Elastosebildung bei.

Die Rolle von Gefäßveränderungen bei der Lichtalterung

Die Neubildung von Gefäßen (Neo-Angiogenese) ist für die Pathogenese einer Vielzahl von Hauterkrankungen von fundamentaler Bedeutung. Aber auch die lichtgealterte Haut weist Gefäßveränderungen auf, die sich in dieser Form bei der intrinsisch gealterten Haut nicht finden. So kommt es insbesondere zu einer – zum Teil sehr stark ausgeprägten – Erweiterung und Verdrehung der Gefäße; insgesamt ist das horizontale Gefäßmuster stark gestört. UV-Strahlung ist zudem in der Lage, die dermale Vaskularisierung zu verstärken. In diesem Zusammenhang ist von großem Interesse, dass die Gefäßneubildung durch eine Reihe von Wachstumsfaktoren und Inhibitoren der Angiogenese kontrolliert wird. Einige dieser Wachstumsfaktoren, wie z. B. bFGF, TGF- β und PDGF, haben darüber hinausgehende Funktionen, während Wachstumsfaktoren, die zur Familie der vaskulären endothelialen Wachstumsfaktoren (VEGF) und der Angiopoietine gehören, spezifisch angiogenetisch wirken. Neben diesen, die Gefäßneubildung und das Gefäßwachstum fördernden Molekülen konnten in den letzten Jahren jedoch auch natürlich vorkommende Hemmstoffe der Angiogenese identifiziert werden. Hierzu gehören die Thrombospondine, eine Familie von matrixzellulären Glyko-Proteinen. Thrombospondine lagern sich entlang der Basalmembran ab und bilden dort eine Anti-Angiogenese-Barriere, die es verhindert, dass sich Gefäße in der Epidermis bilden können.

Untersuchungen mit transgenen Mausmodellen haben nun erstmals gezeigt,⁶ dass neo-angiogenetische Prozesse auch von kausaler Bedeutung für die Pathogenese der Lichtalterung sind. So kommt es in transgenen Mäusen, die Thrombospondin-1 überexprimieren, nicht zu dem normalerweise nach einer UV-Bestrahlung zu beobachtenden Anstieg in der dermalen Vaskularisierung. Von besonderem Interesse ist nunmehr, dass diese Hemmung der UV-induzierten Vaskularisierung einhergeht mit einer deutlichen Reduktion der durch UV-Strahlung hervorgerufenen Lichtalterung, insbesondere der Faltenbildung in diesem Mausmodell. Diese Befunde deuten erstmals darauf hin, dass die dermale Vaskularisierung entscheidend mitbeteiligt ist an UV-induzierten Hautveränderungen, insbesondere an der UV-induzierten Hautalterung. Natürlich ist diese Beobachtung auch von unmittelbarer klinischer Relevanz, denn sie weist darauf hin, dass die Hemmung der Angiogenese ein möglicher Ansatzpunkt ist, um einer Lichtalterung der menschlichen Haut vorzubeugen.

Lichtalterung als chronischer Entzündungsprozess

Die intrinsisch gealterte menschliche Haut weist eine verminderte Zellzahl auf. So ist beispielsweise die Zahl der dermalen Fibroblasten sowie die der sich in der Dermis befindlichen Mastzellen gegenüber einer jungen Haut reduziert. Im Gegensatz dazu ist die lichtgealterte Haut durch eine zahlenmäßige Zunahme der dermalen Fibroblasten, die zudem hyperplastisch sind, sowie durch eine Zunahme der Zahl von Mastzellen, aber auch von Histozyten und anderen mononukleären Zellen, charakterisiert. Diese Beobachtungen

⁵ Siehe auch weiter unten den Teil: „Die Bedeutung mitochondrialer DNS-Mutationen für die Lichtalterung“.

⁶ Vgl. Yano *et al.* (2002).

weisen darauf hin, dass die lichtgealterte Haut chronisch entzündet ist. Daher wurde dieser Zustand der Haut auch als Heliodermatitis oder Dermatoheliosis bezeichnet.⁷

Die exakte pathogenetische Bedeutung des zuvor beschriebenen entzündlichen Infiltrates in der Dermis der lichtgealterten Haut ist zurzeit nicht bekannt. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass lösliche Mediatoren, die von diesen Zellen freigesetzt werden, die Produktion von Matrixmolekülen bzw. die Aktivität von Matrix degradierenden Enzymen, wie z. B. Matrixmetalloproteinasen, beeinflussen. Zelluläre Quellen für diese Entzündungsmediatoren sind zum einen residente Hautzellen, wie Keratinozyten, Fibroblasten, Endothelzellen und vor allem Mastzellen, und zum anderen Haut infiltrierende Zellen, wie neutrophile Granulozyten, Makrophagen, dendritische Zellen und T-Lymphozyten. Insbesondere für Mastzellen wurde bereits Ende der 1980er Jahre eine pathogenetische Bedeutung für die Lichtalterung der menschlichen Haut vermutet. So lassen sich Mastzellen in deutlich erhöhter Anzahl in lichtgeschädigter Haut im Vergleich zu lichtgeschützter Haut nachweisen. Mastzellen sind in der Lage, eine Reihe von Mediatoren, wie z. B. TNF- α , TGF- β und Prostaglandin, zu bilden, die wiederum in der Lage sind, direkt oder indirekt die Produktion von extrazellulärer Matrix und ihre Degradation zu beeinflussen. Neuere Untersuchungen haben zudem gezeigt, dass das T-lymphozytäre Infiltrat in der lichtgealterten Haut vor allem aus CD-4-positiven T-Zellen besteht. Es ist zurzeit noch nicht bekannt, ob es sich hierbei um Zellen handelt, die entzündliche bzw. immunologische Reaktionen verstärken, oder aber um so genannte regulatorische T-Zellen, die eher antientzündlich bzw. immunsuppressiv wirken würden. Aber nicht nur die T-Lymphozyten, sondern auch die Antigen präsentierenden Zellen sind in der lichtgealterten Haut zumindest zahlenmäßig verändert. So haben neuere ultrastrukturelle Untersuchungen gezeigt, dass sich in der lichtgealterten Haut in der Epidermis ein Infiltrat aus so genannten indeterminierten Zellen, d. h. Zellen, die sowohl Makrophagen als auch dendritischen Zellen ähneln, findet und dass die Ausbildung dieses Infiltrates einhergeht mit einer Abnahme der Anzahl epidermaler Langerhanszellen. Die pathogenetische Bedeutung dieser Veränderungen ist Gegenstand aktueller Untersuchungen.

Proteinoxidation und Lichtalterung

Die Alterung von Zellen ist u. a. dadurch charakterisiert, dass es zu einer Anhäufung von Proteinen kommt, die durch Oxidation verändert wurden. Es wurde zudem die Hypothese aufgestellt, dass diese Veränderungen von pathogenetischer Bedeutung für den Alterungsprozess selbst sind.⁸ Eine Reihe neuerer Untersuchungen ist daher der Frage nachgegangen, inwieweit oxidierte Proteine auch vermehrt in der lichtgealterten menschlichen Haut nachgewiesen werden können. Die bislang vorliegenden Untersuchungen weisen darauf hin, dass sich, ähnlich wie für andere Gewebe beschrieben, auch in humanen dermalen Fibroblasten mit zunehmendem Alter ein signifikanter Anstieg der Menge an oxidierten Proteinen findet.⁹

Neuere Untersuchungen an Hautbiopsien haben diesen Befund bestätigt und gezeigt, dass sich eine altersabhängige Zunahme des Proteinkarboxylgehaltes in der Epidermis nachweisen lässt. Oxidierte Proteine sind allgemein betrachtet weniger aktiv und weniger

⁷ Vgl. Berneburg *et al.* (2000).

⁸ Vgl. Levine und Stadtmann (2001).

⁹ Vgl. Merker *et al.* (demnächst).

stabil. Die Beobachtung, dass es mit zunehmendem Alter zu einer Anhäufung von oxidierten Proteinen in Hautzellen zu kommen scheint, wirft die Frage auf, welche Mechanismen hierzu führen. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass oxidativer Stress die wesentliche Ursache für eine vermehrte Proteinoxidation ist. Da UV-Strahlung die physiologisch relevanteste Quelle für oxidativen Stress in der menschlichen Haut ist, liegt ein Kausalzusammenhang mit einer chronischen UV-Exposition nahe. So war es in der Tat kürzlich erstmals möglich zu zeigen, dass die Lichtalterung mit einer vermehrten Proteinoxidation in der menschlichen Haut *in vivo* assoziiert ist. Aktuelle Forschungsarbeiten des IUF beschäftigen sich zurzeit intensiv mit der Aufklärung der Proteinoxidation und mit den in menschlichen Hautfibroblasten zugrunde liegenden biochemischen Mechanismen sowie den sich hieraus ergebenden funktionellen Konsequenzen. Unter Verwendung eines *In-vitro*- Seneszenzmodells der Hautfibroblasten konnte erstmals gezeigt werden,¹⁰ dass sowohl während der proliferativen Seneszenz als auch während der Seneszenz von Zellen, die sich nicht teilen, der Proteinumsatz sowie die Aktivität des proteasomalen Systems in diesen Zellen vermindert wird. Diese funktionellen Veränderungen gehen einher mit einer deutlichen Zunahme des Gehalts dieser Zellen an oxidierten Proteinen und einer Akkumulation von Lipofuscin-ähnlichem Material. Inwieweit es sich hierbei jedoch um ein Epiphänomen handelt oder aber ein Kausalzusammenhang besteht, muss durch zukünftige Studien geklärt werden. Interessant sind in diesem Zusammenhang auch neuere Beobachtungen, dass die Zunahme des Gehalts an oxidativ veränderten Proteinen nicht nur auf der UV-induzierten Generation dieser Proteine beruhen könnte, sondern dass UV-Strahlung auch in der Lage zu sein scheint, das die Proteine degradierende System, das so genannte Proteasom, funktionell zu beeinflussen. So wurde kürzlich erstmals beobachtet, dass die Aktivität der Proteasom-Peptidasen in menschlichen Keratinozyten sowohl durch eine UVA- als auch durch eine UVB-Bestrahlung reduziert werden kann.

Die Bedeutung mitochondrialer DNS-Mutationen für die Lichtalterung

In unabhängigen Untersuchungen von drei Arbeitsgruppen einschließlich des IUF konnte übereinstimmend gezeigt werden,¹¹ dass bei ein und demselben Individuum in chronisch lichtgealterter Haut im Vergleich zu sonnengeschützter Haut deutlich (bis zu zehnfach) erhöhte Mengen an mitochondrialen DNS-Mutationen nachweisbar sind. Der Hintergrund dieser Untersuchungen ist die so genannte mitochondriale Theorie des Alterns. Mitochondrien sind Zellorganellen, deren Hauptaufgabe darin besteht, die menschliche Zelle mit Energie zu versorgen. Der hierbei zu Grunde liegende Prozess wird als oxidative Phosphorylierung bezeichnet. An der oxidativen Phosphorylierung sind insgesamt fünf Proteinkomplexe beteiligt, die im Bereich der inneren mitochondrialen Membran lokalisiert sind und dort einen elektrochemischen Protonengradienten aufbauen, in dessen letztem Schritt aus ADP und Organo-Phosphat ATP hergestellt wird. Dieser Vorgang ist nicht vollkommen irrtumsfrei, d. h., es kommt permanent zur Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies. In der Tat sind die Mitochondrien der Ort einer menschlichen Zelle mit der höchsten Produktionsrate an reaktiven Sauerstoffspezies. Dies bleibt nicht ohne biologische Konsequenzen, denn in unmittelbarer Nachbarschaft zur inneren mitochondrialen Membran liegt das den Mitochondrien eigene genetische Material, die so genannte mitochondriale

¹⁰ Vgl. Merker *et al.* (demnächst).

¹¹ Vgl. Berneburg *et al.* (1997).

DNS. Die menschliche mitochondriale DNS ist ein 16.559 Basenpaare langes, kreisförmiges und doppelsträngiges Molekül, das in vier bis zehn Kopien pro Zelle vorliegt. Die gesamte Information, die in diesem DNS-Molekül kodiert, wird für die Synthese von Proteinen verwendet, die wiederum an der oxidativen Phosphorylierung beteiligt sind. Dies hat zur Folge, dass es durch das Auftreten von mitochondrialen DNS-Mutationen zu einer Störung der oxidativen Phosphorylierung kommt, wodurch vermehrt reaktive Sauerstoffspezies gebildet werden, die wiederum zu einer vermehrten Bildung von mitochondrialen DNS-Mutationen führen. Dieser *Circulus vitiosus* spielt vermutlich nicht nur für das Auftreten einer Reihe sehr seltener degenerativer Erkrankungen, sondern auch für den normalen Alterungsprozess menschlicher Gewebe eine wichtige Rolle. Diese hypothetische Annahme basiert auf folgenden Beobachtungen:

1. mitochondriale DNS-Mutationen lassen sich nicht nur im Rahmen degenerativer Erkrankungen, sondern auch in normalem, gesundem menschlichen Gewebe nachweisen;
2. im normalen, gesunden Gewebe steigt der Gehalt an mitochondrialen DNS-Mutationen mit zunehmendem Gewebealter an;
3. diese Zunahme des Gehalts an mitochondrialen DNS-Mutationen geht einher mit einer eingeschränkten Fähigkeit der Gewebe, Sauerstoff zu verbrauchen;
4. dies wiederum korreliert mit einer verminderten Fähigkeit der betroffenen Gewebe, mittels oxidativer Phosphorylierung Energie zu erzeugen.

Zusammengenommen weisen diese vier Beobachtungen darauf hin, dass ein Kausalzusammenhang bestehen könnte zwischen dem Entstehen mitochondrialer DNS-Mutationen und dem fortschreitenden Alterungsprozess menschlicher Gewebe.

Die zuvor erwähnte Beobachtung, dass mitochondriale DNS-Mutationen im intraindividuellen Vergleich in lichtgealterter Haut in deutlich erhöhtem Ausmaß nachweisbar sind, weist zudem darauf hin, dass sie für den Lichtalterungsprozess der menschlichen Haut von Bedeutung sein könnten. In der Tat haben weiterführende Untersuchungen zwischenzeitlich zeigen können, dass keine Korrelation mit der intrinsischen Hautalterung zu bestehen scheint. Neueste Untersuchungen haben zudem erstmals belegt, dass nicht nur eine Assoziation zwischen dem Auftreten von mitochondrialen DNS-Mutationen und den klinischen Zeichen der chronischen Lichtschädigung besteht, sondern dass vielmehr UV-Strahlung kausal an der Entstehung mitochondrialer DNS-Mutationen beteiligt ist. Dies konnte sowohl *in vitro* als auch *in vivo* gezeigt werden. *In vitro* war es uns möglich, durch eine repetitive, mehrmals durchgeführte UVA-Bestrahlung in primären humanen dermalen Fibroblasten zeit- und dosisabhängig mitochondriale DNS-Mutationen zu induzieren.¹² Das Auftreten dieser mitochondrialen DNS-Mutationen war von funktioneller Relevanz, denn es kam zu einer Beeinträchtigung einer Reihe von mitochondrialen Funktionen und interessanterweise auch zu einer verstärkten Expression von Genen, die an der Pathogenese der Lichtalterung beteiligt sind, wie z. B. von Matrixmetalloproteinasen. Dies ist ein erster Hinweis darauf, dass das Entstehen mitochondrialer DNS-Mutationen die molekulare Grundlage der UV-induzierten Lichtalterung darstellen könnte. Kürzlich konnten wir zeigen, dass ähnliche Veränderungen auch *in vivo* induziert werden können.

¹² Vgl. Berneburg *et al.* (1999).

So war es möglich, in zuvor nicht UV-exponierter Haut bei gesunden Freiwilligen durch eine mehrfach täglich durchgeführte repetitive Bestrahlung über eine und zwei Wochen eine deutliche Zunahme des Gehalts an mitochondrialen DNS-Mutationen zu induzieren. Diese Zunahme ließ sich in der Dermis, nicht jedoch in der Epidermis beobachten.¹³

Interessanterweise blieben die einmal induzierten mitochondrialen DNS-Mutationen auch nach Beendigung der repetitiven Bestrahlung in einem erhöhtem Ausmaß über Jahre hinweg weiter bestehen. Von besonderem Interesse ist hierbei, dass es bei einigen der Probanden auch ohne weitere Bestrahlung zu einer kontinuierlichen Zunahme des Gehalts an mitochondrialen DNS-Mutationen kam. Dies ist der erste *In-vivo*-Hinweis darauf, dass die eingangs erwähnte Hypothese von der Existenz eines *Circulus vitiosus*, der durch das Entstehen von mitochondrialen DNS-Mutationen in Gang gesetzt wird und zu einem verstärkten Alterungsprozess ursächlich beiträgt, in der Tat in menschlichen Geweben im Allgemeinen und in der aktinisch geschädigten menschlichen Haut im Besonderen zu existieren scheint. Aktuell im IUF durchgeführte Arbeiten untersuchen, inwieweit das Auftreten der mitochondrialen DNS-Mutationen die zuvor beschriebenen molekularen, biochemischen und zellulären Veränderungen, die für die lichtgealterte menschliche Haut charakteristisch sind, zu erklären vermögen.¹⁴

Chromophore und Mediatoren der Lichtalterung

Das wichtigste Chromophor für die UVB-Bestrahlung in der menschlichen Haut ist die zelluläre DNS. UVB-Strahlung ist in der Lage, in der DNS zwischen benachbarten Pyrimidinbasen eines DNS-Stranges Photoprodukte zu induzieren. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Zyklobutanpyrimidindimere und 6-4 Photoprodukte. Obwohl die exakte kausale Bedeutung UVB-induzierter DNS-Schäden für den Prozess der Lichtalterung bisher nur unzureichend untersucht worden ist, gibt es eine Reihe von sehr gewichtigen Gründen für die Annahme, dass die Generation von DNS-Photoprodukten als Auslöser für eine Vielzahl der zuvor beschriebenen Vorgänge fungieren kann. So besteht beispielsweise heute kein Zweifel mehr daran, dass die UVB-induzierte Generation von Zytokinen in epidermalen Keratinozyten auf der Entstehung von Zyklobutanpyrimidindimeren beruht. Zudem konnten wir kürzlich erstmals zeigen, dass die topische Applikation von DNS-reparaturenzymhaltigen Liposomen, die in der Lage sind, spezifisch UVB-induzierte Zyklobutanpyrimidindimere zu reparieren, dazu führt, dass es zu einer signifikanten Hemmung der UVB-induzierten Induktion der Matrixmetalloproteinase-1 in der Epidermis kommt.

Neben Nukleinsäuren sind aber auch Proteine in der Lage, als Chromophore für UVB zu fungieren. Als Aminosäuren sind hier neben Tryptophan und Tyrosin die im dermalen Kollagen und Elastin enthaltenen Aminosäuren Desmosin und Isodesmosin zu nennen.

Oxidative Prozesse sind vermutlich von herausragender Bedeutung für das Entstehen UVA-induzierter biologischer Wirkungen in der menschlichen Haut. Von besonderer Wichtigkeit scheint in diesem Zusammenhang die Generation von Singulett-Sauerstoff zu sein. So konnten wir in Kooperation mit dem Institut für Physiologische Chemie I (Direktor: Univ.-Prof. Dr. H. Sies) unserer Universität zeigen, dass Singulett-Sauerstoff ein wichtiger Mediator der UV-induzierten Generation von mitochondrialen DNS-Mu-

¹³ Vgl. Berneburg *et al.* (2000).

¹⁴ Vgl. Berneburg *et al.* (2000).

tationen in dermalen humanen Fibroblasten ist.¹⁵ Darüber hinaus spielt Singulett-Sauerstoff auch eine wesentliche Rolle als Mediator der UVA-induzierten Expression der Matrixmetalloproteinase-1 in dermalen humanen Fibroblasten. Zudem wurde beobachtet, dass neben Singulett-Sauerstoff auch Hydrogenperoxid an der UVA-induzierten Expression der Matrixmetalloproteinase-1, -2 und -3 beteiligt ist.¹⁶ Im Gegensatz hierzu erscheint die UVB-induzierte, durch oxidativen Stress vermittelte Expression von MMP-1 und MMP-3 vor allem durch Hydroxyl-Radikale und Lipidperoxidations-Produkte vermittelt zu sein. Reaktive Sauerstoffspezies sind zudem in der Lage, auf die Synthese elastischer Fasern in der menschlichen Haut einzuwirken. So kommt es nach einer Generation von reaktiven Sauerstoffspezies zu einer verstärkten Expression von Tropo-Elastin-mRNS – ein Mechanismus, der wesentlich zur solaren Elastogenese beitragen könnte.

Hautalterung durch andere exogene Noxen

Weitere Umweltnoxen, die wesentlich am Alterungsprozess der menschlichen Haut beteiligt sind, sind Tabakrauch, Infrarotstrahlung und Ozon. Darüber hinaus ist zumindest theoretisch davon auszugehen, dass letztlich jede Umweltnoxe, die in der Lage ist, in die Haut einzudringen und oxidativen Stress hervorzurufen, für vorzeitige Alterungsprozesse von pathogenetischer Bedeutung sein könnte. Da hinsichtlich der zu Grunde liegenden molekularen Mechanismen vor allen Dingen für den Tabakrauch, die Infrarotstrahlung und im geringeren Ausmaß auch für eine Ozonbelastung experimentelle Daten verfügbar sind, sollen hier diese drei exogenen Noxen im Detail diskutiert werden.

Tabakrauch und Hautalterung

Epidemiologische Studien haben eindeutig gezeigt, dass eine Assoziation besteht zwischen dem Rauchen von Tabak und dem Alterungsprozess der menschlichen Haut. So kommt es bei Rauchern signifikant häufiger zur Ausbildung einer ausgeprägten Faltenbildung im Bereich der Gesichtshaut als bei Nichtrauchern. Dieser Unterschied lässt sich nicht nur bei jüngeren, sondern auch bei älteren Menschen (Durchschnittsalter 76 Jahre) nachweisen. Neuere epidemiologische Untersuchungen weisen zudem darauf hin, dass Tabakrauch ein Faktor ist, der unabhängig vom Lebensalter und unabhängig von der Sonnenexposition zur Hautalterung beiträgt.¹⁷ Im Einklang mit dieser epidemiologischen Beobachtung stehen mechanistische Studien, die sich mit der Analyse der molekularen Grundlagen der durch Tabakrauch induzierten vorzeitigen Hautalterung beschäftigen. So konnte gezeigt werden, dass nicht nur eine UV-Bestrahlung, sondern auch eine Stimulation mit Tabakrauch in primären humanen dermalen Fibroblasten zu einer signifikanten Aufregulation der Expression der Matrixmetalloproteinase-1 führt und dass die kombinierte Stimulation einen additiven Effekt hat.¹⁸ Neben einer Induktion der Matrixmetalloproteinase-1 wurde in *In-vitro*-Untersuchungen nach Stimulation von Fibroblasten auch eine deutliche Aufregulation der Matrixmetalloproteinase-3 Expression, und zwar in beiden Fällen sowohl auf der mRNS- als auch auf der Proteinebene, beobachtet. Im Gegensatz hierzu

¹⁵ Vgl. Berneburg *et al.* (1999).

¹⁶ Vgl. Berneburg *et al.* (2000).

¹⁷ Vgl. Yin *et al.* (2000).

¹⁸ Vgl. Yin *et al.* (2000).

kam es zu keiner veränderten Expression der gewebespezifischen Inhibitoren der Matrixmetalloproteinasen, d. h. von TIMP-1 und TIMP-3.¹⁹ Zigarettenrauch hat aber auch direkte Wirkung auf die Kollagenbiosynthese. So zeigte sich in humanen Fibroblasten, die mit einem wasserlöslichen Extrakt, der aus Tabakrauch hergestellt worden war, behandelt wurden, dass es zu einem verminderten Gehalt an Kollagen im Überstand der Zellen kam. Dies ging einher mit einer ca. 40-prozentigen Reduktion der Kollagenbiosynthese.²⁰ In weiterführenden Untersuchungen konnte zudem gezeigt werden, dass diese durch Tabakrauch induzierten Veränderungen durch reaktive Sauerstoffspezies vermittelt werden, denn es war möglich, sie durch Zugabe von Antioxidantien, insbesondere von Singulett-Sauerstoffängern, zu inhibieren. Die Rolle der verminderten Expression der Matrixmetalloproteinase bei durch Tabakrauch induzierter vorzeitiger Hautalterung wurde zudem kürzlich in *In-vivo*-Untersuchungen bestätigt. Mittels *real time*-PCR wurde nachgewiesen, dass der Gehalt an MMP-1 mRNA in der Haut von Rauchern signifikant höher ist als in der Haut von Nichtrauchern, wohingegen kein Unterschied beobachtet werden konnte, wenn die Expression des gewebespezifischen Inhibitors der Matrixmetalloproteinase-1 (TIMP-1) untersucht wurde.

Über weitere Mechanismen, die an der durch Tabakrauch induzierten vorzeitigen Hautalterung beteiligt sein könnten, gibt es bislang keine Informationen. Grundsätzlich kann aber davon ausgegangen werden, dass viele der zuvor für UV beschriebenen Mechanismen auch für die durch Tabakrauch induzierte Hautalterung relevant sind. So ist beispielsweise bekannt, dass in Lungenepithelzellen Tabakrauch in der Lage ist, mitochondriale DNS-Mutationen zu generieren. Auch wenn dies bislang noch nicht für kultivierte humane dermale Fibroblasten oder aber für die menschliche Haut *in vivo* gezeigt werden konnte, liegt doch zumindest die Vermutung nahe, dass ganz ähnliche Wirkungen auch für die Hautalterung von Bedeutung sein könnten. Eine weitere Aufklärung dieser Mechanismen ist für die exakte Beurteilung von kosmetischen Strategien, die die Haut vor einem vorzeitigen Alterungsprozess schützen sollen, von großer Bedeutung.

Infrarotstrahlung

Sonnenstrahlung, die auf die menschliche Haut auftrifft, umfasst einen Spektralbereich von 290 bis 4.000 nm und damit neben der ultravioletten Strahlung (290 bis 400 nm) auch sichtbares Licht (400 bis 700 nm) sowie Infrarotstrahlung (700 bis 4.000 nm) (Abb. 1). Zudem wird die menschliche Haut nicht nur natürlicher Infrarotstrahlung ausgesetzt, sondern auch Infrarotstrahlung aus künstlichen Strahlungsquellen. Hierzu gehören neben therapeutisch eingesetzten Infrarotbestrahlungsgeräten, die beispielsweise in der Physiotherapie oder bei der Krebsbehandlung als adjuvante Therapieprinzipien verwendet werden, auch die kontaminierende Infrarotbestrahlung, die von UVA-Bestrahlungsgeräten stammt, wie sie beispielsweise in Sonnenstudios verwendet werden. Man muss heute davon ausgehen, dass Infrarotstrahlung ähnlich wie auch UV-Strahlung in der Lage ist, eine Reihe von biologischen Wirkungen an der menschlichen Haut auszulösen. So konnte bereits vor mehr als 20 Jahren von Kligman erstmals gezeigt werden, dass eine chronische Infrarotbestrahlung in enthaarten Albinomeerschweinchen Hautveränderungen hervorruft, die klinisch

¹⁹ Vgl. Yin *et al.* (2000).

²⁰ Vgl. Yin *et al.* (2000).

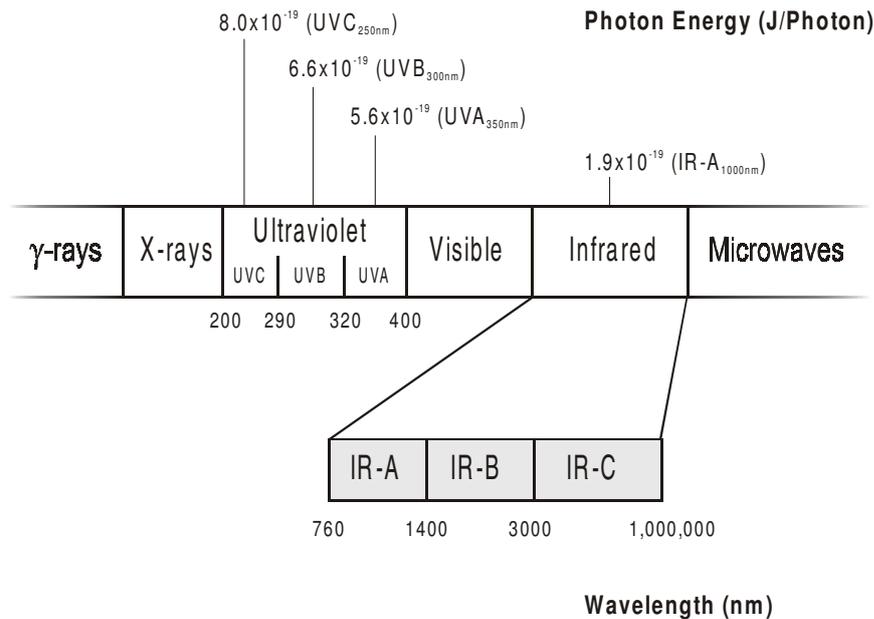


Abb. 1

und histologisch denjenigen entsprechen, die sich nach einer durch UV-Strahlung hervorgerufenen Elastose beobachten lassen.

Lange Zeit war die molekulare Grundlage dieser durch Infrarotstrahlung hervorgerufenen Hautalterung nicht bekannt. Neueste Untersuchungen von Mitarbeitern des IUF haben nun erstmals gezeigt, dass Infrarotstrahlung in der Lage ist, die Expression von Genen, die ursächlich am Lichtalterungsprozess der menschlichen Haut beteiligt sind, zu induzieren.²¹ So zeigte sich sowohl *in vitro* als auch *in vivo*, dass eine Bestrahlung kultivierter humaner Fibroblasten bzw. menschlicher Haut mit sehr niedrigen, physiologisch relevanten Dosen von Infrarot-A-Strahlung (760 bis 1.400 nm) zu einer signifikanten Induktion der Matrixmetalloproteinase-Expression auf mRNA- und Proteinebene kommt. Die weitere Analyse der zu Grunde liegenden molekularen Mechanismen dieser Genexpression ergab sodann, dass Infrarotstrahlung ein potenter Aktivator des MAP-Kinasen-Signalwegs ist.²² So führt eine Infrarotbestrahlung in humanen dermalen Fibroblasten zu einer Aktivierung der MAP-Kinasen ERK 1/2 und p38. Diese Aktivierung ist von funktioneller Bedeutung, denn eine Hemmung der ERK 1/2-Aktivierung mit Hilfe eines spezifischen Inhibitors verhinderte die durch Infrarotstrahlung induzierte Expression der Matrixmetalloproteinase-1.²³ Diese Untersuchungen zeigen, dass Infrarotstrahlung, ähnlich wie UV-Strahlung, in der Lage ist, molekulare Veränderungen in der menschlichen Haut hervorzurufen, die ursächlich zum beschleunigten Alterungsprozess beitragen können.

Ozon und andere Umwelttoxene

Da viele der in der Umwelt vorkommenden Noxen in der Lage sind, oxidativen Stress zu induzieren, ist es nahe liegend, dass neben UV-Strahlung, Tabakrauch und Infrarotstrahlung auch weitere Umweltfaktoren zum vorzeitigen Alterungsprozess der menschlichen

²¹ Vgl. Schieke *et al.* (2002).

²² Vgl. Schieke *et al.* (2002).

²³ Vgl. Schieke *et al.* (2002).

Haut beitragen. Ein Beispiel hierfür ist Ozon, das einer der Hauptbestandteile von Smog ist, wie er in stark verkehrsbelasteten Regionen während der sonnenreichen Jahreszeit auftritt. Ozon ist ein potentes Oxidans. Daher wurde eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt, um die biologische Wirkung von Ozon auf die menschliche Haut zu erfassen.²⁴ Untersuchungen an der Maushaut ergaben beispielsweise, dass eine Exposition mit Ozon zu einer Verminderung des Gehalts an Antioxidantien führt, die sich im *stratum corneum* nachweisen lassen.²⁵ Besonders empfindlich gegenüber einer Ozonexposition zeigte sich hier das im *stratum corneum* vorhandene Vitamin E. Interessanterweise wurden ähnliche Effekte auch nach einer UV-Bestrahlung beobachtet. Die Kombination aus UV und Ozon, die physiologisch hoch relevant ist, da es gerade in der sonnenreichen Jahreszeit zu einer vermehrten Ozonbildung in Gebieten mit einer hohen Verkehrsdichte kommt, zeigte eine weitere Potenzierung dieses Effektes. Neben den Wirkungen auf das Stratum corneum und die dort vorhandenen antioxidativen Systeme scheint Ozon aber auch Wirkungen auf tiefere Schichten der Haut ausüben zu können. Nach einer Ozonexposition von haarlosen Mäusen konnte in der Haut dieser Tiere eine 20fache Aufregulation des Hitzeschockproteins 27 sowie eine verzögerte Induktion des Hitzeschockproteins 70 und der Hämoxigenase-1 beobachtet werden. Zudem zeigte sich eine deutliche Aufregulation der Expression der Matrixmetalloproteinase-9, und zwar sowohl auf mRNA- als auch auf Proteinebene.²⁶ Obwohl diese Untersuchungen noch keinen direkten Zusammenhang mit einem vorzeitigen Alterungsprozess der menschlichen Haut aufzeigen, legen sie doch nahe, dass Ozon in der Lage ist, das antioxidative Potential der menschlichen Haut zu beeinflussen und auch in ihren tieferen Schichten Stressantworten hervorzurufen, die letztlich zu einem vorzeitigen Alterungsprozess beitragen können.

Ein weiterer Umweltfaktor, der von immer größer werdender Relevanz für die menschliche Gesundheit ist, sind Stäube. Obwohl zurzeit allgemein davon ausgegangen wird, dass feine und insbesondere ultrafeine Partikel nicht in die menschliche Haut eindringen können, weisen neuere Untersuchungen unserer Arbeitsgruppe darauf hin, dass zumindest eine follikuläre Penetration möglich ist. Die pathogenetische Bedeutung des Eindringens von feinen und ultrafeinen Partikeln in die Haarfollikel ist zurzeit noch unbekannt. In diesem Zusammenhang ist auch wichtig, dass diese hautphysiologischen Untersuchungen bisher ausschließlich an Menschen mit intakter Hautbarriere durchgeführt worden sind. Es ist gut vorstellbar, dass im Falle einer geschädigten Barriere, wie sie sich z. B. bei Personen mit atopischer Diathese findet, eine Partikelpenetration stattfindet, die über die ausschließlich follikuläre Route hinausgeht. Da feine und insbesondere ultrafeine Partikel auf Grund ihrer großen Oberfläche sehr gut in der Lage sind, oxidative Prozesse zu induzieren, ist es zumindest theoretisch vorstellbar, dass sie ebenfalls zu einem vorzeitigen Alterungsprozess der menschlichen Haut beitragen können. Diese Hypothese wird zurzeit in aktuellen Untersuchungen überprüft.

Abschließende Bemerkungen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in den letzten Jahren enorme Fortschritte erzielt worden sind bei der Aufklärung der molekularen Mechanismen, durch die Umweltfakto-

²⁴ Vgl. Weber *et al.* (2001).

²⁵ Vgl. Weber *et al.* (2001).

²⁶ Vgl. Weber *et al.* (2001).

ren die menschliche Haut vorzeitig altern lassen. Die hierbei am Modellorgan Haut gewonnenen Erkenntnisse sind in mehrfacher Hinsicht für andere Organsysteme von Bedeutung und haben zu einem besseren generellen Verständnis grundlegender molekularer Alterungsprozesse beigetragen. Eine wesentliche Aufgabe der Forschung der nächsten Jahre wird es sein, die bislang gemachten Beobachtungen zu einem Gesamtkonzept zusammenzufügen, das es erlaubt, Epiphänomene von kausal bedeutenden Veränderungen zu unterscheiden. Dies wiederum wird es ermöglichen, die Bemühungen um die Entwicklung effektiver protektiver und vielleicht auch verjüngend wirkender Maßnahmen auf eine wissenschaftlich fundierte, rationale Basis zu stellen.

Bibliographie

- BERNEBURG, M., H. PLETTENBERG und J. KRUTMANN. „Photoaging of human skin“, *Photodermatology, Photoimmunology, Photomedicine* 16 (2000), 239-244.
- BERNEBURG, M., N. GATTERMANN, H. STEGE, M. GREWE, K. VOGELSANG, T. RUZICKA und J. KRUTMANN. „Chronically ultraviolet-exposed human skin shows a higher mutation frequency of mitochondrial DNA as compared to unexposed skin and the hematopoietic system“, *Photochemistry and Photobiology* 66 (1997), 271-275.
- BERNEBURG, M., S. GREYER-BECK, V. KÜRTEEN, T. RUZICKA, K. BRIVIBA, H. SIES und J. KRUTMANN. „Singlet oxygen mediates the UVA-induced generation of the photoaging-associated mitochondrial common deletion“, *Journal of Biological Chemistry* 274 (1999), 15345-15349.
- FISHER, G. J., Z. Q. WANG, S. C. DATTA, J. VARANI, S. KANG und J. J. VORHEES. „Pathophysiology of premature skin aging induced by ultraviolet light“, *New England Journal of Medicine* 337 (1997), 1419-1428.
- LEVINE, R. L. und E. R. STADTMAN. „Oxidative modification of protein during ageing“, *Experimental Gerontology* 36 (2001), 1495-1502.
- MERKER, K., O. ULLRICH, N. SITTE und T. GRUNE. „Stability of the nuclear protein turnover during cellular senescence of human fibroblasts“, *FASEB Journal* (demnächst).
- SCHIEKE, S., H. STEGE, V. KÜRTEEN, S. GREYER-BECK, H. SIES und J. KRUTMANN. „Infrared A radiation-induced matrix metalloproteinase-1 expression is mediated through ERK1/2 activation in human dermal fibroblasts“, *Journal of Investigative Dermatology* 119 (2002), 1323-1329.
- WEBER, S. U., N. HAN und L. PACKER. „Ozone: An emerging oxidative stressor to skin“, *Current Problems in Dermatology-US* 29 (2001), 52-61.
- YANO, K., H. OURA und M. DETMAR. „Targeted overexpression of the angiogenesis inhibitor thrombospondin-1 in the epidermis of transgenic mice prevents ultraviolet-B-induced angiogenesis and cutaneous photo-damage“, *Journal of Investigative Dermatology* 118 (2002), 800-805.
- YIN, L., A. MORITA und T. TSUJI. „Alterations of extracellular matrix induced by tobacco smoke extract“, *Archives of Dermatological Research* 292 (2000), 188-194.

Klaus Schulze-Osthoff

In tödlicher Mission: Apoptose, Killerproteasen und Erkrankungen

*Denn wir sind nur die Schale und das Blatt.
Der große Tod, den jeder in sich hat,
das ist die Frucht, um die sich alles dreht.*

R. M. Rilke

In jeder Sekunde sterben Millionen Zellen unseres Körpers, damit andere leben. Dieser altruistische, selbstzerstörerische Prozess ist notwendig, um nutzlose, alte und gefährliche Zellen zu eliminieren. Der auch als Apoptose bezeichnete programmierte Zelltod ist ein physiologischer Vorgang, den die Zelle selbst reguliert. Liegt eine Fehlsteuerung dieses Selbstmordprogramms vor, sterben also zu viele oder zu wenige Zellen, so entstehen Krankheiten wie Krebs, Alzheimer, AIDS oder Leberversagen. Das neue Institut für Molekulare Medizin versucht, die molekularen Grundlagen bei der Apoptose zu verstehen, um hierdurch neue Ansätze für die Therapie von verschiedenen Krankheiten zu finden.

Einleitung

Es klingt paradox, aber der Zelltod ist für das Überleben eines vielzelligen Organismus genauso wichtig wie Zellteilung. Überflüssig gewordene, infizierte, transformierte oder verletzte Zellen müssen eliminiert werden. So wie bei der Stimulierung einer Zelle zur Teilung eine Sequenz biochemischer Schritte im Zellinneren angeschaltet werden muss, existieren auch für das Sterben einer Zelle feststehende und definierte intrazelluläre Signalwege. Die Aufgabe, potentiell gefährliche Zellen rechtzeitig zu entfernen, wird von einer komplexen Maschinerie, der Apoptose, übernommen, die auch als programmierter Zelltod bezeichnet wird. Die Apoptose ist ein spezielles Selbstmordprogramm, das binnen weniger Stunden zur kompletten Elimination der betroffenen Zelle führt. Die aus dem Griechischen stammende Bezeichnung Apoptose beschreibt das Abfallen der Blätter im Herbst und gibt damit einen bildlichen Vergleich für das altruistische Absterben einzelner Zellen zum Wohle des Gesamtorganismus. Vielseitige Signale können Apoptose auslösen oder blockieren. Apoptose hat also viele Facetten: zum einen ist der Zelltod für die korrekte Entwicklung ebenso wichtig wie die Zellteilung, zum anderen müssen Zellen ausgesondert werden, die ihre Funktion erfüllt haben oder eine potentielle Gefährdung für den Gesamtorganismus darstellen. Im Erwachsenenalter muss unser Körper täglich an die zehn Milliarden Zellen beiseite schaffen. Ohne programmierten Zelltod hätte ein 80-Jähriger rund zwei Tonnen Knochenmark und eine Darmlänge von 16 Kilometern.

Warum sterben manche Zellen frühzeitig?

Die ursprüngliche Funktion des programmierten Zelltods liegt vermutlich in der Beseitigung von Zellen, die mit Pathogenen infiziert sind: Die infizierte Zelle tötet sich rechtzei-

tig, um die Zellen in der Nachbarschaft vor einer Infektion zu schützen. Diese Methode der Verteidigung gegen Infektionen findet man sowohl bei einzelligen als auch bei vielzelligen Organismen. Der altruistische Selbstmord von Einzellern wird als der Beginn des programmierten Zelltods angesehen. So kann sich ein mit Bakteriophagen infiziertes Bakterium umbringen, bevor Nachkommen der Bakteriophagen produziert werden. Die für die Selbstzerstörung kodierenden Allele werden von den Verwandten, die ihr Überleben der selbstmörderischen Zelle verdanken, weitergetragen.

Durch die enge Beziehung von Virus und Wirtszelle wurden in einem evolutionären Wechselspiel neue und verfeinerte Abwehrstrategien gebildet. So versuchen tierische Zellen bei viralen Infektionen, Apoptoseprogramme zu aktivieren, um die Vermehrung der Viren zu stoppen. Viren haben aber auch hier wie bei anderen zellulären Verteidigungsmechanismen Gegenstrategien entwickelt. Viele Viren können die Apoptose der Wirtszelle an verschiedenen Stellen innerhalb der Apoptosewege blockieren und so Nachkommen produzieren.

Später hat der programmierte Zelltod in vielzelligen Organismen auch andere Funktionen übernommen. Wie beim Hausbau ein Gerüst erstellt wird, das nach Fertigstellung der Grundmauern und des Daches wieder entfernt werden muss, so müssen die Zellen des Embryos, die vorübergehend Stütz- oder andere Hilfsfunktionen ausübten, später beseitigt werden. Diese Funktion übernimmt der programmierte Zelltod. Ohne ihn könnten nur kugelförmige Organismen entstehen. So werden bei Wirbeltieren während der Embryonalentwicklung durch Apoptose die Interdigitalzellen der Finger und Zehen entfernt oder die Nasenlöcher gebildet. Die Formen werden sozusagen wie bei einer Skulptur herausgeschnitten. Nach dem gleichen Mechanismus verschwindet der Schwanz der Kaulquappe bei der Reifung zum erwachsenen Froschlurch.

In Geweben besteht ein regulierendes Gleichgewicht zwischen Zellteilung und Zellsterben. Gut beobachtbar ist dies in sich ständig erneuernden Geweben, wie dem Darmepithel und den oberen Hautschichten. Apoptose spielt dabei die komplementäre Rolle zur Mitose in der Regulation der Zellzahl. Störungen innerhalb dieses Gleichgewichts führen zu Missbildungen und Erkrankungen. Beim erwachsenen Menschen entstehen jede Sekunde etwa 10.000 Zellen durch Mitose, und eine ähnliche Anzahl wird durch Apoptose entfernt.

Im Dienste mehrzelliger Strukturen leistet sich die Natur daher offenbar einen sehr verschwenderischen Umgang. Dies zeigt sich auch bei der Entwicklung eines effektiven Immunsystems. Sich entwickelnde Lymphozyten rearrangieren ihre Antigen-Rezeptor-Gene. Nur Rezeptoren, die von funktionell rearrangierten Genen kodiert werden, gelangen an die Zelloberfläche. Lymphozyten, die fremde Antigene erkennen könnten, müssen erhalten werden (positive Selektion); Lymphozyten, die körpereigene Strukturen erkennen, müssen eliminiert werden (negative Selektion). So werden nur Lymphozyten mit geeigneter Antigen-Spezifität am Leben erhalten. Die Mehrheit der Lymphozyten, etwa 75 Prozent der B-Lymphozyten-Vorläufer und 95 Prozent der T-Lymphozyten-Vorläufer, werden während der Entwicklung durch Apoptose eliminiert.

Apoptose tritt aber nicht nur bei der Entwicklung des Immunsystems auf, sie ist auch für seine optimale Funktion unerlässlich. Bei einer Infektion regen Moleküle des Erregers (Fremdantigene) die Lymphozyten zur Reifung an, um das infektiöse Agens zu bekämpfen. Aktivierte zytotoxische T-Lymphozyten töten virusinfizierte Zellen, indem sie in diesen spezifisch Apoptose induzieren. Wenn die Erreger schließlich beseitigt sind, muss die

Immunantwort abgeschaltet werden, da die stimulierten Lymphozyten weiterhin für den Organismus potentiell gefährliche Zytokine produzieren und sezernieren würden. Auch hier hilft wieder Apoptose. Am Ende einer Immunreaktion bringen sich die aktivierten T-Lymphozyten entweder selbst oder gegenseitig um. Die Zellzahl der peripheren Lymphgewebe kommt so wieder in den Ausgangszustand. Ein weiteres eindrucksvolles Beispiel für die Steuerung durch Apoptose ist die Entwicklung des Nervensystems. Ohne Nervenzellwachstumsfaktor stirbt etwa die Hälfte der Neuronen. Funktionierende neuronale Verbindungen im Gehirn werden gewissermaßen aus einer großen Zellmasse herausgeschnitzt.

Apoptose: ein perfekter Selbstmord

In vielzelligen Organismen unterscheidet man zwei Formen des Zelltodes, die Apoptose und die Nekrose. Zelltod, wie er unter anderem bei mechanischen Verletzungen, Verlust der Blutzufuhr oder manchen Infektionen auftritt, zeigt das Bild einer Nekrose.¹ Die Membranen werden zerstört. Dabei fallen die Ionenpumpen aus, so dass Calcium- und Natrium-Ionen in die Zellen einfließen und sie zum Platzen bringen. Der Zellinhalt, der nun auch freie lysosomale Enzyme enthält, läuft in umliegendes Gewebe und lockt Zellen des Immunsystems an, so dass eine Entzündungsreaktion folgt.

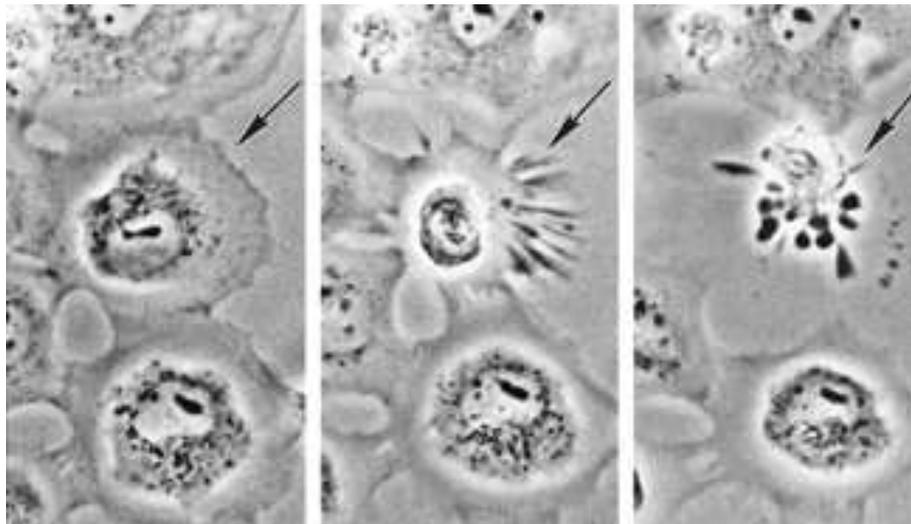


Abb. 1: Zeitverlauf der Apoptose. Die mit einem Pfeil markierte Tumorzelle zeigt typische Veränderungen wie Zellschrumpfung, Membranausstülpungen und die Ablösung vom Untergrund und Zellverband.

Im Gegensatz zur Nekrose, einer eher passiven Form der Zellschädigung, bei der die Zelle anschwillt und platzt, schrumpft die apoptotische Zelle und löst sich von Nachbarzellen (Abb. 1). Unter dem Mikroskop sieht der Todeskampf der Zellen während der Apoptose recht dramatisch aus und folgt einer definierten Choreographie. Ist die Apoptose einmal in Gang gesetzt, sterben die Zellen oft innerhalb weniger Minuten. Kurz nachdem das Signal empfangen wurde, das der Zelle befiehlt, Selbstmord zu begehen, zerbricht der Zellkern in viele kleine Fragmente. Die Zelle beginnt quasi zu kochen und schnürt

¹ Vgl. Schulze-Osthoff *et al.* (1994a) und Los *et al.* (2002).

kleine Bläschen (so genannte apoptotische Körperchen) ab, die schließlich von benachbarten Fresszellen aufgenommen und vertilgt werden. Die Beseitigung der Zellüberreste verhindert gleichzeitig, dass intrazelluläre Bestandteile freigesetzt werden und eine Entzündungsreaktion hervorrufen können. Ein perfekter Selbstmord also, der keine Spuren hinterlässt und den Pathologen vermutlich gerade deshalb für lange Zeit verborgen blieb. In der Regel erscheint als spätes Merkmal der Apoptose eine Spaltung der chromosomalen DNA zuerst in große Fragmente und darauf in kleinere Fragmente, bestehend aus Multimeren von ungefähr 180 Basenpaaren.² Bei der Apoptose werden spezifische Endonukleasen aktiviert, die die DNA zwischen den Nukleosomen schneiden.³ Methodisch kann Apoptose daher leicht anhand einer charakteristischen DNA-Leiter bestimmt und von Nekrose unterschieden werden.

Was treibt eine Zelle in den Selbstmord? Bei der Apoptose setzt ein genetisch gesteuertes Programm den gezielten Selbstmord in Gang. Obwohl bereits im vorletzten Jahrhundert der programmierte Zelltod beschrieben wurde, hat es bis kürzlich gedauert, die genetische Steuerung der Apoptose zu identifizieren. Eine Zelle geht in die Apoptose, wenn ihr positive Signale entzogen werden, die sie für ihr Überleben benötigt, oder wenn ihr ein internes oder externes negatives Signal den Selbstmord befiehlt. Zu diesen negativen Signalen, die die Apoptose auslösen können, gehören die Besetzung von Rezeptoren auf der Zelloberfläche mit bestimmten Botenstoffen, erhöhte Spiegel von toxischen Substanzen oder mutagene Agenzien. Hohe Dosen von UV- oder Röntgenstrahlung wie auch verschiedene chemische Substanzen führen zu einer Schädigung des genetischen Materials der Zellen.⁴ Diese haben dann die Wahl zwischen einer DNA-Reparatur oder – bei irreparablen Schäden – der Apoptose. Damit wird verhindert, dass Genomdefekte im Organismus verbleiben und an Tochterzellen weitergegeben werden. Nicht alle Zelltypen sterben als Antwort auf denselben Stimulus. Ob eine Zelle apoptotisch wird, hängt zusätzlich von inneren Faktoren ab, wie zum Beispiel dem Differenzierungszustand, der Position im Zellzyklus oder der Genaktivierung.

Interessanterweise laufen alle bisher bekannten Apoptosewege auf der Ebene der Caspasen zusammen, die als eigentliche Vollstreckerenzyme den Zelltod verursachen.⁵ Caspasen sind Cysteinproteasen mit einem Cystein im aktiven Zentrum. Sie spalten ihre Substrate hinter einem Aspartatrest. Der Name setzt sich zusammen aus „C“ für „Cystein“ und „aspase“ von „aspartatspaltend“. Die Caspasen stellen eine Klasse von Enzymen dar, die nicht nur Funktionen bei der Apoptose besitzen.⁶ Beim Menschen sind elf verschiedene Caspasen bekannt. In der Zelle liegen die Caspasen als inaktive Vorläuferproteine (Procaspasen) vor, die aus einer großen und kleinen Unterheit bestehen (Abb. 2). Diese werden nach der Induktion von Apoptose gespalten und lagern sich schließlich zu einem aktiven Enzymkomplex zusammen. Die Caspasen aktivieren sich gegenseitig in einer komplexen Hierarchie. Vergleichbar den Enzymkaskaden der Blutgerinnung oder des Komplementsystems, wird durch die Aktivierung der Caspase-Signalkaskade eine lawinenartige Verstärkung des initialen Signals erreicht. Am Endpunkt der Kaskade stehende Caspasen zerlegen das Zellgerüst und die Kernmatrix. Sie aktivieren die Endonukleasen, die zur Entstehung der

² Vgl. Schulze-Osthoff *et al.* (1994b).

³ Vgl. Los *et al.* (2000)

⁴ Vgl. Wesselborg *et al.* (1999) und Stepczynska *et al.* (2001).

⁵ Vgl. Los *et al.* (1999).

⁶ Vgl. Los *et al.* (2001).

charakteristischen apoptischen DNA-Leiter führen. Sie spalten Proteine, die bei der intrazellulären Signalübertragung entscheidende Funktionen übernehmen, und Proteine, die die Reparatur der DNA verhindern.⁷ Durch die Zerstörung lebenswichtiger Strukturproteine und Enzyme sind die Caspasen für die morphologischen und biochemischen Merkmale der Apoptose verantwortlich.

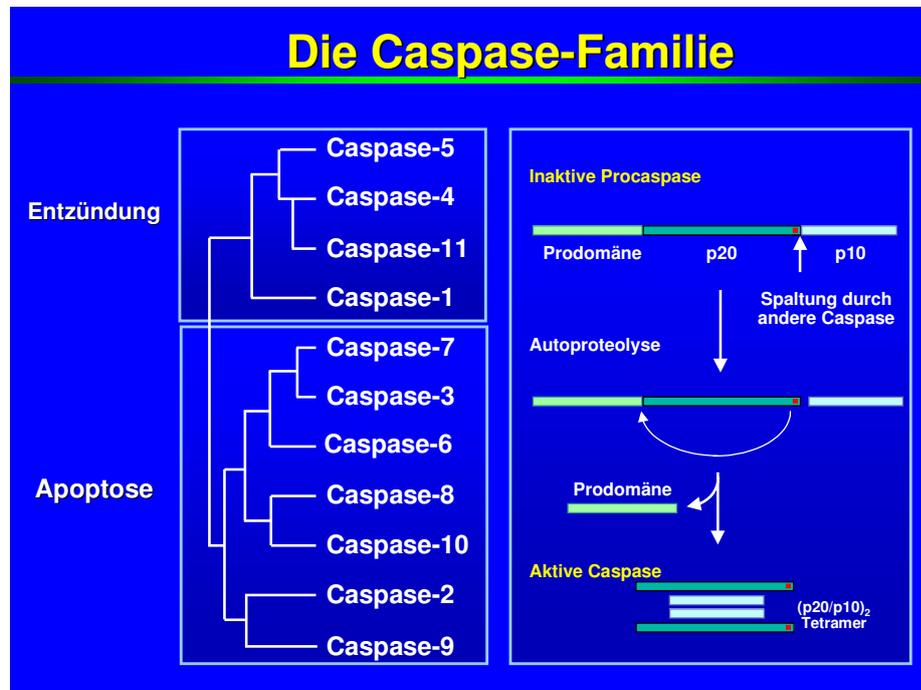


Abb. 2: Die Caspase-Familie. Caspasen können in Proteasen mit Funktionen in der Entzündungsregulation und in der Apoptose unterteilt werden. Links dargestellt ist ein Dendrogramm, das die phylogenetische Verwandtschaft der Caspasen widerspiegelt. Caspasen liegen in der Zelle als inaktive Enzyme vor. Die Aktivierung erfolgt in zwei Schritten, wobei zunächst eine proteolytische Spaltung zwischen den beiden Untereinheiten und anschließend eine Abspaltung der Prodomäne erfolgt.

Signalübertragung in der Apoptose

Im Folgenden sollen die intrazellulär ablaufenden Signalwege nach der Aktivierung der Apoptose beschrieben werden (Abb. 3). Abhängig von der Art des auslösenden Reizes können verschiedene Wege die Apoptose einleiten. Im Immunsystem wird Apoptose zu meist ausgelöst durch Todesrezeptoren auf der Zellmembran, die durch andere Proteine (so genannte Liganden) gebunden und aktiviert werden.⁸ Am besten untersucht ist die Apoptose, die durch den CD95-Rezeptor vermittelt wird.⁹ Bei Aktivierung des Rezeptors lagert sich intrazellulär das Adaptorprotein FADD an den Rezeptor, wodurch die noch inaktive Caspase-8 zum Rezeptor rekrutiert werden kann. Dieser hochmolekulare Signalkomplex

⁷ Vgl. Wang *et al.* (1997) und Fischer *et al.* (2003).

⁸ Vgl. Daniel *et al.* (2001) und Held und Schulze-Osthoff (2001).

⁹ Vgl. Schulze-Osthoff *et al.* (1998).

wird als DISC (*death-inducing signaling complex*) bezeichnet und löst die Aktivierung der Caspase-8 aus, wodurch die gesamte Caspase-Kaskade angestoßen wird.¹⁰

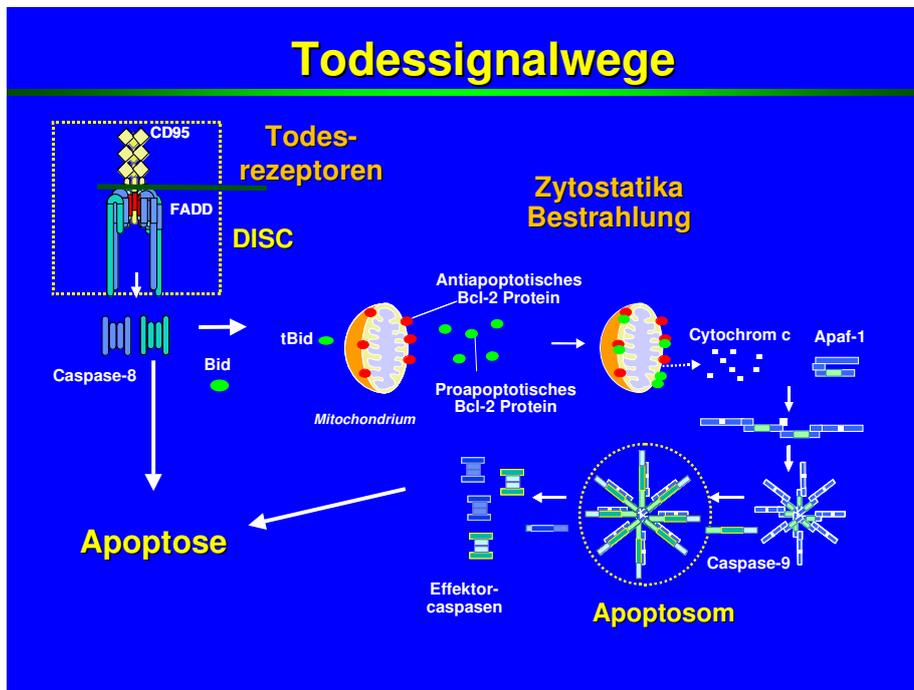


Abb. 3: Signaltransduktion in der Apoptose. Zwei verschiedene Signalwege sind bekannt, die entweder durch Todesrezeptoren auf der Zelloberfläche oder durch Mitochondrien reguliert werden. In der rezeptorvermittelten Apoptose assoziiert sich nach Bindung eines Liganden zunächst das Adaptorprotein FADD, das die Initiatorcaspase-8 bindet und aktiviert, mit dem Rezeptor. Ein Schlüsselschritt im mitochondrial vermittelten Signalweg ist die Freisetzung von Cytochrom c, die durch Bcl-2 Proteine reguliert wird. Cytochrom c bindet im Cytosol an das Adaptorprotein Apaf-1 und bildet zusammen mit der Caspase-9 das Apoptosom. Die Aktivierung der proximalen Caspase-8 und -9 führt zur Aktivierung von Effektorcaspasen, die durch Spaltung von lebenswichtigen zellulären Proteinen schließlich den Zelltod verursachen.

Bei einem anderen Signalweg, der durch toxische Substanzen oder den Mangel an Überlebensfaktoren aktiviert wird, sind Mitochondrien die zentralen Schaltstellen.¹¹ Bislang waren diese Organellen ausschließlich als Kraftwerke der Zellen bekannt. In ihrem Kompartiment zwischen äußerer und innerer Mitochondrienmembran beinhalten sie jedoch zahlreiche proapoptotische Faktoren. Interessanterweise ist ein zentrales Protein der mitochondrialen Atmungskette, das Cytochrom c, gleichzeitig ein Schlüsselfaktor für die Auslösung der Apoptose. Wird nämlich Cytochrom c aus den Mitochondrien freigesetzt oder sind Todesrezeptoren aktiviert und auf der Zellmembran durch ihre Liganden besetzt, kommt es zu einer Aktivierung von zerstörerischen Caspasen, die zahlreiche lebensnotwendige Proteine verdauen und die apoptotische Zelle auf die Phagozytose durch Fresszellen vorbereiten.¹² Die mitochondriale Freisetzung von Cytochrom c wird durch Proteine der Bcl-2 Familie in Schach gehalten. Antiapoptotische Bcl-2 Proteine sind interessanter-

¹⁰ Vgl. Los *et al.* (1995) und Los *et al.* (1999).

¹¹ Vgl. Schulze-Osthoff *et al.* (1993) und Pinton *et al.* (2000).

¹² Vgl. Lauber *et al.* (2003).

weise in vielen Tumoren vermehrt exprimiert. Nach jüngeren Untersuchungen kommt es bei Freisetzung von Cytochrom c zu einer Apoptose fördernden Ausbildung eines hochmolekularen Komplexes, der aus Cytochrom c, Caspase-9 und dem Adaptorprotein Apaf-1 besteht und als Apoptosom bezeichnet wird. Die Apoptosomenbildung führt schließlich zur Aktivierung von Caspase-9, wodurch nach dem Schneeballprinzip andere Caspasen aktiviert werden und die irreversible Todeskaskade in Gang gesetzt wird.

Apoptosestörungen führen zu Krankheiten

Das gegenwärtig große Interesse der Lebenswissenschaften an der Apoptose zeigt sich am besten durch die Anzahl der Publikationen zu diesem Thema: waren es Anfang der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts nur 20 bis 30 Arbeiten, die jährlich in Fachzeitschriften veröffentlicht wurden, so sind es mittlerweile 10.000 pro Jahr. Was macht die Apoptose zu einem derart begehrten Objekt wissenschaftlicher Neugier? Beim Gesunden geht die Apoptose gewissermaßen lautlos vonstatten. Nicht so bei vielen Erkrankungen, die nach neuester Erkenntnis unter anderem eines gemeinsam haben: die Fehlsteuerung der Apoptose. Man kann viele Krankheiten danach einteilen, ob sie mit beschleunigtem oder verlangsamtem Zelltod einhergehen.¹³ Zuviel Apoptose gibt es vermutlich bei AIDS, Hirn- und Herzinfarkt, virusbedingter Leberentzündung oder bei neurodegenerativen Erkrankungen wie der Alzheimerschen oder der Parkinsonschen Erkrankung (Abb. 4). Zuwenig Apoptose hingegen spielt vermutlich eine wichtige Rolle bei der Krebsentstehung und bei Autoimmunerkrankungen.

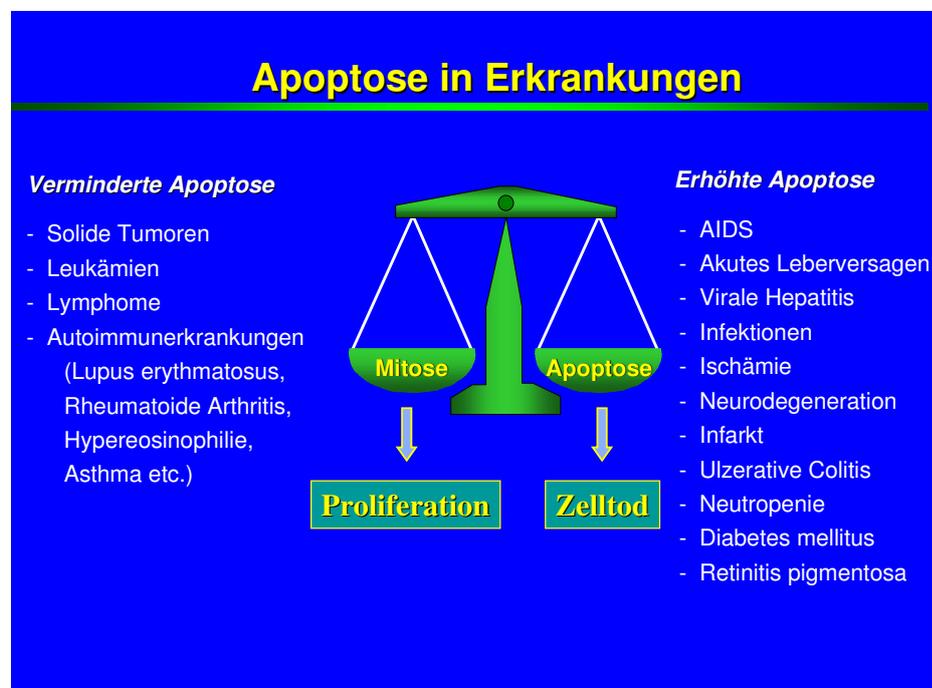


Abb. 4: Erkrankungen mit Störungen der Apoptose.

Mutagene Agenzien induzieren DNA-Schäden. Als Antwort auf DNA-Schäden wird ein Protein, das so genannte p53, aktiviert. Das p53-Gen ist in vielen menschlichen Tumo-

¹³ Vgl. Bantel und Schulze-Osthoff (1999).

ren mutiert und kodiert für einen Transkriptionsfaktor. Das normale p53-Protein übt eine Kontrollfunktion in der geschädigten Zelle aus. Wenn der DNA-Schaden gering ist, sorgt p53 dafür, dass die Zelle Zeit gewinnt, den Schaden zu reparieren. Ist der Schaden aber irreparabel, treibt p53 die Zelle in den Tod, es induziert Apoptose. So wird sichergestellt, dass sich mutierte Zellen nicht vermehren. Ist p53 defekt, so sammeln sich Mutationen an, die zur Tumorentstehung beitragen können.

Tumorzellen tragen an ihrer Oberfläche oft Proteine, die bei der gesunden Vorläuferzelle nicht vorhanden sind. Cytotoxische T-Lymphozyten können in der Regel die Tumorzelle an diesen zusätzlichen Oberflächenproteinen erkennen und töten sie durch Induktion von Apoptose. Ein Mechanismus dabei ist die Aktivierung des CD95-Todesrezeptors, falls die Zielzelle diesen exprimiert. Der CD95-Ligand des zytotoxischen T-Lymphozyten induziert durch Bindung an das CD95-Molekül der Tumorzelle den apoptotischen Signalweg. Es gibt nun Hinweise auf Fälle, in denen die Tumorzelle selbst Apoptose induzieren kann. Sie exprimiert Todesfaktoren, wie zum Beispiel den CD95-Liganden. Die Tumorzelle hat damit die Fähigkeit gewonnen, cytotoxische T-Lymphozyten, die im Normalfall die Tumorzelle vernichten würden, zu töten: Der Tumor geht zum Gegenangriff über; er vernichtet das Verteidigungssystem des Körpers mit seinen eigenen Waffen.

Diagnostische und therapeutische Ansatzpunkte in der Apoptose

Dass eine fehlerhafte Apoptose bei vielen Krankheitsprozessen eine Rolle spielt, ist noch nicht lange bekannt. Dies liegt vor allem daran, dass Apoptose *in vivo* sehr schwer nachzuweisen ist. Die apoptotischen Zellen werden schon bei der Bildung der apoptotischen Körperchen vom Makrophagensystem erkannt und relativ schnell beseitigt. Eine direkte Apoptosediagnose ist daher nur möglich, wenn man in noch lebenden Zellen Apoptosemarker nachweist, die sehr früh – also bevor die apoptotischen Zellen von Makrophagen erkannt und entfernt werden – angeschaltet werden. Gegenwärtige Nachweismethoden basieren vor allem auf der Messung der Externalisierung von Phosphatidylserin und des Auftretens der DNA-Doppelstrangbrüche. Die Aktivierung der Caspasen geht diesen nachweisbaren apoptotischen Veränderungen voraus und kann bereits in intakten Zellen gemessen werden. Mit einem derartigen Caspasenachweis ist es seit kurzem möglich, eine Apoptoseaktivierung in intakten Zellen des Patienten nachzuweisen.¹⁴ Es kann zum Beispiel festgestellt werden, wann und unter welchen Bedingungen Zytostatika in welchen Zellen Apoptose auslösen.

Natürlich ist es eine nahe liegende Idee, Krebszellen wieder empfänglich für den Selbstmord zu machen. Schon heute ist bekannt, dass Medikamente, die zur Behandlung von Tumoren eingesetzt werden, einen Großteil ihrer Wirkung indirekt über Apoptose entfalten. Umgekehrt sind manche Tumorzellen resistent gegenüber der Chemo- oder Bestrahlungstherapie – gerade weil bei ihnen die Apoptose nicht funktioniert.¹⁵ Man denkt nun darüber nach, das gestörte Apoptoseprogramm wieder in Gang zu bringen.¹⁶ Die Erforschung dieser Mechanismen wird Wege aufzeigen, wie man Krebszellen gezielt dazu bringen kann, Selbstmord zu begehen. Gelänge es, die Schaltpläne der Apoptoseprogramme exakt aufzuklären, fände man sehr wahrscheinlich therapeutische Angriffspunkte, um gezielt und

¹⁴ Vgl. Bantel *et al.* (2000) und Renz *et al.* (2001).

¹⁵ Vgl. Jänicke *et al.* (2001) und Ferrari *et al.* (1998).

¹⁶ Vgl. Friedrich *et al.* (2001) und Belka *et al.* (2001).

direkt Apoptose auszulösen und dadurch die Achillessehne eines Tumors zu treffen. Auch könnten solche Erkenntnisse dazu genutzt werden, um schon vor der Behandlung eines Tumors festzustellen, ob die Tumorzellen überhaupt auf bestimmte Zytostatika reagieren.

Anders als bei Tumoren kann auch eine vorzeitige oder verstärkte Apoptose pathologische Zustände verursachen. Hierzu gehören unter anderem Anämien, multiple Sklerose oder Zelluntergänge nach Schlaganfällen, Herzinfarkten und neurodegenerativen Erkrankungen. Beispielsweise verfügt das Nervengewebe über eine äußerst begrenzte Regenerationsfähigkeit, so dass sich der Zelltod dort besonders dramatisch auswirkt. In den letzten Jahren wurde deutlich, dass der Untergang von Nervenzellen bei Krankheiten wie Alzheimerscher Demenz, Creutzfeld-Jacob-Syndrom oder Morbus Parkinson durch apoptotischen Zelltod bewirkt wird.

„Zu viel“ Apoptose ist auch für das Absterben von T-Helferzellen bei einer HIV (Humanes Immunschwächevirus)-Infektion verantwortlich. Das HI-Virus befällt T-Helferzellen des Immunsystems, die infolge der Infektion sowie einer übermäßigen Apoptosereaktion in einem so großen Ausmaß zu Grunde gehen, dass der Patient bereits an einer eigentlich harmlosen Sekundärinfektion stirbt. Schon lange beobachten Forscher, dass im Körper AIDS-Kranker auch dann Immunzellen sterben, wenn die Zellen gar nicht selbst mit dem AIDS-Virus infiziert sind. Offenbar sind die Immunzellen in Gegenwart des Virus anfälliger für Apoptosesignale. Eine erhöhte Apoptose spielt vermutlich ebenso eine wichtige Rolle bei viralen Leberschädigungen, wie der HBV- und HCV-Infektion.¹⁷ Es zeigte sich, dass die Apoptose auslösenden Caspasen bereits in sehr frühen Stadien der Leberentzündung in drastischem Ausmaß aktiviert sind. Der Nachweis der Caspase-Aktivität könnte demnach diagnostisch genutzt werden, um eine apoptotische Leberschädigung bereits frühzeitig zu erkennen.¹⁸

Natürlich ist es wünschenswert, Wirkstoffe zu entwickeln, die sehr effizient Caspasen hemmen und dadurch eine erhöhte Apoptose blockieren können. Aber auch ganz andere Nutzungsmöglichkeiten liegen nahe. Es erwies sich beispielsweise, dass Caspase-Inhibitoren eingefrorene Zellen und Gewebe, die im Rahmen der Knochenmarks- und Gewebetransplantation eingesetzt werden, länger lebensfähig erhalten.¹⁹ In vielen Pharma- und Biotech-Unternehmen wird daher intensiv nach pharmakologischen Apoptosehemmstoffen gesucht. Die molekulare Kenntnis der Apoptoseregulation hat schon jetzt unser Verständnis vieler Krankheitsbilder revolutioniert. Mit Sicherheit ist jedoch ein *dead end* in der Apoptoseforschung noch lange nicht in Sicht.

Bibliographie

- BANTEL, H. und K. SCHULZE-OSTHOFF. „Disturbance of apoptosis in the course of disease“, *Biomedical Progress* 12 (1999), 75-80.
- BANTEL, H., P. RUCK und K. SCHULZE-OSTHOFF. „In situ monitoring of caspase activation and apoptosis in hepatobiliary diseases“, *Cell Death & Differentiation* 7 (2000), 504-505.
- BANTEL, H., A. LÜGERING, C. POREMBA, N. LÜGERING, W. DOMSCHKE und K. SCHULZE-OSTHOFF. „Caspase activation correlates with the degree of inflammatory liver injury in chronic hepatitis C virus infection“, *Hepatology* 34 (2001), 758-767.

¹⁷ Vgl. Bantel und Schulze-Osthoff (2003).

¹⁸ Vgl. Bantel *et al.* (2001).

¹⁹ Vgl. Stroh *et al.* (2002).

- BANTEL, H. und K. SCHULZE-OSTHOFF . „Apoptosis in hepatitis C virus infection“, *Cell Death & Differentiation* 10 (2003), 48-58.
- BELKA, C., P. MARINI, B. SCHMIDT, J. RUDNER, H. FALTIN, M. BAMBERG, K. SCHULZE-OSTHOFF und W. BUDACH . „Combined effects of ionizing radiation and TRAIL on human lymphoma cells“, *Oncogene* 20 (2001), 2190-2196.
- DANIEL, P. T., T. WIEDER, I. STURM und K. SCHULZE-OSTHOFF. „The kiss of death: promises and failures of death receptor and ligands in cancer therapy“ *Leukemia* 15 (2001), 1022-1032.
- FERRARI, D., A. STEPZYNSKA, M. LOS, S. WESSELBORG und K. SCHULZE-OSTHOFF. „Differential regulation and ATP requirement for caspase-8 and -3 activation during CD95- and anticancer drug-induced apoptosis“, *Journal of Experimental Medicine* 188 (1998), 979-984.
- FISCHER, U., R. U. JÄNICKE und K. SCHULZE-OSTHOFF. „Many cuts to ruin: a comprehensive update of caspase substrates“, *Cell Death & Differentiation* 10 (2003), 76-100.
- FRIEDRICH, K., T. WIEDER, T., C. VON HAEFEN, R. JÄNICKE, K. SCHULZE-OSTHOFF, B. DÖRKEN und P. T. DANIEL. „Retroviral gene transfer of caspase-3 restores sensitivity for drug-induced apoptosis in breast cancer cells with acquired drug resistance“, *Oncogene* 20 (2001), 2749-2760.
- HELD, J. und K. SCHULZE-OSTHOFF . „Potential and caveats of TRAIL in cancer therapy“, *Drug Resistance Updates* 4 (2001), 243-252.
- JÄNICKE, R. U., I. H. ENGELS, T. DUNKERN, B. KAINA, K. SCHULZE-OSTHOFF und A. G. PORTER. „Cancer drugs and gamma-irradiation induce different caspase-3 activation pathways upstream of mitochondria“, *Oncogene* 20 (2001), 5043-5053.
- LAUBER, K., A. ZOBYWALSKI, S. BAKSH, C. BELKA, K. SCHULZE-OSTHOFF, G. STUHLER und S. WESSELBORG. „Apoptotic cells induce migration of phagocytes via caspase-3 mediated release of a lipid attraction signal“, *Cell* 113 (2003), 717-730.
- LOS, M., M. VAN DE CRAEN, C. L. PENNING, H. SCHENK, M. WESTENDORP, P. A. BAEUERLE, W. DRÖGE, P. H. KRAMMER, W. FIERS und K. SCHULZE-OSTHOFF. „Requirement of an ICE/Ced-3 protease for Fas/APO-1-mediated apoptosis“, *Nature* 371 (1995), 81-83.
- LOS, M., S. WESSELBORG und K. SCHULZE-OSTHOFF. „The role of caspases in development, immunity and apoptotic signal transduction: Lessons from knock-out mice“, *Immunity* 10 (1999), 629-639.
- LOS, M., D. NEUBÜSER, M. MOZOLUK, A. POUTSKA, J. F. COY und K. SCHULZE-OSTHOFF. „Molecular characterization of DNase X, a novel apoptotic endonuclease expressed in muscle cells“, *Biochemistry* 39 (2000), 7365-7373.
- LOS, M., C. STROH, R. U. JÄNICKE, I. E. ENGELS und K. SCHULZE-OSTHOFF. „Caspases: more than just killers?“ *Immunology Today* 22 (2001), 31-34.
- LOS, M., M. MOZOLUK, D. FERRARI, A. STEPZYNSKA, C. STROH, H. ZDENKO, Z. Q. WANG und K. SCHULZE-OSTHOFF. „Activation and caspase-mediated inhibition of PARP: a molecular switch between fibroblast necrosis and apoptosis in death receptor signaling“, *Molecular Biology of the Cell* 13 (2002), 978-988.
- PINTON, P., D. FERRARI, K. SCHULZE-OSTHOFF, F. DI VIRGILIO, T. POZZAN und R. RIZZUTO. „Reduced loading of intracellular Ca²⁺ stores and downregulation of capacitance Ca²⁺ influx in Bcl-2 overexpressing cells“, *Journal of Cell Biology* 148 (2000), 857-862.
- RENZ, A., W. BERDEL, M. KREUTER, C. BELKA, K. SCHULZE-OSTHOFF und M. Los. „Rapid extracellular release of cytochrome c is specific for apoptosis and marks cell death in vivo“, *Blood* 98 (2001), 1542-1547.

- SCHULZE-OSTHOFF, K., R. BEYAERT, V. VANDEVOORDE, G. HAEGEMAN und W. FIERS. „Depletion of the mitochondrial electron transport abrogates the cytotoxic and gene-inductive effects of TNF“, *EMBO Journal* 12 (1993), 3095-3104.
- SCHULZE-OSTHOFF, K., P. H. KRAMMER und W. DRÖGE. „Divergent signaling via APO-1/Fas and the TNF receptor, two homologous molecules involved in physiological cell death“, *EMBO Journal* 13 (1994a), 4587-4596.
- SCHULZE-OSTHOFF, K., H. WALCZAK, W. DRÖGE und P. H. KRAMMER . „Cell nucleus and DNA fragmentation are not required for apoptosis“, *Journal of Cell Biology* 127 (1994b), 15-20.
- SCHULZE-OSTHOFF, K., D. FERRARI, M. LOS, S. WESSELBORG und M. E. PETER. „Apoptosis signaling by death receptors“, *European Journal of Biochemistry* 254 (1998), 439-459.
- STEPCZYNSKA, A., K. LAUBER, I. H. ENGELS, O. JANSSEN, D. KABELITZ, S. WESSELBORG und K. SCHULZE-OSTHOFF. „Staurosporine and conventional anticancer drugs induce overlapping, yet distinct pathways of apoptosis and caspase activation“, *Oncogene* 20 (2001), 1193-1202.
- STROH, C., U. CASSENS, A. K. SAMRAJ, W. SIBROWSKI, K. SCHULZE-OSTHOFF und M. LOS. „The role of caspases in cryoinjury: caspase inhibition strongly improves the recovery of cryopreserved hematopoietic and other cells“, *FASEB Journal* 16 (2002), 1651-1653.
- WANG, Z. Q., L. STINGL, C. MORRISON, M. JANTSCH, M. LOS, K. SCHULZE-OSTHOFF und E. W. WAGNER. „ADPRT/PARP is important for genomic stability but is dispensable in apoptosis“, *Genes & Development* 11 (1997), 2347-2358.
- WESSELBORG, S., I. ENGELS, E. ROSSMANN, M. LOS und K. SCHULZE-OSTHOFF. „Anticancer drugs induce caspase-8/FLICE activation and apoptosis in the absence of CD95 receptor/ligand interaction“, *Blood* 93 (1999), 3053-3063.

Jörg Tarnow

Spektrum des Querschnittsfaches Anästhesiologie in der Krankenversorgung, Forschung und Lehre

Klinische Anästhesiologie

Medizinische Laien – aber auch viele Ärzte – haben in der Regel keine auch nur annähernd reale Vorstellung vom Aufgabenspektrum des Anästhesisten. Weit verbreitet ist immer noch die Annahme, der Narkosearzt gebe eine Spritze und lese dann Zeitung, bis der Patient wieder erwacht. Es erscheint deshalb angebracht, Aufklärungsarbeit zu leisten.

Die Anästhesiologie hat sich vom ursprünglichen Fach der auf Narkosen spezialisierten Ärzte zu einem forschungsintensiven Querschnittsfach mit Kompetenz in hochwertiger perioperativer Krankenversorgung auch in der Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie entwickelt. Tragende Elemente der vier Säulen des Faches (Abb. 1) sind fundierte Kenntnisse der Physiologie und Pathophysiologie vitaler Organfunktionen, der Pharmakologie und der Hämostaseologie. Auch die Molekularbiologie hat in den letzten Jahren zunehmende Bedeutung für das Verständnis der Anästhesiemechanismen und der Schmerzverarbeitung sowie für die Aufklärung der Pathomechanismen lebensbedrohlicher intensivmedizinischer Krankheitsbilder (wie z. B. der Sepsis) erlangt.

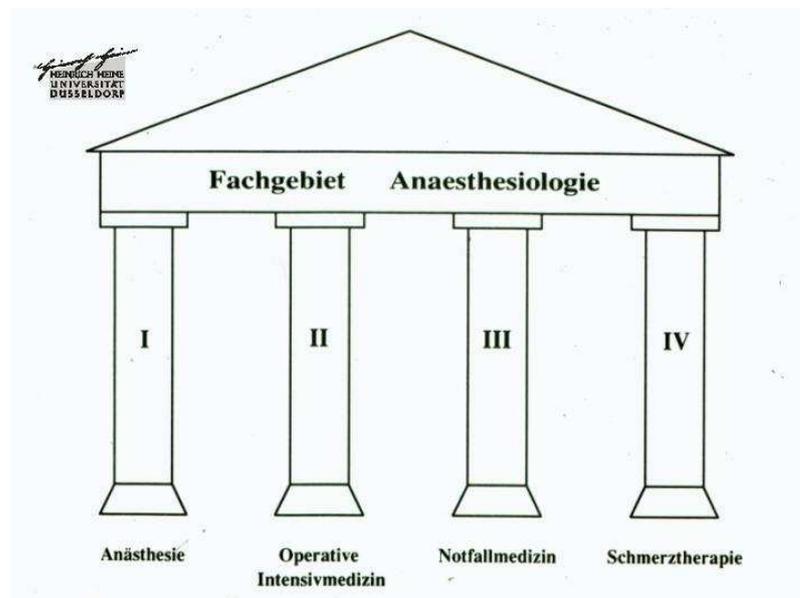


Abb. 1: Klinisches und wissenschaftliches Spektrum des Fachgebietes

In Bezug auf die Anästhesiologie hat sich längst die Erkenntnis durchgesetzt, dass die Ergebnisqualität in der operativen Medizin insbesondere bei Patienten mit risikoerhöhenden Begleiterkrankungen nicht allein von den Fähigkeiten des Operators, sondern in erheblichem Maße von der Kompetenz des Anästhesiologen bei der Vorbereitung auf den

Eingriff, der Qualität des Anästhesieverfahrens, der Überwachung vitaler Organfunktionen sowie der postoperativen Behandlung abhängig ist. Das Risiko, an einer Narkose zu versterben, ist in den letzten 50 Jahren in den westlichen Industrieländern von 1:3.000 auf etwa 1:150.000 gesunken. Diese positive Entwicklung ist umso erstaunlicher, als heute sehr viel ausgedehntere Eingriffe z. B. in der Tumorchirurgie oder der Gefäßchirurgie vorgenommen werden, die Patienten im Durchschnitt deutlich älter sind und in zunehmendem Maße risikoerhöhende Begleiterkrankungen (z. B. koronare Herzkrankheit, Hypertonus, Diabetes mellitus, obstruktive Lungenerkrankungen) aufweisen. Der steigende Anteil von Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen (z. B. beträgt die Prävalenz der koronaren Herzkrankheit bei über 65-jährigen Patienten 80 Prozent) erfordert aufgrund des damit verbundenen höheren perioperativen Risikos zumindest im Rahmen ausgedehnter operativer Eingriffe die Anwendung detaillierter Überwachungsverfahren (z. B. kontinuierliche ST-Segment-Analyse des EKG, transösophageale Echokardiographie) sowie ein individuell auf jeden Patienten abgestimmtes Anästhesieverfahren. Wurde vor 20 Jahren oft noch ein chirurgischer Eingriff mit der Begründung abgelehnt, „mit Ihrem kranken Herzen überleben Sie keine Narkose“, hat sich das Bild heute gewandelt. Es zeichnet sich ab, dass bestimmte Anästhetika bzw. Anästhesieverfahren sogar in der Lage sind, das koronarkranke Herz zu schützen.

Die Zahlen, die das anästhesiebedingte Risiko beschreiben, nämlich ca. 1:150.000 Todesfälle sowie 1:10.000 kritische Zwischenfälle mit zum Teil bleibenden Schäden, spiegeln insgesamt ein hohes Sicherheitsniveau wider. Es bleibt allerdings festzustellen, dass eine weitere Reduzierung in den letzten zehn Jahren nicht mehr gelungen ist. Analysen von Anästhesiezwischenfällen haben ergeben, dass in 60 bis 80 Prozent menschliches Versagen ursächlich für die Komplikation war. Eine weitere Erhöhung der Patientensicherheit muss demnach beim *human factor* ansetzen. Ein moderner Ansatz aus industriellen Bereichen mit einer Hochsicherheitsphilosophie, wie Luftfahrt, Kraftwerksbetriebe und chemische Industrie, bringt für das Risikomanagement die Komponenten Mensch, Technik und Organisation in Zusammenhang und wird daher als MTO-Konzept bezeichnet. Die Ursachenforschung anästhesiologischer Komplikationen zeigt dann auch, dass menschliches Versagen des Einzelnen tatsächlich erst am Ende einer ganzen Fehlerkette steht, die wiederum aus technischen und organisatorischen Gliedern besteht. So ist der Einsatz ungeeigneten Materials oder das Versagen technischer Geräte zwar nicht allein Ursache von Zwischenfällen oder Komplikationen, sie bahnen diesen aber den Weg. Sind durch organisatorische Defizite zu wenig Ressourcen vorhanden, um einen technischen Defekt zu kompensieren, kann es sein, dass der Anästhesist nur noch sehr wenig Handlungsspielraum besitzt, um eine daraus resultierende Krise zu beherrschen. Als Methode, solche Fehlerketten zu erkennen und ein Wiederauftreten zu verhindern, hat sich eine klinikinterne Fallkonferenz bewährt, in der vorbehaltlos und ohne Schuldzuweisung Zwischenfälle aufgearbeitet werden. Als wahrscheinlich noch wirksameres Instrument zur Erkennung latenter Fehler im System Anästhesie wird zurzeit ein *Critical Incident Reporting*-System aufgebaut. Hierbei werden nicht nur stattgehabte Zwischenfälle in anonymisierter Form gemeldet, sondern auch solche kritischen Situationen, die noch rechtzeitig erkannt und beherrscht wurden. Die Systemfehler im Sinne der MTO-Konzeption können somit identifiziert und eliminiert werden, bevor sich ein folgenschwerer Zwischenfall ereignet; latente Fehlerketten werden dadurch unterbrochen.

Eine neuere Methode, die Prävention und das Management von Zwischenfällen zu optimieren, steht nach der Entwicklung hochrealistischer Patientensimulatoren mit der so genannten „Full-Scale-Simulation“ zur Verfügung. Diese Technik, mit deren Hilfe z. B. Piloten schon seit Jahrzehnten die Beherrschung von Zwischenfällen trainieren, ist auch in der Medizin geeignet, standardisiert lebensbedrohende Komplikationen zu erzeugen (Abb. 8). Im Rahmen solcher Trainingsgänge, die für Anästhesisten z. B. in simulierten OP-Räumen oder auf der Intensivstation stattfinden, kann dabei einerseits das fachgerechte medizinische Management der Situation eingeübt werden. Andererseits findet die Übung in der Teambesetzung statt, die auch in der Realität gegeben ist, d. h. mit Chirurgen und Pflegepersonal, die in einer Krisensimulation mitwirken. Somit können auch andere wichtige Faktoren, wie Kommunikation, Planung, Teamarbeit u. a., in diesen Simulatorübungen gezielt optimiert werden. Der Lerneffekt wird im Anschluss an ein Zwischenfallszenario durch *Debriefing*-Sitzungen nochmals unterstützt. Dabei wird videobasiert der Zwischenfall aufgearbeitet und der beteiligte Anästhesist erneut mit der Bedeutung des *human factor* konfrontiert. Für die Düsseldorfer Klinik für Anästhesiologie hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft die Beschaffung eines Patientensimulators bewilligt und 310.000 € zur Verfügung gestellt. Dieses präventive Risikomanagement ist integraler Bestandteil einer perioperativen Qualitätssicherung und trägt sowohl dem Anspruch unserer Patienten Rechnung, sich auf ein Hochsicherheitssystem verlassen zu können, das eine Behandlung ohne vermeidbare Schäden garantiert, als auch dem Interesse von Ärzten und Krankenhäusern, durch Schadensprophylaxe wirtschaftliche Nachteile abzuwenden.

Ein wesentliches und äußerst dankbares Arbeitsfeld unseres Fachgebietes ist die *postoperative Schmerztherapie*. Abgesehen davon, dass eine wirksame Schmerzlinderung nach größeren operativen Eingriffen im Konkurrenzkampf der Krankenhäuser zunehmende Bedeutung erlangt, haben Patienten darauf auch einen (Rechts-)Anspruch. Unsere Klinik hat deshalb einen „rund-um-die-Uhr“-Schmerzdienst eingerichtet. Der frisch operierte Patient kann sich z. B. über einen individuell programmierbaren Infusionscomputer per Knopfdruck bis zu acht Mal in der Stunde ein schmerzhemmendes Medikament intravenös verabreichen (*on demand*-Analgesie). Er ist damit auch nachts in der Lage, sich selbst zu helfen, ohne eine Schwester alarmieren zu müssen. Eine solche patientenkontrollierte Analgesie trägt außerdem in idealer Weise der Tatsache Rechnung, dass die individuelle Schmerzempfindung selbst nach identischen operativen Traumen außerordentlich unterschiedlich sein kann (Abb. 2).

Mit Hilfe von Kathetern, die eine Blockade der Schmerzleitung im Rückenmark erlauben, ist eine sehr wirksame Analgesie nach großen bauchchirurgischen Eingriffen möglich. Abgesehen vom Komfortgewinn für die Patienten geht die Applikation von Lokalanästhetika über den Katheter mit einer Gefäßweitstellung (Sympathikolyse) einher, die nicht nur die Wundheilung, sondern auch eine schnellere Wiederherstellung normaler Darmfunktionen begünstigt. Auch eine selektive Blockade peripherer Nerven über entsprechend platzierte Katheter erlaubt eine gute Schmerzausschaltung, die vor allem nach orthopädischen Eingriffen eine frühzeitige Bewegungstherapie ermöglicht und damit ein gutes Operationsergebnis sichert. Eine flächendeckend funktionierende postoperative Schmerztherapie bedarf regelmäßiger Patientenvisiten und fortlaufender Qualitätskontrollen durch speziell geschulte Anästhesisten.

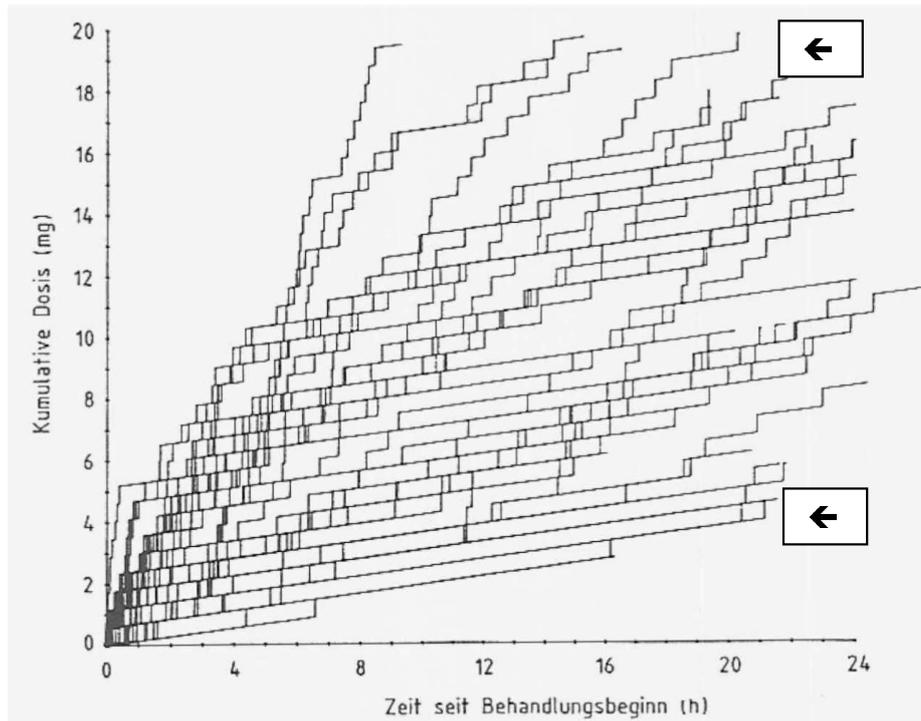


Abb. 2: Kumulative Analgetikadosen, die von 40 Patienten in den ersten 24 Stunden nach operativen Eingriffen von einem programmierten Infusionscomputer angefordert wurden (*on demand*-Analgesie). Jede Stufe repräsentiert eine Bolus-Anforderung des Analgetikums (Opiod). Trotz vergleichbarer operativer Traumen variierte der individuelle Schmerzmittelbedarf bis um einen Faktor von etwa 5 (Pfeile).

Operative Intensivmedizin

Der zweite Arbeitsschwerpunkt der Klinik für Anästhesiologie ist die operative Intensivmedizin. Charakteristisch für die Intensivmedizin ist, dass sie sich nicht auf ein Organsystem beschränkt. So kommt es darauf an, akute Organfunktionsstörungen (z. B. des Herz-Kreislauf-Systems, der Lunge oder der Niere) nicht nur konsequent und rasch zu behandeln, sondern möglichst rechtzeitig ihr Fortschreiten in die Dekompensation zu verhindern und gleichzeitig die anderen Organsysteme zu schützen. Die hohen Ansprüche an die Qualitätsstandards einer zeitgemäßen intensivmedizinischen Krankenversorgung erfordern einen großen personellen Aufwand. Die Intensivmedizin ist heute einer der kostenintensivsten Bereiche innerhalb eines Krankenhauses (fünf bis 15 Prozent des Gesamtbudgets). Die hiesige interdisziplinäre operative Intensivtherapiestation CIA1 (20 Betten) steht unter der Leitung eines auf dem Gebiet der Intensivmedizin habilitierten Anästhesiologen und wird von neun weiteren Ärzten versorgt, die in der Summe über mehr als 30 Jahre intensivmedizinische Erfahrung verfügen. Darüber hinaus werden die Patienten der verschiedenen operativen Disziplinen von ihren jeweiligen Chirurgen betreut und profitieren auch vom Fachwissen des hochqualifizierten Pflegepersonals sowie weiterer konsiliarisch hinzugezogener Disziplinen (Abb. 3).

Nur durch diese moderne Organisationsform ist es möglich, die Ergebnisqualität in der Intensivmedizin ständig zu verbessern, die Liegedauer zu verkürzen und somit die begrenzten Ressourcen optimal einzusetzen. Im Jahre 2002 wurden 1.900 Patienten auf der



Abb. 3: Interdisziplinarität als Voraussetzung für eine zeitgemäße intensivmedizinische Krankenversorgung

Intensivstation behandelt, die mittlere Verweildauer betrug fünf Tage. 72 Prozent der Patienten wurden maschinell beatmet, und es wurden 959-mal Dialyseverfahren zur Behandlung einer akuten Nierenfunktionsstörung angewendet.

Notfallmedizin

Die Klinik für Anästhesiologie verfügt über 45 Ärzte mit der Zusatzqualifikation „Fachkunde Rettungsdienst“, darunter sechs Leitende Notärzte. Die Mehrzahl dieser Spezialisten nimmt regelmäßig an Rettungsdiensten im Raum Düsseldorf teil. Auch die innerklinische Notfallmedizin gehört zum Aufgabenspektrum unserer Klinik, die im Auftrag des Vorstandes des Universitätsklinikums Düsseldorf den „Reanimationsdienst“ für alle operativen Zentren koordiniert. Da bei Notfallereignissen der Meldeweg bislang lediglich die Stationstelefone und nicht auch die Patientenzimmer mit einschloss, ergaben sich zwangsweise erhebliche Verzögerungen bei der Alarmierung notärztlicher Spezialisten. Deshalb wird derzeit ein neues Konzept umgesetzt, bei dem Notrufe über eine zentrale Klingelanlage und von allen Stations- sowie Patientenzimmertelefonen mit einheitlicher Rufnummer (19000) an eine rund um die Uhr besetzte Kommunikationszentrale gemeldet und unverzüglich an die Funkempfänger der jeweiligen Klinik und an das zentrale Reanimationsteam der Klinik für Anästhesiologie weitergeleitet werden. Da bei einer Notrufmeldung die jeweils betroffene Klinik und der Ort des Notfalls auf dem Display des Funkempfängers (z. B. Augenklinik, Nachtambulanz) erscheinen, ist kein Rückruf erforderlich und so ein wesentlich schnelleres Eintreffen kompetenter Notfallmediziner gewährleistet. Im Rahmen des neuen innerklinischen Notfallkonzeptes wurde außerdem eine einheitliche Notfallausrüstung beschafft sowie eine regelmäßige Schulung des Stationspersonals in die Wege geleitet.

Schmerzmedizin

In der Schmerzambulanz der Klinik für Anästhesiologie werden insbesondere solche Patienten behandelt, bei denen chronische Schmerzen zu einer eigenständigen Schmerzerkrankung geworden sind, d. h. ein „Eigenleben“ entwickelt und sich nicht selten von der ur-

sprünglich auslösenden Schmerzursache abgekoppelt haben. Bei solchen Kranken ist die Schmerzschwelle oft so weit herabgesetzt, dass bereits leichte Berührungen unerträgliche Sensationen auslösen können. Chronische Schmerzen gehen mit molekularen Veränderungen bestimmter Nervenzellen im Rückenmark einher, verbunden mit einer Daueraktivierung dieser Zellen und der Entwicklung eines „Schmerzgedächtnisses“. Betroffen sind zum Beispiel Patienten mit Phantomschmerzen nach Amputation, aber auch solche mit primär harmlosen Erkrankungen, wie z. B. einer Gürtelrose, die nach Abheilung der Hauterscheinungen mit schwersten Nervenschmerzen (neuropathischen Schmerzen) einhergehen können. Die Behandlung chronisch Schmerzkranker gehört zu den schwierigsten ärztlichen Aufgaben. Die zum Teil immer noch mangelhaften Behandlungsergebnisse sind weniger auf die ungenügende Wirksamkeit verfügbarer Therapieverfahren zurückzuführen, als vielmehr auf unzureichende Interdisziplinarität in der Diagnostik und Therapie der chronischen Schmerzkrankheit. Das „Düsseldorfer Modell“ darf dagegen seit mehr als einem Jahrzehnt eine Vorbildfunktion für die fächerübergreifende Versorgung schmerzkranker Patienten in Anspruch nehmen, an der insbesondere die Fachgebiete Neurologie, Neurochirurgie, Orthopädie, Gynäkologie, Dermatologie, Zahnmedizin sowie Psychosomatik und Klinische Psychologie beteiligt sind. Dieses interdisziplinäre Konzept wurde inzwischen auch von der Kassenärztlichen Vereinigung Nordrhein anerkannt, die der Düsseldorfer Schmerzambulanz eine Institutsermächtigung erteilt hat. Die regelmäßig stattfindende „Interdisziplinäre Düsseldorfer Schmerzkonferenz“ gehört zu den wenigen von der Deutschen Gesellschaft zum Studium des Schmerzes (DGSS) zur Fort- und Weiterbildung anerkannten Schmerzkonferenzen, die mit jeweils zwei CME¹-Punkten von der Ärztekammer Nordrhein zertifiziert und als AiP-Fortbildung anerkannt ist. Die Düsseldorfer Schmerzambulanz ist derzeit in der Lage, etwa 300 chronisch Schmerzkranker pro Jahr zu behandeln, das allerdings ist bei rund 8.000 chronisch Schmerzkranken allein im Raum Düsseldorf kaum mehr als ein Tropfen auf den heißen Stein.

Der Klinik für Anästhesiologie stehen für die Krankenversorgung 75 ärztliche Mitarbeiter und 39 Pflegekräfte zur Verfügung. Pro Jahr werden 17.000 Anästhesien in allen operativen Zentren des Klinikums an insgesamt 45 Narkosearbeitsplätzen durchgeführt sowie 23 Aufwachraumbetten, die operative Intensivstation und die Schmerzambulanz versorgt.

Forschung

Anästhesiologie

In Anbetracht der großen (und weiter zunehmenden) Zahl von Patienten, die eine koronare Herzkrankheit aufweisen und sich einer Operation unterziehen müssen, ist die Frage von erheblicher Bedeutung, ob sich das bei diesen Patienten erhöhte Anästhesierisiko durch die Wahl des Anästhesieverfahrens bzw. des Anästhetikums senken lässt. Ausgehend von dem bekannten Phänomen, dass kurze Sauerstoffmangelzustände im Herzmuskel koronar-kranker Patienten eine ausgeprägte (endogene) Schutzwirkung gegenüber nachfolgenden Ischämie/Reperfusionsschäden bewirken (Präkonditionierung), hat sich die Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Schlack mit der Frage befasst, ob sich diese endogene Schutzwirkung pharmakologisch imitieren und nutzbar machen lässt. Die Arbeitsgruppe konnte zeigen,² dass

¹ *Continued Medical Education*

² Vgl. Müllenheim *et al.* (2003).

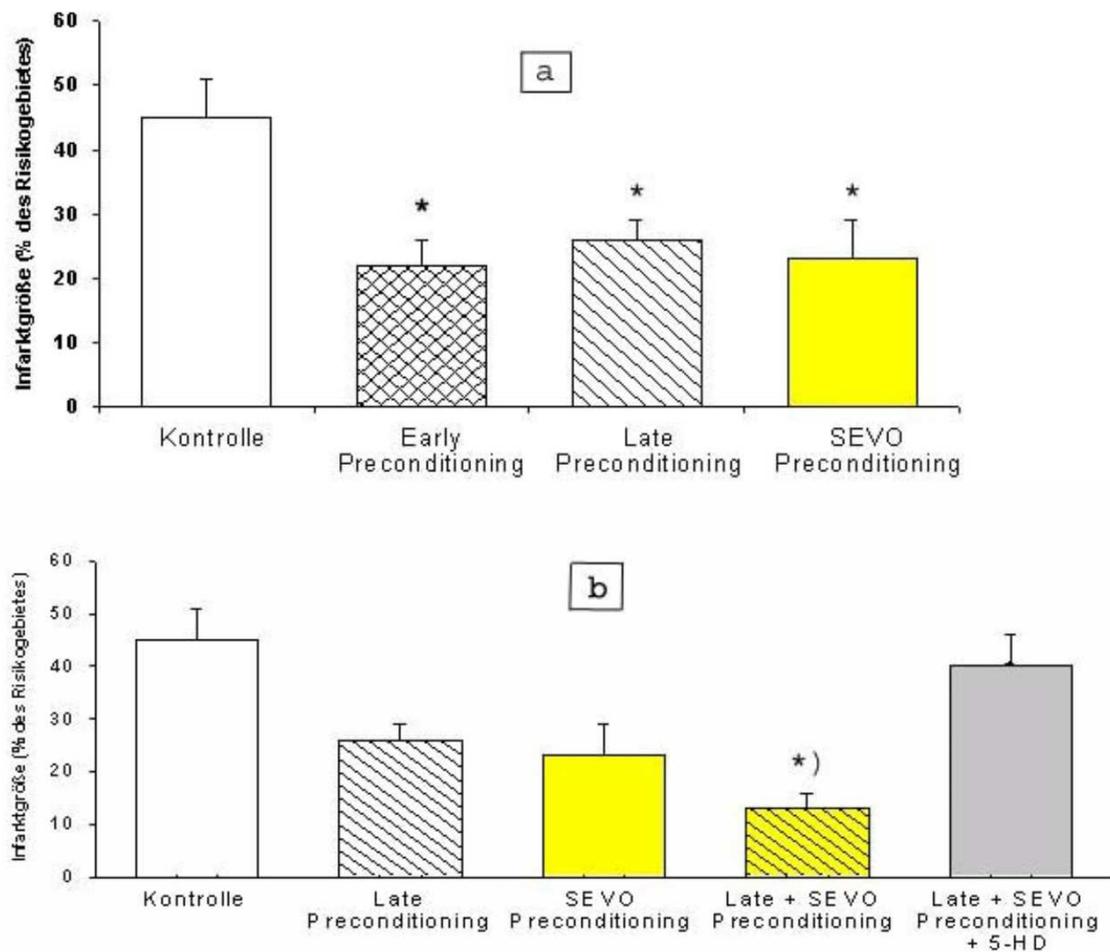


Abb. 4: Myokardprotektion durch ischämische (endogene) und pharmakologisch (durch das Anästhetikum Sevofluran) induzierte Präkonditionierung im Tierexperiment (Kaninchen).

Nach einer kurzen Myokardischämie **a**) (wie z. B. bei *angina pectoris*) wird ein sofort einsetzender (endogener) Schutzmechanismus gegenüber nachfolgenden Ischämieepisodes wirksam (*early preconditioning* mit geringerer Ausdehnung eines Herzinfarktes), der jedoch nur ein bis zwei Stunden anhält. Nach 24 Stunden wird ein zweiter Protektionsmechanismus wirksam, der bis zu 72 Stunden anhält (*late preconditioning*). Das Inhalationsanästhetikum Sevofluran (SEVO) induziert eine vergleichbar deutliche Reduktion der Infarktausdehnung wie die endogene frühe oder späte Präkonditionierung (* = statistisch signifikante Unterschiede gegenüber dem Kontrollwert).

Durch die Kombination von später (endogener) und pharmakologisch induzierter Präkonditionierung **b**) (*Late + SEVO Preconditioning*) wird die Infarktausdehnung nochmals halbiert (* = statistisch signifikanter Unterschied verglichen mit später Präkonditionierung allein). Der Mechanismus dieser Schutzwirkung beruht auf einer Öffnung ATP-abhängiger mitochondrialer Kaliumkanäle (der Effekt ist durch Applikation des Kaliumkanalblockers 5-Hydroxydecanoat (5-HD) aufhebbar). (nach Müllenheim *et al.* 2003)

moderne Inhalationsanästhetika tatsächlich in der Lage sind, eine vergleichbare Schutzwirkung auszulösen (Abb. 4).

Im Tierexperiment ließ sich nämlich im Vergleich zu Kontrollgruppen eine Halbierung der Herzinfarktausdehnung erzielen, wenn das Anästhetikum in der einer Ischämie nachfolgenden Reperfusionphase appliziert wurde.³ Man spricht deshalb inzwischen von *anaesthetic preconditioning*. Die Autoren konnten ferner nachweisen, dass diese Schutzwirkung wie bei der endogenen Präkonditionierung durch Öffnung ATP⁴-abhängiger Kaliumkanäle in den Mitochondrien vermittelt wird. Inzwischen wurde der protektive Effekt bestimmter Inhalationsanästhetika (Sevofluran) auch bei Patienten mit koronarer Herzkrankheit bestätigt.⁵ Auf der anderen Seite wurden von unserer Arbeitsgruppe Anästhetika identifiziert, die die erwähnten K_{ATP} -Kanäle blockieren und dadurch die endogene Schutzwirkung vor Ischämie/Reperfusionsschäden des Herzmuskels verhindern.⁶ Ein solches Anästhetikum ist z. B. Ketamin, das stereospezifisch (r(-)-Isomer) die Schutzwirkung blockiert und deshalb bei Patienten mit koronarer Herzkrankheit nicht verwendet werden sollte.

Die Arbeitsgruppe „Lunge“ (PD Dr. Loer) befasst sich mit dem Sauerstoffverbrauch und der Ischämieprotektion der Lunge während extrakorporaler Zirkulation bei herzchirurgischen Eingriffen. Die Lunge ist nicht nur ein passives Gasaustauschorgan, sondern erfüllt auch spezifische energieverbrauchende Aufgaben und entnimmt den dafür benötigten Sauerstoff der Alveolarluft. Mit Hilfe der indirekten Kalorimetrie gelang es erstmals, diesen Sauerstoffverbrauch der Lunge direkt zu messen unter den dafür notwendigen Bedingungen einer funktionellen Trennung von Systemkreislauf und Lungenstrombahn (wie sie bei extrakorporaler Zirkulation gegeben ist). Es zeigte sich, dass die Lungen fünf Prozent der Sauerstoffaufnahme des Gesamtorganismus für die eigenen metabolischen Bedürfnisse aufnehmen.⁷ Die Kenntnis des Sauerstoffverbrauchs gesunder menschlicher Lungen ist indes nicht nur von akademischem Interesse, sondern auch von praktischer Bedeutung. In Anbetracht einer lungenspezifischen Sauerstoffaufnahme von im Mittel 5,3 ml/min bei 28°C während der extrakorporalen Zirkulation stellte sich die Frage, ob die pulmonale Sauerstoffversorgung in dieser Phase (in der die pulmonalarterielle Durchblutung unterbrochen ist und die Lungen im Interesse ungestörter Operationsbedingungen üblicherweise nicht beatmet werden) ausreichend ist, oder ob die Lungen beatmet werden sollten, um eine pulmonale Hypoxie (und damit möglicherweise auch postoperative Lungenfunktionsstörungen) zu vermeiden. Die Analyse verschiedener Hypoxiemarker (Endothelin-1, Big-Endothelin, Thromboxan B₂, Lactat, LDH), die simultan in Blutproben aus den Venae pulmonales nicht beatmeter Lungen sowie beatmeter Kontroll-Lungen bestimmt wurden, zeigten, dass ein Sauerstoffmangel im Lungengewebe nicht zu erwarten ist, wenn auf eine Lungenbeatmung während einer extrakorporalen Zirkulation im Rahmen herzchirurgischer Eingriffe verzichtet wird.⁸ Diese Schlussfolgerung gilt allerdings nur unter der keineswegs immer bestehenden Voraussetzung, dass es sich um lungengesunde Pati-

³ Vgl. Obal *et al.* (2001) und Preckel (2002).

⁴ Adenosintriphosphat

⁵ Vgl. De Hert *et al.* (2002).

⁶ Vgl. Müllenheim *et al.* (2001).

⁷ Vgl. Loer *et al.* (1997).

⁸ Vgl. Loer *et al.* (200a).

enten handelt, die extrakorporale Zirkulation eine Stunde nicht wesentlich überschreitet und unter Hypothermie ($< 30^{\circ}\text{C}$) durchgeführt wird.

Intensivmedizin/Notfallmedizin

Nach sehr ausgedehnten operativen Eingriffen werden Patienten in der Regel mehrere Tage lang auf der Intensivstation künstlich beatmet. Dabei korreliert die Beatmungsdauer eng mit der Häufigkeit respiratorischer Komplikationen. In besonderem Maße gefährdet sind Patienten nach Thoraxeingriffen, vor allem in der Herzchirurgie sowie nach Operationen an der thorakalen Aorta, bei denen im Rahmen eines Zweihöhleneingriffs zugleich Brustkorb und Bauchhöhle geöffnet werden. Der Arbeitsgruppe um PD Dr. Kindgen-Milles ging es deshalb darum, durch ein neues Behandlungskonzept die Inzidenz pulmonaler Komplikationen (Hypoxie, Pneumonie, Atelektasen, Notwendigkeit zur Reintubation) nach solchen chirurgischen Großeingriffen zu senken. Der methodische Ansatz, um typische beatmungsassoziierte Komplikationen zu vermeiden, bestand darin, statt einer konventionellen postoperativen Beatmung den pulmonalen Sauerstofftransfer auch bei respiratorisch bereits insuffizienten Patienten durch die Generierung eines positiven Atemwegsdrucks über eine Nasenmaske unter Erhaltung der Spontanatmung nicht nur sicherzustellen, sondern auch zu verbessern. Die Arbeitsgruppe konnte an mehr als 500 Patienten der operativen Intensivstation zeigen, dass mit dieser Technik die Häufigkeit der erwähnten respiratorischen Komplikationen deutlich gesenkt wurde, sich die Verweildauer auf der Intensivstation eindrucksvoll verkürzen ließ und Kosten eingespart wurden. Außerdem wurde bei Patienten mit bereits schwerer respiratorischer Insuffizienz, die ausnahmslos die international akzeptierten Indikationskriterien zur Intubation und maschinellen Beatmung erfüllten, nachgewiesen, dass durch eine im Mittel 24-stündige Anwendung von positivem Atemwegsdruck über die Nasenmaske eine Intubation und Beatmung bei allen Patienten vermieden werden konnte.⁹ Eine weitere Arbeitsgruppe (PD Dr. Loer) befasst sich mit einem Verfahren zum Schutz der Lungenfunktion nach Aspiration von Mageninhalt, Süß- oder Salzwasser, nämlich der protektiven Wirkung einer partiellen Flüssigkeitsbeatmung mit Perfluorokarbonen. Im Tierexperiment konnte gezeigt werden, dass dieses Verfahren sowohl den pulmonalen Gasaustausch als auch die Atemmechanik sowie die intrapulmonale Durchblutungsverteilung günstig beeinflusst und pathologische Filtrationsvorgänge blockiert.¹⁰ Es steht zu erwarten, dass die partielle Flüssigkeitsbeatmung mit Fluorokarbonen in absehbarer Zeit bei spezifischen Indikationen im Bereich der Intensiv- und Notfallmedizin eingesetzt werden wird.

Eine dritte intensivmedizinische Arbeitsgruppe (PD Dr. Fournell) beschäftigt sich mit der Mikrozirkulation und Sauerstoffversorgung des Darmes. Ausgangspunkt für entsprechende Forschungsprojekte war die Erkenntnis, dass der Darm unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. nach großen Blutverlusten) als „Motor“ für die Entwicklung schwerwiegender Krankheitsbilder (wie z. B. einer Sepsis) bis hin zum Multiorganversagen anzusehen ist. Diese Erkenntnis beruht auf der Annahme, dass Beeinträchtigungen der gastrointestinalen Mikrozirkulation die natürliche Barrierefunktion der Schleimhaut im Magen-Darmtrakt in der Weise schädigt, dass Darmkeime und Toxine in die Blutbahn gelangen. Von großem Wert wäre deshalb ein Verfahren, das frühzeitig Informationen über Störun-

⁹ Vgl. Kindgen-Milles *et al.* (2000) und Kindgen-Milles (2002).

¹⁰ Vgl. Loer *et al.* (2000b), Loer und Tarnow (2001) und Loer *et al.* (2002).

gen der intestinalen Mikrozirkulation vermittelt. Mit der Entwicklung eines Reflektions-Spektrophotometers in Form einer Magensonde ist es nunmehr möglich, die Sauerstoffsättigung z. B. in der Magenschleimhaut zu messen und damit kontinuierlich zu überprüfen, ob die lokale Sauerstoffversorgung beeinträchtigt ist oder nicht (Abb. 5).

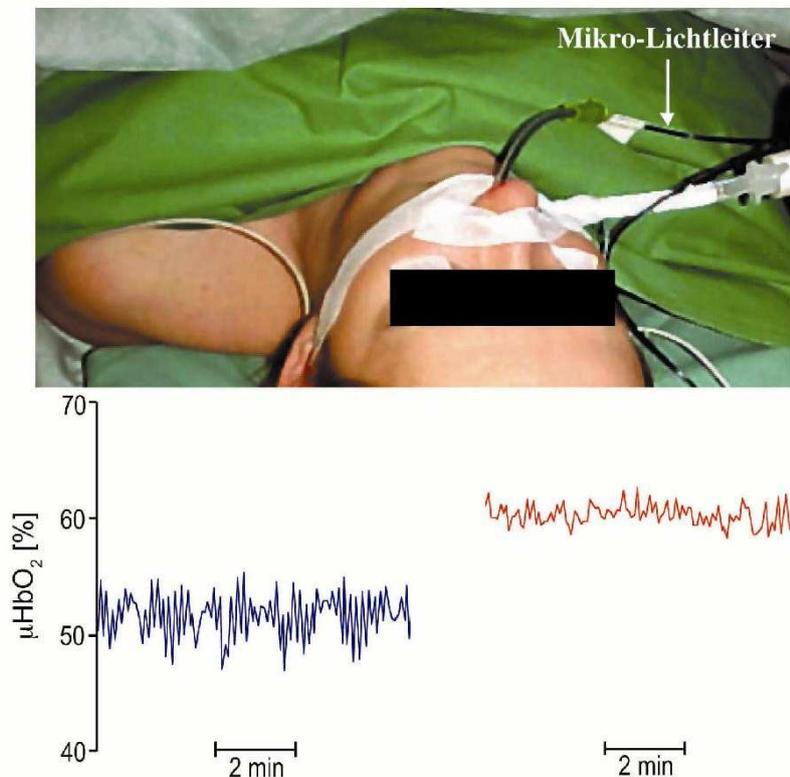


Abb. 5: Mit Hilfe der Reflektions-Spektrophotometrie lässt sich über eine flexible Messsonde (äußerer Durchmesser 2,0 mm) mit Mikro-Lichtleitern die Sauerstoffversorgung verschiedener intestinaler Schleimhautabschnitte kontinuierlich überwachen (oben).

Bei einem gefäßchirurgischen Patienten (unten) wurde eine erniedrigte postoperative Sauerstoffsättigung in der Magenschleimhaut (bei normaler systemischer Oxygenierung) als Warnhinweis auf eine intraabdominelle Druckerhöhung (Kompartment-Syndrom) registriert (blaue Kurve). Nach Druckentlastung der Bauchhöhle kam es zu einem deutlichen Anstieg der lokalen Sauerstoffsättigung in der Magenschleimhaut (rote Kurve).

Die Arbeitsgruppe konnte zeigen, dass das Verfahren unter verschiedenen klinischen Bedingungen als sehr empfindliche Überwachungsmethode anzusehen ist und sich die intestinale Sauerstoffversorgung, z. B. durch bestimmte pharmakologische Interventionen, günstig beeinflussen ließ.¹¹

Trotz großer Fortschritte der modernen Hochleistungsmedizin sind der Herzinfarkt und die Sepsis auch heute noch die häufigsten Todesursachen auf Intensivstationen. Diese beiden schweren Erkrankungen bieten – abgesehen von ihrem lebensbedrohenden Charakter – auf den ersten Blick scheinbar wenige Gemeinsamkeiten. Die Grundlagenforschung hat jedoch in den letzten Jahren die Entzündung (Inflammation) als wichtigen gemeinsamen Krankheitsmechanismus herausarbeiten können. Während beim Herzinfarkt die Entzün-

¹¹ Vgl. Fournell *et al.* (2002), Scheeren *et al.* (2002) und Schwarte *et al.* (2003).

dungskaskade direkt durch einen Sauerstoffmangel im Myokard angestoßen wird, sind es bei der Sepsis Bakterienwandbestandteile, die das inflammatorische Geschehen auslösen. Vermutlich entstand die Entzündung zunächst als ein protektiver Mechanismus in der Evolution. Dieser induziert beim Herzinfarkt die für das Fortbestehen der (wenn auch eingeschränkten) Muskelfunktion notwendige Narbenbildung. Darüber hinaus gewährleistet die Entzündung die Abwehr und Elimination von Krankheitserregern. Einen Krankheitswert erhält die Inflammation erst durch eine *Imbalance* der am entzündlichen Geschehen beteiligten Regelkreisläufe, deren Selbstkontrollmechanismen versagen. Unsere molekularbiologische Arbeitsgruppe (PD Dr. Dr. Zacharowski) beschäftigt sich mit Teilbereichen dieser komplexen Regel- und Kontrollmechanismen während der Inflammation. Eine kurzzeitige Mangel durchblutung des Herzmuskels (z. B. bei *angina pectoris*) kann das Ausmaß der negativen Wirkungen eines nachfolgenden Herzinfarktes deutlich reduzieren. Diese Schutzwirkung wird u. a. durch so genannte inflammatorische Proteine bewirkt, die als Antwort auf den Sauerstoffmangel von Herzmuskelzellen produziert werden. Auch für die durch Arzneimittel zu erreichende Herzprotektion wird die gesteigerte Synthese dieser „Schutzproteine“ – auch Stressproteine genannt – verantwortlich gemacht. Da letztere auch als Antwort auf Infektionen vermehrt freigesetzt werden, liegt die Vermutung nahe, dass vorangegangene Infektionen auch Schutzfunktionen in Bezug auf den Schweregrad eines folgenden Organschadens beim Herzinfarkt oder als Folge einer Sepsis haben könnten. Es geht also um die Frage, durch welche Mechanismen Bakterienwandbestandteile in der Lage sind, Organsysteme wie Herz, Lunge, Leber oder Nieren vor einem Folgeschaden zu schützen, d. h., ihre Toleranz gegenüber schädlichen Einwirkungen zu steigern. Dieses Vorgehen könnte man als „Organ-Schutzimpfung“ bezeichnen. Die Arbeitsgruppe konnte nun beweisen, dass Wandbestandteile von Gram-positiven Bakterien, die in einem Abstand von bis zu 24 Stunden vor einem Herzkranzarterienverschluss gegeben wurden (und selbst keine toxischen Wirkungen besitzen), regelmäßig zu einer Verkleinerung der Herzinfarktausdehnung um bis zu 70 Prozent führten (Abb. 6).

Außerdem waren pathologische Veränderungen am koronaren Gefäßendothel geringer, wahrscheinlich aufgrund einer Hemmung schädlicher Auswirkungen von weißen Blutzellen, nämlich Entzündung und Gewebeerstörung.¹² Schließlich konnte gezeigt werden, dass zwei wichtige „akute Phase-Proteine“ (C-reaktives Protein und Fibrinogen), die eine „natürliche“ Rolle während Entzündungen spielen, die Auswirkungen eines Herzinfarktes verschlimmern. In Kooperation mit internationalen Forschergruppen wurden Substanzen synthetisiert, die diese Proteine blockieren, um mehr über den molekularen Wirkmechanismus dieser Stoffe im Rahmen eines Organschadens zu erfahren.

Ein weiterer Schwerpunkt dieser Arbeitsgruppe ist die Sepsis-Forschung. Speziell untersucht wird der Stoffwechsel der Hämoxxygenasen als Katalysatoren für die Synthese zellprotektiver Substanzen. Erste Ergebnisse demonstrieren, dass im Rahmen einer Stresskonditionierung klassische Schockorgane, wie Lunge, Leber und Niere, durch gezielte Präinduktion der Stressantwort vor weiteren Schäden geschützt werden können.

¹² Vgl. Zacharowski *et al.* (1999), Zacharowski *et al.* (2000) und Zacharowski *et al.* (2002).

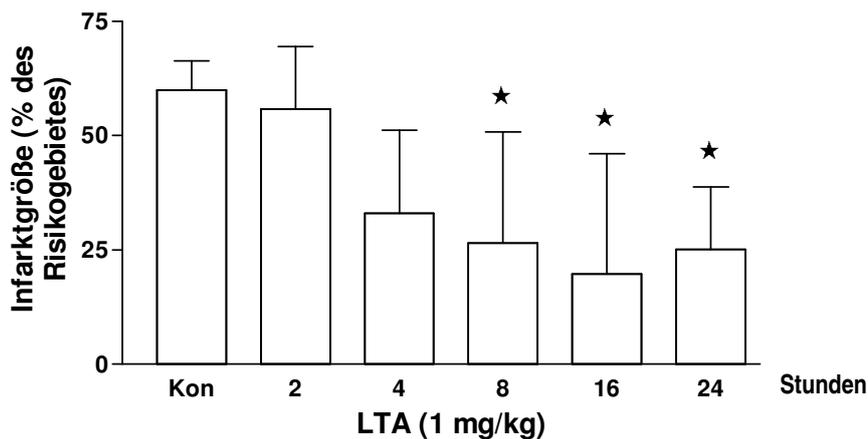


Abb. 6: Apathogene Wandbestandteile von Gram-positiven Bakterien (Lipoteichonsäure, LTA) vermögen im Tierexperiment (Ratte), das Herz vor den Folgen eines Verschlusses der linken Herzkranzarterie (25 Minuten Okklusion, zwei Stunden Reperfusion) zu schützen. Eine Behandlung mit LTA acht bis 24 Stunden vor dem Gefäßverschluss geht mit einer deutlichen Reduktion der Infarktgröße einher (verglichen mit einer Kontrollgruppe (Kon)). * = signifikante Unterschiede im Vergleich zur Kontrollgruppe. (nach Zacharowski *et al.* 2000)

Schmerzmedizin

Die Arbeitsgruppe „Mechanismen der Nozizeption“ (PD Dr. Holthusen und Prof. Dr. Lipfert) befasst sich im Wesentlichen mit zwei Themenkomplexen der Schmerzforschung:

- 1.) Welche Mechanismen liegen der Entstehung von Entzündungsschmerz und neuropathischem Schmerz zugrunde und wie können sie pharmakologisch beeinflusst werden?
- 2.) Wie und wo im Gehirn werden Schmerzsignale verarbeitet und wie wirken sich Schmerzmittel und Anästhetika auf diese Schmerzverarbeitung aus?

Unter bestimmten Bedingungen verliert der Schmerz seine Funktion als Warnsignal für drohenden Gewebeschaden und kann sich verselbständigen. So kann sich im Verlauf von lokalen Entzündungen oder nach Nervenverletzung eine Schmerzüberempfindlichkeit ausbilden, bei der leichteste Schmerzreize oder sogar nur sanfte Berührung als äußerst schmerzhaft empfunden werden. Diese Hyperalgesie bzw. Allodynie beruht nach bisherigen Erkenntnissen vor allem auf pathologischen Umschalt- und Umbauvorgängen im Rückenmark. Im Zentrum stehen dabei eine Aktivierung schmerzfördernder Mechanismen (Erregung von NMDA-Rezeptoren, Freisetzung exzitatorischer Transmitter, Genaktivierung), aber auch eine Hemmung inhibitorischer schmerzlindernder Mechanismen (verminderte Freisetzung von Glycin, GABA usw. im Rückenmark). Die Forschung der Arbeitsgruppe konzentriert sich auf diese inhibitorischen Vorgänge,¹³ da darüber bisher nur wenig bekannt ist. So konnte sie in Verhaltensexperimenten an chronisch instrumentierten Ratten u. a. den Wirkungsmechanismus der antihyperalgetischen Wirkung von Lidocain aufklären und zeigen, dass Lidocain den inhibitorischen glycinergen Regelkreis beeinflusst. Lidocain verliert nämlich seine Schutzwirkung, wenn die Bindungsstelle für Glycin am NMDA-Rezeptor blockiert wird. Auch das erst kürzlich entdeckte körpereigene Nocistatin wirkt, wie die Arbeitsgruppe kürzlich in Tierexperimenten zeigen konnte,

¹³ Vgl. Holthusen *et al.* (2000).

in physiologisch niedrigen Konzentrationen inhibitorisch und damit antinozizeptiv. In Zukunft könnten Medikamente, die den inhibitorischen Regelkreis aktivieren, einen neuen Weg zur Therapie und Prophylaxe pathologischer Schmerzzustände eröffnen.

Dank der Entwicklung computergestützter bildgebender Verfahren wie der Magnetenzephalographie (MEG), Positronenemissions- (PET) und Magnetresonanztomographie (fMRI) ist es möglich geworden, funktionelle Untersuchungen am Menschen durchzuführen und die zentrale Organisation der Verarbeitung von Schmerzsignalen sichtbar zu machen. So konnte in Zusammenarbeit mit der Neurologischen Klinik mit Hilfe der MEG gezeigt werden, dass Schmerz von der Körperoberfläche und Tiefenschmerz in gleichen Hirnregionen, aber zeitlich versetzt, verarbeitet werden.¹⁴ Des Weiteren ließ sich in Kooperation mit der Klinik für Psychiatrie unter Verwendung des fMRI die Beteiligung der Mandelkerne an der Schmerzverarbeitung nachweisen.¹⁵ Besonders interessant erscheinen die Ergebnisse aus einer PET-Studie in Zusammenarbeit mit dem Institut für Medizin des Forschungszentrums Jülich, in der die Arbeitsgruppe den Einfluss einer Allgemeinanästhesie auf die Verarbeitung von Schmerzsignalen im Gehirn untersucht. Dabei zeigt sich, dass selbst während tiefer Anästhesie das Gehirn nicht vollständig abgeschirmt ist (Abb. 7).

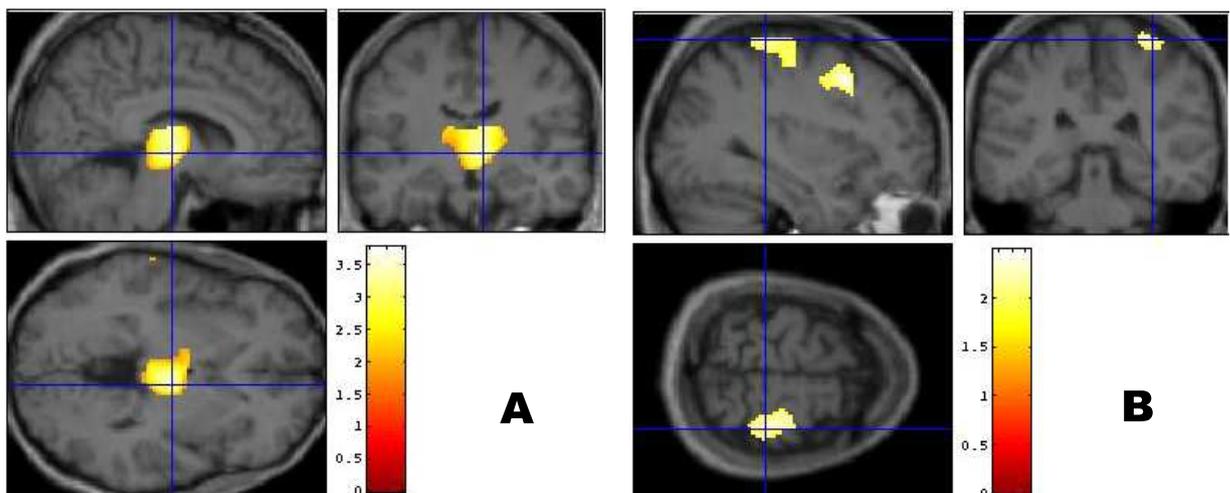


Abb. 7: Positronenemissionstomographie (PET) und Narkose:

Selbst in tiefer Allgemeinanästhesie lösen Schmerzreize an der Hand (chemisch induzierter Gefäßschmerz) eine Blutflusssteigerung als Ausdruck gesteigerter Stoffwechselaktivität im medialen und lateralen Thalamus (A) sowie im primären und sekundären somatotopen Kortex (S1 und S2) aus (B). (Gemittelte Daten von acht Probanden)

Denn auch unter diesen Bedingungen erreichen Schmerzsignale Umschaltstationen (Thalamus) sowie die Region, in der Ort und Intensität eines Schmerzreizes erkannt werden (primärer und sekundärer somatotoper Kortex). Die Signale erreichen jedoch nicht mehr die Hirnregionen, in denen die emotionale Schmerzverarbeitung – das Schmerzerleben – stattfindet, z. B. das anteriore Cingulum oder die Mandelkerne. Da sich zum Teil deutliche Unterschiede bei verschiedenen Anästhetika abzeichnen, besteht die Hoffnung,

¹⁴ Vgl. Ploner *et al.* (2002).

¹⁵ Vgl. Schneider *et al.* (2001).

die dem Phänomen „Narkose“ zugrunde liegenden Mechanismen weiter aufklären zu können.

Lehre

Der zunehmenden Bedeutung des Faches trägt die neue Approbationsordnung für Ärzte Rechnung. Neben dem Querschnittsbereich Notfallmedizin ist nun auch die Anästhesiologie/Intensivmedizin Pflichtfach mit benoteten Leistungsnachweisen. Schon in den vergangenen Semestern erhielten die von unserer Klinik veranstalteten Pflichtpraktika „Akute Notfälle und erste ärztliche Hilfe“ sowie „Notfallmedizin“ bei der Evaluation der Lehrqualität von den Studierenden die höchsten Bewertungsnoten. Im ersten Abschnitt der ärztlichen Prüfung vom Herbst 2002 schnitten die bei uns in der Notfallmedizin ausgebildeten Studierenden – verglichen mit den Prüfungsergebnissen in den zehn anderen Fächern – am besten ab.



Abb. 8: Notfallmedizinische Lehre am Patientensimulator: Simulation eines Kreislaufstillstandes infolge Kammerflimmerns. Training notfallmedizinischer Maßnahmen mit Intubation der Luftröhre (links oben), elektrischer Defibrillation des Herzens (rechts oben), Kontrolle der Pupillenreaktion (links unten). Rechts unten ist die Steuerungseinheit für die Simulation unterschiedlichster Notfallszenarien dargestellt.

Durch die Verfügbarkeit eines *full-scale* Patientensimulators (dem bisher einzigen in Nordrhein-Westfalen) wird unsere Klinik nunmehr in die Lage versetzt, die Lehrqualität nochmals zu verbessern. Der Patientensimulator („ein Patient, der alles verzeiht“) ermöglicht Studierenden (und Ärzten) nicht nur ein problemorientiertes Erlernen klinischer Fertigkeiten (z. B. Intubation, maschinelle Beatmung, Bewertung und Korrektur unerwünsch-

ter pharmakologischer Effekte, Abb. 8), sondern auch eine äußerst realitätsnahe Programmierung aller denkbaren Krisenszenarien in der Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin. Damit werden die Studierenden erstmals in die Lage versetzt, *praktische* Fähigkeiten bei der diagnostischen und therapeutischen Bewältigung häufig vorkommender Notfallsituationen systematisch zu erwerben. Es ist zu erwarten, dass diese innovative Technik die bisher überwiegend theoretische Ausbildung unserer Medizinstudierenden revolutioniert.

Bibliographie

- DE HERT, S. G., P. W. TEN BROECKE, E. MERTENS, E. W. VAN SOMMEREN, I. G. DE BLIER, B. A. STOCKMAN und I. E. RODRIGUS. „Sevoflurane but not propofol preserves myocardial function in coronary surgery patients“, *Anesthesiology* 97 (2002), 42-49.
- FOURNELL, A., L. A. SCHWARTE, T. W. SCHEEREN, D. KINDGEN-MILLES, P. FEINDT und S. A. LOER. „Clinical evaluation of reflectance spectrophotometry for the measurement of gastric microvascular oxygen saturation in patients undergoing cardiopulmonary bypass“, *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 16 (2002), 576-581.
- HOLTHUSEN, H., S. IRSFELD, P. LIPFERT. „Effect of pre- or post-traumatically applied i.v. lidocaine on primary and secondary hyperalgesia after experimental heat trauma in humans“, *Pain* 88 (2000), 295-302.
- KINDGEN-MILLES, D., R. BUHL, A. GABRIEL, H. BÖHNER und E. MÜLLER. „Nasal continuous positive airway pressure. A method to avoid endotracheal reintubation in postoperative high-risk patients with severe nonhypercapnic oxygenation failure“, *Chest* 117 (2000), 1106-1111.
- KINDGEN-MILLES, D. *Prophylaxe und Behandlung pulmonaler Funktionsstörungen in der operativen Intensivmedizin: Grundlagen und Effektivität von nasal appliziertem kontinuierlich positivem Atemwegsdruck*. Habilitationsschrift. Düsseldorf 2002.
- LOER, S. A., T. W. SCHEEREN und J. TARNOW. „How much oxygen does the human lung consume?“ *Anesthesiology* 86 (1997), 532-537.
- LOER, S. A., G. KALWEIT und J. TARNOW. „Effects of ventilation and nonventilation on pulmonary venous blood gases and markers of lung hypoxia in humans undergoing total cardiopulmonary bypass“, *Critical Care Medicine* 28 (2000a), 1336-1340.
- LOER, S. A., W. SCHLACK, D. EBEL und J. TARNOW. „Effects of partial liquid ventilation on regional pulmonary blood flow distribution of isolated rabbit lungs“, *Critical Care Medicine* 28 (2000b), 1522-1525.
- LOER, S. A. und J. TARNOW. „Partial liquid ventilation reduces fluid filtration of isolated rabbit lungs with acute hydrochloric acid-induced edema“, *Anesthesiology* 94 (2001), 269-271.
- LOER, S. A., D. KINDGEN-MILLES und J. TARNOW. „Partial liquid ventilation: Effects of liquid volume and ventilatory settings on perfluorocarbon evaporation“, *European Respiratory Journal* 20 (2002), 1499-1504.
- MÜLLENHEIM, J., J. FRÄSSDORF, B. PRECKEL, V. THÄMER und W. SCHLACK. „Ketamine, but not S(+)-ketamine, blocks ischemic preconditioning in rabbit hearts in vivo“, *Anesthesiology* 94 (2001), 630-636.
- MÜLLENHEIM, J., D. EBEL, F. OTTO, M. BAUER, A. HEINEN, B. PRECKEL und W. SCHLACK. „Sevoflurane confers additional cardioprotection after ischemic late preconditioning in rabbits“, *Anesthesiology* (2003), im Druck.

- OBAL, D., B. PRECKEL, H. SCHARBATKE, J. MÜLLENHEIM, F. HÖTERKES, V. THÄMER und W. SCHLACK. „One MAC of sevoflurane provides protection against reperfusion injury in the rat heart in vivo“, *British Journal of Anaesthesia* 87 (2001), 905-911.
- PLONER, M., H. HOLTHUSEN, P. NOETGES und A. SCHNITZLER. „Cortical representation of venous nociception“, *Journal of Neurophysiology* 88 (2002), 300-305.
- PRECKEL, B. *Untersuchungen der Wirkung von Inhalationsanästhetika auf den Reperfusionsschaden des Herzens*. Habilitationsschrift. Düsseldorf 2002.
- SCHEEREN, T. W., L. A. SCHWARTE, S. A. LOER, O. PICKER und A. FOURNELL. „Dopexamine but not dopamine increases gastric mucosal oxygenation during mechanical ventilation in dogs“, *Critical Care Medicine* 30 (2002), 881-887.
- SCHNEIDER, F., U. HABEL, H. HOLTHUSEN, C. KESSLER, S. POSSE, H. W. MÜLLER-GÄRTNER und J. O. ARNDT. „Subjective ratings of pain correlate with subcortical-limbic blood flow: An fMRI study“, *Neuropsychobiology* 43 (2001), 175-185.
- SCHWARTE, L. A., O. PICKER, A. W. SCHINDLER, A. FOURNELL und T. W. SCHEEREN. „Fenoldapam selectively increases gastric mucosal oxygenation in dogs“, *Critical Care Medicine* 31 (2003), 1999-2005.
- ZACHAROWSKI, K., M. OTTO, P. K. CHATTERJEE und C. THIEMERMANN. „Endotoxin induces a second window of protection in the rat heart as determined by using p-nitro-blue tetrazolium staining, cardiac troponin T release, and histology“, *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology* 19 (1999) 2276-2280.
- ZACHAROWSKI, K., S. FRANK, M. OTTO, P. K. CHATTERJEE, S. CUZZOCREA, G. HAFNER, J. PFEILSCHIFTER und S. THIERMANN. „Lipoteichoic acid induces delayed protection in the rat heart. A comparison with endotoxin“, *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology* 20 (2000), 1521-1528.
- ZACHAROWSKI, K., P. K. CHATTERJEE und C. THIEMERMANN. „Delayed pre-conditioning induced by lipoteichoic acid from *B. subtilis* and *S. aureus* is not blocked by administration of 5-hydroxydecanoate“, *Shock* 17 (2002), 19-22.

Elisabeth Knust

Sonderforschungsbereich 590 „Inhärente und adaptive Differenzierungsprozesse“

Im April 2003 jährte sich zum 50. Mal die Aufklärung der Struktur der Desoxyribonukleinsäure, kurz DNA, Träger der genetischen Information.¹ Dieses Molekül, das sich aus nur vier Untereinheiten, den Desoxyribonukleotiden, zusammensetzt, bestimmt, ob ein Organismus ein Bakterium, eine Hefezelle, ein Wurm, eine Maus oder ein Mensch wird. Aber die DNA trägt nicht nur die Information für die einzelnen Bausteine des Körpers, die Zellen, in sich, sondern darüber hinaus auch den Bauplan selbst, der festlegt, wann bestimmte Organe gebildet und wo im Körper sie lokalisiert sein müssen und wie sie funktionieren. Heute wissen wir, dass, abgesehen von wenigen Ausnahmen, die genetische Information aller Zellen eines Organismus identisch ist. Die Vorgänge, die zur Ausprägung zelltypspezifischer Merkmale führen, werden unter dem Begriff „Differenzierung“ zusammengefasst. Ursache für die Verschiedenartigkeit der Zellen ist die Tatsache, dass sie jeweils nur einen Teil der genetischen Information nutzen und umsetzen, d. h. nur einen Teil aller vorhandener Gene exprimieren. In den meisten Fällen wird ein einmal differenzierter Zustand beibehalten: Eine Muskelzelle bleibt immer eine Muskelzelle. Unter bestimmten, meist von außen wirkenden Faktoren kann ein differenzierter Zustand aufgehoben bzw. modifiziert werden – ein Prozess, der in den meisten Fällen mit einer Änderung der genetischen Aktivität einhergeht. Die Steuerung dieser Prozesse und insbesondere die molekularen Mechanismen, die „differentielle Genexpression“ kontrollieren und damit zur Ausprägung spezifischer Merkmale während der Individualentwicklung oder zur Änderung dieser Merkmale durch Einwirkung äußerer Faktoren führen, sind die zentralen Fragestellungen aller Arbeitsgruppen des seit Juli 2001 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereichs (SFB) 590 „Inhärente und adaptive Differenzierungsprozesse“.² Die meisten Arbeitsgruppen sind in biologischen Instituten tätig (Institut für Mikrobiologie, Institut für Genetik, Institut für Entwicklungs- und Molekularbiologie der Pflanzen, Institut für Entwicklungs- und Molekularbiologie der Tiere, Abteilung für Molekulare Parasitologie), eine Arbeitsgruppe ist Mitglied der Medizinischen Fakultät (Labor für Molekulare Neurobiologie, Neurologische Klinik). Unterstützt werden die Arbeiten durch die im Biologisch-Medizinischen Forschungszentrum (BMFZ) vorhandene Expertise zur genomweiten Untersuchung von Genexpression.

Differenzierungsprozesse während der Entwicklung unterliegen der genetischen Steuerung

Viele Organismen, einschließlich des Menschen, sind aus tausenden von Zellen aufgebaut, die sich in viele verschiedene Zelltypen unterscheiden lassen, wie z. B. Muskelzellen,

¹ Vgl. Watson und Crick (1953).

² <http://www.biologie.uni-duesseldorf.de/sfb590.html> (29.10.2003).

Nervenzellen, Blutzellen und Hautzellen. Die Entwicklung eines vielzelligen Organismus beginnt mit der Befruchtung der Eizelle, wobei sich das genetische Material der Eizelle mit dem des Spermiums vereinigt. Durch Zellteilungen entstehen aus dieser einen Zelle viele Zellen, wobei vor jeder Teilung das genetische Material identisch verdoppelt wird, um dann gleichmäßig auf die beiden Tochterzellen verteilt zu werden. Im nächsten Schritt erfolgt die Festlegung der Zellen auf ein bestimmtes Entwicklungsschicksal, was bedeutet, dass sie sich nun nicht mehr in alle möglichen Zelltypen entwickeln können; sie verlieren ihre *Pluripotenz*. Schließlich erfolgt die *Differenzierung*, also der Vorgang, der zur Ausprägung zelltypspezifischer Merkmale führt, so dass nun eine Unterscheidung der Zellen, etwa durch Unterschiede in der Form und der Physiologie, möglich wird. Nur sehr wenige Zellen eines Organismus behalten die Fähigkeit, alle oder wenigstens viele andere Zelltypen zu bilden. Dies sind die Stammzellen. Der entscheidende Vorgang, der zur Ausbildung einer differenzierten Zelle führt, ist die *differenzielle Genexpression*, die in einer menschlichen Zelle dafür sorgt, dass von den etwa 23.000 Genen nur ein kleiner Prozentsatz aktiv ist, von denen wiederum nur einige spezifisch in einem bestimmten Zelltyp ausgeprägt werden. So wird etwa in den Erythrozyten (roten Blutkörperchen) neben den in allen Zellen exprimierten „Haushaltsgenen“ Hämoglobin synthetisiert, um den Sauerstofftransport zu ermöglichen, Nervenzellen bilden bestimmte Rezeptormoleküle, um chemische Signale zu empfangen, und Muskelzellen synthetisieren Myosin, das ihre Kontraktion erlaubt. Daraus ergibt sich die Frage nach den Mechanismen und Prinzipien, die dafür verantwortlich sind, dass aus einer einzigen Zelle, der befruchteten Eizelle, ein ganzer Organismus mit seinen verschiedenen Zelltypen, Geweben und Organen, einschließlich der artspezifischen Gestalt und Funktion, entsteht. Und weiter, wie aus den vielen tausend Genen des Genoms diejenigen erkannt und aktiviert werden, die zur Bildung einer differenzierten Zelle führen und wie diese Aktivität aufrechterhalten wird, um die zelltypspezifischen Funktionen zu gewährleisten.

Was ist ein Modellorganismus?

Diese für die Entwicklung aller Organismen zentrale Frage wird seit vielen Jahren an so genannten Modellorganismen untersucht. Wie der Name vermuten lässt, untersucht man an diesen modellhaft Vorgänge, von denen man annimmt, dass sie universaler Natur sind und deshalb in gleicher Weise auch in anderen Organismen ablaufen und denselben oder ähnlichen Kontrollmechanismen unterworfen sind. Dabei ist zu bedenken, dass sich jeder heute lebende Organismus im Verlauf der Evolution spezialisiert, und demzufolge auch einige Spezialisierungen in der Steuerung seiner Entwicklungsprozesse ausgebildet hat, die möglicherweise nicht immer universal verwendet werden. Dennoch brachte die Erforschung verschiedener Modellorganismen erstaunlich ähnliche und damit evolutionär konservierte Regulationsmechanismen von Differenzierungsprozessen zutage.³

Was zeichnet einen Modellorganismus aus? Die von den Forschern im SFB verwendeten Modellorganismen umfassen einzellige Organismen, wie die Bäckerhefe *Saccharomyces cerevisiae* und die Spaltheife *Schizosaccharomyces pombe*, tierische Organismen, wie den Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*, die Taufliege *Drosophila melanogaster* und die

³ Vgl. Hedges (2002).

Maus *Mus musculus*, und Pflanzen, wie die Ackerschmalwand *Arabidopsis thaliana*. Der Vorteil dieser Organismen als Versuchsobjekte ist vielfältig:

- a) Diese Organismen lassen sich relativ einfach (und nicht zu kostenaufwändig) züchten und vermehren und produzieren in der Regel viele Nachkommen.
- b) Da sie schon seit vielen Jahren als Forschungsobjekte verwendet werden, ist das Wissen über ihre Biologie, Physiologie und Genetik sehr groß.
- c) Alle diese Organismen sind einer genetischen Analyse zugänglich. Was bedeutet das? Die Beteiligung eines Gens an einem bestimmten Prozess wird dann sichtbar, wenn die Funktion dieses Gens ausfällt, wenn also eine Mutation in diesem Gen vorliegt. Ist z. B. in einer Fliege ein Gen mutiert, so dass die normalerweise roten Augen nun weiß sind, kann man daraus den Schluss ziehen, dass die Normalfunktion dieses Gens an der Synthese oder der Ablagerung des roten Pigments beteiligt ist. Wenn man bedenkt, dass die ersten *Drosophila*-Mutanten im Jahr 1910 von Thomas Hunt Morgan isoliert wurden und seitdem jährlich viele neue Mutationen isoliert worden sind, kann man sich gut vorstellen, dass inzwischen viele tausend Mutanten existieren. Und dies gilt nicht nur für die Fliege, sondern ebenso für die anderen hier vorgestellten Modellorganismen.⁴ Die über die Jahre entstandenen Mutanten der jeweiligen Organismen werden in bestimmten Labors gesammelt, registriert und gezüchtet und können von dort bezogen werden. So kann man im „*Drosophila* Stock Center“ in Bloomington, USA,⁵ sehr viele verschiedene Mutanten beziehen, im Jackson Laboratory⁶ werden tausende von Maus-Mutanten gehalten und ständig neue erzeugt, und über den *C. elegans*-Server⁷ kann man zahlreiche Wurm-Mutanten erhalten.
- d) Inzwischen sind die Genome der hier vorgestellten Modellorganismen sowie solche weiterer Organismen vollständig sequenziert (Tabelle 1).

Entwicklungsgenetiker können vielfältige Information aus diesen Ergebnissen ziehen.⁸ Jedoch setzt dies die Kenntnis voraus, wie man mit diesen Daten umgeht, wobei die Bioinformatik einen bedeutenden Beitrag leistet.⁹ So kommt man, je nach verwendetem Algorithmus, zu unterschiedlichen Vorhersagen über die Zahl der im menschlichen Genom vorhandenen Gene, die zwischen 22.000 und 32.000 liegen. Da viele Gene phylogenetisch konserviert sind, ist es nun relativ einfach, ein Gen, dessen Funktion in einem Organismus bereits bekannt ist, aus einem anderen Organismus zu isolieren, um in diesem seine Funktion zu studieren und durch vergleichende Analysen Gemeinsamkeiten oder Unterschiede herauszuarbeiten. Auch kann man mit Hilfe dieser Information genomweite Untersuchungen zur Analyse sämtlicher Gene, die in einer bestimmten Zelle transkribiert werden, durchführen. Da, wie oben ausgeführt, verschieden differenzierte Zellen unterschiedliche Gene exprimieren, kann man auf diese Weise zu einer ziemlich umfassenden Beschreibung verschiedener Zelltypen gelangen.

⁴ Vgl. Nagy *et al.* (2003).

⁵ <http://flybase.bio.indiana.edu/> (29.10.2003).

⁶ <http://www.jax.org/> (29.10.2003).

⁷ <http://www.cbs.umn.edu/CGC/> (29.10.2003).

⁸ Vgl. Anderson und Ingham (2003).

⁹ Vgl. Kanehisa und Bork (2003) und Martin (2002).

Spezies	Jahr der Veröffentlichung	Genomgröße [x 10 ⁶ Basenpaare]	ungefähre vorhergesagte Zahl der Gene
im SFB verwendete Modellorganismen			
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	2002	13.8	4.800
<i>Caenorhabditis elegans</i>	1998	97	20.000
<i>Arabidopsis thaliana</i>	2000	100	25.000
<i>Drosophila melanogaster</i>	2000	122	14.300
<i>Mus musculus</i>	2002	2.500	22.000
andere Organismen			
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	1996	12.5	6.300
<i>Homo sapiens</i>	2001	2.900	23.000-32.000
<i>Fugu rubripes</i>	2002	365	31.059
<i>Anopheles gambiae</i>	2002	278	13.638
<i>Plasmodium falciparum</i>	2002	22.8	5.268
<i>Neurospora crassa</i>	2003	40	10.082

Tabelle 1: Vollständig sequenzierte eukaryotische Genome (Stand: Beginn 2003)

Die unbestritten große Bedeutung von Modellorganismen manifestiert sich darin, dass in den letzten Jahren Erkenntnisse, die an ihnen gewonnen wurden, mit den Nobelpreisen für Medizin und für Physiologie ausgezeichnet wurden: im Jahr 1995 an Christiane Nüsslein-Volhard, Eric Wieschaus und Ed Lewis für ihre Arbeiten zur genetischen Regulation der frühen Embryogenese von *Drosophila*, im Jahr 2001 an Leland H. Hartwell, R. Timothy Hunt und Paul M. Nurse für Arbeiten zur Kontrolle des Zellzyklus, die u. a. an der Spalthefe *S. pombe* gewonnen wurden, und im Jahr 2002 an Sidney Brenner, H. Robert Horvitz und John E. Sulston als Anerkennung ihrer Arbeiten zur Entwicklungsgenetik von *C. elegans*, insbesondere der Aufklärung der genetischen Kontrolle der Organogenese und des Zelltods. Die Auszeichnungen verdeutlichen außerdem die besondere medizinische Bedeutung dieser Arbeiten, vor allem, wenn man berücksichtigt, dass die Ursache vieler menschlicher Krankheiten in der Mutation von jeweils nur einem einzigen Gen zu finden ist und dass Defekte in der Regulation von Zellteilung und Zelltod zur Entstehung von Krebs führen können.

Die Ausbildung der Zellform steht unter genetischer Kontrolle

Die meisten vielzelligen Organismen entstehen aus einer Zelle und enthalten viele hundert Zellen. Andere Organismen existieren als Einzelzelle, was aber nicht heißt, dass sie nur in einer einzigen Form vorkommen. Sie können, je nach Differenzierungszustand oder Umgebung, ihr Verhalten ändern: Sie können miteinander kommunizieren, sich teilen, sich fortbewegen oder in einen Ruhezustand eintreten. Ähnliche Verhaltensänderungen findet man, vielfältig abgewandelt, auch in einzelnen Zellen von Geweben oder Organen eines vielzelligen Organismus: Auch diese senden und empfangen Signale, teilen sich oder können im Körper wandern. Deshalb kann das Studium dieser fundamentalen Prozesse in ein- und vielzelligen Organismen zur Aufdeckung allgemeingültiger Prinzipien zellulären Verhaltens beitragen.

Einer dieser fundamentalen Prozesse, die Zellmorphogenese, kontrolliert die Ausbildung der Gestalt einer Zelle. Die meisten Zellen sind nämlich nicht einfach rund, sondern haben eine für ihre Funktion optimal angepasste Form, die sehr häufig polarisiert ist. Viele von Ein- und Vielzellern durchgeführte Funktionen hängen von der Polarität der Zellen ab, etwa Zellwachstum, Zellteilung, Zellwanderung oder gerichtete Transportvorgänge. Dieser Bedeutung entsprechend arbeiten mehrere Gruppen im SFB an der Aufklärung der molekularen Grundlagen der Zellform und an den Mechanismen, die zu ihrer Veränderung führen. So ist die längliche Form der Hefe *S. pombe* Voraussetzung für das an den beiden Polen stattfindende Wachstum, und Mutationen in Genen, die Polarität kontrollieren, resultieren in Wachstumsdefekten: Die Hefezelle ist entweder völlig rund, weil sie überall gleichmäßig wächst, oder sie wächst an ungewöhnlichen Stellen aus, etwa in der Mitte (Abb. 1A).

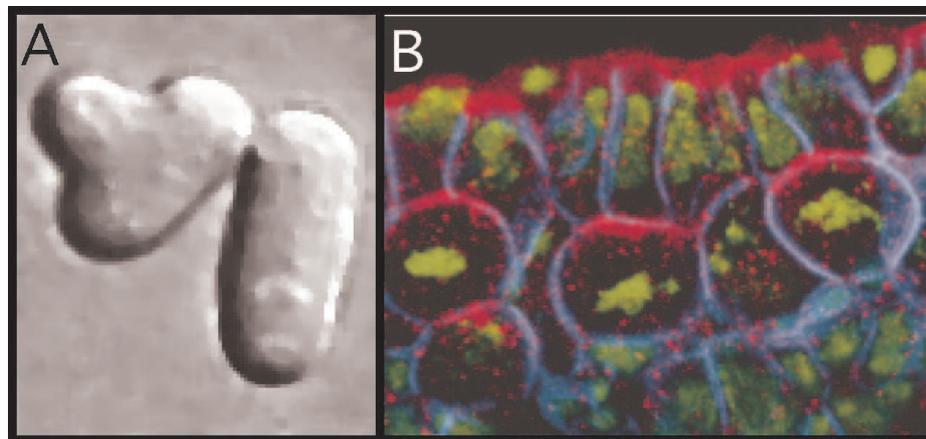


Abb. 1: Beispiele für verschiedene Zellformen. A. Eine normale Zelle der Spaltheife *S. pombe* hat eine längliche Gestalt (rechts), sie wächst nur an den beiden Polen. Mutationen können dazu führen, dass das Wachstum in der Mitte erfolgt (Ursula Fleig). B. Neuroblasten (*) im *Drosophila*-Embryo haben eine apiko-basale Polarität, die hier durch die apikale Lokalisation einer atypischen Proteinkinase (rot) deutlich wird. Die Proteinkinase ist auch in den darüber liegenden Epithelzellen apikal lokalisiert. Blau markiert den Umriss aller Zellen, grün die DNA (Andreas Wodarz).

Ein anderer Einzeller, der menschenpathogene Pilz *Candida albicans*, der Erreger der Soormykose, hat in seiner nicht pathogenen Form eine rundliche Gestalt. Unter bestimmten Bedingungen löst der Kontakt mit den Wirtszellen eine Änderung der Form aus, die Zellen werden länglich und bilden so genannte Hyphen aus, mit deren Hilfe nun das Wirtsgewebe durchdrungen werden kann. Auch die Neuroblasten, die Vorläuferzellen des zentralen Nervensystems im *Drosophila*-Embryo, sind polarisiert. Ihre Polarität manifestiert sich in der asymmetrischen Verteilung einzelner mRNAs und Proteine, von denen einige am apikalen, andere am basalen Pol lokalisiert sind (Abb. 1B). Diese werden bei der Zellteilung ungleichmäßig an die beiden Tochterzellen weitergegeben. Bei dieser so genannten asymmetrischen Zellteilung entstehen, anders als bei den meisten Zellteilungen, zwei verschiedenartige Tochterzellen, und somit stellt dieser Vorgang eine wichtige, auch von anderen Organismen genutzte Möglichkeit zur Ausbildung unterschiedlicher Zelltypen während der Entwicklung dar. Sind Neuroblasten eher runde Zellen, so sieht man wandernden

Zellen ihre Polarität bereits von außen an. Der eine, in Richtung auf das Ziel ausgerichtete Pol bildet Spezialisierungen aus, Lamellipodien, die, Füßen vergleichbar, Kontakt mit dem Untergrund herstellen und sich daran anhaften, um dann den entgegengesetzten Pol der Zelle vom Substrat abzulösen und einzuziehen. Bei diesem Prozess, den man etwa in Mesodermzellen des *Drosophila*-Embryos beobachten kann und der zur Ausbreitung der Zellen im Körper führt, müssen zahlreiche Komponenten des Cytoskeletts und der Plasmamembran asymmetrisch verteilt werden, um die Ausbildung spezialisierter Strukturen zu ermöglichen. Polarisierter Zellen kommen nicht nur einzeln vor, wie an den hier vorgestellten Beispielen gezeigt, sondern können auch als solche in einem Gewebeverband vorliegen. Epithelien kommen in allen vielzelligen Organismen vor und bilden dort Abschlussgewebe, die verschiedene Bereiche des Körpers voneinander oder gegen die Umwelt abtrennen und den selektiven Austausch von Molekülen zwischen außen und innen kontrollieren. Epithelien findet man etwa im Darm, wo sie das Darmlumen vom restlichen Körper trennen, oder in der Haut, wo sie das Körperinnere gegen die Außenwelt schützen (Abb. 1B). Die Anwendung genetischer Methoden zur Untersuchung der Entwicklung und Aufrechterhaltung von Epithelpolarität im *C. elegans*- und *Drosophila*-Embryo hat viele Gemeinsamkeiten in der Regulation aufgezeigt, die nicht nur bei Invertebraten, sondern ebenfalls bei Wirbeltieren, einschließlich des Menschen, wirksam sind.

Transkriptionsfaktoren kontrollieren differentielle Genaktivität

Besteht der erste Schritt bei der Entwicklung vielzelliger Organismen in der Bildung unterschiedlicher Zelltypen, so erfordert die Ausbildung von Geweben und Organen darüber hinaus die korrekte räumliche Anordnung dieser Zellen. Die Bildung eines Beins setzt nicht nur die Entstehung von Muskeln, Knochen und Haut voraus, sondern die Knochen müssen sich innen befinden, an ihnen müssen die Muskeln befestigt sein und die Haut schließt die inneren Gewebe nach außen ab. Die Entwicklung einer funktionsfähigen Hand verlangt nicht nur die Bildung der einzelnen Finger, sondern der Daumen muss sich am Rand der Hand befinden und nicht etwa zwischen den anderen Fingern. Gerade Gliedmaßen sind ein gutes Untersuchungsobjekt zur Aufklärung der Mechanismen, die zur koordinierten Ausbildung biologischer Strukturen notwendig sind. Neben Signalmolekülen und ihren Rezeptoren spielen dabei vor allem Transkriptionsfaktoren eine wichtige Rolle. Hierbei handelt es sich um DNA bindende Proteine, die an die regulatorischen Regionen anderer Gene binden und auf diese Weise deren Aktivität regulieren. Die Transkriptionsfaktoren sind also die eigentlichen Kontrolleure differentieller Genaktivität, indem sie andere Gene entweder aktivieren oder reprimieren. So führt der Ausfall der von den Irx-Genen kodierten Transkriptionsfaktoren bei der Maus neben anderen Defekten zur Bildung verschmolzener Finger, zum Fehlen von Fingern bzw. Zehen oder zur Ausbildung zusätzlicher Finger. Im Gegensatz zu den Gliedmaßen weist das Gehirn der Wirbeltiere eine ungleich höhere Komplexität auf. Man findet hier noch mehr verschiedene Zelltypen, die ebenfalls zu einer räumlich geordneten Struktur organisiert werden müssen. Der Ausfall eines Transkriptionsfaktors, genannt Gli3, führt hier zum vollständigen Verlust des Hippocampus, einer Struktur, die vor allem für die höheren kognitiven Funktionen des Gehirns nötig ist. Gli3 wirkt über die Regulation weiterer Transkriptionsfaktoren der *Emx*-Familie, die wiederum andere Gene regulieren. Zu diesen Zielgenen gehört auch das

zuerst bei *Drosophila*, später auch in der Maus nachgewiesene Gen *castor*, das einen weiteren Transkriptionsfaktor kodiert.



Abb. 2: Räumlich kontrollierte Transkription des Gens *castor* im Gehirn eines 11,5 Tage alten Maus-embryos. Die RNA (blau markiert) ist ausschließlich im Hippocampus zu erkennen (Thomas Theil).

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass durch räumlich regulierte Expression verschiedener Transkriptionsfaktoren unterschiedliche Regionen im Gehirn definiert werden, die sich dann zu spezifischen Strukturen entwickeln (Abb. 2).

Die räumlich und zeitlich regulierte Aktivität von Transkriptionsfaktoren ermöglicht also die Kontrolle der Expression nachgeschalteter Gene, und diese wiederum führt zur Spezifizierung unterschiedlicher Zelltypen, die sich dann gegebenenfalls zu verschiedenartigen Geweben entwickeln. Die Allgemeingültigkeit dieser Aussage wird dadurch verstärkt, dass dies nicht nur für tierische Organismen, sondern ebenso für Pflanzen gilt. Auch Pflanzen bilden unterschiedliche Gewebe aus, etwa solche, die dem Stofftransport, der Wasser- und Nährstoffaufnahme oder der Photosynthese dienen. Wie in tierischen Organen bestehen diese oftmals aus unterschiedlichen Zelltypen, wodurch eine Arbeitsteilung ermöglicht wird, bei der z. B. verschiedene Schritte eines Stoffwechselprozesses in unterschiedlichen Geweben stattfinden. Das wurde bei der Photosynthese von Pflanzen, die an trockenen, heißen Standorten wachsen, erforderlich. Einerseits müssen diese für die Durchführung der Photosynthese CO_2 aus der Luft aufnehmen, wozu sie die Spaltöffnungen öffnen müssen. Andererseits führt die Öffnung der Spaltöffnungen aber zu Wasserverlust, was die Pflanzen vermeiden müssen. Um diesen Konflikt zu lösen, wurde die Synthese der Kohlenhydrate während der Photosynthese in zwei Schritte unterteilt, wobei der erste in den Mesophyllzellen der Blätter, der zweite in den Bündelscheidenzellen durchgeführt wird. Wie die Ausbildung dieser beiden Zelltypen mit ihrer unterschiedlichen Enzymausstattung während der Entwicklung gesteuert wird, ist weitgehend unbekannt. Klar ist, dass auch hier Transkriptionsfaktoren beteiligt sind und dass Unterschiede in der Expression regulatorischer Gene eine zentrale Rolle bei der Diversifizierung der Baupläne spielen.

Einwirkungen von außen verändern das genetische Programm

Die genetische Information einer Zelle bestimmt nicht nur ihre Differenzierung, sondern sie reguliert ebenso die Beibehaltung eines einmal erreichten Zustands. Die konstante Expression zelltypspezifischer Gene ermöglicht es – oftmals über viele Jahre hinweg –, dass die Nervenzelle eine Nervenzelle oder die Muskelzelle eine Muskelzelle bleibt. Organismen, und damit auch ihre Zellen, sind jedoch vielfältigen äußeren Einflüssen ausgesetzt, die es erforderlich machen, dass sie sich diesen Einflüssen anpassen, wenn sie nicht ihre Lebensfähigkeit riskieren wollen. Diese Tatsache bedeutet aber gleichzeitig, dass durch die genetische Information, die zwar nur zu einem kleinen Teil von differenzierten Zellen genutzt wird, unter veränderten Bedingungen nun auch andere Bereiche aktiviert werden können, da diese Information ja vollständig in allen Zellen vorhanden ist.

Mehrere Arbeitsgruppen im SFB befassen sich mit der Aufklärung von Mechanismen, die es Organismen ermöglichen, sich an veränderte Bedingungen anzupassen. Besonders stark ausgeprägte Anpassungsmechanismen haben Pflanzen entwickelt, da sie in viel höherem Maß als Tiere von ihrer Umgebung abhängig sind. Viele Differenzierungsprozesse sind vom Sonnenlicht abhängig, etwa die Samenkeimung, das Wachstum oder die Induktion der Blütenbildung. Besonders deutlich wird der Einfluss des Lichts während der Entwicklung des Keimlings. In diesem Stadium steuert das Licht die Differenzierung des gesamten Organismus, u. a. die Entwicklung der Chloroplasten, die Ergrünung oder die Entfaltung der Blätter. Da ein Keimling mal im Licht, mal im Schatten aufwächst, den jeweiligen Standort jedoch nicht ändern kann, haben viele Pflanzen die Möglichkeit entwickelt, Licht unterschiedlicher Wellenlängen zu nutzen. Über spezifische Lichtrezeptoren, die Phytochrome, können sie auf diese Weise Genaktivität steuern, so dass auch bei unterschiedlichen Lichtbedingungen der Ablauf eines normalen Entwicklungsprogramms gewährleistet ist (Abb. 3).

Im Gegensatz zu Pflanzen sind tierische Organismen viel flexibler und können in vielen Fällen ungünstigen Bedingungen ausweichen. Trotzdem können sie durch äußere Einwirkungen veranlasst werden zu reagieren. Besonders deutlich wird dies bei Verletzungen oder nach Befall durch Parasiten. Unter solchen extremen Umständen kann dann ein differenzierter Zustand aufgehoben oder modifiziert werden – ein Prozess, der meist mit einer Änderung der genetischen Aktivität einhergeht: Einige Gene werden abgeschaltet, andere angeschaltet. Im Extremfall kommt es dabei zum Verlust der Differenzierungsmerkmale und anschließend zur Wiederherstellung von Zellen mit den ursprünglichen Eigenschaften, was als Regeneration bezeichnet wird. So kann die Durchtrennung von Nerven weitreichende Auswirkungen auf den gesamten Organismus haben: Erfolgt die Durchtrennung im Rückenmark, so führt das in schwerwiegenden Fällen zur Lähmung. Während Gewebe des peripheren Nervensystems bereitwillig regenerieren, findet Regeneration im zentralen Nervensystem nicht statt. Damit stellt sich die Frage, ob und, falls ja, worin sich die genetischen Programme des verletzten peripheren Nervensystems von denen des regenerationsgehemmten zentralen Nervensystems unterscheiden. Unter Anwendung dieser Kenntnisse könnte es vielleicht möglich werden, durch Implantation von Zellen aus dem peripheren Nervensystem oder durch Aufhebung extrazellulärer Wachstumsbarrieren das Regenerationsprogramm im zentralen Nervensystem zu aktivieren.

Zur Abwehr eingedrungener Parasiten, die ihr eigenes Überleben und ihre Vermehrung auf Kosten der Wirtszelle durchführen wollen, haben Zellen vielfältige Strategien entwi-



Abb. 3: Anpassung des Wachstums eines Keimlings an verschiedene Lichtverhältnisse. Ein normaler (Wildtyp, wt) Keimling wächst im Dunkeln viel stärker als bei Licht. Mutationen in Genen, die für Lichtrezeptoren kodieren, führen zu starkem Wachstum auch im Hellen (Ute Höcker).

ckelt, mit denen sie sich dem schädigenden Einfluss entziehen bzw. durch die der Parasit selbst unschädlich gemacht wird. Vor allem das Immunsystem erfüllt eine wichtige Aufgabe bei der Bekämpfung eingedrungener Erreger. Die Beobachtung, dass bestimmte Mausstämmen nach Infektion durch den Malariaerreger *Plasmodium* nicht sterben, sondern sogar resistent gegen einen weiteren Befall werden, zeigt, dass die genetische Konstitution einen wichtigen Einfluss auf die körpereigene Reaktion ausübt. Die genauere Untersuchung einer Gruppe von Genen, deren Expression in der Milz der resistenten Mäuse nach Infektion induziert wird, könnte möglicherweise helfen, Strategien zur Entwicklung eines Malariaimpfstoffs zu entwerfen.

Eine Änderung des genetischen Programms erfolgt jedoch nicht nur in den Wirtszellen als Antwort auf das Eindringen eines Erregers. Ein Erreger kann ebenfalls, nachdem er in die Wirtszelle eingedrungen ist, sein genetisches Programm ändern, um sich optimal an die neuen Bedingungen anzupassen. Dies wird bei Infektion von Zellen durch Chlamydien deutlich. Chlamydien sind Bakterien, die bei vielen Erkrankungen, z. B. Lungenentzündungen, eine große Rolle spielen. Wenn das außerhalb der Zelle metabolisch inaktive Bakterium in die Wirtszelle eingedrungen ist (Abb. 4), verändert es seine Gestalt, aktiviert seinen Stoffwechsel, vermehrt sich in der Zelle und tritt schließlich, nachdem es wieder in den inaktiven Zustand übergegangen ist, unter Zerstörung der Zelle nach außen.

Welche Faktoren die Anheftung an die Zellmembran bzw. den intrazellulären Übergang vom inaktiven in den aktiven Zustand auslösen, wird zurzeit erforscht. Die Kenntnis darüber könnte vielleicht einmal dazu dienen, einen Impfstoff zu entwickeln, der Infektionen mit Chlamydien unterbindet.

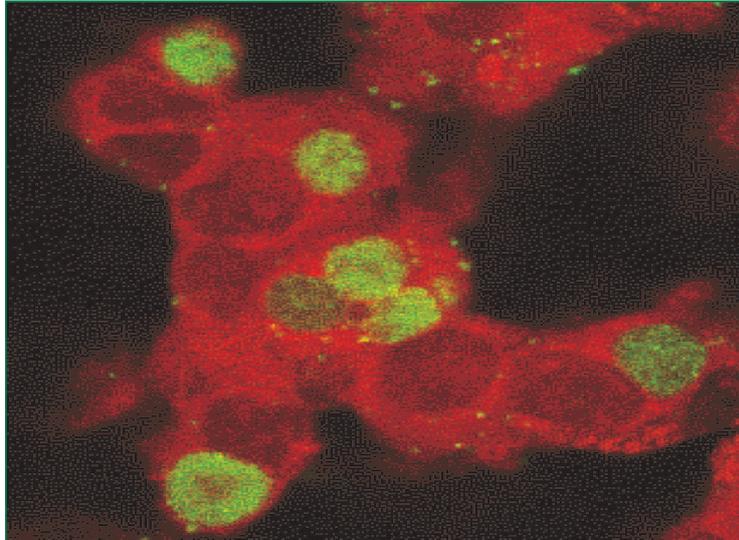


Abb. 4: Mit Chlamydien (gelb) infizierte humane Zellen (rot) (Hans Hegemann).

Ausblick

Die Kenntnis der heute bereits aufgeklärten Genomsequenzen vieler Organismen ist ein wertvolles Werkzeug zur Aufklärung der Prozesse, die die Ausbildung der großen Vielfalt verschiedener Zelltypen in den unterschiedlichsten Organismen ermöglichen. Selbst wenn wir einmal genau wissen sollten, welche Zelle zu welchem Zeitpunkt welche Gene exprimiert, sind wir doch immer noch weit davon entfernt, zelltypspezifische Differenzierung und das jeder Zelle eigene Verhalten zu verstehen. Denn die Zelle ist nicht nur eine Ansammlung von Proteinen, sondern eine komplexe Struktur, in der es zu vielfältigen Wechselwirkungen der Moleküle untereinander nach einem zeitlich und räumlich kontrollierten Plan kommt. Gerade die Forschung im Rahmen eines Sonderforschungsbereichs bietet die Möglichkeit, durch das Studium an verschiedenen Organismen und den unterschiedlichsten Zelltypen Gemeinsamkeiten zu erkennen, die uns dem Verständnis der Grundlagen zellulärer Differenzierung näher bringen.

Bibliographie

- ANDERSON, K. V. und P. W. INGHAM. „The transformation of the model organism: a decade of developmental genetics“, *Nature Genetics Supplement* (2003), 285-293.
- HEDGES, S. B. „The origin and evolution of model organisms“, *Nature Reviews Genetics* 3 (2002), 838-849.
- KANEHISA, M. und P. BORK. „Bioinformatics in the post-genomic era“, *Nature Genetics Supplement* (2003), 305-310.
- MARTIN, W. „Bioinformatik – Eine Schlüsseltechnologie“, in: Gert KAISER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine Universität Düsseldorf 2001*. Düsseldorf 2002, 157-182.
- NAGY, A., N. PERRIMON, S. SANDMEYER und R. PLASTERK. „Tailoring the genome: the power of genetic approaches“, *Nature Genetics Supplement* (2003), 276-284.
- WATSON, J. D. und F. H. C. CRICK. „Molecular structure of nucleic acids. A structure for desoxyribose nucleic acid“, *Nature* 171 (1953), 737-738.

Hartmut Löwen

Weiche Materie: vom hässlichen Entlein zum schönen Schwan

Was ist „Weiche Materie“?

Die Natur offeriert ganz verschiedene Längenskalen, die die Ausdehnungen verschiedener Objekte kennzeichnen. Diese Längenskalen unterscheiden sich um viele Größenordnungen. Auf der einen Seite spielen sich Effekte im Atomkern auf einer Längenskala von einigen Fermi (das sind $10^{-15}m$) ab; auf der anderen Seite sind die räumlichen Ausdehnungen des Universums immens. Im Gegensatz zu Dimensionen von einigen Millimetern bis zu einigen Kilometern, die uns aus dem Alltag sehr geläufig sind, ist es schwierig, eine gute Intuition für beide Extreme zu entwickeln. Die klassische Aufteilung der Längenskalen erfolgt in „makroskopisch“ und „mikroskopisch“. Das erste sind wahrnehmbare Dimensionen – bis herunter zu Bruchteilen eines Millimeters – und schließt die so genannte granulare Materie wie Sand ein. Als „mikroskopisch“ werden winzige räumliche Distanzen bezeichnet, die typischerweise zwischen Atomen zu finden sind – etwa im Bereich von einigen Angström (das sind $10^{-10}m$). Dazwischen befinden sich „mesoskopische Systeme“, die im Bereich zwischen einem Nanometer (das sind $10^{-9}m$) und einem Mikrometer (das sind $10^{-6}m$) liegen. Beispiele dafür sind supramolekulare Aggregate und biologische Systeme. Solche Systeme bezeichnet man auch als *Weiche Materie* oder allgemeiner als *Kolloide*. Die verschiedenen Längenskalen sind in einer logarithmischen Darstellung in [Abbildung 1](#) illustriert.

Als Wolfgang Ostwald zu Beginn des 20. Jahrhunderts sein Kolloidlehrbuch *Die Welt der vernachlässigten Dimensionen* schrieb, hat er sicher nicht geahnt, wie lange der Titel mindestens in der Physik seine Gültigkeit behalten würde. Lange Zeit war die Forschung der Weichen Materie eine reine Domäne der Chemiker und Ingenieure. Die Physiker haben sich stattdessen vor allem auf kleine und kleinste Dimensionen in der Atom-, Kern-, und Teilchenphysik gestürzt oder sind zu makroskopischen Dimensionen in der Astrophysik vorgestoßen. Den Bereich der mesoskopischen Systeme mit ihren komplexen molekularen Einheiten hatte man eher abschätzig betrachtet und als zu kompliziert, zu angewandt und schlichtweg uninteressant abgetan.

Seit den 1980er Jahren kann man jedoch eine Renaissance der Kolloidwissenschaften beobachten, und die Physiker spielen dabei eine immer wichtigere Rolle. Dies äußert sich nicht nur in der Erschaffung des Begriffs Weiche Materie, sondern in einer außerordentlich lebendigen und vielfältigen Forschungslandschaft. Sie ist geprägt von einem engen Zusammenspiel von Theorie und Experiment, Grundlagenforschung und Anwendung und einem extrem interdisziplinären Ansatz, in dem Chemiker, Physiker, Ingenieure und Biologen zu gleichwertigen Partnern werden. *Aus dem hässlichen Entlein ist der schöne Schwan geworden*, was sich nicht zuletzt in der Verleihung des Physik-Nobelpreises im Jahre 1991 an Pierre-Gilles de Gennes manifestierte.

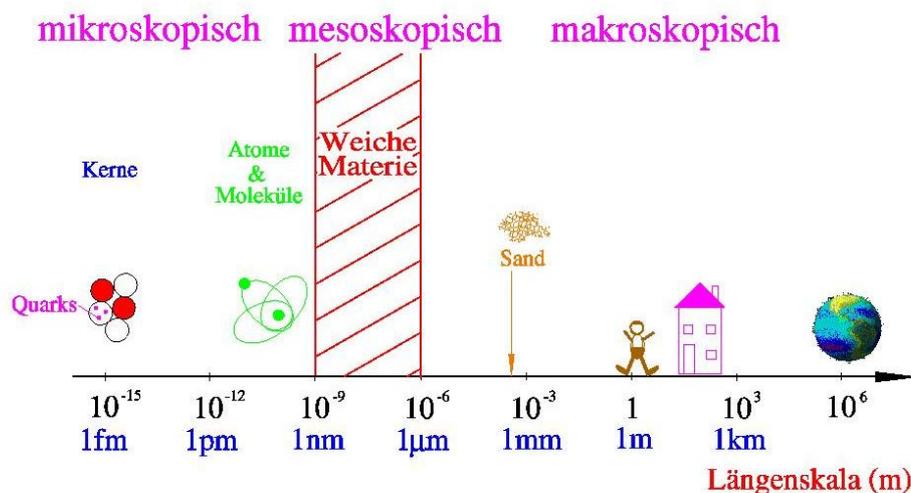


Abb. 1: Strukturelle Längenskalen in logarithmischer Auftragung für verschiedene Situationen im makroskopischen, mikroskopischen und dazwischen liegenden mesoskopischen Bereich.

Weiche kondensierte Materie (engl. *soft matter*) steht heute für einen sehr schnell expandierenden Wissenschaftsbereich.¹ Es gibt verschiedene Kenngrößen, welche „Weichheit“ charakterisieren; eine mögliche benutzt die elastischen Moduln von makroskopischen Substanzen: ist der Schermodul G bedeutend größer als der Kompressionsmodul E , dann ist eine Substanz offenbar leicht durch Abscherung verletzbar. Alle Fluide erfüllen diese Bedingung, aber auch feste mesoskopische Partikel, die in einer mikroskopischen Trägerflüssigkeit eingebettet (oder „suspendiert“) sind. Explizite Beispiele für Systeme der Weichen Materie sind kolloidale Suspensionen, Polymerketten, Membranen, Mikroemulsionen in ternären Öl-Wasser-Tensid-Mischungen usw., wie in Abbildung 2 skizziert. Darüber hinaus fallen auch biologische Makromoleküle darunter.

Hierarchien der Weichen Materie: ein supramolekularer Baukasten

Mit supramolekularen Bausteinen der Weichen Materie kann man neue Kompositmaterialien bilden. Die Philosophie entspricht dem traditionellen Periodensystem der Elemente, das als „Baukastensystem“ benutzt werden kann, um sukzessive Moleküle aufzubauen – nur passiert jetzt alles auf einer größeren Längenskala. Dabei können, wie in Abbildung 3 dargestellt, verschiedene Hierarchieebenen erreicht werden. Als supramolekulare Grundbausteine kommen beispielsweise Kolloidkügelchen, Polymerketten oder große Tensidmoleküle in Betracht, die somit die erste Hierarchieebene der Weichen Materie bilden. Mischt man die Bausteine, so selbstorganisieren sie zu größeren Einheiten, womit man

¹ Vgl. Schurtenberger (2003: 3).

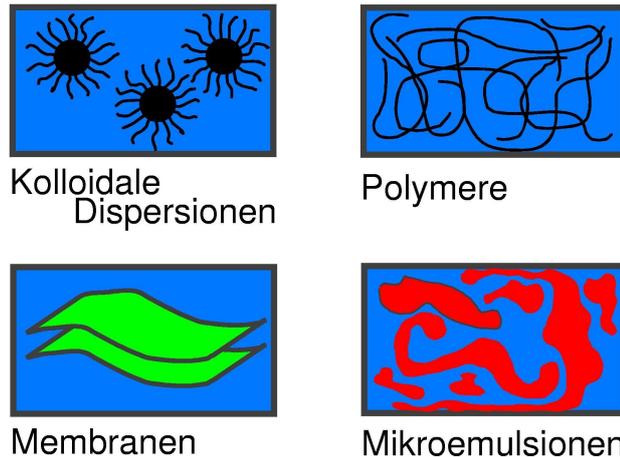


Abb. 2: Verschiedene Realisierungen von Weicher Materie: kolloidale Suspensionen, Polymere, Membranen und Mikroemulsionen.

zur zweiten Ebene der Hierarchie gelangt. In einem weiteren Schritt kann man diese Komposite wieder mischen und bekommt somit die dritte Ebene, und so fort.

Beispiele sind (1) eine Mikroemulsion, die durch die Mischung von Öl- und Wassertropfchen mit Tensidmolekülen erreicht wird, (2) Mischungen aus Kolloidkugeln und Polymerketten, die spontan vergelen können, und (3) Mischungen aus Polyelektrolytketten (das sind geladene Polymere) und ionischen Tensiden, die spontan lamellare Überstrukturen mit sehr geringen kritischen Oberflächenenergien ausbilden. Die Komposite haben somit im Allgemeinen Materialeigenschaften, die von denen der Einzelbaustein-Systeme sehr verschieden sind. Durch geschicktes Mischen gelingt es somit, neuartige Systeme zu komponieren.

Konzepte zur theoretischen Beschreibung Weicher Materie

Die große Herausforderung an den Theoretischen Physiker besteht darin vorherzusagen, in welche Richtung sich die Materialeigenschaften von Kompositsystemen bei vorgegebenen Einzelbausteinen verändern. Verfügte man über eine solche detaillierte Kenntnis, dann könnte man systematisch nach Materialien mit neuartigen makroskopischen Eigenschaften suchen und damit „intelligente Materialien“ konstruieren.

Ein theoretischer Zugang zu den Eigenschaften Weicher Materie ist aber ungeheuer kompliziert, weil gleich zwei Längenskalen zu überbrücken sind: Zunächst muss die Lücke zwischen den mikroskopischen und mesoskopischen Skalen geschlossen werden und danach die zwischen den mesoskopischen und makroskopischen Skalen. In der Praxis stellen sich häufig noch sehr viel mehr intermediäre Längenskalen heraus, die für die Gesamtbehandlung des Problems wichtig sind. Im Vergleich dazu ist bei der atomaren Materie nur eine einzige Kluft direkt von der mikroskopischen zur makroskopischen Beschreibung zu überwinden. Die theoretische Forschung hat in den letzten Jahrzehnten verschiedene mächtige Werkzeuge entwickelt, um Längenskalen zu überbrücken. Dazu zählen das statistische Prinzip des Herausintegrierens von Freiheitsgraden (engl. *coarse graining*),² die Methode der Computersimulation von Systemen unterschiedlicher Komplexität sowie

² Vgl. Löwen (2001).

Hierarchie der Weichen Materie

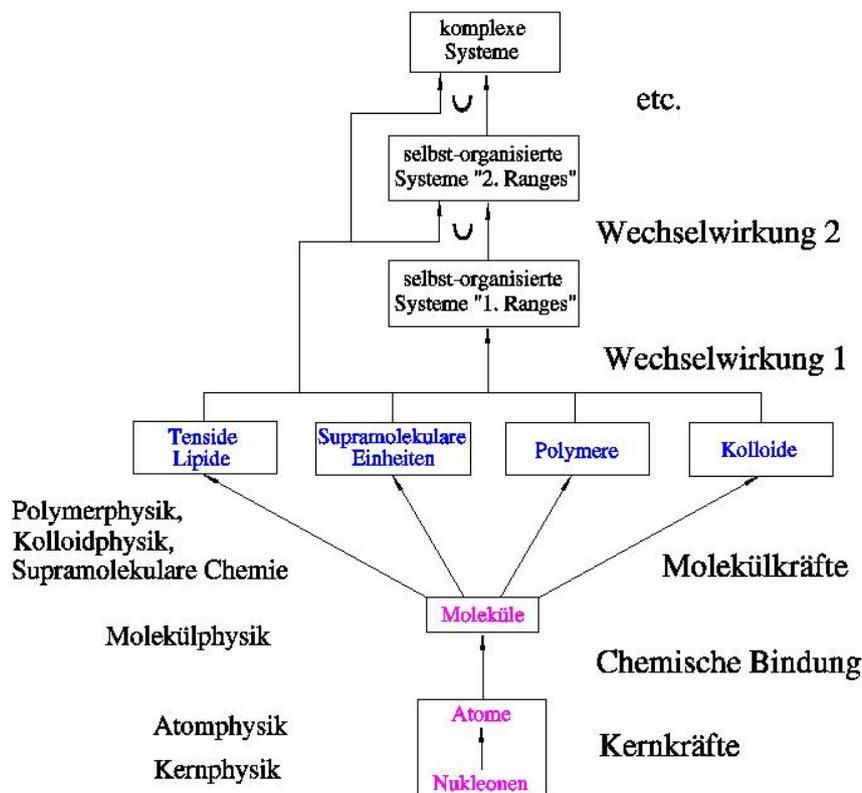


Abb. 3: Die Hierarchie Weicher Materie: aus supramolekularen Bausteinen werden neue Aggregate gebildet, die neuartige Materialeigenschaften besitzen.

Skalierungstheoriemethoden für Polymere. Das zuerst genannte Konzept des Herausintegrierens von Freiheitsgraden ist ein allgemein gültiges weitreichendes Konzept, das eine Vielzahl von Anwendungen in Systemen von Weicher Materie gefunden hat. Beispielsweise wird dadurch ein komplexes System wie ein Polymerknäuel oder eine Kolloidkugel als ein grob gerastertes Teilchen nur mit einem Translationsfreiheitsgrad beschrieben. Das führt zur effektiven Wechselwirkung³ zwischen mesoskopischen Partikeln, wodurch eine Abbildung auf ein effektives klassisches Vielteilchensystem gelingt, das noch durch die mikroskopischen Charakteristika geprägt ist. Hierüber gelingt es dann wiederum, mit Hilfe klassischer Vielteilchentheorien zum makroskopischen Verhalten des Gesamtsystems zu gelangen.

Beispiel: Sternpolymerlösungen

Ein Beispiel für das gleichzeitige Vorhandensein verschiedener Längenskalen in Systemen von Weicher Materie ist in Abbildung 4 gezeigt. Eine Lösung von Sternpolymeren in einem guten Lösungsmittel ist auf einer makroskopischen Skala strukturlos. Vor sehr feiner mikroskopischer Skala erkennt man dagegen die atomare Struktur der Lösungs-

³ Vgl. Hansen und Löwen (2002).

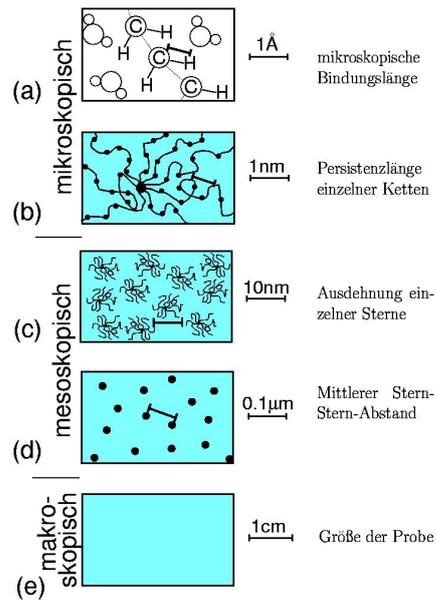


Abb. 4: Eine Lösung aus Sternpolymeren auf verschiedenen Längenskalen: a) mikroskopische Skala, auf der die atomare und molekulare Struktur der Lösungsmittelmoleküle und Monomere sichtbar wird, b) Persistenzlänge eines einzelnen Polymerarms, c) Koronadurchmesser als Maß der Ausdehnung eines einzelnen Sterns, d) typischer Zentrenabstand zwischen zwei benachbarten Sternpolymeren, e) strukturlose makroskopische Lösung.

mittelmoleküle und der Monomere (typischerweise sind das Kohlenwasserstoffketten). Zoomt man auf größere Längenskalen, dann spielt die so genannte Persistenzlänge, auf der sich eine einzelne Polymerkette verdreht, eine Rolle. Auf noch größerer Skala erkennt man die Ausdehnung eines einzelnen Sterns, den so genannten Koronadurchmesser. Die nächste Längenskala ist der mittlere Zentren-Zentren-Abstand zwischen zwei benachbarten Sternen, bis man schließlich eine strukturlose makroskopische Sternpolymerlösung erreicht. Im vorliegenden Beispiel kann die Überbrückung dieser verschiedenen Skalen durch die Verwendung verschiedener theoretischer Techniken praktisch vollkommen erreicht werden: Mit Hilfe der Skalierungstheorie gelingt es, alle mikroskopischen Details loszuwerden. Durch Herausintegrieren von effektiven Monomeren erhält man die effektive Wechselwirkung zwischen zwei Sternen.⁴ Auch in Computersimulationen kann man bei vorgegebenem Zentren-Zentren Abstand r zwischen zwei Sternpolymeren die mittlere Kraft $F(r)$ messen. Abbildung 5 zeigt einen Simulationsschnappschuss.

Der entscheidende Parameter für die Größe der Kraft ist die Anzahl der Arme f eines einzelnen Sterns, die sogenannte Funktionalität. Die Simulationen zeigen, dass man die Kraft zwischen zwei Sternen mit einem sehr weichen Potential $V(r)$ beschreiben kann, das für kleine Abstände r logarithmisch divergiert und als Vorfaktor mit der Armanzahl $f^{3/2}$ skaliert. Mit einer klassischen Vielteilchentheorie bekommt man schließlich makroskopische thermodynamische Kenngrößen und kann das Volumenphasendiagramm von Stern-

⁴ Vgl. Likos (2001).

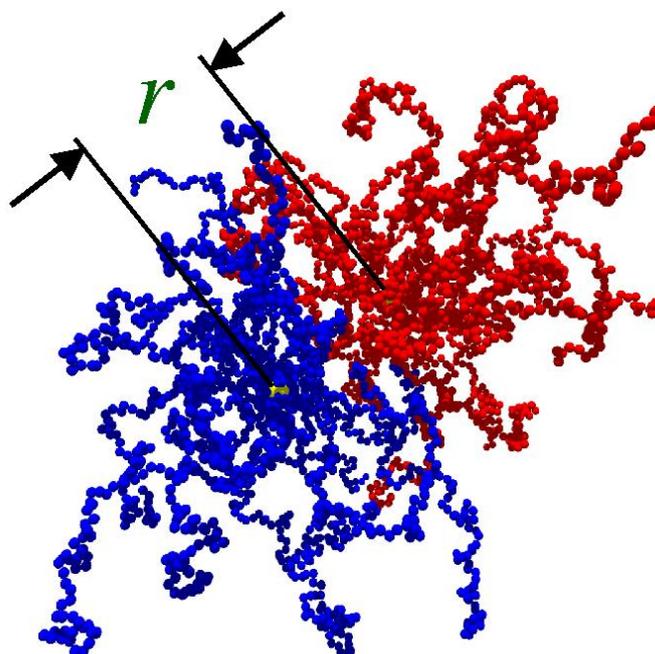


Abb. 5: Simulationsschnappschuss von zwei Sternpolymeren im Zentrenabstand r . Die Armzahl beträgt hier $f = 18$.

polymerlösungen vorhersagen. Abbildung 6 zeigt das volle Phasendiagramm als Funktion der Armanzahl f und der reduzierten Sterndichte η .⁵ Neben dem *reentrant*-Schmelzeffekt als Funktion der Dichte η bei mittleren Armzahlen stellen sich locker gepackte exotische Kristallstrukturen als thermodynamisch stabil heraus. Diese spielen für optische Bandlückenmaterialien (photonische Kristalle) eine wichtige Rolle.

Zusammenfassung

Der Themenbereich Weiche Materie ist aus dem vernachlässigten Tummelplatz einiger Chemiker und Ingenieure ein blühendes und faszinierendes interdisziplinäres Forschungsgebiet geworden. Aus schmutzigen, schlecht charakterisierbaren Drecksystemen haben sich maßgeschneiderte, hervorragend charakterisierte Proben entwickelt, die als Modellsysteme der statistischen Physik taugen. Aus dem hässlichen Entlein der Kolloidchemie ist der schöne Schwanz der Kolloidphysik geworden.

⁵ Vgl. Watzlawek *et al.* (1999).

Bibliographie

- HANSEN, Jean-Pierre und Hartmut LÖWEN. „Effective interactions for large-scale simulations of complex fluids“, in: P. NIELABA, M. MARESCHAL und G. CICCOTTI (Hrsg.). *Bridging Time Scales: Molecular Simulations for the Next Decade*. Berlin u. a. 2002, 167-198.
- LIKOS, Christos N. „Effective interaction in soft condensed matter physics“, *Physics Reports* 348 (2001), 267-439.
- LÖWEN, Hartmut. „Colloidal soft matter under external control“, *Journal of Physics: Condensed Matter* 13 (2001), R415-R432.
- SCHURTENBERGER, Peter. „Die Geschichte vom häßlichen Entlein“, *Physik in unserer Zeit* 34 (2003), 3.
- WATZLAWEK, Martin, Christos N. LIKOS und Hartmut LÖWEN. „Phasediagram of star polymer solutions“, *Physical Review Letters* 82 (1999), 5289-5292.

Stefan Henn, Florian Jarre und Kristian Witsch

Mathematische Bildverarbeitung – Ein Überblick über verschiedene Modelle und Methoden zur Registrierung digitaler Bilddaten

Partielle Differentialgleichungen in der Bildverarbeitung

Digitale Bildverarbeitung ist ein sehr vielseitiges Gebiet, für das es neben einer Vielzahl von Anwendungen beinahe ebenso viele Lösungsvorschläge gibt. In früheren Jahren war die digitale Bildverarbeitung eine Domäne von Ingenieuren und Physikern, die mit Hilfe linearer und nichtlinearer Filtertechniken, Spektralanalysen oder einfachen Wahrscheinlichkeitsmodellen Bilddaten analysieren oder spezielle Informationen aus diesen extrahieren konnten. Seit etwa 20 Jahren entwickelt sich die digitale Bildverarbeitung dynamisch zu einem eigenen Forschungsgebiet der Angewandten Mathematik. Abhängig von der Antwort auf die für den Mathematiker fundamentale Frage „Was ist ein (digitales) Bild?“ haben sich verschiedene Ansätze zur mathematischen Modellierung und Analyse digitaler Bilddaten als sinnvoll erwiesen. Die wichtigsten basieren auf stochastischen Modellen, *Wavelets* und auf partiellen Differentialgleichungen¹, so genannten PDEs (*Partial Differential Equations*), bzw. variationellen Ansätzen. PDE-Ansätze werden heute erfolgreich in vielen Bereichen der Bildverarbeitung, wie etwa der Bildverbesserung, der Segmentierung oder auch zur Berechnung des so genannten optischen Flusses, eingesetzt.

Die numerische Lösung partieller Differentialgleichungen bildet einen Forschungsschwerpunkt innerhalb der Angewandten Mathematik an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Die Notwendigkeit der Entwicklung effizienter Lösungsverfahren kam ursprünglich aus den Anforderungen der Physik und der Mechanik, wie etwa im Bereich der Strömungsmechanik. In den letzten Jahren wurden durch neuere Entwicklungen, beispielsweise in der Biologie, der Medizin, der Finanzmathematik sowie in der mathematischen Bildverarbeitung, die existierenden Lösungsverfahren auf die jeweiligen Anwendungen adaptiert. Hierbei werden die zu untersuchenden Problemstellungen zunächst durch geeignete partielle Differentialgleichungen modelliert und anschließend auf dem durch die Bildauflösung vorgegebenen (meist äquidistanten) Gitter diskret betrachtet.

In diesem Beitrag wird ein Überblick über PDE-basierte Ansätze zur Bildregistrierung und deren Anwendungen in der Medizin, der Biologie und der Meteorologie vorgestellt. Die Untersuchung solcher Ansätze bildet einen weiteren Schwerpunkt innerhalb der Angewandten Mathematik an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Im Vordergrund stehen hierbei die Untersuchung der mathematischen Grundlagen, geeignete Modellierungen der Probleme aus den Anwendungsgebieten, die Entwicklung leistungsfähiger Algorithmen sowie deren effiziente Implementierung.

¹ Eine partielle Differentialgleichung beschreibt den Zusammenhang zwischen einer Funktion u mehrerer Variablen und einigen ihrer partiellen Ableitungen.

Das Registrierungsproblem

Unter der Registrierung zweier Bilder versteht man die räumliche Anpassung eines Modellbildes an ein Referenzbild, so dass korrespondierende Bildelemente nach der Registrierung auch räumlich überlagert sind (vgl. Abb. 1). Registrierungsalgorithmen sind leistungsfähige Verfahren zur Anpassung digitaler Bilddaten. Die Registrierung (auch *matching*, *mapping* oder *fusion* genannt) zwei- und dreidimensionaler Bilddatensätze ist ein aktueller Forschungsschwerpunkt in der mathematischen Bildverarbeitung, gehört zu den anspruchvollsten Problemen der digitalen Bildverarbeitung und findet Anwendung in vielen Bereichen der Naturwissenschaften, der Medizin und der Technik. Gerade in der Medizin besteht ein hoher Bedarf an Registrierungsalgorithmen, beispielsweise, wenn

- Bilder eines Objektes zu unterschiedlichen Zeiten,
- Bilder mehrerer unterschiedlicher Objekte, von unterschiedlichen Perspektiven oder
- durch unterschiedliche bildgebende Verfahren

erzeugt werden und korrespondierende Strukturen einander zugeordnet werden sollen. Mathematisch fällt das Registrierungsproblem in die Klasse inverser Probleme. Ziel hierbei ist die Identifikation von Größen (hier: Verschiebungen), auf die der Mediziner etwa durch direkte Messungen keinen Zugang hat, sondern auf die man durch Beobachtung anderer verfügbarer Größen (hier: digitale Bilddatensätze) indirekt schließen muss. Das inverse Problem ist nichtlinear und im Sinne von Hadamard schlecht bzw. inkorrekt gestellt. Die berühmte These von Hadamard² aus dem Jahr 1923 besagt, dass ein Problem korrekt (gut, sachgemäß) gestellt ist, falls

1. zu jedem Datensatz eine Lösung existiert,
2. die Lösung eindeutig bestimmt ist und
3. die Lösung stetig von den Daten abhängt.

Probleme, die eine oder mehrere der Bedingungen (1) bis (3) nicht erfüllen, nennt man inkorrekt oder schlecht gestellt. In diesem Zusammenhang sei betont, dass ein inkorrekt gestelltes Problem im Allgemeinen nicht bedeutet, dass die mathematische Modellierung des physikalischen Problems falsch ist, das heißt schlecht oder nicht exakt vorgenommen wurde, sondern dass die Schlechtgestellttheit eine natürliche Eigenschaft des Problems ist. In diesem Sinne ist das Registrierungsproblem schlecht gestellt, weil im Allgemeinen weder die Existenz, die Eindeutigkeit noch die stetige Abhängigkeit der Lösung von den Daten gewährleistet ist. Durch diese Aufgabenstellung ergibt sich auf natürliche Weise das folgende Optimierungsproblem:

Bestimme eine Koordinatentransformation u aus einem Parameterraum X , so dass das durch u modellierte mathematische Problem möglichst gut mit dem beobachteten Verhalten des realen (physikalischen) Systems übereinstimmt.

Die mathematische Modellierung des Problems erfolgt durch die kontinuierlichen Signale (Bilder) $T, R : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$, mit dem so genannten Referenzbild $R(x)$, das keine Deformation enthält (vgl. beispielsweise Abb. 1 links), und dem als deformiert angenommenen

² Vgl. Hadamard (1923).

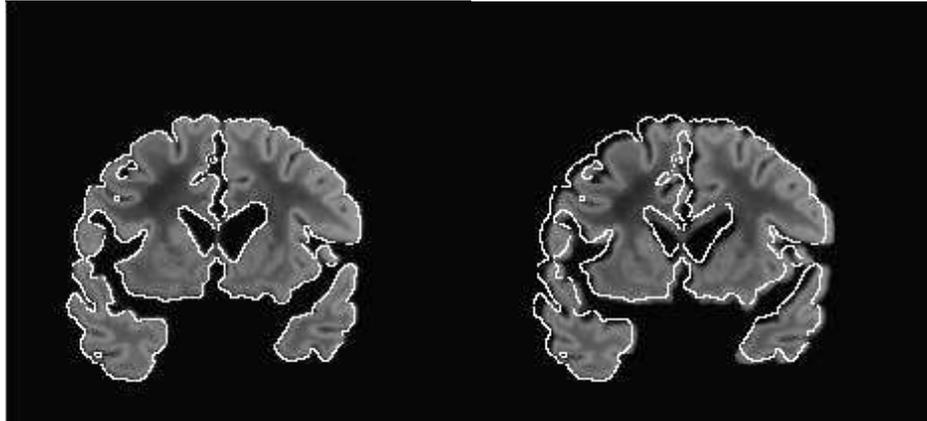


Abb. 1: Ausgangssituation des Registrierungsproblems am Beispiel zweier MRT-Bilder (Magnetische Resonanz-Tomographie). Links: Das Referenzbild $R(x)$ mit überlagerter Bildkontur. Rechts: Das deformierte Templatebild $T(x)$ mit überlagerter Bildkontur des Referenzbildes.

so genannten Templatebild $T(x)$ (vgl. beispielsweise Abb. 1 rechts). Die Deformation eines Objekts wird durch die Abbildung

$$\varphi : \Omega \times X \rightarrow \Omega, \varphi : (x, u(x)) \mapsto x - u(x)$$

beschrieben. Sie transformiert ein Bildelement in eine eindeutig bestimmte Position $\varphi(x, u)$. Die gesuchten Verschiebungen werden durch das folgende Optimierungsproblem bestimmt:

Finde $u \in X$, so dass $D[R, T, u(x)]$ minimal wird.

Hierbei wird durch das Funktional D ein Maß für die *Ungleichheit der Bilder* definiert, aus dessen Minimierung auf geeignete Weise auf die gesuchte Transformation $u(x)$ geschlossen werden soll. Die geeignete Wahl von $D[R, T, u(x)]$ hängt wesentlich von der betrachteten Aufgabenstellung ab (vgl. Abschnitt Ähnlichkeitsmaße).

In der Praxis ist jedoch die Erfassung dieses physikalischen Gesamtzustandes nicht möglich. Deshalb werden die Bilder digitalisiert, so dass T^h und R^h Abbildungen aus dem Bildbereich Ω_h in die Menge der möglichen Grauwerte $[0, g_{max}]$ mit maximalem Grauwert g_{max} (typisch $g_{max} = 255$ bei Grauwertbildern) sind. Für numerische Berechnungen wird die Grauwertquantisierung häufig in ein Intervall $[0, 1] \subset \mathbb{R}$ übertragen. Das Diskretisierungsgitter Ω_h wird durch das durch ein Gitter überdeckte Einheitsquadrat $[0, 1]^2$ bzw. den Einheitswürfel $[0, 1]^3$ für zwei- bzw. dreidimensionale Probleme ersetzt. Abhängig von der Problemstellung gehören bei der Entwicklung von Registrierungsalgorithmen

- die Definition geeigneter Ähnlichkeitsmaße (Zielfunktionale) D ,
- die Bestimmung eines geeigneten Parameterraums X ,
- eine sachgerechte Modellierung der Verschiebungsfelder,
- geeignete Einbindung von *a priori* Informationen sowie
- die robuste und effiziente numerische Berechnung geeigneter Verschiebungsfelder zu den wichtigsten Aufgaben.

Ähnlichkeitsmaße

Abhängig von der betrachteten Problemstellung unterscheiden sich sinnvolle Maße für die Ungleichheit der Bilder. Bei der Registrierung von Bilddaten, die mit dem selben bildgebenden Verfahren aufgenommen wurden, erhält man durch die Betrachtung des Referenzbildes $R(x)$ und des deformierten Templatebildes $T(x)$ die Zustandsgleichung:

$$T(x - u(x)) = R(x). \quad (\text{Z})$$

Sie führt auf ein weit verbreitetes Ähnlichkeitsmaß für zwei Bilddatensätze (mit vergleichbarer Grauwertinformation)

$$D^{LS}[R, T, u(x)] = \int_{\Omega} g(T(x - u(x)) - R(x)) dx$$

mit einem Abweichungsmaß $g : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^+$.

Die Summe der Abweichungen aller Bildpunkte ist immer positiv, wenn die Zustandsgleichung (Z) nicht erfüllt ist, und null, wenn die Bilder gleich sind. Hierbei wird das Abweichungsmaß der Fehlerquadrate $g : x \rightarrow x^2$ in vielen Fällen bevorzugt. Eine anschauliche Rechtfertigung hierfür beschrieb Gauß:³

Die Bestimmung einer Größe durch eine einem größeren oder kleineren Fehler unterworfenen Beobachtung wird nicht unpassend mit einem Glücksspiel verglichen, in welchem man nur verlieren, aber nicht gewinnen kann, wobei also jeder zu befürchtende Fehler einem Verlust entspricht.

Das Risiko eines solchen Spiels wird nach dem wahrscheinlichen Verlust geschätzt, d. h. nach der Summe der Produkte der einzelnen möglichen Verluste in die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten.

Welchem Verlust man aber jeden einzelnen Beobachtungsfehler gleichsetzen soll, ist keineswegs an sich klar; hängt doch vielmehr diese Bestimmung zum Teil von unserem Ermessen ab. Den Verlust dem Fehler selbst gleichzusetzen, ist offenbar nicht erlaubt; würden nämlich positive Fehler wie Verluste behandelt, so müssten negative als Gewinne gelten. Die Größe des Verlustes muss vielmehr durch eine solche Funktion des Fehlers ausgedrückt werden, die ihrer Natur nach immer positiv ist. Bei der unendlichen Mannigfaltigkeit derartiger Funktionen scheint die einfachste, welche diese Eigenschaft besitzt, vor den übrigen den Vorzug zu verdienen, und diese ist unstreitig das Quadrat.

Dem Mediziner stehen heute unterschiedliche Bildaufnahme-gerätetechniken (z. B. T1 und T2 gewichtete MR-Sequenzen) zur Verfügung, die ihm ermöglichen, verschiedenste Informationen über das Körperinnere zu gewinnen. Jedes Aufnahmeverfahren veranschaulicht jedoch immer nur einen Teil der tatsächlich vorhandenen Informationen. Durch das Zusammenführen verschiedener Bilddaten (z. B. Verknüpfung von histologischen und MR-Bildern) wird der Informationsgehalt erhöht. Abhängig von der Art der Bildaufnahme unterscheiden sich die Grauwerte gleicher Strukturen und der Kontrast zu umliegenden Strukturen grundlegend. In diesem Fall ist D^{LS} kein Maß mehr für die Ähnlichkeit der

³ Vgl. Schmidt (1985).

Datensätze. Ein besser geeignetes Distanzmaß⁴ ist die aus der Informationstheorie⁵ bekannte *Mutual Information* (oder: gemeinsame Information):

$$D^{MI}[R, T, u(x)] = H(T) + H(R) - H(T, R)$$

zwischen den Bildern T und R . Hierbei bezeichnet $H(I)$ die mittlere Information eines Bildes I , seine Entropie. Die Entropie ist ein Maß für die Unordnung eines Bildes I und kann (mit der relativen Häufigkeit p) als Summe des Informationsgehalts aller Pixel definiert werden:

$$H(I) = - \sum_{x \in I} p(x) \log(p(x))$$

Die gemeinsame Entropie der beiden Bilder I und J

$$H(I, J) = - \sum_{x \in I} \sum_{y \in J} q(x, y) \log(q(x, y))$$

(mit der relativen Häufigkeit q) ist ein Maß für den gemeinsamen Informationsgehalt. Die Minimierung der gemeinsamen Entropie führt zu einer Maximierung überlappender Bildregionen und somit zu einer guten Registrierung. Deshalb wird in diesem Fall das Funktional $D^{MI}[R, T, u(x)]$ maximiert oder $-D^{MI}[R, T, u(x)]$ minimiert. Weitere geeignete Distanzmaße, wie etwa die *Normalised Mutual Information*,

$$D^{NMI}[R, T, u(x)] = \frac{H(T(x - u(x))) + H(R(x))}{H(T(x - u(x)), R(x))}$$

werden in Studholme (1997) vorgestellt und analysiert. In den Arbeiten von Wells *et al.* (1996) und Viola und Wells (1997) wurde die *Mutual Information* benutzt, um Bilder verschiedener Modalitäten (z. B. MR-CT, CT-PET) global aneinander anzupassen. Das Verfahren kann für die Berechnung so genannter affin linearer Transformationen

$$\varphi(x) = Ax + b, \text{ wobei } A \in \mathbb{R}^{3 \times 3} \text{ und } b \in \mathbb{R}^3$$

(Drehungen und Verschiebungen) verwendet werden und liefert gute Resultate für unterschiedliche Bilddaten. Ein Verfahren zur Berechnung nichtlinearer Verschiebungen wurde von Henn und Witsch (demnächst) vorgestellt.

Modellierung der Verschiebungsvektoren

Bei der Lösung inkorrekt gestellter Probleme kann es schon bei kleinsten Mess- oder Modellfehlern zu Resultaten kommen, die weit von einem exakten Ergebnis entfernt liegen. Dieser Instabilität begegnet man in der Registrierung, wie bei vielen schlecht gestellten Problemen, durch die Methode der Regularisierung. Beispielsweise wird bei dem klassischen Regularisierungsverfahren von Tikhonov⁶ das Problem durch einen

⁴ Vgl. Wells *et al.* (1996) und Viola und Wells (1997).

⁵ Vgl. Cattermole (1988).

⁶ Vgl. Tikhonov (1963a) und (1963b).

Regularisierungs- oder Strafterm $G[u]$ mit geeigneten Eigenschaften ergänzt und im Folgenden eine Minimallösung des regularisierten Problems (dem so genannten Tikhonov-Funktional)

$$\min_{u(x) \in X} \{D[R, T, u(x)] + \alpha G[u(x)]\}$$

mit einem so genannten Regularisierungsparameter $\alpha > 0$ berechnet. Ist G eine symmetrisch positiv definite Bilinearform $B[u, v]$, dann ergibt sich die notwendige Bedingung (die so genannten Euler-Lagrange Gleichungen) für ein Minimum als Lösung der Variationsgleichung

$$\alpha B[u(x), \phi(x)] = (Lu(x), \phi(x)) = D'[R, T, \phi(x)] = (\nabla D[u(x)], \phi(x)) \text{ für alle } \phi \in X.$$

Das ist die schwache Form der partiellen Differentialgleichung

$$\alpha Lu(x) = \nabla D[u(x)]$$

mit einem Differentialoperator L . Durch die Wahl der Bilinearform B wird die Menge der möglichen Minimallösungen mitbestimmt. Hierdurch werden Lösungen, die gewünschte Eigenschaften besitzen, bevorzugt, andere Lösungen hingegen werden durch den Term bestraft. Häufig sollen die Lösungen sehr „glatt“ sein, so dass $G[u]$ auch als Glättungsterm bezeichnet wird. Im Folgenden werden drei Ansätze vorgestellt.

Das Modell der eingespannten elastischen Membran

Diese Vorgehensweise lässt sich durch ein einfaches Membranmodell⁷ veranschaulichen. Hierzu werden die Bilddaten auf einer elastischen Membran dargestellt. Dort, wo die Verschiebungsvektoren bekannt sind, wird die Membran in die entsprechende Richtung verschoben.

Die aus der Glattheitsbedingung resultierenden inneren elastischen Kräfte sorgen dafür, dass sich die Verzerrungen möglichst gleichmäßig über das ganze auf der Membran dargestellte Bild ausbreiten. Die äußeren Kräfte greifen über Federn die Membran an. Die Ausgangslage des Federsystems wird um den berechneten Verschiebungsvektor versetzt. Die inneren Kräfte wirken dabei den äußeren Kräften entgegen und versuchen, die unterschiedlichen Verzerrungen auszugleichen.

Die Membran ist eingespannt, deshalb können die Bildelemente am Rand nicht verschoben werden; d. h., es gilt $u(x) = 0$ für alle Pixel x am Bildrand. Durch diese so genannten Dirichlet Randbedingungen werden gleichmäßige Bewegungen der Membran bestraft, d. h., Scherungen, Rotationen und Translationen der Bildpunkte sind durch dieses Modell nicht berücksichtigt.

Das Modell der elastischen Membran mit freiem Rand

In manchen Anwendungen ist es sinnvoll, eine gleichmäßige Verschiebung der Bildpunkte in eine Richtung zuzulassen. Dies führt auf das Modell einer (elastischen) Membran mit freiem Rand⁸ mit dem folgenden Strafterm

⁷ Vgl. Henn und Witsch (1999).

⁸ Vgl. Henn *et al.* (1997).

$$G[u(x)] = \int_{\Omega} \left(2\mu \sum_{i,j=1}^n \epsilon_{i,j}(u(x))\epsilon_{i,j}(u(x)) + \lambda \sum_{i=1}^n \epsilon_{i,i}(u(x)) \right) dx$$

und den dimensionslosen Konstanten λ und μ sowie den linearen Verzerrungen $\epsilon_{i,j}(u) = 1/2(\partial u_i/\partial x_j + \partial u_j/\partial x_i)$ für $1 \leq i, j \leq n$ für die Verschiebung u . Die Euler-Lagrange Gleichungen führen in diesem Fall auf eine partielle Differentialgleichung mit Neumann Randbedingungen, die eine Verschiebung der Bilddaten über den Rand hinaus zulassen.

Das Modell der frei schwebenden Platte

Modelle, die gleichmäßige Verschiebungen jeder Art erlauben, lassen sich durch das Modell der frei schwebenden Platte veranschaulichen. Die Vorstellung hierbei ist, dass das Templatebild T auf einer frei durch den Raum schwebenden Platte dargestellt ist, die ohne jede Randeinwirkung auf das Referenzbild geführt wird. Das Modell führt auf einen Glättungsterm der Form

$$G[u(x, y)] = \int_{\Omega} (u_{xx}(x, y) + u_{yy}(x, y))^2 + (1 - \sigma) \{ 2u_{xy}^2(x, y) - u_{xx}(x, y)u_{yy}(x, y) \} dx dy.$$

In diesem Modell führen die Euler-Lagrange Gleichungen auf eine partielle Differentialgleichung vierter Ordnung

$$\Delta\Delta u(x, y) = f(x, y) \quad \text{für } (x, y) \in \Omega$$

und Randbedingungen höherer Ordnung:

$$\begin{aligned} -\frac{\partial \Delta u(x, y)}{\partial n} - (1 - \sigma) \frac{\partial}{\partial s} (u_{xy}(n_x^2 - n_y^2) + (u_{yy} - u_{xx})n_x n_y) &= g_1(x, y) \\ \sigma \Delta u(x, y) + (1 - \sigma) u_{nn} &= g_2(x, y) \end{aligned}$$

für alle Bildpunkte $(x, y) \in \partial\Omega$ mit Tangentialrichtung s und den gegebenen Funktionen g_1 bzw. g_2 .

Unstetige Verschiebungsvektoren

Ein aktuelles Forschungsziel ist die Berechnung von Verschiebungsfeldern, die gewisse Unstetigkeiten zulassen. Die oben vorgestellten Registrierungsalgorithmen modellieren die gesuchten Verschiebungen so, dass Glattheitsanforderungen erfüllt sind. Dies geschieht, indem man Nebenbedingungen an die Verschiebungen stellt und damit ungewünschtes Verhalten (wie etwa zu große Ableitungen, Verzerrungen oder eine zu große Norm der Verschiebungen) ausschließt. In der Praxis treten sehr häufig Unstetigkeiten in den Verschiebungsfeldern auf, wie zum Beispiel bei den folgenden Fragestellungen.

Wichtige Größen bei der kurz- und mittelfristigen Wettervorhersage sind die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit. Durch die Assimilation von zu verschiedenen Zeitpunkten von einem Satelliten gesendeten Wolkenbildern kann auf die Verschiebung der

Wolken und damit auch auf die gesuchten Winddaten geschlossen werden. In Zusammenarbeit mit Dr. Holmlund von der Firma Eumetsat (Europe's Meteorological Satellite Organisation) in Darmstadt wurden die vorhandenen Algorithmen auf das beschriebene Problem übertragen. Eine direkte Übertragung der vorhandenen Algorithmen war hierbei, bedingt durch die unterschiedlichen Problemstellungen, nicht möglich.

Zwar sind die Windgeschwindigkeiten sicherlich stetig, jedoch sind bei Satellitenbildsequenzen, bedingt durch die Projektion auf die zweidimensionale Bildebene, Phänomene wie

- mehrfache Bildobjekte (Wolken), die sich in unterschiedlichen Höhen oft auch in unterschiedliche Richtungen fortbewegen,
- teilweise verdeckte Bildobjekte (Wolken) oder
- Bildobjekte, die sich über einen ähnlichen Hintergrund bewegen (z. B. eine weiße Wolke, die sich über einen schneebedeckten Berggipfel bewegt),

zu beobachten, die sich nur durch unstetige Verschiebungen modellieren lassen.

Beim so genannten Tumor-Screening wird in der Medizin über einen längeren Zeitraum ein Tumor beobachtet, indem er in regelmäßigen Abständen aufgenommen wird. Durch das Wachstum des Tumors kann es hierdurch zu erheblichen Unstetigkeiten innerhalb dieser Bildsequenzen kommen. Denkt man beispielsweise zur Operationsplanung an die Anpassung eines MR-Bildes mit Hirntumor an ein Referenzgehirn, so sind die resultierenden Verschiebungen im Tumorbereich unstetig. Zudem ändert das Gehirn während einer Operation seine Form und Größe, etwa durch den Verlust von Flüssigkeit nach der Öffnung der Schädeldecke (so genanntes *Brainshift*).

Beim computergestützten Operieren verwenden Neurochirurgen zur Navigation ein vor der Operation entstandenes Gehirnbild (das präoperative Bild). Die durch die Registrierung berechneten Verschiebungen sind unstetig. Zur Modellierung solcher Verschiebungsfelder wird ein Modellierungsterm

$$G[u(x)] = \int \varphi(|\nabla u(x)|) dx$$

mit einer Funktion $\varphi : \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}^+$ für die gesuchte Verschiebung $u(x)$ benutzt. Beispielsweise erhält man für $\varphi(x) = x$ die Seminorm des Raumes der Funktionen mit beschränkter Total-Variation und für die Funktion $\varphi(x) = x^2$ die Norm des Sobolev-Raumes H^1 .

Numerische Berechnung der Verschiebungsvektoren

Eine wichtige Aufgabe der Angewandten Mathematik besteht in der stabilen und effizienten Berechnung der Verschiebungsvektoren. Dies führt, wie oben dargestellt, auf die Minimierung der Ähnlichkeitsfunktionale. Obwohl durch die Einführung eines Regularisierungsterms das Registrierungsproblem „gutartiger“ wird, müssen bei der Wahl des Minimierungsverfahrens mehrere Aspekte berücksichtigt werden. Zum einen sollen die iterativ berechneten Näherungslösungen gegen eine geeignete Lösung des Registrierungsproblems konvergieren. Andererseits spielen praktische Belange eine erhebliche Rolle. Die Anzahl der Daten ist in praktischen Anwendungen immens. Hierdurch wird der Einsatz schneller Algorithmen erforderlich. Wichtige Hilfsmittel hierzu sind

- Optimierungsverfahren und
- die effiziente numerische Lösung partieller Differentialgleichungen.

Optimierungsverfahren

Die berechnete Minimallösung des Tikhonov-Funktional hängt stark vom Regularisierungsparameter α ab. Es zeigt sich, dass für große α eine Minimallösung numerisch stabil berechnet werden kann. Die berechneten Verschiebungen bewirken jedoch kaum Verschiebung im Templatebild T . Andererseits wird für kleine Werte von α die numerische Lösung instabil, weil der Einfluss des Regularisierungsterms im Tikhonov-Funktional abgeschwächt wird. Deshalb wird eine Folge von Minimallösungen⁹

$$u_{k+1} = \arg \min_{u \in X} \{D[u(x)] + \alpha_k B[u(x) - u_k(x), u(x) - u_k(x)]\} \text{ für } k = 0, 1, 2 \dots$$

betrachtet. Die Iteration startet mit einem relativ großen Wert α_0 , so dass zunächst sehr glatte Lösungen stabil berechnet werden können und im weiteren Minimierungsprozess als Startnäherung eingehen. Im Laufe der Iteration wird durch die Wahl von $\alpha_{k+1} = \frac{1}{2}\alpha_k$ der Einfluss des Glättungsterms immer weiter reduziert. Diese Vorgehensweise wird als *Iterative Tikhonov-Regularisierung* bezeichnet. Andere Ansätze, wie die Landweber-Iteration¹⁰, basieren auf der Linearisierung des Ähnlichkeitsfunktionals D . Eine Interpretation dieser Methoden als Gradienten-Fluss-Verfahren findet man in der Arbeit von Clarenz *et al.* (2002). Einen weitreichenden Überblick über moderne Optimierungsverfahren und deren Anwendungen findet man im Buch von Jarre und Stoer (2003).

Die Mehrgitteridee

Durch die Diskretisierung der partiellen Differentialgleichungen entstehen abhängig vom Optimierungsverfahren sehr große, dünn besetzte lineare oder nichtlineare Gleichungssysteme, die erst durch moderne Hochleistungsrechner behandelt werden können. Typischerweise enthalten in der Medizin zweidimensionale Schnittbilder bis zu 512×512 Bildpunkte und dreidimensionale Volumendatensätze $256 \times 256 \times 128$ Bildpunkte. In der Biologie werden zweidimensionale Protein-Gelbilder mit bis zu 1024×1024 Bildpunkten aufgelöst, und in der Meteorologie enthalten Aufnahmen der Erdoberfläche bis zu 4096×4096 Bildpunkte.

Klassische direkte Verfahren zur Lösung solcher Probleme, wie etwa die Gauß-Elimination, können wegen zu großer Speicherplatzanforderungen und des damit verbundenen Rechenaufwandes nicht verwendet werden. Traditionelle iterative Methoden, wie etwa das Gauß-Seidel-Verfahren oder die effizientere SOR-Iteration, konvergieren in den ersten Iterationsschritten sehr schnell, jedoch reduziert sich im Laufe der Iteration die Konvergenzgeschwindigkeit deutlich, so dass sich eine schlechte asymptotische Konvergenzgeschwindigkeit einstellt. Das führt dazu, dass die Zahl der Iterationen, die nötig sind, um eine Lösung mit vorgegebener Genauigkeit zu bestimmen, mit der Anzahl der Bildpunkte steigt. Das macht solche Iterationsverfahren für die oben aufgeführten Probleme unpraktikabel.

⁹ Vgl. Henn und Witsch (2001).

¹⁰ Vgl. Henn und Witsch (1999).

Zerlegt man den Startfehler in seine Frequenzanteile, so stellt man fest, dass durch die Iterationsverfahren nur dessen hochfrequente Anteile vernünftig schnell geglättet, seine niedrigfrequenten Anteile jedoch nur sehr wenig verkleinert werden.

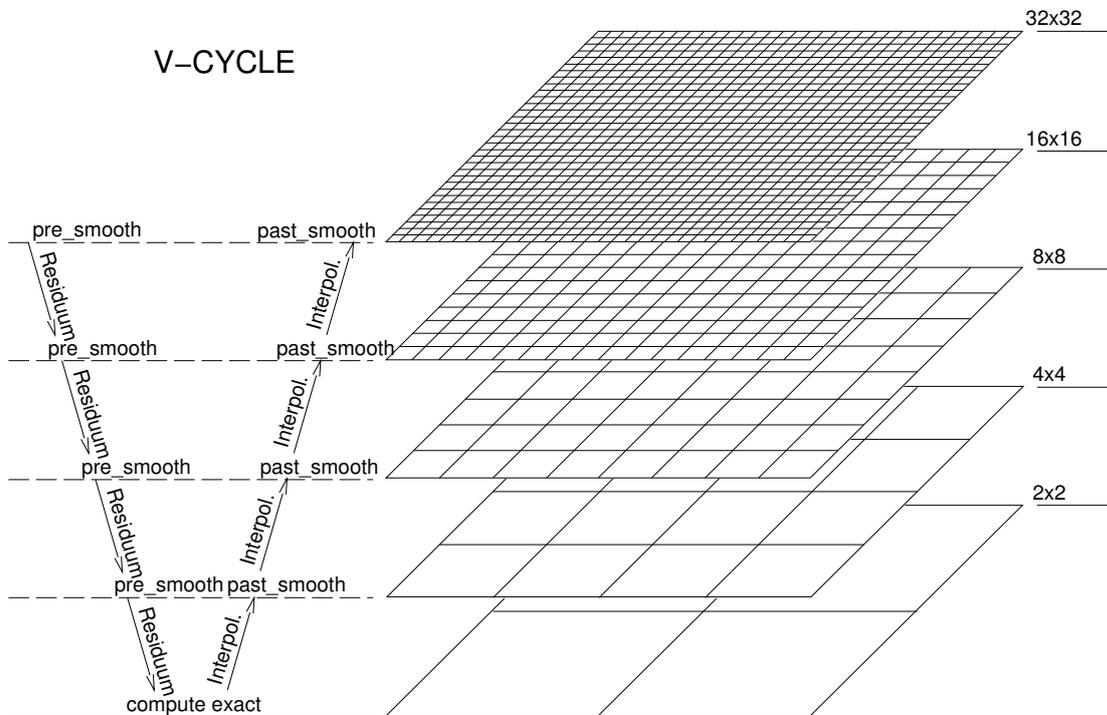


Abb. 2: Gitterhierarchie bei einem Mehrgitterverfahren.

Der Grundgedanke so genannter Mehrgitterverfahren ist einfach. Sie basieren darauf, dass die niedrigfrequenten Anteile des Fehlers fast ohne Informationsverlust auch auf größeren Gitterebenen repräsentiert werden können, hochfrequente Anteile jedoch nicht. Das Mehrgitterprinzip beruht auf der Kombination aus traditionellen Iterationsverfahren auf feinen und groben Gittern sowie Gittertransferoperatoren auf einer Folge immer größer werdender Gitter (vgl. Abb. 2).

Multiskalenansatz

Bei genauer Analyse der iterativen Tikhonov-Regularisierung zur Bildregistrierung erkennt man, dass hierdurch kleine (hochfrequente) Bildstrukturen bevorzugt angepasst und große vernachlässigt werden. Das führt dazu, dass die Verfahren in vielen Fällen unbrauchbare lokale Minimalstellen berechnen. Zudem benötigen die Verfahren hierfür sehr viele Iterationsschritte, was gerade bei Bildern mit sehr feiner Auflösung sehr lange dauert.

Analog zu der oben beschriebenen Eigenschaft des Fehlers bei der iterativen Lösung von partiellen Differentialgleichungen besagt das Abtasttheorem der digitalen Bildverarbeitung, dass eine periodische Bildstruktur aus den Abtastwerten nur dann richtig rekonstruiert werden kann, wenn die kleinste Wellenlänge mindestens zweimal abgetastet wird. Das bedeutet, dass bei Bildern mit einer Abtastschrittweite h nur Bildstrukturen mit einer Größe von mindestens $2h$ präsent sind. Diese Tatsache wird bei der Bildregistrierung ausgenutzt, indem die Bilddaten zunächst auf gröbere Auflösungen transformiert werden. Hier sind als Folge des Abtasttheorems große Strukturen der Originalbilder hochfrequent

und können mit wenigen Schritten eines der beschriebenen Optimierungsverfahren angepasst werden. Die anschließende Überführung der Verschiebungen auf die nächstfeinere Gitterebene sorgt für eine gute Startnäherung des Registrierungsproblems.

Beispiele

Wie leistungsfähig die präsentierten Registrierungsverfahren sind, wird an dem nachfolgenden synthetischen Beispiel deutlich.

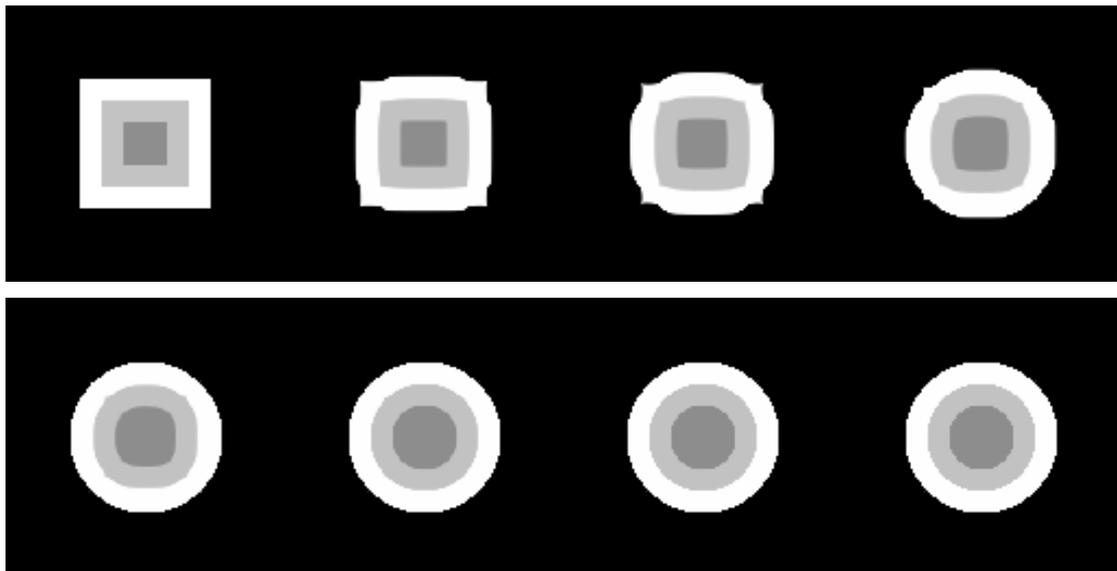


Abb. 3: Verlauf des Registrierungsprozesses: Man sieht links oben das Templatebild T , dann die Zwischenergebnisse (erzeugt durch das Modell der eingespannten elastischen Membran deformierte Bilddaten) nach 1,2,...,6 Iterationen, und schliesslich das Referenzbild R .

Das Quadrat (Abb. 3 links oben) soll so deformiert werden, dass die Grauwertdifferenz D^{LS} aller Bildpunkte mit dem Kreis (Abb. 3 rechts unten) möglichst minimal wird.

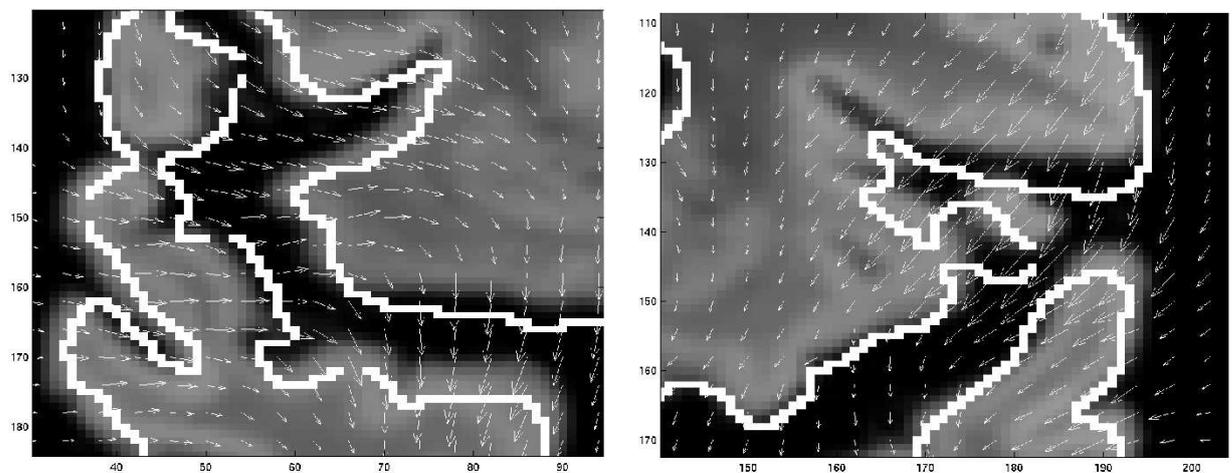


Abb. 4: Verschiebungsvektoren des in Abbildung 1 gestellten Registrierungsproblems.

Affin lineare Transformationen führen nicht zu einer Verringerung von D^{LS} , so dass das Modell der eingespannten elastischen Membran sinnvoll ist. Nach wenigen Iterationen eines linearisierten Verfahrens ist das deformierte Templatebild nicht mehr von dem Referenzbild zu unterscheiden. Abbildung 4 zeigt die resultierenden Verschiebungsvektoren der wichtigsten Bereiche des in Abbildung 1 gestellten Registrierungsproblems. Die Vektoren sind der Deutlichkeit halber dem Templatebild überlagert.

Bibliographie

- CATTERMOLE, Kenneth. *Statistische Analyse und Struktur von Information*. New York 1988.
- CLARENZ, Ulrich, Stefan HENN, Martin RUMPF und Kristian WITSCH. „Relations between optimization and gradient flow methods with application to image registration“, *Proceedings of the 18th GAMM-Seminar Leipzig* (2002), 11-30.
- HADAMARD, Jacques. *Lectures on the Cauchy Problem in Linear Partial Differential Equations*. New York 1923.
- HENN, Stefan, Thorsten SCHORMANN, Knut ENGLER, Karl ZILLES und Kristian WITSCH. „Elastische Anpassung in der digitalen Bildverarbeitung auf mehreren Auflösungsstufen mit Hilfe von Mehrgitterverfahren“, *Informatik aktuell, Mustererkennung*. 19. DAGM-Symposium (1997).
- HENN, Stefan und Kristian WITSCH. „A Multigrid Approach for Minimizing a Nonlinear Functional for Digital Image Matching“, *Computing* 64(4) (1999), 339-348.
- HENN, Stefan und Kristian WITSCH. „Iterative Multigrid Regularization Techniques For Image Matching“, *SIAM Journal on Scientific Computing (SISC)*, 23(4) (2001), 1077-1093.
- HENN, Stefan und Kristian WITSCH. „Multi-Modal Image Registration Using A Variational Approach“, *SIAM Journal on Scientific Computing (SISC)*, (demnächst).
- JARRE, Florian und Josef STOER *Optimierung*, Berlin, 2003.
- SCHMIDT, Günter. „Gaußsche Fehlerquadratmethode“, *Numerisches Rechnen, Algorithmen und Computer*. Mainz 1985, 117-147.
- STUDHOLME, Colin. *Measures of 3D Medical Image Alignment*. Dissertation. London 1997.
- TIKHONOV, Andrei Nikolaevich. „Solution of incorrectly formulated problems and the regularization method“, *Soviet Math Dokladi* (1963a), 1035-1038.
- TIKHONOV, Andrei Nikolaevich. „Regularization of incorrectly posed problems“, *Soviet Math Dokladi* (1963b), 1624-1627.
- VIOLA, Paul und William WELLS. „Alignment by maximization of Mutual Information“, *International Journal of Computer Vision*, 24(2) (1997), 137-154.
- WELLS, William, Paul VIOLA, Hideki ATSUMI, Shin NAKAJIMA und Ron KIKINIS. „Multi-modal volume registration by maximization of mutual information“, *Medical Image Analysis* 1 (1996), 35-51.

Stefan Conrad

Integration heterogener Datenbestände¹

Dieser Beitrag gibt einen kurzen Überblick über die Problematik der Integration heterogener Datenbestände (Datenbanken und anderer Datenquellen). Darüber hinaus wird der Stand der Forschung in diesem Bereich vorgestellt und diskutiert. Da an dieser Stelle die detaillierte Behandlung einzelner Verfahren nicht möglich ist, wird darauf verzichtet. Für eine intensivere Beschäftigung mit einzelnen Verfahren sei auf die Literatur verwiesen.

Motivation

Die Zusammenführung (Integration) von Datenbeständen aus mehreren, typischerweise unterschiedlichen Quellen ist eine ständig in der Praxis auftretende Aufgabenstellung. Diese Aufgabe mag sich je nach konkretem Anwendungskontext in verschiedenen Ausprägungen zeigen, die prinzipiellen Fragestellungen sind aber immer dieselben. Die zentralen Probleme entstehen aus der Heterogenität der Datenquellen sowie aus der Tatsache, dass einerseits die Semantik der einzelnen Datenquellen vielfach überhaupt nicht exakt nachweisbar ist und andererseits die Beziehungen der Daten aus den verschiedenen Datenquellen untereinander oft nicht oder nur unvollständig bekannt sind.

Insbesondere im Bereich der Datenbankintegration werden die dabei auftretenden Probleme seit über 25 Jahren in der Forschung behandelt und Lösungen entwickelt. Datenbankintegration bezieht sich üblicherweise auf die Integration zweier oder mehrerer Datenbanken, wobei es sich hierbei um Datenbanken im engeren Sinne handelt, d. h., die Daten werden von einem richtigen Datenbankmanagementsystem verwaltet. Den Daten liegt jeweils eine Beschreibung in Form eines Datenbankschemas zugrunde. Abhängig vom Datenbankmanagementsystem erfolgt diese Datenbeschreibung z. B. auf der Basis des heute weit verbreiteten relationalen Datenmodells, in einem konzeptionellen Datenmodell wie dem *Entity-Relationship*-Modell oder in einem objektorientierten Modell. Zu diesem „klassischen“ Bild der Datenbankintegration sind in den letzten Jahren durch neue Anwendungen weitere Aspekte hinzugekommen. Von besonderem Interesse ist gegenwärtig die Einbeziehung von so genannten semistrukturierten Daten, wie sie häufig im World Wide Web zu finden sind. Auch der sich im Bereich der Standardisierung und der Umsetzung in kommerzielle Produkte abzeichnende Erfolgsweg von XML (*Extensible Markup Language*), das als Basis zur Beschreibung, Strukturierung und letztendlich auch Speicherung von Dokumenten jeglicher Art eingesetzt wird (oder werden soll), zeigt die praktische Notwendigkeit.

Betrachtet man die heutzutage vorherrschenden Anwendungsfälle, in denen eine Daten(bank)integration gewünscht wird oder unabdingbar ist, so kann man grob zwei große Bereiche unterscheiden, wobei die Grenzen zunehmend verwischen.

¹ Ein Teil dieses Textes basiert auf Arbeiten, die im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützten Projekts „DIAsDEM: Datenintegration von Altlasten und semistrukturierten Dokumenten durch Einsatz von Mining Verfahren“ (CO 207/13-1) durchgeführt wurden (und fortgesetzt werden).

Der eine Bereich umfasst Integrationsaufgaben im betrieblichen Umfeld. Dieser Bereich kann als der klassische bezeichnet werden, in dem schon seit langer Zeit bestehende betriebliche Informationssysteme in der einen oder anderen Weise integriert oder verbunden werden sollen, um eine gemeinsame Nutzung der von diesen Systemen verwalteten Datenbanken (bzw. Datenbeständen) möglichst durch Schaffung eines einheitlichen Zugriffs auf die Daten zu ermöglichen, wobei die Frage der Daten(bank)integration hierbei als Teil des aktuellen Schlagworts *Enterprise Application Integration* (EAI) gerade wieder neu entdeckt wird. Die seit einiger Zeit sehr populär gewordenen Fusionen von Unternehmen verschärfen die Anforderungen hinsichtlich der Integration im betrieblichen Bereich deutlich, da nun häufig nicht nur einzelne Systeme integriert werden sollen, sondern gleich ganze IT-Systemlandschaften der fusionierenden Unternehmen. Auch wenn es von den Verantwortlichen öffentlich nicht thematisiert wird, ist dies mit einer der entscheidenden Punkte, weswegen viele Fusionen nicht (oder nicht so schnell) den erwarteten Erfolg bringen.

Der andere (in sich heterogenere) Anwendungsbereich zeichnet sich dadurch aus, dass auf Daten aus verschiedenen Quellen, oft aus dem World Wide Web, zugegriffen werden soll, die miteinander und gegebenenfalls mit eigenen Daten verknüpft werden sollen. Besonderes Charakteristikum ist hier, dass die verwendeten Datenquellen zumeist ein Informationsangebot von anderen Personen oder Institutionen darstellen, wobei diese Anbieter oft nicht wissen, wer diese Daten wofür nutzt. Dies hat aber auch z. B. zur Folge, dass die Daten in einer für die jeweiligen Anwendungszwecke nicht direkt geeigneten Repräsentation vorliegen können und dass benötigte Informationen zur Semantik der Daten nicht vollständig zugänglich sind. Als ein solches spezielles Anwendungsszenario können etwa Bereiche der Bioinformatik angeführt werden, in denen die Nutzung vieler und oft sehr heterogener Datensammlungen, die im World Wide Web von vielen Forschungseinrichtungen weltweit angeboten werden, unabdingbar ist.

Häufig wird noch zwischen *physischer* und *logischer* Integration unterschieden. Bei einer physischen Integration werden die Daten kopiert und zusammen in einer neuen Datenbank abgelegt. Ein typisches Beispiel für diesen Ansatz sind *Data Warehouses*.² Bei einer logischen Integration bleiben die Daten in ihren ursprünglichen Quellen und werden nur bei Anfragen an den integrierten Datenbestand – soweit zur Beantwortung der Anfragen notwendig – zusammengeführt; eine dauerhafte Speicherung der integrierten Daten ist dabei nicht vorgesehen. Diese Art der Integration findet in reiner Form in so genannten *föderierten Datenbanksystemen*³ ihren Ausdruck; in der Praxis finden sich vielfältige Systemarchitekturen, die auf dem Prinzip der logischen Integration basieren.

Hinsichtlich der bei der Integration zu berücksichtigenden und zu lösenden Probleme sind die Unterschiede zwischen physischer und logischer Integration fast vernachlässigbar. Die Wahl zwischen diesen beiden Integrationsformen wird vor allem durch den Aufwand beim späteren Betrieb des integrierten Systems bestimmt.

Im Folgenden gehen wir zunächst kurz auf eine grobe Systemarchitektur sowie auf eine Schemaarchitektur ein. Anschließend erläutern wir den Integrationsprozess, bevor wir die bei der Integration zu lösenden Probleme (die so genannten Integrationskonflikte) im Detail thematisieren. Danach stellen wir einige wesentliche Beschränkungen bestehen-

² Vgl. Bauer und Günzel (2001) und Lehner (2003).

³ Vgl. Sheth und Larson (1990) und Conrad (1997).

der Integrationsansätze vor und schließen mit einer – sicher unvollständigen – Aufzählung aktueller Fragestellungen und Herausforderungen an die Forschung in diesem Bereich. In diesem Beitrag gehen wir nicht im Detail auf konkrete Verfahren ein; dies würde den Rahmen sprengen. Stattdessen sei hier auf entsprechende Übersichten, wie etwa Conrad (1997) und Conrad (2002), sowie die an entsprechender Stelle aufgeführte Literatur verwiesen.

Architektur föderierter Systeme

Bei der Daten(bank)integration werden vorhandene Datenquellen oder Datenbanksysteme (mit ihren jeweiligen lokalen Anwendungen) in ein neues, umfassendes System eingebunden, das den Benutzern einen einheitlichen Zugriff auf die verschiedenen lokalen, oft heterogenen Datenbestände ermöglicht. Dabei sind aber die bestehenden Systeme weitestgehend zu erhalten, damit (lokale) Anwendungen, die für diese Systeme entwickelt wurden, auch weiterhin ohne Veränderung eingesetzt werden können.

Abhängig davon, welches Maß an Datenbanksystem-Funktionalität dieses Gesamtsystem bieten soll, gibt es verschiedene Systemarchitekturen, die es unterstützen. Der wohl weitestgehende Ansatz stellt den Idealfall dar, dass das neue Gesamtsystem sich den globalen Benutzern gegenüber wie ein einzelnes homogenes Datenbanksystem verhält. Diese Form der Datenbankintegration wird *Föderiertes Datenbanksystem* genannt.⁴ Auch wenn in vielen Anwendungsbereichen das Gesamtsystem nicht volle Datenbanksystem-Funktionalität bieten muss, bleibt das Problem der Schema- und Datenintegration bestehen.

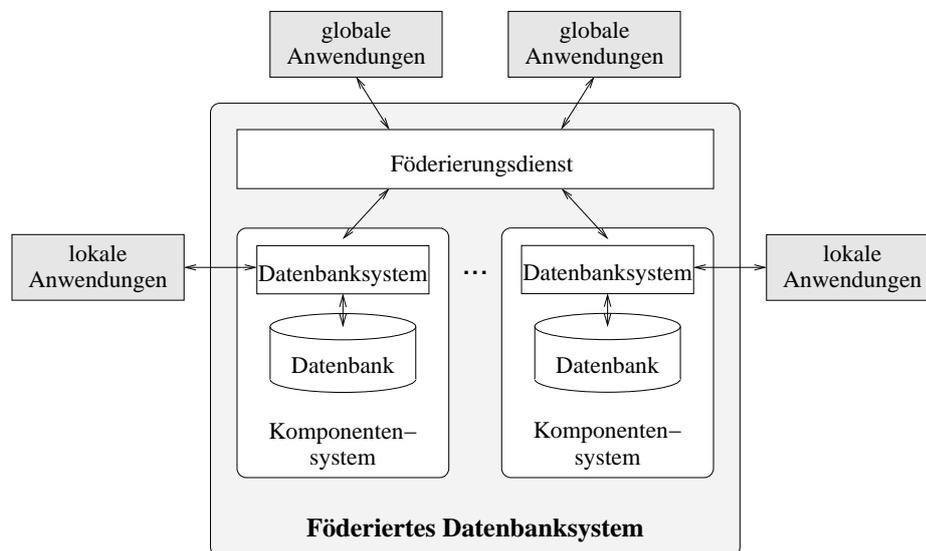


Abb. 1: Systemarchitektur föderierter Datenbanksysteme (hier mit zwei Komponentensystemen)

Abbildung 1 skizziert den Zusammenschluss bestehender Datenbanksysteme zu einem föderierten Datenbanksystem. Die bestehenden Datenbanksysteme gehen mit ihren Datenbeständen als *Komponentensysteme* in das föderierte System ein. Eine integrierende Komponente (*Föderierungsdienst*) ermöglicht neuen globalen Anwendungen den *einheit-*

⁴ Vgl. u. a. Heimbigner und McLeod (1985), Sheth und Larson (1990) und Conrad (1997), wobei die Terminologie in der Literatur nicht ganz einheitlich ist.

lichen Zugriff auf den integrierten Gesamtdatenbestand. Die bereits bestehenden lokalen Anwendungen können weiterhin direkt über das entsprechende Komponentensystem auf den von ihnen benötigten Datenbestand zugreifen.

In der Regel werden die Daten in einem föderierten System nur *logisch* integriert. In speziellen Anwendungsfeldern kann es sinnvoll sein, die logisch integrierten Daten auch *physisch* integriert zur Verfügung zu stellen (in Form so genannter *materialisierter Sichten*⁵). Auch beim Aufbau eines *Data Warehouse*⁶ können die Integrationskonzepte von Datenbank-Föderationen genutzt werden, um die Daten aus verschiedenen Quellsystemen in das *Data Warehouse* in ein einheitliches Format zu kopieren und dann darauf aufwändigere betriebswirtschaftliche Auswertungen durchzuführen, die nicht den Betrieb der anderen Systeme behindern sollen.

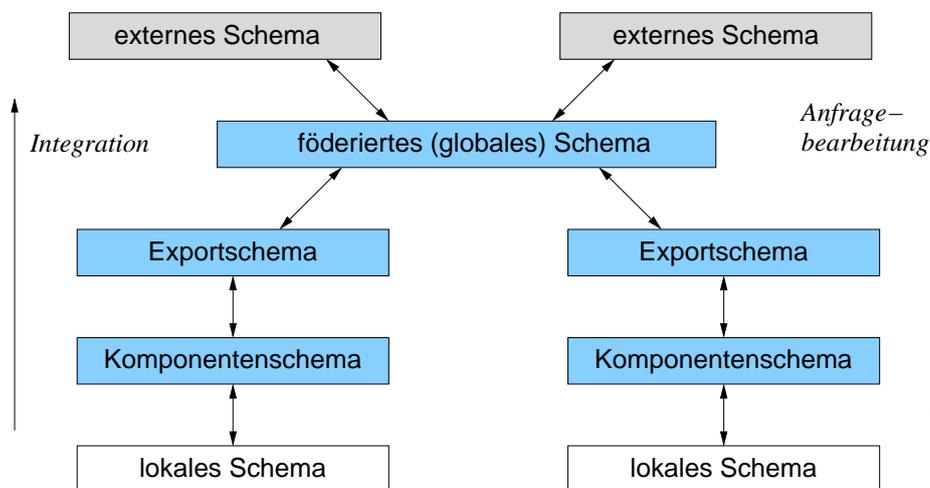


Abb. 2: 5-Ebenen-Schema-Architektur nach Sheth und Larson (1990).

Als Referenzarchitektur wird in der Literatur zumeist die *5-Ebenen-Schema-Architektur* nach Sheth und Larson (1990) verwendet, die in Abbildung 2 dargestellt ist. Auch wenn diese Architektur aus verschiedenen Gründen in der Praxis so nicht umgesetzt wird (zumindest nicht vollständig), ist sie gerade zum Vergleich verschiedener Lösungen sehr gut geeignet.

Diese Architektur betrachtet fünf Schemaebenen. Für eine klassische Integration beginnt man üblicherweise bei den *lokalen Schemata* der zu integrierenden Komponentensysteme. Diese beschreiben den jeweils verwalteten Datenbestand mit den Mitteln des jeweiligen Datenmodells der Komponentensysteme. Um die Heterogenität dieser Datenmodelle zu überwinden, wird eine Transformation der lokalen Schemata in *Komponentenschemata* durchgeführt. Hierbei handelt es sich um eine Datenmodelltransformation, da die Komponentenschemata in dem globalen Datenmodell ausgedrückt werden, das für die Integration gewählt wurde. Auf der nächsten Ebene wird durch *Exportschemata* angegeben, welche Teile des jeweiligen lokalen Datenbestands in die Integration einfließen und damit später globalen Anwendungen zugänglich sein sollen. Die Bildung eines *föderierten Schemas* (oft auch *globales Schema* genannt) über den zur Verfügung gestellten

⁵ Vgl. Staudt und Jarke (1996).

⁶ Vgl. Bauer und Günzel (2001) und Lehner (2003).

Exportschemata schafft dann eine Beschreibung des integrierten Datenbestands. Komponentenschemata, Exportschemata und das föderierte Schema sind in dem gewählten globalen Datenmodell ausgedrückt. Als fünfte Ebene können noch *externe Schemata* definiert werden, die die Schnittstelle für globale Anwendungen darstellen, die auf den integrierten Datenbestand zugreifen. Solche externen Schemata gibt es prinzipiell in jeder Art von Datenbanksystemen. Sie erlauben eine anwendungsspezifische Sicht auf den Datenbestand und sind gleichzeitig Teil eines Schutzmechanismus, um Zugriffe auf andere Daten zu verhindern.

Integrationsprozess

Die Forschung im Bereich der Datenbankintegration hat eine Vielzahl von Techniken und Verfahren hervorgebracht, die es erlauben, verschiedene Aspekte der Integration zu behandeln. Die Vielzahl der zur Verfügung stehenden einzelnen Verfahren darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass es zum einen bis jetzt keine wirklich einheitliche und durchgängige Methodik für die Durchführung der Integration auf der Basis solcher Verfahren gibt, und dass zum anderen die Anwendbarkeit vieler, wenn nicht sogar fast aller entwickelten Verfahren sehr eingeschränkt ist, da sie von Voraussetzungen ausgehen, die in vielen konkreten Anwendungsbereichen so nicht bestehen. Ein typisches Beispiel dafür ist, dass davon ausgegangen wird, dass die Semantik einer Datenbank vollständig bekannt und in für das jeweilige angewendete Verfahren verarbeitbarer Form beschrieben ist. In der Praxis muss man aber immer wieder feststellen, dass sich selbst die Anwendungsexperten z. B. in einem Unternehmen hinsichtlich der genauen Semantik der Daten in ihren Systemen nicht einig sind. Die Ursachen dafür können vielfältig sein. So kann bei Informationssystemen, die schon sehr lange im Einsatz sind, d. h., deren ursprünglicher Entwurf bereits viele Jahre zurückliegt und an denen seitdem viele kleine Änderungen vorgenommen wurden, die ein einzelner Anwender oder Fachexperte nicht mehr überblickt, das Wissen über die Semantik des ursprünglichen Entwurfs des Systems inzwischen verloren gegangen sein, weil die entsprechenden Mitarbeiter das Unternehmen schon vor langer Zeit verlassen haben.

Die Anwendung einzelner Verfahren beschränkt sich immer auf einen oder wenige Schritte in einem *Integrationsprozess*. Man kann den Integrationsprozess wie folgt in fünf Phasen aufteilen:

1. Analyse der zu integrierenden Datenquellen mit einer möglichst vollständigen Bestimmung der Semantik der zu integrierenden Daten,
2. Transformation der gegebenenfalls heterogenen Beschreibungen der Daten (Datenbankschemata) in ein gemeinsames Datenmodell,
3. Feststellung der sich semantisch entsprechenden Daten auf Schemaebene (durch Angabe so genannter Korrespondenzen zwischen den Elementen mehrerer Datenbankschemata),
4. Ableitung eines integrierten Schemas unter Verwendung der zuvor bestimmten Korrespondenzen,
5. Integration der Daten (bei physischer Integration Füllen der neuen Datenbank, für die in Phase 4 das Datenbankschema entstanden ist; bei logischer Integration Entwicklung

und Bereitstellung von Mechanismen, die bei der Anfragebearbeitung die eigentliche Integration der Daten vollziehen können).

Innerhalb dieser fünf Phasen können dann verschiedene Verfahren zum Einsatz kommen. Die Wissenschaft hat sich um diese fünf Phasen mit sehr unterschiedlicher Intensität gekümmert. Sehr lange wurden hauptsächlich Verfahren für die Phasen 4 und 2 erarbeitet. Seit einigen Jahren werden auch für die Phase 5, insbesondere im Bereich der Anfragebearbeitung, neue Techniken entwickelt. Die Phasen 1 und 3 wurden sehr lange vernachlässigt und finden erst seit kurzer Zeit das Interesse der Forschung. Die Bedeutung der Phasen 1 und 3 für eine erfolgreiche Integration zeigt sich in den Problemen, die in der praktischen Durchführung größerer Integrationsprojekte regelmäßig auftreten:

- Die Datenbankschemata (von Datenbanken, die von Datenbankmanagementsystemen verwaltet werden) sind oft nicht vollständig, d. h., es sind nicht alle für die Integration benötigten semantischen Informationen explizit im Datenbankschema vorhanden.
- Die Datenquellen sind oft „semistrukturiert“, oder es gibt überhaupt kein Datenbankschema.
- In Altsystemen (*legacy systems*) ist die tatsächliche Semantik der Daten in der Datenbank in der Regel nicht vollständig bekannt.
- Die Korrespondenzen und Abhängigkeiten zwischen Daten aus verschiedenen Quellen sind nicht (vollständig) bekannt. Häufig können Fachexperten nur vermuten, welche Korrespondenzen korrekt sind.

Neuere Arbeiten versuchen, diese Lücken zu schließen. Der Einsatz von Datenanalyseverfahren verspricht hier viel Erfolg.⁷ Speziell die Entwicklungen aus dem Bereich *Knowledge Discovery in Databases* (KDD) kommen für diesen Zweck in Frage. Diese auch *Data Mining* genannten Verfahren sollen fehlende semantische Informationen aus vorhandenen Datenbeständen ableiten. Auch für die Bestimmung von Schemakorrespondenzen können sie eingesetzt werden. Da *Data Mining*-Verfahren zunächst nicht speziell für die Nutzung zur Unterstützung der Datenbankintegration entwickelt wurden, ist gegebenenfalls eine Anpassung oder spezifische Weiterentwicklung erforderlich.

Als Beispiele möglicher Anwendungen von *Data Mining*-Verfahren im Datenbank-Integrationsprozess seien hier genannt:

- Verfahren zum Finden so genannter Assoziationsregeln, die eventuell nicht explizit formulierte Integritätsbedingungen darstellen und damit bislang fehlende semantische Information zu einem Datenbankschema liefern können;
- Verfahren zum Entdecken von Strukturinformation sowie zum *Clustering* und zur Klassifikation, mit denen bei semistrukturierten Datenquellen eine einem Datenbankschema vergleichbare Strukturierung und Zuordnung der Daten in diese Struktur ermöglicht wird;
- Verfahren zum Datenvergleich, die gleiche (oder ähnliche) Objekte entdecken, zu denen Daten in mehreren Datenquellen vorliegen und die damit Vorschläge für Schemakorrespondenzen erzeugen können.

⁷ Vgl. auch Höding und Conrad (1998).

Neben solchen *Data Mining*-Verfahren spielen in der Phase 3 insbesondere so genannte *Schema Matching*-Verfahren eine große Rolle. Wie der Name bereits andeutet, versuchen diese Verfahren, bestehende Schemata miteinander zu vergleichen und eine Abbildung (*mapping*) zu bestimmen, mit der einander entsprechende Schemaelemente zueinander in Beziehung gesetzt werden. Hierzu werden je nach Verfahren z. B. linguistische Beziehungen zwischen Bezeichnern in Schemata, strukturelle Ähnlichkeiten, Ähnlichkeiten der zugehörigen Daten und gegebenenfalls Kombinationen dieser Eigenschaften verwendet. Einen detaillierten Überblick über die verschiedenen Arten von *Schema Matching*-Verfahren geben Rahm und Bernstein (2001).

Der Einsatz von *Data Mining*- sowie von *Schema Matching*-Verfahren führt zwangsläufig zu der Frage, wie verlässlich die damit erzielten Informationen sind. Schon die Tatsache, dass diese Verfahren nur auf einzelnen, aktuell vorhandenen Datenbeständen angewendet werden, zeigt, dass die gewonnene Information mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist. Diese Unsicherheit ließe sich nur ausschließen, wenn alle prinzipiell möglichen Datenbankzustände analysiert würden. Dies ist im Allgemeinen nicht durchführbar, da die Zahl der möglichen Zustände fast immer unendlich ist. Auf der anderen Seite muss man aber ebenso feststellen, dass auch die nicht mit solchen Verfahren gewonnenen Informationen (z. B. Informationen zur Semantik, die von Experten stammen) sowie die vorhandenen Daten selbst mit Unsicherheit behaftet sind. Die Qualität von Daten, die man in betrieblichen oder sonstigen Datenbanken findet, kann sehr unterschiedlich sein. Tipp- und andere Eingabefehler sowie Verarbeitungsfehler durch fehlerhafte Anwendungssoftware oder durch falschen Umgang mit Anwendungsprogrammen und Daten beeinträchtigen die Datenqualität und damit letztendlich auch alles, was von diesen Daten abhängig ist. Genauso sind aber auch Datenbankschemata nicht *per se* perfekt, da Fehler beim Datenbankentwurf sowie eine im Laufe der Zeit veränderte Nutzung der Datenbank dazu führen können, dass ein vorliegendes Datenbankschema nicht nur semantisch unvollständig ist, sondern auch semantisch falsche Informationen liefern kann, die damit zu falschen Folgerungen in den weiteren Integrationsphasen führen können.

Praktisch alle für die Datenbankintegration entwickelten Verfahren ignorieren diesen wichtigen Aspekt und setzen implizit perfektes und vollständiges Wissen voraus. Auf der Basis dieser Annahme liefern sie wiederum perfekte und (zumeist) eindeutige Ergebnisse. Da die Eingangsdaten und Informationen bei einer Datenbankintegration schon prinzipiell unsicher sind, wird diese Unsicherheit durch die verschiedenen zum Einsatz kommenden Integrationsverfahren weitergereicht; einige Verfahren fügen weitere unsichere Informationen hinzu, so dass im Laufe des Integrationsprozesses eine Aggregation der Unsicherheit stattfindet. Am Ende des Prozesses steht ein Integrationsergebnis, dessen Korrektheit vollständig in Frage gestellt werden muss, wenn wir keine Möglichkeiten zur Analyse der Unsicherheit der verarbeiteten Informationen und ihrer Auswirkung auf die Integration haben. In aktuellen Arbeiten haben wir daher die Ursachen für unsichere Informationen⁸ untersucht und eine auf etablierten statistischen Verfahren basierende Methode zur Bewertung der Unsicherheit im Datenbank-Integrationsprozess entwickelt.⁹

⁸ Vgl. Altareva und Conrad (2001).

⁹ Vgl. Altareva und Conrad (2003).

Integrationskonflikte

Bei der Integration heterogener Datenbanken tritt – auch ohne die zuvor diskutierte Unsicherheit der verwendeten Informationen – eine Reihe von Problemen auf. Für den späteren Betrieb eines integrierten Informationssystems spielt beispielsweise eine Vielzahl technischer Fragen eine große Rolle, u. a. hinsichtlich der Kommunikation zwischen verschiedenen existierenden Informationssystemen. Dieser Bereich erfordert die Betrachtung diverser technischer Details, auf die wir hier nicht eingehen wollen. Stattdessen wollen wir uns auf die die semantischen Aspekte der Integration betreffenden Problembereiche konzentrieren. Hier spricht man in der Literatur auch von *Integrationskonflikten*, die im Integrationsprozess gelöst werden müssen. Wir unterscheiden dabei drei Ebenen, in denen solche Konflikte auftreten:

- heterogene Datenmodelle (Datenmodellebene),
- unterschiedliche Modellierung (Modellierungs- oder Schemaebene) und
- heterogene Repräsentation der Daten (Daten- oder Instanzebene).

Eine in der Literatur häufig zitierte Klassifikation von Integrationskonflikten unterscheidet semantische Konflikte, Beschreibungskonflikte, Heterogenitätskonflikte und strukturelle Konflikte.¹⁰ Da diese Einteilung nicht alle relevanten Integrationskonflikte erfasst, orientieren wir uns im Folgenden an der Einteilung in die drei oben genannten Ebenen.

Datenmodellebene:

Die bei einer Integration zu berücksichtigenden Datenbanken und sonstigen Datenquellen verwenden oft unterschiedliche Datenmodelle bzw. Datenmodellen entsprechende Beschreibungskonzepte für die Daten. So liegt relationalen Datenbanken das Relationenmodell zugrunde, das die Daten in Tabellen (mathematisch: Relationen) organisiert. Objektorientierte Datenbanken verwenden eigene Objektmodelle zur Modellierung. In Altsystemen kommen zudem noch das hierarchische Datenmodell oder das Netzwerkmodell bei Datenbanken vor. Andere Datenquellen basieren implizit oder explizit auf einem semistrukturierten Datenmodell, wie es z. B. auch XML zugrunde liegt.

Problematisch an der Verwendung unterschiedlicher Datenmodelle ist, dass sie verschiedene Modellierungskonzepte anbieten und auch unterschiedliche Ausdrucksfähigkeit besitzen. Damit sind die in verschiedenen Datenmodellen ausgedrückten Datenbankschemata nur schwer direkt miteinander vergleichbar. Für die Integration bietet es sich daher an, die Modellierungen aus den verschiedenen Datenmodellen in ein einheitliches Datenmodell zu überführen, das als Basis für den ganzen Integrationsprozess dient.

Die Diskussion, welches Datenmodell dafür am besten geeignet ist, nimmt manchmal kuriose Züge an. Prinzipiell muss man sich dazu vor Augen führen, dass ein Datenmodell mit wenigen Modellierungskonzepten – wie das Relationenmodell – in der weiteren Verarbeitung sehr einfach ist, dafür aber die semantischen Feinheiten, die andere Datenmodelle unterscheiden können, nicht adäquat nachbilden kann. Verwendet man ein solches Datenmodell als Basis für die weitere Integration, gehen gegebenenfalls viele semantische Informationen verloren. Umgekehrt bedeutet die Verwendung eines Datenmodells, das mehr

¹⁰ Vgl. Spaccapietra *et al.* (1992).

Modellierungskonzepte anbietet, dass man bei der Transformation in dieses Datenmodell eventuell fehlenden Informationen (die sich im Ursprungsmodell nicht repräsentieren ließen) hinzufügen muss, um eine einheitliche Modellierungsqualität zu erreichen. Es stellt sich dann aber oft die Frage, woher diese fehlenden Informationen beschafft werden können.

Die Transformation in ein als Basis der Integration gewähltes Datenmodell kann zu zusätzlichen Integrationskonflikten auf der Schemaebene führen.

Schemaebene:

Liegen zwei (oder mehr) Datenbankschemata, die integriert werden sollen, im gleichen Datenmodell vor, kann trotzdem eine Vielzahl von Integrationskonflikten auftreten. Ursache dafür ist im Wesentlichen, dass die Datenbanken in der Regel unabhängig voneinander entstanden sind und damit auch ihre Datenbankschemata unabhängig voneinander entworfen wurden. Die Freiheiten, die man in allen Datenmodellen bei der Modellierung der in der Datenbank zu repräsentierenden Sachverhalte hat, führt häufig zu unterschiedlichen Modellierungen der gleichen Sachverhalte, wodurch man unterschiedliche Strukturen in den Datenbankschemata erhält. Schon in einem einfachen Modell wie dem Relationenmodell lässt sich ein und derselbe Sachverhalt oft in einer oder in zwei Tabellen beschreiben, woraus unterschiedliche Strukturen im Schema entstehen.

Ein anderer Integrationskonflikt ergibt sich aus der Tatsache, dass Datenbankplaner in der Wahl von Bezeichnern frei sind: für eine Datenbank mag z. B. Arbeitnehmer als Bezeichner gewählt worden sein, für eine andere Mitarbeiter. Für solche Bezeichner müssen wir bei der Integration immer mit Homonymen und Synonymen, aber auch z. B. mit Hyperonymen, rechnen, die sich im Allgemeinen einer automatisierten Auflösung entziehen.

Für die in den Datenbanken vorkommenden Objekte können dann noch unterschiedliche Eigenschaften vorgesehen sein, die gespeichert werden. Welche Eigenschaften in einer Datenbank gespeichert werden, hängt zumeist von den Anforderungen ab, die die Anwendungen stellen, für die eine Datenbank entworfen wird. So ist es für eine Anwendung im Bereich der Lohnbuchhaltung sicherlich erforderlich, das Gehalt der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer in der Datenbank zu haben, während für eine Anwendung zum Personaleinsatz eher die Qualifikationen und sonstigen Fähigkeiten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Interesse sind.

Ein häufig auftretender Konflikt betrifft die Menge der jeweils gespeicherten (Daten-) Objekte. Die Lohnbuchhaltung erfasst wahrscheinlich alle Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer im Unternehmen, die Personaleinsatzplanung vielleicht nur einen Teil des Unternehmens und damit nicht alle Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer. Entsprechend werden sich vermutlich die Mengen der in den beiden Datenbanken repräsentierten Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer unterscheiden.

Datenebene:

Datenkonflikte sind bei der Realisierung einer globalen Anfragebearbeitung (z. B. in einem föderierten Informationssystem) oder bei der Materialisierung integrierter Sichten (z. B. in einem *Data Warehouse*) von sehr großer Bedeutung. Typische Beispiele für Datenkonflikte sind unterschiedliche Konventionen bezüglich Schreibweisen von Namen

(„Meier, Petra“ und „Petra Meier“), Eingabe- und Tippfehler sowie die Verwendung unterschiedlicher Ausdrücke als Datenwerte (z. B. „Informatiker“ und „IT-Spezialist“ als Berufsbezeichnungen). Auch hier müssen wir also mit Homonymen, Synonymen und Hypeponymen rechnen.

Weitere häufig auftretende Datenkonflikte finden sich bei Zahlenwerten, wie etwa abgespeicherten Messwerten. Hier können z. B. *Skalierungskonflikte* auftreten, d. h., die Zahlenwerte haben unterschiedliche Maßeinheiten (z. B. 0,75 kg und 750 g). Auch können *Genauigkeitskonflikte* vorliegen, die einerseits in der Genauigkeit begründet liegen können, mit der die Daten in der Datenbank abgespeichert werden (in der Regel unterschiedlich viele Nachkommastellen), und die andererseits durch die Genauigkeit der Erfassung (Messung) entstehen können. Gerade, wenn die Messung eine deutlich geringere Genauigkeit hat, als die Daten in der Datenbank abgespeichert werden, entsteht später oft der falsche Eindruck von Daten mit höherer Genauigkeit. Bei der Integration muss man ferner noch auf *Vagheitskonflikte* achten: Numerische Daten können auch durch Schätzungen oder grobe Rundungen entstanden sein. Vagheiten können aber auch bei nichtnumerischen Daten auftreten. So sind Angaben wie „groß“ oder „lang“ prinzipiell vage. Oft kann man darüber streiten, ob ein Genauigkeits- oder ein Vagheitskonflikt vorliegt. Als ein Beispiel dafür lassen sich Noten anführen, mit denen Leistungen bewertet werden. Nimmt man etwa eine Notenskala an, die nur die Noten 1, 2, 3, 4 und 5 zulässt, so hat man offensichtlich ein Genauigkeitsproblem, wenn man dies mit Daten vergleicht, denen eine andere Notenskala (z. B. mit den Noten 1,0, 1,3, 1,7 usw.) zugrunde liegt. Andererseits sind Noten oft „vage“ – in dem Sinne, dass die zu ein und derselben Note führenden Leistungen oft nicht wirklich miteinander vergleichbar sind (was in noch größerem Maße dann für Durchschnittsnoten gilt, wie sie regelmäßig auf Zeugnissen zu finden sind).

Im Bereich *Data Warehouses* hat sich unter der Bezeichnung *Data Cleaning* ein eigenes Teilgebiet entwickelt, um solche Probleme zu behandeln, die beim Aufbau eines *Data Warehouse* entscheidend für dessen Datenqualität sind, zu behandeln. Einen Überblick über *Data Cleaning*-Verfahren geben Rahm und Do (2000).

Beschränkungen bestehender Techniken

Die bestehenden Schemaintegrationstechniken¹¹ setzen sich nicht vollständig mit allen Arten von Integrationskonflikten auseinander. Während extensionale Konflikte von allen Integrationstechniken ausführlich behandelt werden können, wird insbesondere die Auflösung von Heterogenitäts- und Beschreibungskonflikten kaum unterstützt. In der Regel wird vorausgesetzt, dass die zu integrierenden Schemata im gleichen (dem globalen) Datenmodell vorliegen und dass insbesondere Homonym- und Synonymprobleme auf Schemaebene nicht vorkommen bzw. vorab aufgelöst wurden. Da Datentypen, Wertebereiche und zugrunde gelegte Maßeinheiten für Attribute von den meisten Verfahren nicht betrachtet werden, können auch daraus resultierende Konflikte nicht abgearbeitet werden. Hinsichtlich der Behandlung struktureller Konflikte sind ebenfalls Einschränkungen festzustellen. Eine ausführliche Analyse findet sich in Conrad (1997).

Betrachtet man die fünf Phasen, die wir im Abschnitt „Integrationsprozess“ vorgestellt haben, so kann man feststellen, dass besonders die Phasen 1, 3 und 5 problematisch sind.

¹¹ Als typisches Beispiel sei hier nur auf Spaccapietra *et al.* (1992) verwiesen.

In den Phasen 2 und 4 können weitgehend automatisierte Verfahren eingesetzt werden – vorausgesetzt, die vorhergehenden Phasen haben „perfekte“ Ergebnisse produziert. Da dies in den meisten Fällen unrealistisch ist, sind auch die Ergebnisse der Phasen 2 und 4 jeweils zu überprüfen und der Einfluss eventueller Unsicherheiten festzustellen. Die Verfahren, die für die Phasen 1, 3 und 5 entwickelt oder aus anderen Bereichen dafür übernommen wurden, liefern in der Regel mit Unsicherheiten verbundene Ergebnisse.

Auch wenn man sich perfekte Verfahren wünschen würde – eine vollständige automatisierte Bearbeitung dieser Phasen scheitert grundsätzlich daran, dass hier immer die Semantik der zu integrierenden Daten ins Spiel kommt, die im Allgemeinen nicht automatisch aus den Daten und den üblichen Beschreibungen der Daten (z. B. Datenbankschemata) erschlossen werden kann, da sie immer ein möglichst umfassendes Hintergrundwissen über den Anwendungsbereich voraussetzt, in dem die Daten verwendet werden.

Zusammenfassung und aktuelle Fragestellungen

Zum Themenkomplex „Integration heterogener Datenbestände“ werden gegenwärtig Fragestellungen in verschiedenen Richtungen untersucht.

Einen Bereich stellt die Weiterentwicklung von Multidatenbanksprachen dar. Hierbei werden verschiedene Erweiterungen bekannter Datenbanksprachen entwickelt, durch die Konfliktlösungsmechanismen (für Beschreibungskonflikte, strukturelle Konflikte, aber auch Datenkonflikte) in diesen Sprachen verfügbar werden. Zwei sehr unterschiedliche Beispiele für solche Arbeiten an Multidatenbanksprachen sind FRAQL¹² und MQL¹³. Beide haben als Basis die relationale Datenbanksprache SQL, wobei in FRAQL unter anderem explizite Konfliktlösungsmechanismen über benutzerdefinierbare Funktionen integriert werden, während MQL neue, sehr mächtige Anfrageoperationen auf Multidatenbanken einführt – im Gegensatz zu SQL, das nur Operationen auf Relationen einer einzelnen Datenbank kennt. Anhand von MQL werden vorrangig theoretische Komplexitätsuntersuchungen für Multidatenbankanfragen durchgeführt, während FRAQL auch in einem Prototyp realisiert wurde, womit die experimentelle Untersuchung z. B. von speziellen Optimierungstechniken möglich ist.

Ein anderer Bereich der aktuellen Forschung ist die Weiterentwicklung bestehender Schemaintegrationsverfahren zu inkrementellen Verfahren. Da insbesondere die extensionalen Korrespondenzen zwischen den Daten verschiedener Datenbanken *a priori* nicht immer bekannt sind, werden inkrementelle Verfahren benötigt, so dass auch mit unvollständigem Wissen bereits ein integriertes Schema gebildet werden kann, das dann schrittweise verfeinert werden kann, sobald neue extensionale Korrespondenzen bekannt werden. Gleichzeitig ermöglichen es inkrementelle Verfahren, frühzeitig einen Eindruck von dem Ergebnis der Integration zu bekommen, womit auch Entscheidungen im Integrationsprozess (beispielsweise hinsichtlich extensionaler Korrespondenzen) validiert und gegebenenfalls revidiert werden können.

In eine andere Richtung zielen die schon genannten Verfahren des *Schema Matching*.¹⁴ Hierbei sollen soweit wie möglich automatisch Schemakorrespondenzen bzw. potenzielle Korrespondenzen bestimmt werden.

¹² Vgl. Sattler *et al.* (2000) und Sattler *et al.* (2003biblio).

¹³ Vgl. Wyss *et al.* (2001).

¹⁴ Eine aktuelle Übersicht findet sich in Rahm und Bernstein (2001).

Die Berücksichtigung von Unsicherheiten bei der Datenbankintegration ist erst seit wenigen Jahren Gegenstand der Forschung. Altareva und Conrad (2001) schlagen erstmals eine Klassifikation der Unsicherheiten entsprechend ihren verschiedenen Ursprüngen vor. Darauf basierend wird in Altareva und Conrad (2003) unter Verwendung etablierter statistischer Verfahren ein methodischer Rahmen entwickelt, mit dem eine Berücksichtigung der Unsicherheiten im Integrationsprozess und eine darauf aufbauende Bewertung des Integrationsergebnisses möglich wird. Dies soll dazu genutzt werden, den Einsatz der vielen unterschiedlichen Verfahren in den einzelnen Phasen der Integration besser zu steuern. Die zum Einsatz kommenden statistischen Verfahren setzen allerdings auch eine quantitative Erfassung der Unsicherheiten voraus. Viele Verfahren, insbesondere *Data Mining*- und *Schema Matching*-Verfahren, liefern bereits entsprechende Informationen über die Sicherheit des von ihnen produzierten Ergebnisses (etwa als Wahrscheinlichkeitswerte oder durch Angabe von *support*- und *confidence*-Werten).

Während in früheren Forschungsarbeiten der Aspekt der Qualität keine wesentliche Rolle spielte, da man von perfekten und vollständigen Ausgangsinformationen ausging, mit denen dann auch ein perfektes Ergebnis erreicht werden konnte, ist in den letzten Jahren in verschiedenen Bereichen Qualität zum Forschungsgegenstand geworden. In vielen Fällen hat sich beim Einsatz in der Praxis beim Aufbau eines *Data Warehouse* oder bei der Integration vorhandener Informationssysteme herausgestellt, dass theoretisch wohlüberlegte Ansätze häufig doch qualitativ unbefriedigende Ergebnisse liefern, da sie von zumeist nicht erfüllten Voraussetzungen ausgehen. Dem Problem der Bewertung der Schema- und Datenqualität haben sich daher verschiedene Forschergruppen und -projekte angenommen.¹⁵

Weitere aktuelle Fragestellungen, die in verschiedenen Beiträgen auf speziellen Workshops¹⁶ aufgeworfen und diskutiert wurden, betreffen unter anderem die Akquisition und Verwaltung von Metadaten sowie Probleme der Evolution der Systeme. Es geht dabei um die Frage: Wie wirken sich lokale Schemaänderungen auf das integrierte Schema aus?

Bibliographie

ALTAREVA, Evguenia und Stefan CONRAD. „The Problem of Uncertainty and Database Integration“, in: KUTSCHE *et al.* (2001), 92-99.

ALTAREVA, Evguenia und Stefan CONRAD. „Analyzing Uncertainties in the Database Integration Process by Means of Latent Class Analysis“, in: Anne JAMES, Stefan CONRAD und Wilhelm HASSELBRING (Hrsg.). *Engineering Federated Information Systems, Proceedings of the 5th Workshop EFIS 2003*. Berlin und Amsterdam 2003, 14-22

BAUER, Andreas und Holger GÜNZEL (Hrsg.). *Data-Warehouse-Systeme*. Heidelberg 2001.

CONRAD, Stefan. *Föderierte Datenbanksysteme: Konzepte der Datenintegration*. Berlin und Heidelberg 1997.

CONRAD, Stefan. „Schemaintegration – Integrationskonflikte, Lösungsansätze, aktuelle Herausforderungen“, *Informatik – Forschung & Entwicklung* 17 (2002), 101-111.

GERTZ, Michael und Ingo SCHMITT. „Data Integration Techniques based on Data Quality Aspects“,

¹⁵ Siehe z. B. Gertz und Schmitt (1998) und Jarke *et al.* (1999).

¹⁶ Siehe etwa Roantree *et al.* (2000) und Kutsche *et al.* (2001).

- in: Ingo SCHMITT, Can TÜRKER, Eyk HILDEBRANDT und Michael HÖDING (Hrsg.). *FDBS 3. Workshop „Föderierte Datenbanken“*, Magdeburg, Germany, 1998. Aachen 1998, 1-19.
- HEIMBIGNER, Dennis und Dennis MCLEOD. „A Federated Architecture for Information Management“, *ACM Transactions on Office Information Systems* 3 (1985), 253-278.
- HÖDING, Michael und Stefan CONRAD. „Data-Mining Tasks in Federated Database Systems Design“, in: Tamer ÖZSU, Asuman DOGAC und Özgür ULUSOY (Hrsg.). *Issues and Applications of Database Technology (IADT '98), Proceedings of the 3rd World Conference on Integrated Design and Process Technology*. Bd. 2. Berlin 1998, 384-391.
- JARKE, Matthias, Manfred JEUSFELD, Christoph QUIX und Panos VASSILIADIS. „Architecture and Quality in Data Warehouses: An Extended Repository Approach“, *Information Systems* 24 (1999), 229-253.
- KUTSCHE, Ralf, Stefan CONRAD und Wilhelm HASSELBRING (Hrsg.). *Engineering Federated Information Systems, Proceedings of the 4th Workshop EFIS 2001*. Berlin und Amsterdam 2001.
- LEHNER, Wolfgang. *Datenbanktechnologie für Data-Warehouse-Systeme: Konzepte und Methoden*. Heidelberg 2003.
- RAHM, Erhard und Hong Hai DO. „Data Cleaning: Problems and Current Approaches“, *IEEE Data Engineering Bulletin* 23 (2000), 3-13.
- RAHM, Erhard und Philip A. BERNSTEIN. „A Survey of Approaches to Automatic Schema Matching“, *The VLDB Journal* 10 (2001), 334-350.
- ROANTREE, Mark, Wilhelm HASSELBRING und Stefan CONRAD (Hrsg.). *Engineering Federated Information Systems, Proceedings of the 3rd Workshop EFIS 2000*. Berlin und Amsterdam 2000.
- SATTLER, Kai-Uwe, Gunter SAAKE und Stefan CONRAD. „Adding Conflict Resolution Features to a Query Language for Database Federations“, *Australian Journal of Information Systems* 8 (2000), 116-125.
- SATTLER, Kai-Uwe, Stefan CONRAD und Gunter SAAKE. „Interactive Example-driven Integration and Reconciliation for Accessing Database Federations“, *Information Systems* 28 (2003), 393-414.
- SHETH, Amit P. und James A. LARSON. „Federated Database Systems for Managing Distributed, Heterogeneous, and Autonomous Databases“, *ACM Computing Surveys* 22 (1990), 183-236.
- SPACCAPIETRA, Stefano, Christine PARENT und Yann DUPONT. „Model Independent Assertions for Integration of Heterogeneous Schemas“, *VLDB Journal* 1 (1992), 81-126.
- STAUDT, Martin und Matthias JARKE. „Incremental Maintenance of Externally Materialized Views“, in: T. M. VIJAYARAMAN, A. P. BUCHMANN, C. MOHAN und N. L. SARDA (Hrsg.). *Proceedings of the 22nd International Conference On Very Large Data Bases, VLDB '96, Bombay*. San Francisco 1996, 75-86.
- WYSS, Catharine, Felix WYSS und Dirk VAN GUCHT. „Augmenting SQL with Dynamic Restructuring to Support Interoperability in a Relational Federation“, in: KUTSCHE *et al.* 2001, 5-18.

Hartmut Löwen

Transregio-Sonderforschungsbereich TR6 „Physik kolloidaler Dispersionen in äußeren Feldern“

Kolloidale Suspensionen als physikalische Modellsysteme

In der Wissenschaftlichen Einrichtung (WE) Physik der Heinrich-Heine-Universität stellt die Erforschung der Weichen Materie einen wichtigen Schwerpunkt dar. Weiche Materie umfasst definitionsgemäß alle Substanzen, die eine strukturelle Längenskala zwischen einem Nanometer und einem Mikrometer aufweisen und die makroskopisch weich sind. Aus dem Alltag bekannte Beispiele für solche Weichen Materialien sind Zahncreme, Pudding, Wandfarben und Blut. Die beiden letzten Beispiele werden auch als kolloidale Suspensionen bezeichnet. Dies sind formstabile mesoskopische Partikel, die in einem Fluidum dispergiert sind. Dazu zählen wässrige Suspensionen von Polystyrol- oder Latexkügelchen genauso wie stäbchenförmige Partikel oder Staubteilchen in Plasmen. Innerhalb der Weichen Materie zeichnen sich kolloidale Suspensionen deswegen besonders aus, weil sie zugleich gut präparierbar, sauber charakterisierbar sowie hervorragend kontrollierbar sind. Die Wechselwirkung zwischen den Kolloidpartikeln kann von außen eingestellt, d. h. maßgeschneidert werden. Zudem nehmen die Kolloide eine Sonderstellung als Prototyp Weicher Materie ein, weil sie in gewisser Weise zu den einfachsten komplexen Fluiden zählen: Die Längenskalenseparation zwischen dem molekularen Lösungsmittel und dem mesoskopischen kolloidalen Teilchen ist vollständig und eindeutig; sind die Teilchen kugelförmig und auf der mesoskopischen Skala ohne weitere Struktur, dann ist die höchstdenkbare Partikelsymmetrie realisiert. Dies impliziert direkt eine sehr gute und anpassungsfreie theoretische Modellierbarkeit der einzelnen Partikel. Die spannenden Fragen betreffen kollektive Vielteilcheneffekte, bei denen das Zusammenspiel vieler Teilchen essentiell ist. Ein schlagender Vorteil von Kolloiden besteht darin, dass diese Fragen simultan mit den drei unterschiedlichen Methodiken *Theorie*, *Computersimulation* und *Experiment* untersuchbar sind, die dann im gegenseitigen befruchtenden Vergleich komplementär eingesetzt werden können. Dies wird in eindrucklicher Weise am Kristallisationsübergang und am kinetischen Glasübergang im Volumen (*bulk*) demonstriert, wo Theorie, Simulation und Experiment nahezu gleichzeitig und in gegenseitiger Abstimmung entwickelt wurden und die kolloidalen Systeme eine Vorreiterrolle beim experimentellen Test von Theorien wie der Modenkopplungsapproximation spielten. Ein tief gehendes theoretisches Verständnis bedeutet auch eine Einsicht in den zugrunde liegenden allgemeinen Mechanismus dieser Übergänge, so dass den Kolloiden eine exponierte Rolle als *Modellsystemen* kondensierter Materie und der Wissenschaft allgemein zukommt.

Abbildung 1 zeigt eine elektronenmikroskopische Aufnahme einer Dispersion aus Kolloidpartikeln. Es wird sofort klar, dass sich die Kugeln gleichen, d. h., ihre Größenpolydispersität ist gering. Ferner erkennt man, dass sich die Kügelchen auf einem regelmäßigen periodischen Gitter angeordnet haben. Dabei muss man sich in den Zwischenräumen noch

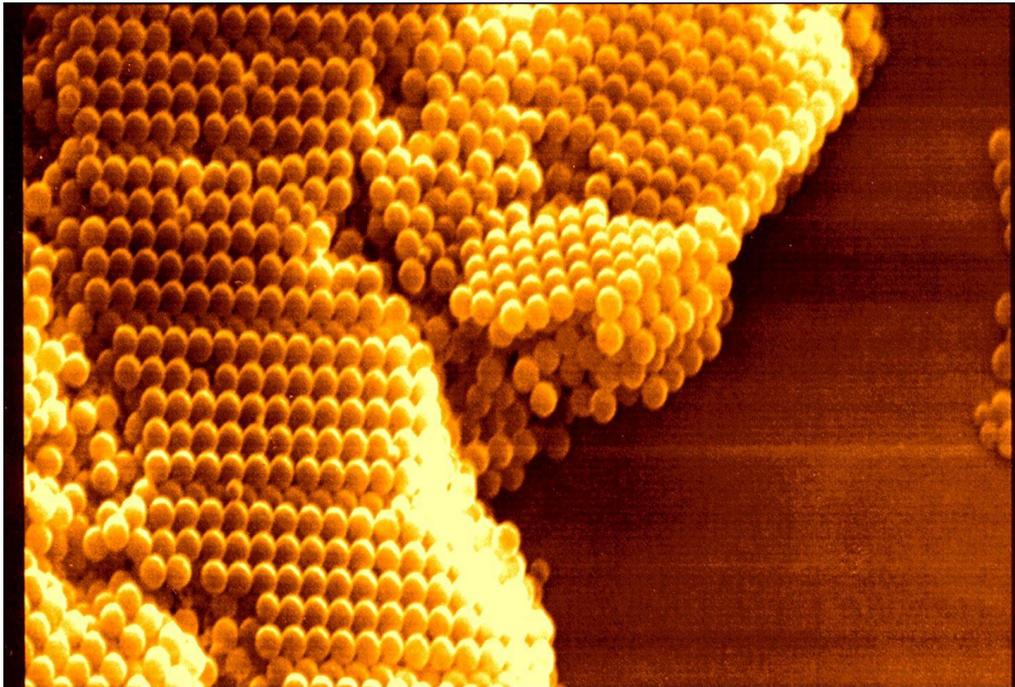


Abb. 1: Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Aggregats aus mesoskopischen Polystyrolkugeln. Die mesoskopischen Teilchen haben sich auf einem periodischen Kristallgitter angeordnet. Der Partikeldurchmesser beträgt einen Bruchteil eines Mikrometers.

das Lösungsmittel (im vorliegenden Fall ist das Wasser) vorstellen. Die Kugeln bilden also einen Superkristall von Partikeln, die ihrerseits wiederum in einer Flüssigkeit eingebettet sind. Der Kompressionsmodul eines solchen Kristalls ist durch den des Lösungsmittels dominiert. Der Schermodul des Kolloidkristalls ist dagegen sehr viel kleiner, da er indirekt proportional zum Volumen der Kristallelementarzelle skaliert. Dieses Volumen ist bis zu zwölf Größenordnungen kleiner als das eines atomaren Kristalls. Damit ist dies eine eindrucksvolle Variante eines „weichen“ Systems. Das Studium des Gefrierübergangs im Gleichgewicht wurde nahezu gleichzeitig mit mikroskopischen Theorien, Computersimulationsstudien und Experimenten im Ortsraum durchgeführt. Das Gefrieren verändert sich signifikant unter einschränkender Geometrie (z. B. zwischen zwei parallelen Platten), und wieder hat in den letzten fünf Jahren der Vergleich zwischen Theorie und Experiment an Kolloidsystemen ein fundamentales Verständnis dieses allgemeinen Phänomens geleistet.

Kolloide Dispersionen unter Kontrolle

Während die Gleichgewichtseigenschaften kolloidaler Weicher Materie im Volumen mittlerweile eingehend erforscht und weitgehend verstanden sind, sind wichtige Fragen von Kolloiden in einschränkenden Geometrien und im Nichtgleichgewicht noch offen. Um diese Fragen gebündelt untersuchen zu können, wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft der Transregio-Sonderforschungsbereich (SFB) TR6 mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf als Sprecherhochschule ab dem 1. Juli 2002 eingerichtet. Weiterhin sind die Standorte Jülich, Mainz, Konstanz und Utrecht (Niederlande) beteiligt.¹ Im

¹ Siehe <http://www.sfb-tr6.de> (17. März 2003).

Rahmen dieses Sonderforschungsbereichs „Physik von kolloidalen Dispersionen in äußeren Feldern“ soll generell das Verhalten von kolloidaler Weicher Materie *unter äußeren Einwirkungen* im Fokus des Interesses stehen. Diese äußeren Einwirkungen werden durch *extern angelegte Kontrollfelder* (Scherfelder, elektrische und magnetische Felder, Lichtfelder, eingrenzende Geometrien) erreicht. Die Motivation hierfür ist vielschichtig: Zunächst reagiert Weiche Materie *per definitionem* sehr empfindlich auf äußere Manipulationen. Die mit großer Experimentierkunst realisierten stabilen *bulk*-Proben sind eher die Ausnahme als die Regel. Diese „Empfindsamkeit“ Weicher Materie hat man sich mit Hilfe ausgeklügelter Empirie in vielen technischen Prozessen bereits nutzbar gemacht. Es fehlt aber noch ein systematisches wissenschaftliches Verständnis, das von den Grundlagen der „mikroskopische“ Teilchenwechselwirkungen ausgeht und – auf die statistische Physik gegründet – auch quantitative Vorhersagen erlaubt. Darüber hinaus können starke äußere Einwirkungen zu interessanten, qualitativ neuen Effekten führen (z. B. die spontane Bildung von Phasenlagen unterschiedlicher Mikrostruktur unter Scherung, so genannte Scherungsbänder).

Im Gegensatz zu molekularen Systemen bieten Kolloide die faszinierende Möglichkeit, diese äußeren Einwirkungen *maßgeschneidert* und *kontrolliert* vorzunehmen und den Systemresponse auf *experimentell zugänglichen Längen- und Zeitskalen* direkt zu messen. Die Teilchenrelaxationszeit der Kolloide liegt typischerweise im Millisekundenbereich und ist daher viele Größenordnungen langsamer als die von Molekülen. Außerdem hat die mesoskopische Längenskala der Kolloide zur Folge, dass Veränderungen von strukturellen Korrelationen zwischen Partikeln gleichzeitig im Orts- und Impulsraum messbar sind (z. B. durch konfokale Mikroskopie und durch Lichtstreuung). Damit ist eine *real-space* und *real-time* Messung einer äußeren Einwirkung in greifbare Nähe gerückt. Dies sind ideale Situationen für die komplementären theoretischen Beschreibungen und Computersimulationen in inhomogenen Situationen und im Nichtgleichgewicht. Ebenso wie in den bislang studierten *bulk*-Situationen erscheint ein direkter Vergleich möglich und verspricht sowohl neue fundamentale Einsichten wie auch qualitativ neue Effekte. Damit können die Kolloidsysteme als Modellsysteme für andere, kompliziertere Weiche Materialien oder für molekulare kondensierte Materie eine Vorreiterrolle spielen.

Hieraus ergeben sich Perspektiven, die das Fachgebiet überschreiten: Versteht man beispielsweise das Prinzip des Ionentransports im Modellkanal, dann lässt dies auch Rückschlüsse auf den Mechanismus in biologisch relevanten komplizierteren Situationen zu. Wenn man es versteht, durch externe Felder Kolloide zu kontrollieren, zu manipulieren und zu steuern, dann birgt das ein hohes Anwendungspotential. So sind durchaus verschiedene technische Applikationen (wie die Anfertigung von hochreinen photonischen Kristallen durch extern kontrolliertes Kristallwachstum; durch elektrische Felder gesteuerte Stoßdämpfer, die auf den viskoelastischen Eigenschaften elektrorheologischer Fluide beruhen; schnelle optische Schalter; Optimierung von Bohrflüssigkeiten, die bei der Erdölgewinnung eine wichtige Rolle spielen, usw.) avisiert, die in Absprache mit verschiedenen Industrielabors entwickelt werden.

Was soll im Transregio-SFB TR6 genau erforscht werden?

Kolloide reagieren sehr empfindlich auf mechanische *Scherfelder*. In Scherzellen sind solche mechanischen Einwirkungen auf Kolloide kontrolliert untersuchbar. Dabei ist sowohl

lineare wie zeitlich oszillierende Scherung realisierbar. Beides sind intrinsische Nichtgleichgewichtssituationen. Im Transregio-SFB liegt ein besonderer Fokus auf der durch Scherung induzierten Strukturveränderung der Kolloide, auf ihrer modifizierten Dynamik und Viskosität sowie auf scherinduzierten Phasenübergängen. Durch Kombination von Lichtstreuung und konfokaler Mikroskopie kann man praktisch sämtliche Kolloidkorrelationen extrahieren. Auf der anderen Seite soll die Scherung mittels einfacher Modelle in Computerexperimenten simuliert werden. Schließlich bieten moderne Modenkopplungstheorien einen geeigneten Rahmen, um Schereinwirkungen kohärent theoretisch zu beschreiben. Besonderes Augenmerk muss hierbei auf die durch das Lösungsmittel hervorgerufenen hydrodynamischen Wechselwirkungen gerichtet werden.

Geladene Kolloide sind durch *elektrische Gleich- und Wechselfelder* beeinfluss- und steuerbar; Effekte reichen von der elektrophoretischen Mobilität über Steuerung von Staubteilchen in Plasmen bis zu Anwendungen von elektrorheologischen Fluiden. Das elektrische Feld greift dabei sowohl an die geladenen Kolloidteilchen (Polyionen) wie auch an das zusätzliche Mikroionenplasma an, das seinerseits über die Coulombwechselwirkung an die geladenen Polyionen gekoppelt ist. Gleichzeitig spielen hydrodynamische Wechselwirkungen und Mikroionendämpfungseffekte eine wichtige Rolle.

Optische *Lichtfelder* koppeln an die Dielektrizitätskonstante der Kolloidteilchen an. Mit superponierten Laserstrahlen gelingt es somit, ein maßgeschneidertes externes Potential für die Kolloidteilchen zu generieren. Das Anwendungspotential dieser Idee reicht von der Konstruktion einer optischen Pinzette für ein einzelnes Kolloidteilchen über periodisch-modulierte Felder bis zur Konstruktion von „optischen Kanälen“, in denen sich die Kolloidteilchen zwangsweise bewegen. Auch diese Felder können statisch oder zeitabhängig sein, insbesondere können Ein- und Ausschalteffekte und die Relaxation des Kolloidsystems zurück ins Gleichgewicht direkt detektiert und verfolgt werden.

Obwohl sie den gleichen physikalischen Ursprung haben, seien *Magnetfelder* hier besonders erwähnt, weil sie an die magnetische Suszeptibilität der Kolloidteilchen anknüpfen. Sie regieren die effektive Wechselwirkung von paramagnetischen Kolloidpartikeln an einer Wasser-Luft-Grenzfläche und induzieren einen Einfrierübergang, der durch weitere magnetische Störfelder noch modifiziert werden kann. Der Reiz dieser Systeme besteht darin, dass sie exzellente Realisierungen strikt zweidimensionaler Fluide sind und damit qualitativ ein ganz anderes elastisches und thermodynamisches Verhalten als im üblichen Fall von drei Raumdimensionen an zeigen.

Schließlich sollen noch topographische Felder, d. h. *einschränkende Geometrien*, betrachtet werden. Eine typische Geometrie-einschränkung erfolgt durch eine oder zwei planparallele Glasplatten; mit Ätzmethoden lassen sich aber auch Substrate herstellen, die eine totale Geometriereduktion zur Folge haben und auf ein endliches Kolloidsystem führen. Die strukturellen und dynamischen Korrelationen solcher eingeschränkter Kolloidsysteme sind auch im Gleichgewicht noch nicht komplett verstanden. Ein entsprechend gemustertes Substrat kann gezielt zum Züchten von hochreinen Kolloidkristallen benutzt werden, die wiederum das Ausgangsmaterial zur Herstellung photonischer *Bandgap*-Materialien bilden. Außerdem spielen sich vielfältige Benetzungs- und Nukleationsphänomene an Wänden ab, die in Kolloidsystemen im Ortsraum direkt visualisiert werden können. Noch komplizierter, aber umso reichhaltiger sind bewegte Hindernisse, die das Transportverhal-

ten kolloidaler Weicher Materie stark modifizieren; ein Effekt, der z. B. bei Bohrfluiden ausgenutzt wird, aber noch nicht systematisch verstanden ist.

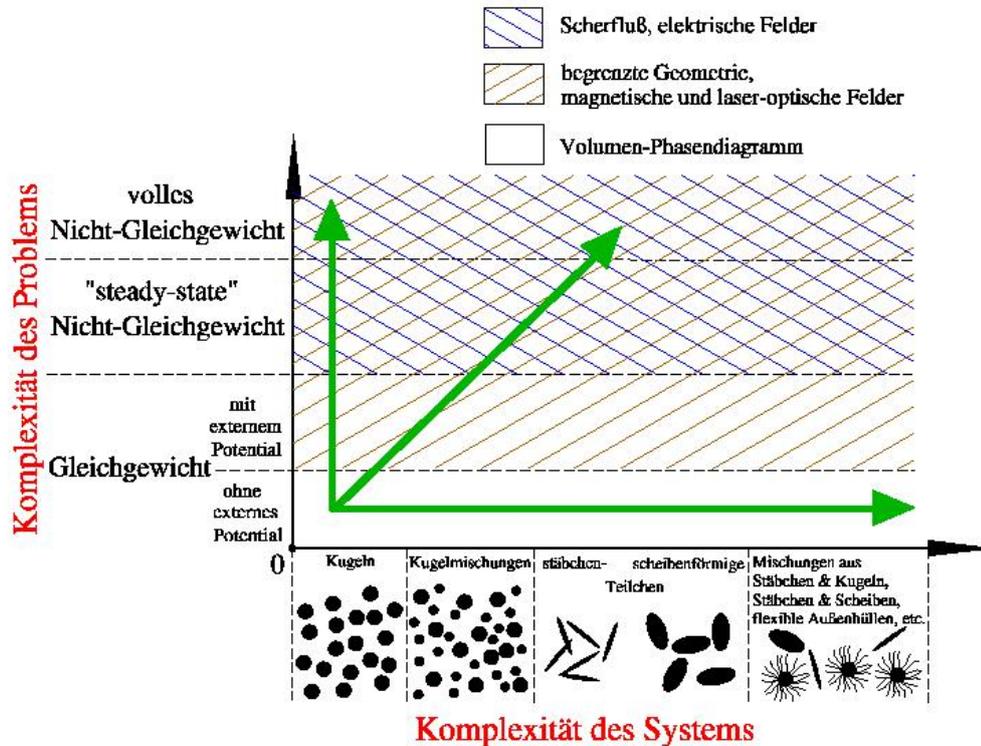


Abb. 2: Klassifikation von Komplexität als Komplexität des Systems (x -Achse) und Komplexität des Problems (y -Achse) und mögliche Forschungsrichtungen.

Alle zu untersuchenden Fragen können in einem Schema (*roadmap*) nach verschiedenen Komplexitätsgraden klassifiziert werden (siehe Abbildung 2).² Auf der x -Achse ist die Komplexität des Systems gezeigt. Wachsende Komplexität liegt vor in der Sequenz: Kugeln \Rightarrow Mischungen von Kugeln \Rightarrow Stäbchen \Rightarrow Teilchen mit inneren Freiheitsgraden (wie z. B. flexible Schalen). Auf der y -Achse ist dagegen die Komplexität des Problems skizziert. Von Volumeneigenschaften im Gleichgewicht erhöht sich die Komplexität unter Einwirkung eines externen Potentials im Gleichgewicht bis hin zum *steady state*-Nichtgleichgewicht oder zum vollen zeitabhängigen Nichtgleichgewicht. Die oben beschriebenen verschiedenartigen externen Felder führen zu verschiedenen Komplexitäten des Problems. Drei mögliche Forschungsstoßrichtungen sind ebenfalls in Abbildung 2 eingezeichnet. Erhöht werden kann entweder die Komplexität des Systems, die Komplexität des Problems, oder beides gleichzeitig. Um das gesamte Gebiet mit wissenschaftlicher Kenntnis zu besetzen, ist optimistisch gesehen eine Explorationszeit von einigen Jahrzehnten zu erwarten.

² Vgl. Löwen (2001).

Die Struktur des Transregio-SFB TR6

An den vier deutschen Standorten Düsseldorf, Jülich, Konstanz und Mainz liegt wertvolle Expertise im Bereich der Kolloidphysik vor. Diese Rheinschiene wird jetzt durch den SFB gebündelt, wie in Abbildung 3 skizziert.

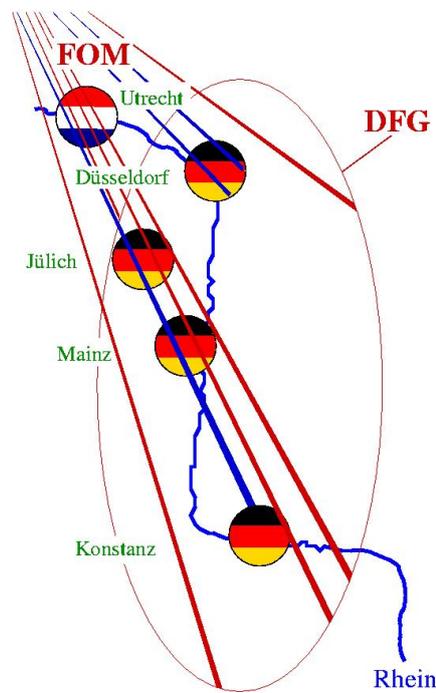


Abb. 3: Struktur und Standorte des deutsch-niederländischen SFB TR6.

Es finden an jedem Ort SFB-Seminare statt; interne Workshops und ein Austausch von Wissenschaftlern und Gästen tragen zum fruchtbaren wissenschaftlichen Austausch bei. Gleichzeitig ist Utrecht ein weiterer ausländischer Standort, der eine langjährige Tradition in der Kolloidwissenschaft besitzt. Forschungspolitisch ist das ein Novum, weil bislang Sonderforschungsbereiche auf deutschen Boden beschränkt waren. Durch eine gemeinsame Anstrengung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) einerseits und des niederländischen Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM) wurde eine gemeinsame Begehung abgestimmt, in dem die deutschen Standorte durch die DFG und die Projekte aus Utrecht durch das FOM finanziert werden. Durch die Einrichtung des Transregio-Sonderforschungsbereichs wurde der Schwerpunkt Weiche Materie der WE Physik in Düsseldorf weiter gestärkt. Sowohl eine C4-Stelle für Experimentelle Physik Weicher Materie als auch eine C3-Stelle für Theoretische Physik Weicher Materie sind zur Zeit in der Besetzung. Die zukünftige Stelleninhaber sollen aktiv in den SFB TR6 miteingebunden werden, damit der Standort Düsseldorf ein den anderen Standorten gleichrangiges Gewicht erhält.

Bibliographie

LÖWEN, Hartmut. „Colloidal soft matter under external control“, *Journal of Physics: Condensed Matter* 13 (2001), R415-R432.

Helmut Ritter und Monir Tabatabai

„Grüne Polymerchemie“ – Polymerisationsverfahren in Wasser unter Verwendung von Cyclodextrinen

Einleitung

Bedingt durch die hydrophobe Natur vieler organischer Verbindungen werden chemische Synthesen überwiegend in organischen Lösungsmitteln durchgeführt. Sowohl unter ökologischen als auch unter ökonomischen Gesichtspunkten sind Wissenschaft und Industrie gleichermaßen daran interessiert, den Verbrauch an organischen Lösungsmitteln zu reduzieren und vermehrt auf die Nutzung von Wasser als Reaktionsmedium zurückzugreifen. Vor allem die Schadstoffvermeidung bei der Herstellung von Farben, Kunststoffen, Lacken, elektronischen Bauteilen und Pharmazeutika ist eine Herausforderung an viele Chemiker. Neben den lang bekannten Verfahren der Suspension- und Emulsionspolymerisation wird neuerdings der Einsatz von 2,6-dimethyliertem β -Cyclodextrin für die Polymerisation von wasserunlöslichen hydrophoben Monomeren in wässriger Phase diskutiert.

Komplexierung von organischen Verbindungen durch Cyclodextrine

Cyclodextrine (CDs) und ihre chemisch modifizierten Derivate gehören zu einer ökonomisch bedeutenden Klasse von „Wirtmolekülen“, die Einschlusskomplexe mit geeigneten „Gastmolekülen“ bilden. Sie finden in vielen Bereichen, wie z. B. in der Nahrungsmittel-, Kosmetik-, Textil- und Verpackungsindustrie sowie in der Agrar- und Polymerchemie, zunehmend Anwendung.¹ Auch im Bereich der pharmazeutischen Chemie kommen die Cyclodextrine oft zum Einsatz, um wasserunlösliche Wirkstoffe in eine wasserlösliche und damit therapeutisch anwendbare Form zu überführen.²

Cyclodextrine, auch Cycloglucane genannt, sind cyclische Oligosaccharide. Die natürlich vorkommenden Cyclodextrine bestehen aus 6 (α -CD), 7 (β -CD) oder 8 (γ -CD) D-Glucopyranoseeinheiten, die α -1,4-glycosidisch miteinander verknüpft sind. Sie werden durch den enzymatischen Abbau von Stärke mit α -Amylase erhalten.³ Die selektive Isolierung von β -Cyclodextrin erfolgt in der Praxis durch die Zugabe geeigneter Gäste, wie z. B. Toluol oder Trichloroethylen, zu dem Gemisch aus α -, β - und γ -Cyclodextrin, wobei β -Cyclodextrin als wasserunlöslicher „Wirt/Gast-Komplex“ ausfällt. Auf gleiche Weise lassen sich α -Cyclodextrin durch Fällung mit Cyclohexanol bzw. γ -Cyclodextrin mit Cyclohexadecenon aus der Mischung isolieren.

Die dreidimensionale Struktur der Cyclodextrine zeigt einen hohlen Kegelstumpf (*Torus*) mit annähernder C_n -Symmetrie (Abb. 1). Die primären Hydroxy-Gruppen befinden sich an der engeren Öffnung des Torus, während die sekundären OH-Gruppen auf der Seite

¹ Vgl. Römpp *et al.* (10 1996: 845f.).

² Vgl. Piel *et al.* (1998).

³ Vgl. Belitz und Grosch (1992).

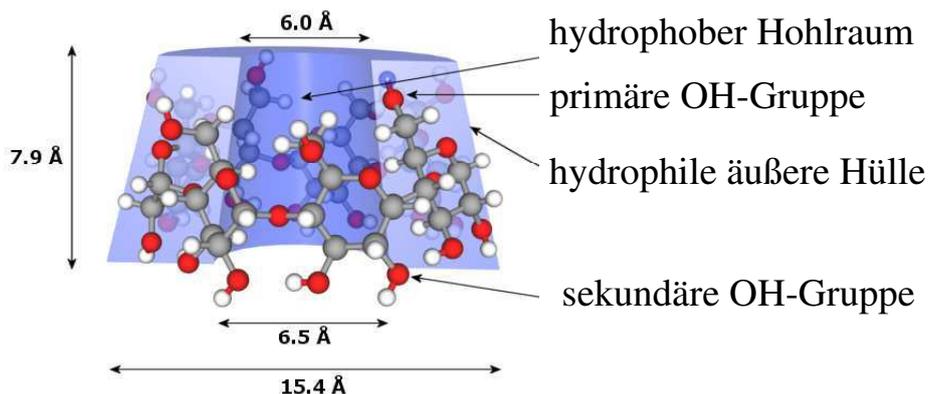


Abb. 1: räumliche Struktur von β -Cyclodextrin.

mit der breiteren Öffnung lokalisiert sind. Der Innendurchmesser nimmt mit der Anzahl der Glucoseeinheiten zu, während die Höhe mit 7,9 Å konstant bleibt. Aufgrund der hydrophilen Außenwand und dem hydrophoben Innenraum der Moleküle sind die Cyclodextrine je nach Molekülgröße in der Lage, mit geeigneten Substraten Einschlussverbindungen zu bilden (Abb. 2). Die Wassermoleküle, deren Wechselwirkung in dem Inneren des Cyclodextrins mit einer relativ hohen Enthalpie verbunden ist, werden leicht durch weniger polare Gastmoleküle unter starkem Entropiegewinn ausgetauscht.⁴

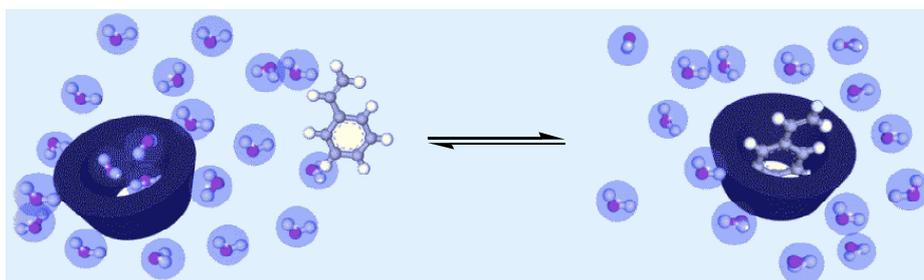


Abb. 2: schematische Darstellung des Einschusses von Styrol durch Cyclodextrin in wässriger Lösung.

Durch die Komplexbildung von hydrophoben Monomeren mit nativem CD bzw. mit CD-Derivaten, wie z. B. Heptakis(2,6-di-O-methyl- β -cyclodextrin) β -DMCD, gelang es, gering- oder wasserunlösliche Monomere in eine wasserlösliche Form zu überführen. Um sehr gut wasserlösliche Cyclodextrin-Monomerkomplexe zu erhalten, wird überwiegend RAMEB (statistisch methyliertes β -Cyclodextrin, Substitutionsgrad $\sim 1,8$ pro Glucoseeinheit) bei der Komplexbildung eingesetzt. Die Bildung des Komplexes führt zu einer drastischen Änderung der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Gastmoleküls. Hierbei wird die Reaktivität hydrophober Monomere durch die Wasserlöslichkeit und durch die Wechselwirkung mit dem Cyclodextrin-Torus beeinflusst. Die Komplexbildung wird direkt in wässriger Phase durchgeführt, indem das wasserunlösliche Monomer zu einer wässrigen Lösung von methylierten β -Cyclodextrin gegeben wird, wodurch sich eine klare Lösung des komplexierten Monomers bildet. Die Stabilität der Komplexe ist

⁴ Vgl. Szejtli (1997).

durch das Zusammenwirken von Wasserstoffbrückenbindungen, hydrophoben Wechselwirkungen und van der Waals-Kräften geprägt, wobei auch die sterischen Effekte eine große Rolle spielen.

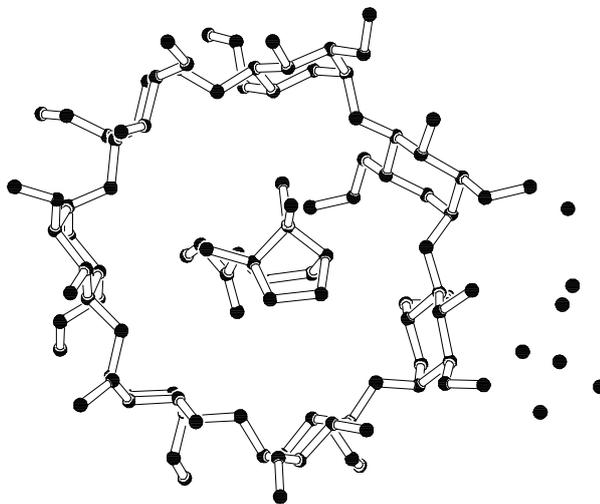


Abb. 3: Röntgenstruktur des Isobornylacrylat/Heptakis(2,6-di-O-methyl- β -cyclodextrin)-Komplexes.

Die Bildung der Wirt/Gast-Komplexe kann anhand charakteristischer Methoden, wie z. B. Dünnschichtchromatographie, FT-IR-, ^1H NMR-, 2D-ROESY NMR-Spektroskopie, und durch Röntgenstrukturanalyse nachgewiesen werden. Abbildung 3 zeigt als Beispiel die Röntgenstruktur des Isobornylacrylat/DIMEB-Komplexes.⁵ Wie dem Bild zu entnehmen ist, ist das Gastmonomer durch das Cyclodextrinmolekül vollständig eingeschlossen, wobei die vinylische Doppelbindung an der engeren Seite des Cyclodextrin-Torus lokalisiert ist.

Cyclodextrine in der Polymerchemie

Die Fähigkeit der Cyclodextrine, hydrophobe Monomere zu komplexieren und damit in eine wasserlösliche Form zu überführen, erweitert ihren Einsatzbereich auf das Gebiet der Polymerchemie. Dabei werden die in Cyclodextrin eingeschlossenen Monomere in Wasser radikalisch polymerisiert (Abb. 4). Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, dass sich das Cyclodextrin während der Polymerisation von der wachsenden Polymerkette ablöst und in der wässrigen Phase verbleibt. Die Cyclodextrinlösung kann nach dem Abfiltrieren der Polymere zur Komplexbildung von weiterem Monomer verwendet werden. Anhand von IR- und NMR-Untersuchungen kann gezeigt werden, dass die erhaltenen Polymere cyclodextrinfrei sind bzw. nur kleine Mengen davon enthalten.

Durch zahlreiche Versuche konnte gezeigt werden, dass diese Methode für die Polymerisation einer Vielzahl von Monomeren (Tabelle 1) anwendbar ist.⁶ So wurde z. B. die relativ hydrophobe n-Methacryloyl-11-aminoundecansäure (1a) bzw. N-Methacryloyl-1-aminononan (1b) mit DIMEB bzw. RAMEB komplexiert und mit wasserlöslichen Initiatoren in Wasser homopolymerisiert.⁷ Weiterhin wurden radikalisch großtechnisch bedeut-

⁵ Vgl. Glöckner *et al.* (2002).

⁶ Vgl. Ritter und Tabatabai (2002).

⁷ Vgl. Jeromin und Ritter (1999) und Jeromin *et al.* (1998).

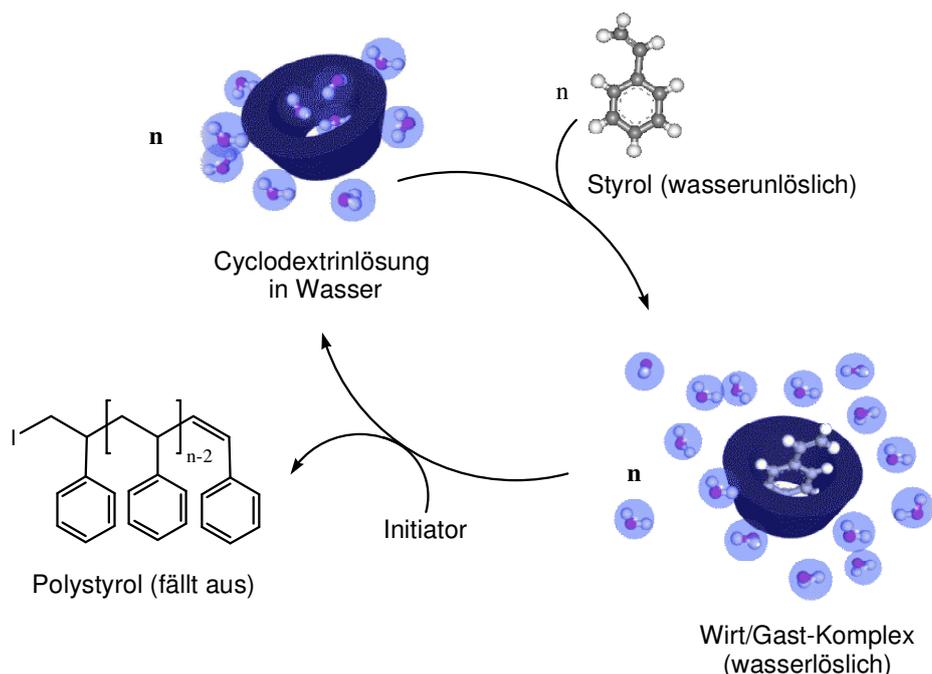


Abb. 4: schematische Darstellung der Polymerisation eines hydrophoben Monomers, hier Styrol, durch Komplexierung mit Cyclodextrin in Wasser.

same Monomere, wie Styrol (3) und (Meth)acrylderivate (2), ebenfalls mit RAMEB komplexiert und anschließend polymerisiert.⁸ Die Polymerisationsergebnisse demonstrieren, dass die Fällungspolymerisationen aus homogener, wässriger Cyclodextrinlösung schneller ablaufen und zu Polymeren mit viel höherer Ausbeute und höheren Molekulargewichten führen als bei den analogen Fällungspolymerisationen der unkomplexierten Monomere in organischen Lösemitteln.

Die bei der freien radikalischen Polymerisation von cyclodextrinkomplexierten Standardmonomeren gewonnenen Erfahrungen konnten auf neu synthetisierte Monomere mit funktionellen Gruppen übertragen werden. Hierbei wurde z. B. N-(4-(4,5-Dihydrooxazol)-2-yl)-phenyl-4-vinylbenzamid (4) mit RAMEB in Methanol komplexiert und der wasserlösliche Cyclodextrinkomplex bei 60° C mit 2,2'-Azobis-(2-amidinopropan)dihydrochlorid (AAP) in wässriger Phase polymerisiert. So erhaltene Polymere, die zusätzlich Oxazolinfunktionen tragen, können kationisch initiiert und ringöffnend weiter polymerisiert werden.⁹ Auch 1,1-disubstituierte 2-Vinylcyclopropanderivate (6) lassen sich nach dem gleichen Verfahren umweltfreundlich polymerisieren.¹⁰

Ein weiterer Fortschritt wurde bei der Herstellung von Polymer-Latices aus Polystyrol mit monodisperser Teilchengrößenverteilung im Submikronbereich unter Anwendung des „Zulaufverfahrens“ erreicht (Abb. 5).¹¹ Hierbei wird das Monomer über einen bestimmten Zeitraum zu einer wässriger Lösung von RAMEB (bis ca. 20 Gewichtsprozent bezogen auf die Monomermenge) zugetropft. Die Polymerisation wird durch einen wasserlöslichen In-

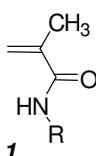
⁸ Vgl. Storsberg und Ritter (2000).

⁹ Vgl. Fischer und Ritter (2000).

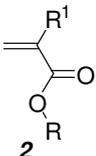
¹⁰ Vgl. Alupej und Ritter (2001).

¹¹ Vgl. Storsberg *et al.* (2003).

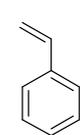
Monomer	R	R ¹
1a	(CH ₂) ₁₀ COOH	
1b	(CH ₂) ₈ CH ₃	
1c	(CH ₂) ₁₀ CONH(C ₆ H ₄)OH	
1d	C ₆ H ₄ OH	
2a	(CH ₂) ₂ CH ₃	H
2b	(CH ₂) ₃ CH ₃	H
2c	(CH ₂) ₄ CH ₃	H
2d	(CH ₂) ₅ CH ₃	H
2e	(CH ₂) ₃ CH ₃	CH ₃
2f	CH ₃	CH ₃
2g	C ₆ H ₅	H
2h	C ₆ H ₅	CH ₃
2i	C ₆ H ₁₁	CH ₃
2j	C ₆ H ₁₁	H
2k	(CH ₂) _n (CF ₂) _m CF ₃	CH ₃
2l	(CH ₂) ₂ (CF ₂) ₇ CF ₃	H
2m	(CH ₂) ₁₇ CH ₃	H
5a	H	
5b	CH ₃	
6a	C ₆ H ₅	
6b	C ₆ H ₁₁	



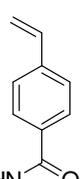
1



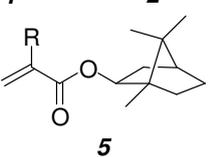
2



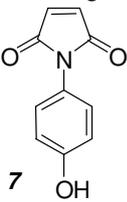
3



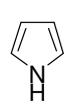
4



5



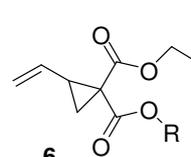
7



8



9



6

Tabelle 1: mögliche Monomere für die radikalische Polymerisation in Gegenwart von RAMEB.

itiator, der sich in der Cyclodextrinlösung befindet, gestartet. Bei diesem Verfahren werden nur geringe Mengen an Cyclodextrin benötigt.

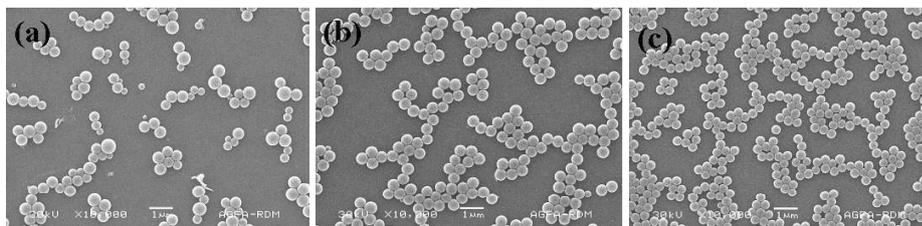


Abb. 5: SEM-Aufnahmen von Polystyrol-Latices: a) Polymerisation ohne RAMEB, b) fünf Gewichtsprozent RAMEB-Lösung, c) zehn Gewichtsprozent RAMEB-Lösung.

Wegen der geringen Löslichkeit vieler fluorierter (Meth)acrylderivate 2k, 2l in Wasser erfolgt die technische Herstellung der entsprechenden Polymere meistens durch radikalische Polymerisation in Substanz unter den Bedingungen der Emulsionspolymerisation bzw. in einem speziellen organischen Lösemittel. Das Problem lässt sich aber durch die Verwendung von Cyclodextrin als Löslichkeitsvermittler für die Monomere lösen. Hierzu werden die hochfluorierten Methacrylate 2k ($n = 1, 2$; $m = 1, 5, 7$) mit einem Äquivalent RAMEB in wässriger Lösung komplexiert und mit einem Azoinitiator bzw. mit dem Redoxinitiatorsystem Kaliumperoxodisulfat/Natriumhydrogensulfid homopolymerisiert. Bereits nach 90 Minuten Reaktionsdauer bei 50° C wurden annähernd quantitative Umsätze (97 bis 100 Prozent) an Poly(1H,1H-pentafluorpropylmethacrylat), Poly(1H,1H,2H,2H-tridecafluorooctylmethacrylat) und Poly(1H,1H,2H,2H-hepta-

decafluordecylmethacrylat) erzielt. Ein Kontrollexperiment, bei dem 2k ($n = 2$, $m = 5$) unter den gleichen Reaktionsbedingungen ohne Cyclodextrineinsatz polymerisiert wurde, zeigte nur einen Umsatz von ca. einem Prozent. Auch die Copolymerisationsreaktionen von 2k mit Styrol (3) in Anwesenheit von Cyclodextrin führten zur quantitativen Bildung der statistischen Copolymere.¹²

Eine Besonderheit der Methode ist die Herstellung des Copolymers Poly(1H,1H,2H,2H-perfluordecylacrylat-co-stearylmethacrylat) in Wasser. Das Copolymer konnte aus den hydrophoben Monomeren 1H,1H,2H,2H-Perfluordecylacrylat (2l) und Stearylmethacrylat (2m) nach zwei Stunden Polymerisationszeit mit 80 Prozent Ausbeute erhalten werden. Die Copolymerisation im organischen Lösungsmittel Ethylacetat führte dagegen nur zu zehn Prozent Umsatz.

Nähere kinetische Untersuchungen dieser neuen Polymerisationsmethode zeigen, dass sie sich von klassischen Polymerisationen, wie z. B. der Emulsionspolymerisation, stark unterscheidet. Für die Bestimmung der Copolymerisationsparameter (r) wurden das sterisch anspruchsvolle Isobornylacrylat (5a) und das lineare n-Butylacrylat (2b) mit RAMEB komplexiert und in Wasser copolymerisiert. Für 5a/RAMEB wurde der r -Wert mit $0,3 \pm 0,1$, für 2b/RAMEB $1,7 \pm 0,1$ bestimmt, wobei für die unkomplexierten Monomere unter ähnlichen Bedingungen in DMF/Wasser die Werte bei $r_{5a/RAMEB} = 1,3 \pm 0,1$ und $r_{2b/RAMEB} = 1,0 \pm 0,1$ sind.¹³

Schließlich konnte gezeigt werden, dass der hydrophobe Charakter und auch Struktur des Monomergastes einen großen Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit ausüben. Die Anfangsreaktionsgeschwindigkeit ν_0 nimmt mit steigender Kettenlänge und damit mit zunehmender Hydrophobie des Monomers von $12,5 \pm 1,18 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ für n-Propylacrylat (2a), $27,5 \pm 0,83 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ für n-Butylacrylat (2b) über $44,2 \pm 3,54 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ für n-Pentylacrylat (2c) auf $75,8 \pm 2,55 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ für n-Hexylacrylat (2d) zu. Diese Beobachtung konnte zusätzlich durch die ermittelten Geschwindigkeitskonstanten (k') bestätigt werden. Als mögliche Erklärung kann die räumliche Anordnung der unterschiedlichen Monomere herangezogen werden. Wenn die Polymerisation in Gegenwart von Cyclodextrin durchgeführt wird, findet eine Anreicherung des Komplexes in der Umgebung der wachsenden Polymerkette statt. Der Effekt ist umso größer, je hydrophober das Gastmonomer ist.¹⁴

Die unterschiedliche Reaktivität komplexierter Monomere in Abhängigkeit ihres sterischen Anspruchs konnte erstmalig durch die Bestimmung der Übertragungskonstanten ($C_{\ddot{u}}$) verifiziert werden. Die Übertragungskonstanten des wasserlöslichen N-Acetyl-L-Cystein und des wasserunlöslichen Dodecanthiol als Regler für die Homopolymerisation der RAMEB-komplexierten Monomere Methylmethacrylat (2f) und Styrol (3) wurden ermittelt. Zum Vergleich wurden die Übertragungskonstanten der Regler für die nicht komplexierten Monomere unter gleichen Bedingungen in DMF/Wasser bestimmt. Die $C_{\ddot{u}}$ -Werte ($C_{\ddot{u}(2f/RAMEB)} = 1,7 \pm 0,3$, $C_{\ddot{u}(3/RAMEB)} = 2,6 \pm 0,3$) des wasserlöslichen N-Acetyl-L-Cysteins bei der Polymerisation der komplexierten Monomere 2f und 3 in Wasser liegen höher als die in organischem Lösungsmittel ermittelten Werte ($C_{\ddot{u}(2f)} = 0,7 \pm 0,1$, $C_{\ddot{u}(3)} = 0,7 \pm 0,1$). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Polymerisati-

¹² Vgl. Storsberg und Ritter (2002).

¹³ Vgl. Glöckner und Ritter (1999).

¹⁴ Vgl. Bernhardt *et al.* (2001).

onsgrad und Molekulargewicht wesentlich effektiver durch das hydrophile Cysteinderivat kontrolliert werden, wenn die Polymerisation in Anwesenheit vom methylierten Cyclodextrinderivat durchgeführt wird. Das Verhältnis zwischen Kettenwachstum und Kettenübertragung wird durch den sterischen Einfluss des Cyclodextrins auf das Monomer umso stärker reduziert, je größer und hydrophober das Monomer ist.¹⁵ Im Gegensatz zu den Übertragungskonstanten des Cysteins liegt die Übertragungskonstante des wasserlöslichen RAMEB/Dodecanthiolkomplexes bei der Polymerisation der ebenfalls komplexierten Monomere 2f und 3 deutlich tiefer ($C_{\ddot{u}}(2f/RAMEB) = 0,5 \pm 0,2$, $C_{\ddot{u}}(3/RAMEB) = 2,2 \pm 0,3$). Außerdem sind die $C_{\ddot{u}}$ -Werte in organischen Lösungsmitteln höher als im wässrigen Medium, d. h., der Polymerisationsgrad wird durch das Dodecanthiol in organischem Lösemittel effektiver kontrolliert. Die Reaktivität des Dodecanthiols wird im Wasser durch die sterische Beeinflussung des Cyclodextrins herabgesetzt, was sich in niedrigen Übertragungskonstanten ausdrückt.¹⁶

Ein weiteres Anwendungsgebiet der Cyclodextrine ist ihre Verwendung bei der Polymerisation von Methylmethacrylat 2f unter ATRP-Bedingungen (*atom transfer radical polymerization*) in Wasser. Hierzu wurde das Monomer 2f, die wasserunlösliche Reaktionskomponente 2-Bromisobuttersäureethylester als Initiator und 4,4'-Di-(5-nonyl)-2,2'-bipyridyl (dNbipy) als Ligand mit RAMEB komplexiert und so in eine wasserlösliche Form überführt. Die lebende radikalische Polymerisation des 2f/RAMEB-Komplexes wurde mit dNbipy/Kupfer(I)bromid als Katalysator bei verschiedenen Reaktionstemperaturen und Reaktionszeiten durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass die Homopolymerisation von komplexiertem Methylmethacrylat 2f in wässriger Lösung zu einem endgruppenhalogenierten Polymer mit niedriger Polydispersität ($PD = 1,3-1,8$) führt.¹⁷

Weiterhin wurde die Copolymerisation verschiedener wasserunlöslicher Monomere, wie z. B. n-Butylmethacrylat (2e), Cyclohexylmethacrylat (2i), Isobornylacrylat (5a), Isobornylmethacrylat (5b) und Styrol (3), mit dem wasserlöslichen N-Isopropylacrylamid (NIPAAm) in Anwesenheit von methyliertem Cyclodextrin untersucht. Hierzu wurden das hydrophobe Monomer mit RAMEB komplexiert und mit NIPAAm in einem Verhältnis von 1:9 bzw. 1:4 mit 2,2'-Azobis(2-amidinopropan)dihydrochlorid (AAP) als Initiator copolymerisiert. Der Anteil an NIPAAm in den Copolymeren liegt geringfügig über dem Gehalt in der jeweiligen Monomermischung. Zum Vergleich der Ergebnisse wurde die Copolymerisation von Styrol (3) mit NIPAAm in verschiedenen Verhältnissen unter ähnlichen Bedingungen in organischem Lösemittel (DMF/Wasser, 9:1 vol.) untersucht. Die Gelpermeationschromatographieanalysen (GPC-Analysen) der hergestellten Polymere zeigten, dass bei allen molaren Verhältnissen die Gewichtsmittel M_w der Copolymere z. B. PS-co-PNIPAAm in Anwesenheit von Cyclodextrin drei- bis siebenmal höhere Werte besitzen als die der entsprechenden Copolymere aus organischem Medium ohne Cyclodextrin. Zusätzlich wurde beobachtet, dass die Molekulargewichte (M_w) der Polymere PS-co-PNIPAAm mit steigendem Styrolgehalt in der Monomermischung von 107.600 auf 207.100 g mol⁻¹ stiegen. Die Abweichung der Maxima der UV- und RI-Signale der monomodalen GPC-Eluogramme (weniger als zehn Prozent) deuten auf eine effektive Copolymerisationsreak-

¹⁵ Vgl. Glöckner *et al.* (2000).

¹⁶ Vgl. Glöckner und Ritter (2000).

¹⁷ Vgl. Storsberg *et al.* (2000a).

tion von NIPAAm mit dem hydrophoben, RAMEB-komplexierten Monomeren in Wasser hin, d. h., es wurde keine Mischung aus Homopolymeren erhalten.¹⁸

Eine weitere Untersuchung zielt auf die Anwendung von Cyclodextrinderivaten bei der Copolymerisation von hydrophoben Monomeren, wie z. B. Styrol (3), mit wasserlöslichem ionischem Comonomer Natrium-4-(acrylamido)phenyldiazosulfonat (NAPDS). Das Diazosulfonat NAPDS konnte bisher nur in organischen Lösemittelgemischen Dimethylsulfoxid/Wasser bzw. Dimethylformamid/Wasser mit verschiedenen (Meth)acrylaten in nur geringen Ausbeuten und niedrigen Molekulargewichten mit geringem Azogehalt copolymerisiert werden. Durch die Komplexierung mit Cyclodextrin konnte erstmalig die Copolymerisation in Wasser durchgeführt werden, die zu einer hohen Ausbeute an Copolymeren mit guten Molekulargewichten ($M_n = 14.000$ bis $24.000 \text{ g mol}^{-1}$) führte. Durch die Bestrahlung der erhaltenen Polymerfilme, die bei ausreichendem Azogehalt wasserlöslich sind, erfolgte innerhalb kurzer Zeit eine Vernetzung.¹⁹

Auch enzymatische Polymerisationsverfahren sind ein stark expandierendes Forschungsgebiet.²⁰ Es existieren bereits industrielle Anlagen zur enzymkatalysierten Polymersynthese in Japan und den USA²¹. *Horseradish Peroxidase* (HRP), das am weitesten häufigsten genutzte und auch am intensivsten erforschte Enzym, wurde für die Polymerisation von elektronreichen Phenolderivaten verwendet. Durch den Einsatz von wasserlöslichen Phenol/Cyclodextrin-Komplexen wurden eine Reihe von Phenolderivaten, wie z. B. N-Methacryloyl-11-amino-undecanoyl-4-hydroxyanilid (1c) und 4'-Hydroxymethacrylanilid (1d), mit HRP/Wasserstoffperoxid als Katalysatorsystem in Wasser polymerisiert. Strukturuntersuchungen an den erhaltenen Phenolpolymeren ließen den Schluss zu, dass die Verknüpfung der einzelnen Aromaten im Polyphenol hauptsächlich über die Ortho-Positionen erfolgt, was auf eine helikale Struktur des Polyphenols hindeutet.²²

Abschließend ist die Anwendung der Cyclodextrine bei der Synthese von Polyheterocyclen zu erwähnen, wodurch sich eine neue, umweltfreundliche Methode zur Herstellung leitfähiger Polymere erschließt. Die heterocyclischen, stark riechenden Verbindungen Pyrrol (8) und 3,4-Ethylenedioxythiophen EDT (9) wurden mit modifizierten Cyclodextrinen in wässriger Lösung oder durch Bildung von kristallinen Einschlussverbindungen mit nativen Cyclodextrinen komplexiert und so in geruchlose und stabile, gegen Luftsauerstoff unempfindliche Komplexe überführt. Die oxidative Homopolymerisation der erhaltenen Komplexe in Wasser mit Eisen(III)chlorid bzw. Kaliumperoxodisulfat führte zum Ausfällen der entsprechenden Polymere aus der wässrigen Lösung. Die Polymere wurden annähernd cyclodextrinfrei isoliert.²³

Abschließende Bemerkung

Dieser Beitrag präsentiert anhand vielfältiger Beispiele eine neue umweltfreundliche Methode zur Polymersynthese durch den Einsatz von Cyclodextrinderivaten. Diese Methode kann für die Homo- und Copolymerisation von wasserunlöslichen, fluorhaltigen und/oder

¹⁸ Vgl. Casper *et al.* (2000).

¹⁹ Vgl. Storsberg *et al.* (2001).

²⁰ Vgl. Kobayashi, Uyama und Kimura (2001).

²¹ Z. B. Enzymol International Inc., Columbus, Ohio.

²² Vgl. Reihmann und Ritter (2000).

²³ Vgl. Storsberg *et al.* (2000b).

ionischen Monomeren in wässrigem Medium angewendet werden. Die Polymere lassen sich in hohen Ausbeuten nach kurzen Reaktionszeiten und hohen Molekulargewichten erhalten. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit zur Polymersynthese unter Verzicht auf organische Lösungsmittel und Emulgatoren.

Bibliographie

- ALUPEI, V. und H. RITTER. „Cyclodextrins in Polymer Synthesis: Synthesis and Influence of Methylated β -Cyclodextrin on the Radical Polymerization Behavior of 1,1-Disubstituted 2-Vinylcyclopropane in Aqueous Medium“, *Macromolecular Rapid Communication* 22 (2001), 1349-1353.
- BELITZ, H.-D. und W. GROSCH. *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Berlin u. a. ⁴1992.
- BERNHARDT, S., P. GLÖCKNER, A. THEIS und H. RITTER. „Cyclodextrins in Polymer Synthesis: Influence of Acrylate Side Groups on the Initial Rate of Radical Polymerization of Various Acrylate/Methylated β -cyclodextrin Complexes in Water“, *Macromolecules* 34 (2001), 1647-1649.
- CASPER, P., P. GLÖCKNER und H. RITTER. „Cyclodextrins in Polymer Synthesis: Free Radical Polymerization of Methylated β -Cyclodextrin Complexes of Hydrophobic Monomers with N-Isopropylacrylamide in Aqueous Medium“, *Macromolecules* 33 (2000), 4361-4364.
- FISCHER, M. und H. RITTER. „Cyclodextrins in polymer synthesis: free radical polymerization of cyclodextrin complexes with oxazoline-functionalized vinyl monomers as guest molecules in aqueous medium“, *Macromolecular Rapid Communication* 21 (2000), 142-145.
- GLÖCKNER, P. und H. RITTER. „Cyclodextrins in polymer chemistry: Influence of methylated β -cyclodextrin as host on the free radical copolymerization reactivity ratios of isobornyl acrylate and butyl acrylate as guest monomers in aqueous medium“, *Macromolecular Rapid Communication* 20 (1999), 602-605.
- GLÖCKNER, P. und H. RITTER. „Free radical polymerization of methylated β -cyclodextrin complexes of methyl methacrylate and Styrene, Controlled by dodecanethiol as the Chain-transfer agent in aqueous Medium“, *Macromolecular Chemistry and Physics* 201 (2000), 2455-2457.
- GLÖCKNER, P., N. METZ und H. RITTER. „Cyclodextrins in Polymer Synthesis: Free-Radical Polymerization of Methylated β -Cyclodextrin Complexes of Methyl Methacrylate and Styrene Controlled by N-Acetyl-L-cysteine as a Chain-Transfer Agent in Aqueous Medium“, *Macromolecules* 33 (2000), 4288-4290.
- GLÖCKNER, P., D. SCHOLLMAYER und H. RITTER. „X-ray diffraction analysis of butyl- and isobornyl acrylate/heptakis(2,6-di-O-methyl)- β -cyclodextrin complexes and correlation to ¹H NMR-spectra“, *Designed Monomers and Polymers* 5 (2002), 163-172.
- JEROMIN, J., O. NOLL und H. RITTER. „Cyclodextrins in Polymer Synthesis: Free Radical Polymerization of cyclodextrin complexes with N-methacryloyl-11-aminoundecanoic Acid or N-methacryloyl-1-aminononane as guest monomers“, *Macromolecular Chemistry and Physics* 199 (1998), 2641-2645.
- JEROMIN, J. und H. RITTER. „Cyclodextrins in Polymer Synthesis: Free Radical Polymerization of a N-Methacryloyl-11-aminoundecanoic Acid/ β -Cyclodextrin Pseudorotaxane in an Aqueous Medium“, *Macromolecules* 32 (1999), 5236-5239.
- KOBAYASHI, S., H. UYAMA. und S. KIMURA. „Enzymatic Polymerization“, *Chemical Reviews* 101 (2001), 3793-3818.

- RÖMPP H., J. FALBE und M. REPITZ. *Römpp Lexikon Chemie*. Bd. 2. Stuttgart ¹⁰1996.
- PIEL, G., B. EVRARD, M. FILLET, G. LLABRES und D. DELATTRE. „Development of a non-surfactant parenteral formulation of miconazole by the use of cyclodextrins“, *International Journal of Pharmaceutics* 169 (1998), 15-22.
- REIHMANN, M. H. und H. RITTER. „Oxidative oligomerization of cyclodextrin-complexed bifunctional phenols catalyzed by horseradish peroxidase in water“, *Macromolecular Chemistry and Physics* 201 (2000),
- RITTER, H. und M. TABATABAI. „Cyclodextrin in polymer synthesis: a green way to polymers“, *Progress in Polymer Science* 27 (2002), 1713-1720.
- STORSBERG, J. und H. RITTER. „Cyclodextrins in polymer synthesis: free radical polymerization of a cyclodextrin host-guest complexes of methyl methacrylate or styrene from homogenous aqueous solution“, *Macromolecular Rapid Communication* 21 (2000), 236-241.
- STORSBERG, J., M. HARTENSTEIN, A. H. E. MÜLLER und H. RITTER. „Cyclodextrin in Polymer synthesis: polymerization of methyl methacrylate under atom-transfer conditions (ATRP) in aqueous solution“, *Macromolecular Rapid Communication* 21 (2000a), 1342-1346.
- STORSBERG, J., H. RITTER, H. PIELARTZIK und L. GROENENDAAL. „Cyclodextrins in Polymer Synthesis: Supramolecular Cyclodextrin Complexes of Pyrrole and 3,4-Ethylenedioxythiophene and their Oxidative Polymerization“, *Advanced Materials* 12 (2000b), 567-569.
- STORSBERG, J., P. GLÖCKNER, M. EIGNER, U. SCHNÖLLER, H. RITTER, B. VOIT und O. NUYKEN. „Cyclodextrins in polymer synthesis: photocrosslinkable films via free radical copolymerization of methylated β -cyclodextrin-complexed styrene with sodium 4-(acrylamido)-phenyldiazosulfonate in aqueous medium“, *Designed Monomers and Polymers* 4 (2001), 9-17.
- STORSBERG, J. und H. RITTER. „Cyclodextrins in polymer synthesis: A “Green“ Route to Fluorinated Polymers via Cyclodextrin Complexes in Aqueous Solution“, *Macromolecular Chemistry and Physics*. 203 (2002), 812-818.
- STORSBERG J., H. VAN AERT, C. VAN ROOST und H. RITTER. „Cyclodextrins in Polymer Synthesis: A Simple and Surfactant Free Way to Polymer Particles Having Narrow Particle Size Distribution“, *Macromolecules* (2003), 50-53.
- SZEJTLI J. „Utilization of cyclodextrin in industrial products and processes“, *Journal of Materials Chemistry* 74 (1997), 575-587.

Peter Proksch

Naturstoffe aus Meerestieren – von der Ökologie zur Anwendung als Arzneimittel

Einleitung

Unter den verschiedenen Quellen für die Suche nach neuen Arzneimitteln zur Therapie von Krankheiten und Verletzungen nehmen Substanzen aus der belebten Natur, die so genannten Naturstoffe, eine herausragende Stelle ein. Etwa ein Drittel unserer derzeit verfügbaren Arzneistoffe besteht aus Naturstoffen oder wurde auf Grund von Leitstrukturen aus der Natur entwickelt. Traditionell spielen höhere Pflanzen als Quelle von Arzneistoffen dabei eine besonders wichtige Rolle. Die Verwendung von Arzneipflanzen lässt sich weit in der Menschheitsgeschichte zurückverfolgen, wie z. B. Grabbeigaben belegen. Auch ist die Verwendung von Pflanzen für arzneiliche Zwecke keineswegs auf den Menschen beschränkt, sondern wird z. B. auch bei frei lebenden Menschenaffen (u. a. für die Behandlung von Wunden oder bei Befall durch Darmparasiten) beobachtet.

Mit der Entwicklung der ersten Antibiotika, wie z. B. des Penicillins und des Streptomycins um die Mitte des letzten Jahrhunderts, rückten Mikroorganismen als Arzneistoffquellen in den Vordergrund. Die Erfolge in der Bekämpfung vieler bis dahin tödlich verlaufender Infektionskrankheiten wurden erst durch die Entdeckung antibiotisch aktiver bakterieller oder pilzlicher Naturstoffe ermöglicht.

Erstaunlicherweise jedoch stammen nahezu alle bis zum heutigen Tag aus der Natur entwickelten Arzneistoffe ausschließlich aus solchen Organismen, die auf dem Land leben (so genannte terrestrische Organismen), obwohl doch ca. 70 Prozent der Erdoberfläche durch die Ozeane bedeckt sind und die Weltmeere eine immense Vielfalt an Lebensformen beherbergen. Von jeher spielen die Meere eine wichtige Rolle für die Ernährung des Menschen, als Quelle für Arzneistoffe blieben sie dagegen über eine lange Zeit hinweg unberücksichtigt.

Dieser Zustand änderte sich zu Beginn der fünfziger Jahre des letzten Jahrhunderts, als Bergmann und Feeney 1951 erstmals ungewöhnliche Nucleoside namens Spongouridin und Spongothymidin aus dem Meeresschwamm *Cryptotethya crypta* isolierten.¹ Nucleoside sind Bausteine von Nucleinsäuren. Die aus dem Schwamm isolierten Verbindungen weichen von den in menschlichen Zellen vorkommenden Nucleosiden jedoch durch bestimmte strukturelle Merkmale ab. Dies führt dazu, dass es in Anwesenheit solcher Nucleosid-Analoga zu einem Abbruch der Nucleinsäure-Synthese kommt, was man sich heutzutage gezielt für die Behandlung von Krebserkrankungen bzw. von viralen Infektionen zu Nutze macht. Die Entdeckung des Spongouridins und Spongothymidins aus Schwämmen führte zur Entwicklung von antiviralen Arzneistoffen wie dem Aciclovir, das z. B. zur Behandlung von Herpesinfektionen eingesetzt wird. Das darauf erwachende Interesse an pharmakologisch aktiven marinen Naturstoffen wurde nochmals verstärkt durch

¹ Vgl. Bergmann und Feeney (1951).

die Entdeckung von Prostaglandinderivaten in der karibischen Weichkoralle *Plexaura homomalla*² zu einer Zeit, als die Bedeutung der Prostaglandine als wichtige Mediatorstoffe z. B. für die Entstehung von Fieber und Entzündungen gerade erkannt worden war.

Seitdem sind etwa 30 Jahre vergangen, während derer die Zahl bekannter Naturstoffe aus marinen Organismen auf weit über 10.000 angewachsen ist. Die Fortschritte in der Auffindung, Isolierung und strukturellen Identifizierung mariner Naturstoffe hängen unmittelbar mit Weiterentwicklungen der Tauchtechnik zusammen, die es marinen Biologen und Naturstoffforschern gestatten, sich routinemäßig zumindest bis in Wassertiefen von ca. 40 Meter vorzuwagen und ihre Forschungsobjekte in ihrer natürlichen Umgebung zu beobachten, sowie mit Fortschritten in der Spektroskopie von Naturstoffen, die es ermöglichen, auch die häufig besonders komplexen Strukturen mariner Naturstoffe aufzuklären.

Schaut man sich diejenigen Organismengruppen an, die auf dem Land bzw. im Meer bislang die meisten biologisch aktiven Naturstoffe hervorgebracht haben, so tun sich deutliche Unterschiede auf: In der Gruppe terrestrischer Organismen sind ganz eindeutig die höheren Pflanzen an erster Stelle zu nennen. Im Meer dagegen sind Wirbellose (so genannte Invertebraten), wie z. B. Schwämme, Tunikaten oder (zumeist schalenlose) Schnecken, deutlich vor den Algen die reichsten Naturstoffquellen. Dies wird sofort klar, wenn man diejenigen marinen Naturstoffe, die sich gegenwärtig in verschiedenen Phasen der klinischen Prüfung befinden, und ihre Herkunft betrachtet: Von den etwa 13 derzeit in klinischer Prüfung befindlichen marinen Naturstoffen (oder Naturstoffanaloga) stammen zwölf aus Invertebraten, lediglich eine Verbindung, das Squalamin-Lactat, wird aus Haien als Vertretern mariner Wirbeltiere gewonnen.³ Am weitesten in der Arzneistoffentwicklung fortgeschritten sind von den erwähnten 13 Verbindungen das Ziconotid sowie das Ecteinascidin 743 (ET 743). Beim Ziconotid handelt es sich um ein neuartiges Schmerzmittel, das aus dem Gift mariner Kegelschnecken (*Conus*-Arten) stammt und von den Fische jagenden Schnecken zum Lähmen ihrer Beutetiere verwendet wird, während das ET 743 aus marinen Tunikaten gewonnen wird und zukünftig als neues Medikament zur Chemotherapie von verschiedenen Tumorerkrankungen dienen soll.⁴

Wenn wir von marinen wirbellosen Organismen, wie z. B. Schwämmen, als Quellen von pharmakologisch aktiven Naturstoffen sprechen, müssen wir uns vergegenwärtigen, dass diese niederen Tiere in der Regel immer in einer komplexen, bis heute kaum verstandenen Lebensgemeinschaft mit diversen Mikroorganismen (meist Bakterien bzw. Cyanobakterien) leben, die, wie wir später noch sehen werden, zum Teil einen beträchtlichen Anteil an der Biomasse ihrer Wirte ausmachen. Die Vermutung ist nahe liegend, dass diese mit Schwämmen und anderen Invertebraten assoziiert lebenden Prokaryoten auch einen Beitrag zum Naturstoffmuster des gesamten Organismus durch eigenständige Biosyntheseleistungen liefern.⁵ In der Tat erscheint diese Hypothese glaubhaft, wenn man sich auffallende strukturelle Analogien zwischen Naturstoffen aus marinen Invertebraten und aus Bakterien bekannten Verbindungen anschaut⁶ oder versucht, der Frage nach den

² Vgl. Weinheimer und Spraggins (1969).

³ Vgl. Proksch *et al.* (2002).

⁴ Vgl. Proksch *et al.* (2002).

⁵ Vgl. Proksch *et al.* (2002).

⁶ Siehe hierzu auch weiter unten den Teil: „Staurosporinderivate aus der Seescheide *Eudistoma toalensis* und dem Plattwurm *Pseudoceros* sp.“.

eigentlichen Produzenten der Verbindungen durch Untersuchungen zur Lokalisierung der betreffenden Substanzen, z. B. in Schwämmen, nachzugehen.⁷

Unabhängig von der vermuteten Rolle von Prokaryoten an der Naturstoffausstattung von marinen Invertebraten ist es jedoch zunächst überraschend, dass im Meer die Mehrzahl pharmakologisch aktiver Naturstoffe aus Tieren und nicht, wie auf dem Land üblich, aus Pflanzen isoliert wird. Eine einleuchtende Erklärung für das gehäufte Auftreten bioaktiver Naturstoffe in wirbellosen Organismen liegt in der Ökologie dieser vielfältigen Organismen begründet. Marine Invertebraten, wie z. B. Schwämme oder Tunikaten, sind ähnlich wie Pflanzen sessile Organismen, die auch bei Angriff eines Feindes nicht zur Flucht befähigt sind und ferner über keinen schützenden Panzer oder andere morphologische Schutzmechanismen verfügen. Viele Schwämme oder andere Invertebraten leben darüber hinaus exponiert auf Felsen oder Korallenriffen und sind daher z. B. für Fische meist leicht zu entdecken. Ferner stellen gerade Schwämme für carnivore Organismen auf Grund ihrer hohen Stickstoffgehalte im Meer, wo der Stickstoffgehalt zu den limitierenden Faktoren zählt, eine metabolisch lohnende Nahrungsquelle dar. Woran liegt es dann, dass Schwämme und andere marine Invertebraten von den meisten Fischen in der Regel gemieden werden? Die Antwort liegt eindeutig in den Naturstoffen dieser Organismen, die oft fraßhemmend wirken und/oder toxische Eigenschaften besitzen und auf diese Weise ihre Produzenten wirksam vor möglichen Gefahren aus ihrer Umwelt schützen. Die Erforschung der vielfältigen Wechselwirkungen zwischen marinen Invertebraten und räuberischen Fischen und anderen Fressfeinden ist ein faszinierendes Kapitel aus dem Bereich der Chemischen Ökologie, die sich die Erforschung von stofflich bedingten Interaktionen zwischen verschiedenen Organismen zur Aufgabe gemacht hat. Gleichzeitig ermöglicht die ökologische Betrachtung mariner Naturstoffe unter funktionellen Gesichtspunkten eine rationale Auswahl mariner Organismen für ein Wirkstoffscreening unter pharmazeutisch-medizinischen Gesichtspunkten, da wichtige intrazelluläre Signalketten (mithin Zielmoleküle für Arzneistofftherapien) während der Evolution oft beibehalten wurden. Ich möchte in diesem Beitrag Beispiele aus unserer eigenen wissenschaftlichen Arbeit mit marinen Naturstoffen vorstellen, die dem Leser zum einen die postulierte ökologische Funktion dieser Verbindungen vor Augen führen und zum anderen die erwähnte Parallelität zwischen Ökologie und pharmazeutischer Wirkstoffsuche beleuchten sollen. Im letzten Teil dieses Beitrages möchte ich einige Untersuchungen aufführen, die zur Verdeutlichung der Rolle von prokaryotischen Symbionten an der Biosynthese von Naturstoffen in Schwämmen und anderen Invertebraten dienen und neben der chemischen auch die biologische Komplexität der vorgestellten Organismen darstellen sollen.

Pyridoacridinalkaloide und die chemische Verteidigung tropischer Oceanapia-Schwämme

Schwämme der Gattung *Oceanapia* gehören im Indopazifischen sowie im Pazifischen Ozean zu den häufiger vorkommenden Schwammarten. Im Rahmen unserer Untersuchungen zur chemischen Ökologie tropischer Schwämme fiel der bisher taxonomisch unbeschriebene Schwamm *Oceanapia* sp. auf, der in Mikronesien (Insel Truk) in wenigen Me-

⁷ Siehe hierzu auch weiter unten den Teil: „Hinweise zur Beteiligung von endosymbiontischen Bakterien an der Naturstoffbiosynthese in marinen Schwämmen und Bryozoen“.

tern Wassertiefe auf sandigem Grund vorkommt. Der Schwamm wurde von den zahlreich vorkommenden Fischen offensichtlich gemieden. Ein Biotest am Standort des Schwammes, bei dem ein Lösungsmittelextrakt von *Oceanapia* sp. in physiologischer Konzentration in künstliches Fischfutter eingearbeitet und anschließend unter Wasser gemeinsam mit unbehandelten Kontrollen den am Standort des Schwammes vorkommenden Fischen angeboten wurde, bestätigte unsere anfängliche Vermutung: Die mit dem Schwammextrakt behandelten Futterstücke wurden klar gemieden, während die Kontrollstücke gefressen wurden.⁸ Die von Biotests begleitete Fraktionierung des Schwammextraktes resultierte in der Isolierung von Pyridoacridinalkaloiden, wie z. B. dem Kuanoniamin C und D, als den maßgeblichen Verbindungen für die fraßhemmende Wirkung des Extraktes. Beide Alkaloide, die auch die Pigmente des rot gefärbten Schwammes darstellen, erwiesen sich in Fraßversuchen am Standort von *Oceanapia* sp. in den gleichen Konzentrationen wie im Schwamm vorliegend als stark fraßhemmend gegenüber der natürlich vorkommenden Fischgesellschaft.⁹ Selbst auf Schwämme spezialisierte Fische, wie z. B. der Kaiserfisch *Pomacanthus imperator*, wurden in Aquarienversuchen durch die Anwesenheit von Kuanoniaminen im Fischfutter abgeschreckt.

Betrachtet man den Schwamm *Oceanapia* sp. genauer, so stellt man fest, dass lediglich ein relativ kleiner Teil des Schwammkörpers (der Schlot zum Einstrudeln der Nahrung sowie das „Capitum“, ein kugelig terminaler Abschnitt des Schlotes, der zur vegetativen Verbreitung dient) in das Wasser hineinragt, der weitaus größere Teil des Schwammes jedoch im sandigen Substrat verborgen lebt und im Vergleich zu den oben genannten exponierten Schwammteilen versteckt und damit vor Fischen geschützt ist. Die Alkaloidkonzentrationen in den verschiedenen Schwammteilen spiegeln dies wider: Die im Sand verborgene Basis des Schwammes verfügt lediglich über eine Gesamtalkaloidkonzentration von ca. 0,8 Prozent bezogen auf das Trockengewicht. Die in das Wasser hineinragenden Schwammteile hingegen weisen deutlich höhere Alkaloidkonzentrationen auf. Im Fall der Schlote und der Capita werden Konzentrationen an Kuanoniaminen gemessen, die bis zu fünf Prozent des Trockengewichtes erreichen können.¹⁰ Besonders gefährdete Schwammteile werden mithin durch die Akkumulation besonders hoher Alkaloidkonzentrationen geschützt – eine Beobachtung, die dem eigentlich für Pflanzen aufgestellten „Plant Appearance Model“ bzw. der „Optimal Defense Theory“ entspricht.¹¹ Beide Theorien postulieren eine positive Korrelation zwischen chemischer Verteidigung und der Gefahr, von Fressfeinden gefunden zu werden, bzw. sagen aus, dass wichtige Pflanzenorgane (z. B. für die sexuelle oder vegetative Vermehrung grundlegende Strukturen) durch Akkumulation hoher Naturstoffkonzentrationen besonders wirksam vor dem Angriff von Fressfeinden geschützt werden. Offensichtlich kann auch die Alkaloidverteilung im Schwamm *Oceanapia* sp. gut durch die beiden genannten Modelle erklärt werden.

⁸ Vgl. Schupp *et al.* (1999a).

⁹ Vgl. Schupp *et al.* (1999a).

¹⁰ Vgl. Schupp *et al.* (1999a).

¹¹ Vgl. Feeny (1976) und Rhoades und Cates (1976).

Staurosporinderivate aus der Seescheide *Eudistoma toalensis* und dem Plattwurm *Pseudoceros* sp.

Wiederum in Mikronesien, diesmal jedoch in einem Mangrovensumpf auf Truk, wurden wir auf die Seescheide *Eudistoma toalensis* aufmerksam, die als weiches, watteähnliches Gebilde auf den unter Wasser befindlichen Wurzeln von Mangroven wächst.¹² Die Seescheide wies, wie zuvor der Schwamm *Oceanapia* sp., keine erkennbaren Fraßspuren von Fischen auf. Lediglich Exemplare des marinen Plattwurms *Pseudoceros* sp. wurden auf der Seescheide gefunden. Basierend auf den Unterwasserbeobachtungen vor Ort lag auch in diesem Fall die Vermutung nahe, dass *E. toalensis* über einen Fraßschutz gegenüber Fischen verfügt. Da keinerlei morphologische Abwehrmechanismen erkennbar waren, konnte auch hier die Abwehr nur eine chemische sein. Wir überprüften diese Hypothese durch einen Biotest am Standort von *E. toalensis*, indem wir einen Lösungsmittel-extrakt der Seescheide in physiologischer Konzentration in künstliches Fischfutter einarbeiteten und anschließend den im Mangrovensumpf vorkommenden Fischen gemeinsam mit unbehandelten Futterstücken anboten. In diesem Wahlversuch entschieden sich die Fische in hoch signifikanter Weise für die unbehandelten Futterstücke, was unsere Hypothese zur chemischen Abwehr von *E. toalensis* untermauerte.

Durch Fraktionierung des Seescheidenextraktes gelang die Isolierung mehrerer Staurosporinderivate.¹³ Das Staurosporin wurde erstmals 1977 durch Omura *et al.* aus Actinomyceten, wie *Saccharothrix aerocolonigenes* subsp. *Staurosporea*, isoliert.¹⁴ In den vergangenen Jahren konnten Staurosporinderivate, die bislang ausschließlich als mikrobielle Naturstoffe galten, auch aus mehreren marinen Invertebraten, u. a. aus Seescheiden und Schnecken, isoliert werden. Diese Organismen sind ebenso wie *E. toalensis* Nahrungsfiltrierer und filtern aus dem Seewasser Bakterien und Detrituspartikel. Es ist daher denkbar, dass typische mikrobielle Metabolite wie die Staurosporine, obwohl sie in Invertebraten gefunden werden, nicht von diesen im Rahmen der Biosynthese gebildet werden, sondern auf eingestrudelte Bakterien zurückgeführt werden können. Eine Alternative zu dieser Hypothese, die das wiederholte Auffinden von strukturell sehr unterschiedlichen bekannten bakteriellen Naturstoffen in marinen Tunikaten, Schnecken oder Schwämmen erklärt, sieht in Bakterien, die als Endosymbionten in vielen marinen Invertebraten leben,¹⁵ die eigentlichen Produzenten dieser ungewöhnlichen und für Eukaryonten unerwarteten Naturstoffe.¹⁶ Für die erste der beiden genannten Hypothesen (Aufnahme und Speicherung von Naturstoffen über die Nahrungskette) gibt es bereits Beweise in Bezug auf andere marine Invertebraten. So konnte z. B. gezeigt werden, dass der Proteinphosphatase-Hemmstoff Okadainsäure, der erstmals aus Schwämmen isoliert wurde, ursprünglich auf Dinoflagellaten zurückgeht, die von den Schwämmen eingestrudelt werden.¹⁷ Die zweite Hypothese (Biosynthese von Naturstoffen in Invertebraten durch endosymbiontische Mikroorganismen) ist experimentell wesentlich schwerer zu belegen, da es bislang nicht gelungen ist,

¹² Vgl. Schupp *et al.* (1999b).

¹³ Vgl. Schupp *et al.* (1999b) und Schupp *et al.* (2002).

¹⁴ Vgl. Omura *et al.* (1977).

¹⁵ Vgl. z. B. Thoms *et al.* (2003).

¹⁶ Vgl. Proksch *et al.* (2002).

¹⁷ Vgl. Murakami *et al.* (1982).

endosymbiontische Bakterien z. B. aus Schwämmen zu isolieren und sie unabhängig von ihren Wirten zu kultivieren.¹⁸

Eine von beiden Hypothesen könnte zweifellos auch das Vorkommen von Staurosporinen in der Seescheide *E. toealensis* erklären. Interessanterweise werden Staurosporin und mehrere seiner Derivate jedoch nicht nur in den Seescheiden, sondern auch in den auf den Seescheiden beobachteten Plattwürmern *Pseudoceros* sp. nachgewiesen. Ein Extrakt aus den Plattwürmern hatte sich in den zuvor geschilderten Wahlversuchen mit Fischen ebenso wie der Extrakt aus der Seescheide als stark fraßhemmend erwiesen. Die Naturstoffanalyse des Plattwurmextraktes zeigte, dass auch in den Plattwürmern das gleiche Spektrum an Staurosporinderivaten vorlag wie zuvor in der Seescheide gefunden. Offensichtlich hatten die Plattwürmer die Staurosporine aus der Seescheide aufgenommen und sogar angereichert, da die Gesamtkonzentration an Staurosporinen in den Plattwürmern deutlich höher war als in der Seescheide. Zumindest in den Plattwürmern reicht die Konzentration an Staurosporinen aus, um Fische abzuschrecken, wie Fischfütterungsversuche am natürlichen Fundort von *E. toealensis* und *Pseudoceros* sp. ergaben. Dies trifft jedoch nicht für die Seescheiden zu. Hier reichen die Staurosporinkonzentrationen nicht aus, um einen effektiven Fraßschutz zu gewährleisten. Da der Extrakt der Seescheide dennoch signifikant fraßhemmend war, muss in diesem Fall das Vorhandensein weiterer, bisher nicht identifizierter Schutzstoffe postuliert werden, die es zu finden gilt.

Das Vorkommen von Staurosporinen in Seescheide und Plattwurm ist ein gutes Beispiel für die in der Einleitung erwähnte und oft zu beobachtende Korrelation zwischen ökologischer Funktion und pharmakologischer Aktivität von marinen Naturstoffen. So erweisen sich Staurosporin und seine Analoga nicht nur als fraßhemmend gegenüber Fischen, sondern sind darüber hinaus auch sehr wirksame Hemmstoffe von Proteinkinasen, wie z. B. der Proteinkinase C.¹⁹ Die Proteinkinase C mit ihren verschiedenen Isoformen stellt ein interessantes Zielmolekül für die Krebstherapie dar. Ein Staurosporin-Analogon, das 7-Hydroxystaurosporin, befindet sich auf Grund seiner Kinase-Hemmwirkung derzeit in der klinischen Prüfung als potentieller neuer Wirkstoff für die Chemotherapie bei Krebserkrankungen.²⁰

Bromierte Isoxazolinalkaloide in den mediterranen Schwämmen *Aplysina aerophoba* und *Aplysina cavernicola*

Beispiele für die ökologische Bedeutung mariner Naturstoffe im Rahmen der Wechselwirkung von Invertebraten und möglichen Fressfeinden, wie z. B. Fischen, finden sich jedoch nicht nur in den Tropen, sondern auch in den gemäßigten Breiten, wie z. B. im Mittelmeer. Ein gutes Beispiel hierfür liefern Schwämme der Gattung *Aplysina*, die im Mittelmeer mit den beiden Arten *A. aerophoba* und *A. cavernicola* vertreten ist. *A. aerophoba* gehört zu den häufigeren Schwammarten des Mittelmeeres und wird bereits in Wassertiefen ab ca. 0,5 Meter angetroffen. Die verwandte Art *A. cavernicola* besiedelt vornehmlich größere Tiefen und lebt häufig in Höhlen oder unter felsigen Überhängen.

¹⁸ Siehe hierzu aber weiter unten den Teil: „Hinweise zur Beteiligung von endosymbiontischen Bakterien an der Naturstoffbiosynthese in marinen Schwämmen und Bryozoen“.

¹⁹ Vgl. Tamaoki *et al.* (1986).

²⁰ Vgl. Akiyama *et al.* (1999).

Beide *Aplysina*-Arten akkumulieren strukturell ungewöhnliche, dibromierte Isoxazolinalkaloide, wie z. B. das Aerophobin-2 oder das Isofistularin-3, die nur in der Schwammordnung *Verongida* angetroffen werden. Diese biogenetisch aus dem Tyrosin und einem biogenen Amin hervorgegangenen marinen Alkaloide werden von den Schwämmen in Konzentrationen bis zu zehn Prozent ihres Trockengewichtes akkumuliert. Verletzt man die Schwämme mechanisch, so kommt es im verwundeten Gewebe durch Zusammenbrechen der intrazellulären Kompartimentierung zu einer schnellen, enzymkatalysierten Biotransformation, während derer die Isoxazolinalkaloide unter Ringöffnung gespalten werden und das Aeroplysinin-1 entsteht. Letzteres wird in einer zweiten Reaktion zum Dienon umgewandelt.²¹ Sowohl das Aeroplysinin-1 als auch das Dienon zeichnen sich durch eine starke antibakterielle Wirkung gegenüber marinen Bakterien aus und wirken ferner cytostatisch.²² Beide Wirkungen dürften für den Wundschutz nach einer Verletzung des Schwammgewebes wichtig sein, indem sie das Eindringen von pathogenen Keimen verhindern. Die cytostatische Wirkung des Aeroplysinin-1 erstreckt sich auch auf menschliche Krebszellen und hindert diese am Wachstum. Es konnte gezeigt werden, dass Aeroplysinin-1 ein potenter Inhibitor vom EGF-Rezeptor abhängigen Tyrosinkinase ist, einer Gruppe von Proteinkinase, die am Entstehen von Krebserkrankungen beteiligt ist.²³ Die nativen Schwammalkaloide, wie z. B. das Aerophobin-2, das in beiden Schwammarten vorkommt, oder das Aerothionin, das lediglich in *A. cavernicola* akkumuliert, weisen fraßhemmende Wirkung gegenüber marinen Fischen, wie z. B. *Blennius sphinx* oder *Thalassoma*-Arten, auf, besitzen dafür aber keine antibakterielle oder cytostatische Wirkung.

Wie so häufig im Rahmen von Räuber-Beute-Beziehungen zu beobachten, gibt es jedoch auch im Fall von *Aplysina*-Schwämmen spezialisierte Räuber, die es geschafft haben, die Giftbarriere ihrer Beuteorganismen zu überwinden und sich dadurch im Vergleich zu nicht angepassten Räubern eine ökologische Nische zu erobern. Ein solcher auf *Aplysina*-Schwämme spezialisierter Fressfeind ist die Meeresschnecke *Tyrodina perversa*, die insbesondere auf *A. aerophoba* häufig anzutreffen ist und zum Teil tiefe Löcher in das Schwammgewebe frisst. Die Schnecken nehmen über die Schwammnahrung die bromierten Isoxazolinalkaloide auf, die sie anschließend über den ganzen Weichkörper verteilen. Die höchsten Alkaloidkonzentrationen finden sich anschließend im Mantelgewebe sowie auch in den Eigelegen.²⁴ Die Alkaloide werden so an die Nachkommenschaft weitergegeben. Unklar ist noch, ob auch die Veliger-Larven Alkaloide aufweisen oder ob die Verbindungen in den Eihüllen verbleiben. Auf Grund von Fischfütterungsversuchen mit Extrakten aus *T. perversa* ist klar, dass auch die Schnecken einen chemischen Fraßschutz vor Fischen genießen.²⁵ Es ist naheliegend anzunehmen, dass dieser Fraßschutz durch die über die Nahrung aufgenommenen Schwammalkaloide vermittelt wird, genaue Untersuchungen hierzu fehlen aber noch.

Offen ist weiterhin die Frage, ob und inwieweit die in *Aplysina*-Schwämmen besonders zahlreich vorkommenden assoziierten Mikroorganismen an der Biosynthese der bromierten Isoxazolinalkaloide beteiligt sind. Immerhin belegen elektronenmikroskopische Untersuchungen, dass bis zu 40 Prozent der Biomasse dieser Schwämme aus Bakterien besteht,

²¹ Vgl. Ebel *et al.* (1997).

²² Vgl. Teeyapant *et al.* (1993) und Weiss *et al.* (1996).

²³ Vgl. Kreuter *et al.* (1992).

²⁴ Vgl. Ebel *et al.* (1999).

²⁵ Vgl. Becerro *et al.* (2003).

die zum größten Teil extrazellulär, aber auch in den Schwammzellen selbst nachgewiesen werden können.²⁶ Früher war man in Bezug auf die taxonomische Zuordnung und Charakterisierung von Bakterien-Assoziaten in marinen Schwämmen oder in anderen Invertebraten ausschließlich auf die Kultivierbarkeit der betreffenden Mikroorganismen oder, bei nicht kultivierbaren Bakterien, auf eine grobe morphologische Charakterisierung mittels mikroskopischer Methoden angewiesen. Dies erwies sich oft als völlig unzureichend. Zum einen gibt die morphologische Plastizität von Bakterien keineswegs ihre tatsächliche taxonomische Diversität wieder, zum anderen ist in der Regel nur ein sehr kleiner Prozentsatz der tatsächlich in Schwämmen vorkommenden Bakterien mit den derzeit zur Verfügung stehenden mikrobiologischen Methoden kultivierbar. Im Fall von *A. aerophoba* erwiesen sich zum Beispiel weniger als ein Prozent der tatsächlich im Schwamm vorkommenden Bakterien als kultivierbar.²⁷

Ein wichtiger methodischer Durchbruch in der taxonomischen Charakterisierung von bakteriellen Lebensgemeinschaften, der unabhängig von der Kultivierbarkeit der betreffenden Mikroorganismen ist, wurde durch den Einsatz molekularbiologischer Methoden, wie z. B. der *In-situ*-Hybridisierung mittels fluoreszenzmarkierter Oligonucleotidsonden, erreicht, die spezifisch an die 16S-rRNA von Bakterien binden.²⁸ In einer der ersten Untersuchungen zur bakteriellen Diversität in marinen Schwämmen, die sich dieser kultivierungsunabhängigen Methode bediente, untersuchten Friedrich *et al.* (1999) und Friedrich *et al.* (2001) die Zusammensetzung der Bakteriengemeinschaft in *A. aerophoba* und *A. cavernicola*. Beide Schwämme waren sich in Bezug auf ihre assoziierten Bakterien sehr ähnlich. Delta-Proteobakterien dominierten jeweils, gefolgt von Bakterien mit hohem GC-Gehalten, gamma-Proteobakterien und solchen des Bacteroides Clusters.

Die Zusammensetzung der bakteriellen Gemeinschaften in *A. aerophoba* und *A. cavernicola* ist bemerkenswert stabil und unabhängig von äußeren Faktoren. Im Rahmen von Transplantationsversuchen, die vor Elba durchgeführt wurden, wurden Exemplare von *A. cavernicola* in 40 Meter Tiefe schonend gesammelt und anschließend in 7, 12 und 15 Meter Wassertiefe wieder auf dem Substrat verankert. Nach drei Monaten wurden die transplantierten Schwämme sowie die Schwämme vom Originalstandort gesammelt und auf ihre Bakteriengesellschaften mittels denaturierender Gradientengelelektrophorese (DGGE) von PCR-amplifizierten partiellen 16S rRNA Gensequenzen untersucht.²⁹ Ein Vergleich der Bandenmuster in der DGGE von Schwämmen des Originalstandortes (40 Meter Wassertiefe) mit denen der transplantierten Schwämme ergab eine erstaunlich hohe Übereinstimmung, die auf eine bemerkenswerte Konstanz der Bakteriengemeinschaften unabhängig von äußeren Faktoren, wie z. B. Licht und Strömungsverhältnisse, schließen lässt. Auch die Alkaloidmuster der verschiedenen Schwämme waren konstant und zeigten während der Dauer des Experimentes keine Beeinflussung durch Umweltfaktoren. Insgesamt wurden sieben bei den verschiedenen Schwammproben konstant auftretende Banden aus den DGGE-Gelen sequenziert. Ein Vergleich der erhaltenen Gensequenzen mit Sequenzen aus Datenbanken ergab ein hohes Maß an Übereinstimmung mit den Acidobakterien nahestehenden Bakterien, die bisher ausschließlich in den Schwämmen *Theo-*

²⁶ Vgl. Friedrich *et al.* (1999).

²⁷ Vgl. Friedrich *et al.* (2001).

²⁸ Vgl. Friedrich *et al.* (1999), Friedrich *et al.* (2001) und Hentschel *et al.* (2001).

²⁹ Vgl. Thoms *et al.* (2003).

nella swinhoei und *A. aerophoba* und sonst in keiner anderen marinen Quelle nachgewiesen werden konnten.³⁰ Es ist daher wahrscheinlich, dass es sich bei diesen Bakterien um schwammspezifische mikrobielle Symbionten handelt. Ob diese oder andere in *Aplysina*-Schwämmen vorkommenden mikrobiellen Symbionten an der Biosynthese der bromierten Isoxazolinalkaloide beteiligt sind, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch noch offen.

Hinweise zur Beteiligung von endosymbiontischen Bakterien an der Naturstoffbiosynthese in marinen Schwämmen und Bryozoen

In anderen Fällen ist unser Wissen um eine Beteiligung von Bakterien an der Biosynthese von biologisch aktiven Naturstoffen in marinen Schwämmen und anderen Invertebraten wesentlich konkreter als bei *Aplysina*-Schwämmen. Ein Beispiel hierfür ist der oben bereits genannte Schwamm *Theonella swinhoei*, der im Pazifik und im Indopazifik vorkommt. Exemplare des Schwammes, die bei den Philippinen und in Mikronesien gesammelt wurden, weisen u. a. das cyclische Peptid Theopalauamid sowie das Makrolid Swinholid A auf. Während das Theopalauamid inhibierend auf das Wachstum von Pilzen wirkt, zeichnet sich das Swinholid A durch starke cytotoxische Aktivität aus. Nach mechanischem Aufschluss des Schwammgewebes konnten mittels differentieller Zentrifugation verschiedene Zellfraktionen erhalten werden, die aus schwammassoziierten Bakterien bzw. aus Schwammzellen bestanden. In einer Fraktion, die hauptsächlich filamentöse Bakterien aufwies, wurde das Theopalauamid als Hauptkomponente detektiert, während sich das Swinholid A in einer anderen Fraktion wiederfand, die vornehmlich unizelluläre Bakterien aufwies.³¹ Die Theopalauamid produzierenden Bakterien sind mittlerweile mittels 16S rDNA Gensequenzierung als den Myxococcales verwandte delta-Proteobakterien identifiziert worden.³² Versuche, dieses Bakterium in Kultur zu nehmen, schlugen bislang allerdings fehl.

Ein weiteres Beispiel, das die Bedeutung von assoziierten Prokaryoten für die Naturstoffbiosynthese in marinen Schwämmen belegt, liefert der Schwamm *Dysidea herbacea* vom Great Barrier Reef in Australien. Der Schwamm akkumuliert sowohl verschiedene Sesquiterpene als auch das chlorierte Aminosäurederivat 13-Demethylsodysidenin.³³ Bis zu 50 Prozent der Schwamm biomasse bestehen aus Cyanobakterien der Art *Oscillatoria spongelliae*. Eine ähnliche Aufarbeitung des Schwammgewebes wie weiter oben für *T. swinhoei* bereits beschrieben lieferte eine aus den Cyanobakterien bestehende Fraktion, die das chlorierte Aminosäurederivat als Hauptkomponente aufwies, sowie eine Fraktion, die vornehmlich aus Schwammzellen bestand und die Sesquiterpene beinhaltete.

Das Moostierchen (Bryozoe) *Bugula neritina* ist die Quelle für eine interessante Gruppe strukturell komplexer macrozyklischer Lactone, der Bryostatine. Das Bryostatin I befindet sich derzeit in der klinischen Prüfung (Phase II) als potentiell neues Medikament gegen bestimmte Formen von Krebserkrankungen.³⁴ Neuere Untersuchungen deuten darauf hin, dass auch dieser pharmakologisch wichtige Naturstoff auf assoziierte Bakterien als eigentliche Produzenten zurückzuführen ist. In Aquarien gehaltene Exemplare von *B. neritina*

³⁰ Vgl. Thoms *et al.* (2003) und Hentschel *et al.* (2002).

³¹ Vgl. Bewley *et al.* (1996) und Bewley und Faulkner (1998).

³² Vgl. Schmidt *et al.* (2000).

³³ Vgl. Unson und Faulkner (1993).

³⁴ Vgl. Proksch *et al.* (2002).

reagieren z. B. auf eine Behandlung mit Antibiotika durch Verringerung der Anzahl endosymbiontischer Bakterien und Abnahme des Gehaltes an Bryostatinen. An der Biosynthese der makrozyklischen Grundstruktur der Bryostatine sind wahrscheinlich Polyketidsynthasen beteiligt. Genfragmente der Polyketidsynthase vom Typ I konnten aus bakteriellen Symbionten von *B. neritina* kloniert werden. Eine dazu homologe RNA-Sonde bindet ausschließlich an die bakteriellen Symbionten, nicht aber an symbiontenfreie Zellen von *B. neritina*.³⁵

Ausblick

Das Aufspüren funktioneller Aspekte mariner Naturstoffe aus Invertebraten, wie es in diesem Beitrag versucht wurde, zeigt die enge Verzahnung von Biologie und Chemie. Ohne die zumeist komplexen Strukturen der vielfältigen heute bekannten marinen Naturstoffe sind ihre Produzenten in der Regel in der Auseinandersetzung mit Fressfeinden am natürlichen Standort nicht überlebensfähig. Die „chemische Waffe“ ist der Schlüssel zum Überleben, wobei das Beispiel der *Aplysina*-Schwämme und der an sie angepassten *Tylodina*-Schnecken zeigt, dass es niemals einen absoluten Schutz gibt, sondern dass sich im Laufe der Koevolution zwischen Beuteorganismen und Räubern Spezialisten gebildet haben, die die ihnen entgegengesetzte Giftbarriere durchbrechen und sich auf diese Weise eine ökologische Nische erobern. In manchen Fällen, wie bei der Interaktion von *Aplysina* und *Tylodina*, geht die Anpassung der Räuber so weit, dass sie sogar das Giftarsenal ihrer Beutetiere übernehmen und dieses eventuell zum eigenen Schutz einsetzen. Das Studium mariner Naturstoffe unter ökologischen Gesichtspunkten bietet demnach faszinierende Einblicke in die verschiedenen Interaktionen von Organismen, die genauso komplex und vielfältig sind wie die ihnen zu Grunde liegenden Moleküle. Gleichzeitig bietet diese Sichtweise aber auch einen Ansatz zu einer gerichteten Wirkstoffsuche im Meer unter pharmazeutisch-medizinischen Gesichtspunkten. Substanzen, die sich im harten Daseinskampf als Waffen zum Überleben bewährt haben, sind von der Natur auf biologische Aktivität hin optimiert und zeigen auch in pharmakologischen Testsystemen häufig Wirkungen, die sie als Kandidaten für eine Arzneistoffentwicklung z. B. im Indikationsgebiet „Krebserkrankungen“ interessant machen. Die hauptsächlich im vorhergehenden Teil vorgestellten und erst in den Anfängen verstandenen Wechselbeziehungen zwischen marinen Invertebraten und den in ihnen lebenden Mikroorganismen beleuchten einen faszinierenden Aspekt der Symbioseforschung, der besonders durch die Verfügbarkeit molekularbiologischer Methoden neue spannende Einblicke in komplexe marine Lebensgemeinschaften verspricht. Aber nicht nur die Grundlagenforschung kann von diesen neuen Forschungsansätzen profitieren. Auch die Anwendbarkeit mariner Naturstoffforschung im Hinblick auf eine eventuelle Nutzung bioaktiver Metabolite als Medikamente könnte einen gewaltigen Schub erfahren, wenn es gelingt, tatsächlich mikrobielle Endosymbionten als Produzenten pharmakologisch wichtiger Naturstoffe z. B. in Schwämmen oder Seescheiden zu identifizieren und diese Mikroorganismen außerhalb ihrer Wirte zu kultivieren. Durch diesen biotechnologischen Ansatz (so er erfolgreich ist) könnte erstmals die Nachhaltigkeit mariner Naturstoffe ohne Schädigung natürlicher Ressourcen (d. h. das Sammeln am natürlichen Standort) erreicht werden. Gerade die Nachhaltigkeit ist derzeit noch ein großes

³⁵ Vgl. Haygood und Davidson (1997).

Problem, das der Entwicklung vieler pharmakologisch vielversprechender mariner Naturstoffe im Wege steht bzw. diese verlangsamt. Es ist daher zu hoffen, dass durch eine enge Zusammenarbeit von marinen Naturstoffforschern mit anderen Disziplinen, wie der Mikrobiologie, Molekularbiologie und Biotechnologie, die Marktreife von Arzneistoffen aus dem Meer bald in greifbare Nähe rückt.

Danksagungen: Ich möchte all meinen gegenwärtigen und früheren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die an den vorgestellten Projekten unserer Gruppe mitgewirkt haben, besonders aber Frau Dr. Edrada und Frau Dr. Teeyapant sowie Herrn Dr. Ebel, Herrn Dr. Schupp und Herrn Thoms, an dieser Stelle für ihren Einsatz und Enthusiasmus herzlich danken. Mein Dank gilt ferner der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie dem Fonds der Chemischen Industrie für die langjährige finanzielle Unterstützung unserer Arbeit.

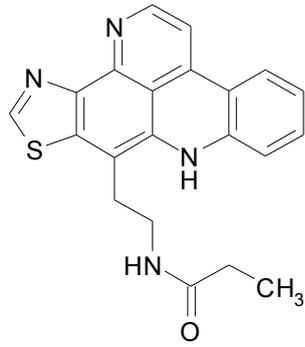
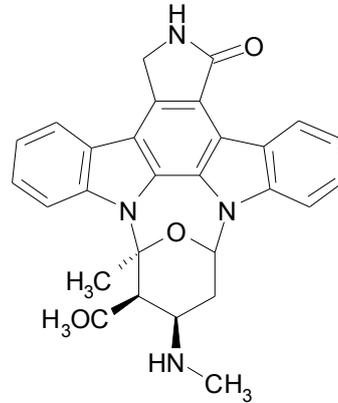
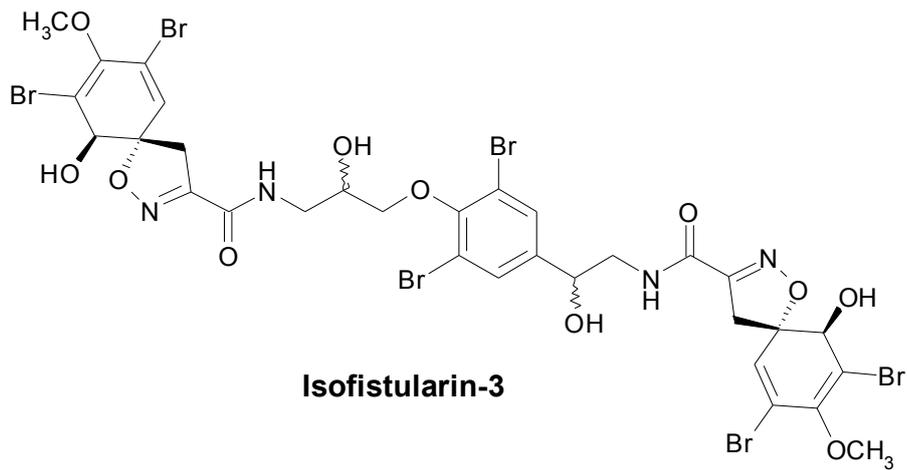
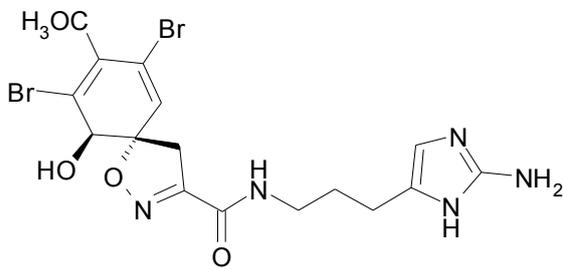
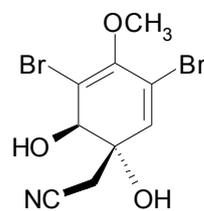
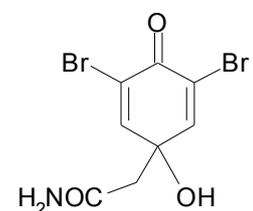
**Kuanoniamin C****Staurosporin****Isofistularin-3****Aerophobin-2****Aeroplysin-1****Dienon**

Abb. 1: Strukturformeln

Bibliographie

- AKIYAMA, T., M. SHIMIZU, M. OKABE, T. TAMAOKI und S. AKINAGA. „Differential effects of UCN- 01, staurosporine and CGP 41251 on cell cycle progression and CDC2/cyclin B1 regulation in A-431 cells synchronized at M phase with nocodazole“, *Anti-Cancer Drugs* 10 (1999), 67-78.
- BERGMANN, W. und R. FEENEY. „Contribution to the study of marine sponges. 32. The nucleosides of sponges“, *Journal of Organic Chemistry* 16 (1951), 981-987.
- BECERRO, M. A., X. TURON, M. J. URIZ und J. TEMPLADO. „Can a sponge feeder be a herbivore? *Tylodina perversa* (Gastropoda) feeding on *Aplysina aerophoba* (Demospongiae)“, *Biological Journal of the Linnean Society* 78 (2003), 429-438.
- BEWLEY, C. A., N. D. HOLLAND und D. J. FAULKNER. „Two classes of metabolites from *Theonella swinhoei* are localized in distinct populations of bacterial symbionts“, *Experientia* 52 (1996), 716-722.
- BEWLEY, C. A. und D. J. FAULKNER. „Lithistid sponges: Star performers or hosts of the stars?“ *Angewandte Chemie Internationale Edition* 37 (1998), 2162-2178.
- EBEL, R., M. BRENZINGER, A. KUNZE, H. J. GROSS und P. PROKSCH. „Wound activation of protoxins in the marine sponge *Aplysina aerophoba*“, *Journal of Chemical Ecology* 23 (1997), 1451.
- EBEL, R., A. MARIN und P. PROKSCH. „Organspecific distribution of dietary alkaloids in the marine opisthobranch *Tylodina perversa*“, *Biochemical Systematics and Ecology* 27 (1999), 769-777.
- FEENEY, P. „Plant apparency and chemical defense“, *Recent Advances of Phytochemistry* 10 (1976), 1-40.
- FRIEDRICH, A. B., H. MERKERT, T. FENDERT, J. HACKER, P. PROKSCH und U. HENTSCHEL. „Microbial diversity in the marine sponge *Aplysina cavernicola* (formerly *Verongia cavernicola*) analysed by fluorescence *in situ* hybridisation (FISH)“, *Marine Biology* 134 (1999), 461-470.
- FRIEDRICH, A. B., I. FISCHER, P. PROKSCH, J. HACKER und U. HENTSCHEL. „Temporal variation of the microbial community associated with the mediterranean sponge *Aplysina aerophoba*“, *FEMS Microbiology Ecology* 38 (2001), 105-113.
- HAYGOOD M. G. und S. K. DAVIDSON. „Small-subunit rRNA genes and *in situ* hybridization with oligonucleotides specific for the bacterial symbionts in the larvae of the bryozoan *Bugula neritina* and proposal of *Candidatus Endobugula sertula*“, *Applied and Environmental Microbiology* 63 (1997), 4612-4616.
- HENTSCHEL, U., M. SCHMID, M. WAGNER, L. FIESELER, C. GERNERT und J. HACKER. „Isolations and phylogenetic analysis of bacteria with antimicrobial activities from the Mediterranean sponges *Aplysina aerophoba* and *Aplysina cavernicola*“, *FEMS Microbiology Ecology* 35 (2001), 305-312.
- HENTSCHEL, U., J. HOPKE, M. HORN, A. B. FRIEDRICH, M. WAGNER, J. HACKER und B. S. MOORE. „Molecular evidence for a uniform microbial community in sponges from different oceans“, *Applied and Environmental Microbiology* 68 (2002) (9), 4431-4440.
- KREUTER, M.H., A. ROBITZKI, S. CHANG, R. STEFFEN. „Production of the cytostatic agent aerpolsinin by the sponge *Verongia aerophoba* in *in vitro* culture“, *Comparative Biochemistry and Physiology – Part C: Pharmacology, Toxicology, and Endocrinology* 101 C (1992) (1), 183-187.
- MURAKAMI, Y., Y. OSHIMA und T. YASUMOTO. „Identification of okadaic acid as a toxic component of a marine dinoflagellate *Prorocentrum lima*“, *Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Science* 48 (1982), 69-72.

- OMURA, S., Y. SASAKI, Y. IWAI und H. TAKESHIMA. „Staurosporine, a potentially important gift from a microorganism“, *Journal of Antibiotics* 48 (1977), 535-458.
- PROKSCH, P., R. A. EDRADA und R. EBEL. „Drugs from the seas – current status and microbiological implications“, *Applied Microbiology and Biotechnology* 59 (2002), 125-134.
- RHOADES D. F. und R. G. CATES. „Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry“, *Recent Advances in Phytochemistry* 10 (1976), 168-213.
- SCHMID, E. W., A. Y. OBRAZTSOVA, S. K. DAVIDSON, D. J. FAULKNER und M. G. HAYGOOD. „Identification of the antifungal peptide containing symbiont of the marine sponge *Theonella swinhoei* as a novel δ -proteobacterium, „*Candidatus Entotheonella palauensis*“, *Marine Biology* 136 (2000), 969-977.
- SCHUPP, P., C. EDER, V. PAUL und P. PROKSCH. „Distribution of secondary metabolites in the sponge *Oceanapia* sp. and its ecological implications“, *Marine Biology* 135 (1999a), 573-580.
- SCHUPP, P., V. WRAY, C. EDER, P. SCHNEIDER, M. HERDERICH, V. PAUL und P. PROKSCH. „Staurosporine derivatives from the ascidian *Eudistoma toetalensis* and its predatory flatworm *Pseudoceros* sp.“, *Journal of Natural Products* 62 (1999b), 959-962.
- SCHUPP, P., P. PROKSCH, V. WRAY. „Further new staurosporine derivatives from the ascidian *Eudistoma toetalensis* and its predatory flatworm *Pseudoceros* sp.“, *Journal of Natural Products* 65 (2002), 295-298.
- TAMAOKI, T., H. NOMOTO, I. TAKAHASHI, Y. KATO, M. MORIMOTO und F. TOMITA. „Staurosporine a potent inhibitor of phospholipid/Ca⁺⁺ dependent protein kinase“, *Biochemical and Biophysical Research Communications* 135 (1986), 397-402.
- TEEYAPANT, R., H. J. WOERDENBAG, P. KREIS, J. HACKER, V. WRAY, L. WITTE und P. PROKSCH. „Antibiotic and cytotoxic activity of brominated compounds from the marine sponge *Verongia aerophoba*“, *Zeitschrift für Naturforschung* 48c (1993), 939-945.
- THOMS, C., M. HORN, U. HENTSCHEL und P. PROKSCH. „Monitoring microbial diversity and natural product profiles of the sponge *Aplysina cavernicola* following transplantation“, *Marine Biology* 143 (2003), 685-692.
- UNSON, M. D. und D. J. FAULKNER. „Cyanobacterial symbiont biosynthesis of chlorinated metabolites from *Dysidea herbacea* (Porifera)“, *Experientia* 49 (1993), 349-353
- WEINHEIMER, A. J. und R. SPRAGGINS. „The occurrence of two new prostaglandin derivatives (15-epi-PGA₂ and its acetate, methyl ester) in the gorgonian *Plexaura homomalla*. Chemistry of coelenterates. XV.“, *Tetrahedron Letters* 15 (1969), 5185-5188.
- WEISS, B., R. EBEL, M. ELBRÄCHTER, M. KIRCHNER und P. PROKSCH. „Defense metabolites from the marine sponge *Verongia aerophoba*“, *Biochemical Systematics and Ecology* 24 (1996), 1-12.

Bernd Witte (Dekan)

Herzstück der Reform: Die neuen Studiengänge der Philosophischen Fakultät

Die Philosophische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität ist eine der größten geistes- und gesellschaftswissenschaftlichen Fakultäten in Nordrhein-Westfalen. 1965 gegründet, umfasst sie eine Vielzahl an Fächern in zusammen 14 Instituten, die in ihrer Zusammensetzung recht heterogen sind. Nach den 1970er Jahren, der Bildungsexpansion und der Aufnahme eines Teils der Pädagogischen Hochschule Rheinland, Abteilung Neuss, war der Ausbau der Fakultät in den 80er Jahren abgeschlossen. Zugleich begannen die Schwierigkeiten mit der Etablierung der Fächer und der Konsolidierung der Fakultätsstruktur. Auch bedingt durch den Abbau von Stellen zu Gunsten anderer Fakultäten, stagnieren seit dieser Zeit die Personalstellen bei stetig steigenden Studierendenzahlen.

Trotz dieser Schwierigkeiten sind seit den 90er Jahren wichtige Reformvorhaben realisiert worden. Dazu zählen die Schaffung eines Lehrstuhls für Medienwissenschaften, die Einrichtung des Diplomstudienganges Literaturübersetzen, an dem sich die Germanistik, die Romanistik und Anglistik beteiligen, und die Öffnung der geisteswissenschaftlichen Fächer hin zur Kulturwissenschaft. Diese Öffnung ist auch eine Reaktion auf allgemein gesellschaftliche Entwicklungen, auf Technologisierung und Globalisierung, und sucht, neben der internationalen Perspektive die lokale Zusammenarbeit mit den Medien und Künsten der Landeshauptstadt Düsseldorf zu verwirklichen.

Disziplinen wie Modernes Japan, Informationswissenschaft, Kunstgeschichte und Computerlinguistik sind Ergebnis des fakultätsinternen Umbaus. Interdisziplinäre Projekte und Forschungsvorhaben, wie sie u. a. im Forschungsinstitut für Mittelalter und Renaissance (FIMUR) gebündelt sind, geben der Fakultät neue Impulse und sind auch an ihrer Reform wesentlich beteiligt.

„Vergleichbare institutionelle Beharrungsfähigkeiten“, wie sie die Universität aufweist, „gibt es in anderen Funktionssystemen – außer im kirchlichen Bereich – kaum“¹. Beharrlichkeit und Veränderung zeichnen die moderne Universität aus, die in der Weltgesellschaft bestehen will. Der Versuch, die Errungenschaften der Tradition mit der notwendigen Modernisierung der Fakultät zusammenzubringen, hat dazu geführt, dass nach der Studienreform den verschiedenen Fächern und Instituten eine funktionale Substruktur unterlegt ist, die in Zukunft das gemeinsame Arbeits- und Verständigungsnetz ausmachen soll.

Die Strukturreform 2003

Nachdem 1996 der erste große Strukturplan der Philosophischen Fakultät erarbeitet wurde, liegt nun nach dem Papier „Philosophische Fakultät, Struktur und Profil in Forschung und Lehre“ aus dem Sommer 1999 der dritte Strukturplan vor.² Die Fakultät wird weiter

¹ Stichweh (2001: 346 f.).

² Vgl. Borsò (2002).

reformiert und nach dem Ideal interdisziplinärer Forschung organisiert. Vier grundlegende Orientierungen machen die gemeinsame Struktur aus:

- Grundlagenwissenschaften,
- Kulturwissenschaften und Philologien,
- Geschichtswissenschaften und
- Gesellschaftswissenschaften.

Das neu gegründete Forum der Forschungszentren (FFZ) führt die Disziplinen zusammen und entwickelt neue Schwerpunkte. Neben dieser kulturwissenschaftlichen Neuorientierung in der Struktur der Fakultät musste zugleich die Einstellung der Lehramtsstudiengänge sowie die Abgabe zahlreicher Stellen kompensiert und die Einrichtung gestufter Studiengänge auf den Weg gebracht werden.

Die Studienstrukturreform reagiert auf Vorgaben der Politik, etwa auf die Internationalisierung der Bildung, die in der Diskussion um den Handel mit Dienstleistungen im Rahmen des Allgemeinen Dienstleistungsabkommens GATS (General Agreement on Trades in Services)³ geführt wird. Unter dem Dach der Welthandelsorganisation (WTO) entwickelt, wird durch das Abkommen der internationale Handel mit Dienstleistungen liberalisiert. Für den Bildungssektor in Deutschland heißt dies, dass das Bildungssystem nach den Regeln des ‚freien‘ Marktes organisiert werden soll und Bildung demnach kein ‚höheres Gut‘ darstellt, sondern nach ökonomischen Gesichtspunkten bewertet wird. Durch die Internationalisierung der universitären Ausbildung mit ihren Vorteilen der Vergleichbarkeit der Studienleistungen, der Verbesserung des Studienaustausches, der Denationalisierung des Wissens usw. droht jedoch eine ganz und gar unerwünschte Ökonomisierung des akademischen Lebens. So erstrebenswert die Orientierung am Arbeitsmarkt ist – dass die „Employability“⁴ einzig und allein im Vordergrund stehen soll, kann nicht das Ziel einer universitären Ausbildung sein, die unter ‚Praxisorientierung‘ auch so etwas wie produktive Gesellschaftskritik versteht. Der Studierende soll nicht allein als Faktor von Wachstum und Fortschritt, sondern auch als Multiplikator der Demokratie und des guten Zusammenlebens verstanden und ausgebildet werden. Internationalisierung, Globalisierung und Flexibilisierung sind nicht nur Schlagwörter der Ökonomie, sondern können auch – positiv gewendet – Verstärker des sozialen Miteinanders sein. Die verstärkte Praxisorientierung der Studiengänge ist deshalb Ausdruck der erweiterten gesellschaftlichen Ausrichtung der Universitäten. Bildung muss ein öffentliches Gut bleiben und so vielen wie möglich zugänglich sein. Dass dies die internationale Politik (auch wieder) verstanden hat, zeigte die Konferenz der europäischen Wissenschaftsminister in Prag im Jahr 2001, auf der die Minister erklärten:

They [die Minister; Anm. d. Verf.] supported the ideas that higher education should be considered a public good and is and will remain a public responsibility (regulations etc.) and that students are full members of the higher education community. [...] Lifelong learning is an essential element of the European Higher Education Area. In the future Europe, built upon a knowledge-based society and economy,

³ Siehe World Trade Organisation (2003).

⁴ Siehe dazu: Heuser (2003).

lifelong learning strategies are necessary to face the challenges of competitiveness and the use of new technologies and to improve social cohesion, equal opportunities and the quality of life. (Europäische Kommission 2001)

Neben den speziell politisch motivierten Reformelementen versucht die Fakultät, durch die Reorganisation des Studienablaufs eine Verringerung der Studienabbrecherzahlen und eine Verkürzung der Studienzeiten zu erreichen. Durch bessere Beratung, Aufzeigen von Berufsperspektiven und nicht zuletzt durch Einführung des Bachelor (B. A.) sollen möglichst viele Studierende die Universität mit einem berufsqualifizierenden und qualitativ hochwertigen Abschluss verlassen können.⁵

Gestufte Studiengänge

Die Stufung der Studiengänge steht im Zentrum der Neustrukturierung der Philosophischen Fakultät. Sie wird kombiniert mit der Modularisierung des Fächerangebotes, einer Neuorganisation der studienbegleitenden Prüfungen, der Vergabe von *credit points* und der Akkreditierung der neuen Studiengänge. Dieses neue Studienprofil stärkt die interdisziplinäre Ausrichtung der Philosophischen Fakultät und lässt in Teilen die horizontale Gliederung der Fächer, im 19. Jahrhundert herausgebildet, hinter sich.

Mit Ausnahme des Diplomstudiengangs „Literaturübersetzen“ werden alle Magisterstudiengänge auf das Bachelor-/Mastermodell umgestellt. Durch diese Umstellung beteiligt sich die Philosophische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität an der Schaffung eines europäischen Hochschul- und Forschungsraums.⁶ 749 Bachelor- und 886 Masterstudiengänge sind zurzeit an den deutschen Universitäten und Fachhochschulen eingerichtet. Das entspricht in etwa 15 Prozent des Studienangebots an deutschen Hochschulen.⁷

Die Fächer, Abteilungen und Institute der Philosophischen Fakultät unterteilen sich in folgende Fächergruppen:

1. **Grundlagenwissenschaften:** Philosophie, Sprach- und Informationswissenschaft (Allgemeine Sprachwissenschaft, Computerlinguistik und Informationswissenschaft)
2. **Kulturwissenschaften und Philologien:** Anglistik/Amerikanistik, Germanistik, Klassische Philologie (Gräzistik und Latinistik), Romanistik (Französisch, Spanisch, Italienisch und Portugiesisch), Kulturwissenschaft und Medien.
3. **Geschichtswissenschaften:** (Geschichte: Antike, Mittelalter, Neuzeit, Landesgeschichte Nordrhein-Westfalen, Osteuropäische Geschichte und Wirtschaftsgeschichte), Institut für Kultur und Geschichte der Deutschen im östlichen Europa, Kunstgeschichte, Jüdische Studien (Jiddistik und Judaistik).

⁵ Zu den Bemühungen der Bundesregierung zu diesem Thema siehe aus aktuellem Anlass die Agenda 2010, Regierungserklärung durch Gerhard Schröder am 14. März 2003 vor dem Deutschen Bundestag. Darin werden u. a. folgende Ziele für einen ‚Pakt für die Hochschulen‘ formuliert: „Senkung der Abbrecherquote und Verkürzung der Studienzeiten durch umfassende Verbesserungen der Studienbedingungen, ein schlüssiges System der Nachwuchsförderung, die weitere Institutionalisierung der Hochschulen, die Stärkung der Hochschulautonomie und der Profilbildung. Weiterhin soll beruflich Qualifizierten ein Hochschulzugang ermöglicht werden, wobei einschlägige Qualifikationen auf Studienleistungen angerechnet werden.“ <http://www.bundesregierung.de/Themen-A-Z-/Agenda-2010-,9765/Bildung-und-Forschung.htm> (23.4.03).

⁶ Zum Projekt eines europäischen Hochschul- und Forschungsraums vgl. Landfried (2003).

⁷ Siehe <http://www.hochschulkompass.de> (29.10.2003).

4. **Gesellschaftswissenschaften:** Sozialwissenschaften (Soziologie, Politikwissenschaft und Medienwissenschaft), Erziehungswissenschaft, Modernes Japan, Sportwissenschaft.

Dem Bachelorstudium liegt ein duales Modell aus integrierten, d. h. interdisziplinär ausgerichteten Studiengängen und Kernfach-, d. h. disziplinären Studiengängen zu Grunde. Es soll zwei Aufgaben erfüllen: den Studierenden einen berufsqualifizierenden Abschluss ermöglichen und zugleich wissenschaftliches Studium bleiben. Neben der Förderung analytischer Kompetenzen steht deshalb die Vermittlung der neuesten wissenschaftlichen Forschung im Vordergrund.

In der Praxis wird sich erweisen, inwieweit sich diese beiden Ansprüche wirklich harmonisieren lassen. Zumindest hat der Erfolg der Sprach- und Literaturwissenschaftler auf dem Arbeitsmarkt während der 1990er Jahre und davor gezeigt, dass sich die Erweiterung des Studienangebotes um so genannte 'Schlüsselqualifikationen', z. B. 'Mündlichkeit' und 'Schriftlichkeit', mit einem wissenschaftlichen Studium verträglich ist. Für den Bachelorstudiengang muss das noch bewiesen werden. Die Modularisierung soll dafür sorgen, dass die Lernstoffe in aufeinander aufbauenden Veranstaltungen konzipiert und erweitert werden; Praktika, Exkursionen usw. werden in das Studium mit einbezogen. Gerade hier soll die Zusammenarbeit mit den Kultureinrichtungen und Unternehmen in Düsseldorf und Umgebung ausgebaut werden.

Allen Bachelorstudiengängen wird mindestens ein Masterstudiengang entsprechen, der auch auf verschiedene Bachelorstudiengänge aufbauen kann. Das Masterstudium entspricht in seinem Aufbau dem Bachelorstudium. Es ist interdisziplinär ausgerichtet, modularisiert und hat die Vertiefung bzw. Spezialisierung eines Bachelorkernfachs zum Ziel. Das selbständige Forschen und Lernen ist darin ein wichtiger Bestandteil.

Die Reform der Studiengänge bezieht auch das Promotionsstudium mit ein. Graduierte sollen mehr in das Lehrangebot einbezogen werden. Neben Lehrveranstaltungen zählen auch die Hilfe bei der Organisation der Arbeit, die Verbesserung der Kommunikation unter den Promovierenden und die Einrichtung von Graduiertenkollegs dazu. Das Graduiertenkolleg „Europäische Geschichtsdarstellungen“ ist Beispiel für ein gelungenes Projekt dieser Art.

Bedauerlicherweise macht die Reform der Studiengänge eine Zulassungsbeschränkung zum Studium notwendig. Gerade an der Philosophischen Fakultät, an der das derzeitige Betreuungsverhältnis bei 244 Studierenden pro Professor liegt, lässt sich angesichts des allgemein postulierten Sparzwanges die Einführung eines Numerus clausus bedauerlicherweise nicht verhindern.

Das Beispiel: Bachelorstudiengang „Sozialwissenschaften“

Der Bachelorstudiengang „Sozialwissenschaften“ beweist, wie erfolgreich eine Studienreform sein kann. Der zum Wintersemester 1999/2000 eingeführte integrierte Studiengang der Fächer Soziologie, Politikwissenschaft und Medienwissenschaften ermöglicht sowohl eine umfassend angelegte akademische Grundausbildung als auch die Orientierung an der Praxis. Im Mittelpunkt des Studiums steht der Erwerb von Schlüsselqualifikationen und die Methodenpraxis, erweitert um ein dreimonatiges Pflichtpraktikum und einen regelmäßigen Austausch mit Anbietern auf dem Arbeitsmarkt unter Beibehaltung unverzichtbarer

Eckpfeiler der einzelnen Studienfächer, von denen nicht ohne Schaden abgewichen werden kann. Die wie bisher transparent und leistungsorientiert geführte Modularisierung des Curriculums, kontinuierliche Effizienzkontrollen, studienbegleitende Prüfungen und nicht zuletzt die Intensität der Zusammenarbeit unter Studierenden und Lehrenden führten bisher dazu, dass der Studiengang sein Ziel, den Studierenden eine international kompatible, interdisziplinär ausgerichtete und berufsqualifizierende Ausbildung zu bieten, erreicht hat. Der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft hat diesen Erfolg bestätigt. Er hat dem Bachelor- und Masterstudiengang Sozialwissenschaften in einem bundesweiten Wettbewerb als einem der besten Reformstudiengänge in Deutschland einen hoch dotierten Förderpreis verliehen, eine dreijährige Förderung mit jeweils 100.000 €. In der Begründung der Jury des Stifterverbandes heißt es:

Der Bachelor- und Masterstudiengang Sozialwissenschaften beweist, dass man auch eine traditionsreiche und große Universität in Bewegung bringen kann. Hier ist es vorbildlich gelungen, die Studieninhalte in den Fächern Soziologie, Politikwissenschaften und Medienwissenschaft neu zu strukturieren und damit auf den Reformprozess der gesamten Universität auszustrahlen.⁸

Ganz besonders honoriert werden der Modellcharakter des Studiengangs und seine exzellente Abschlussquote. So haben von 136 eingeschriebenen Studierenden der ersten Kohorte 102 ihren Abschluss innerhalb der Regelstudienzeit von sechs Semestern erreicht. Das entspricht einer Quote von 75 Prozent. In Reaktion auf die Auszeichnung hat auch die nordrhein-westfälische Wissenschaftsministerin Hannelore Kraft ausdrücklich die vorbildliche Arbeit des Bachelorstudiengangs „Sozialwissenschaften“ gelobt. Sie schreibt dem Studiengang Modellcharakter zu und folgert, dass „die Bachelor- und Masterstudiengänge“ ein „Modell der Zukunft sind. [...] Das ist ein grandioser Studienreformerfolg, den der Stifterverband als ‘Düsseldorfer Modell’ bundesweit als Maßstab empfiehlt.“⁹

Auswirkungen der Strukturentscheidungen

Über das Angebot der Fächer hinaus gilt die Konzentration der Fakultät der Weiterbildung. Neben den bisher von der Universität angebotenen und getragenen Sprachkursen werden Kooperationen mit Einrichtungen der Weiterbildung außerhalb des Hochschulbereichs angestrebt. Ein Beispiel dafür ist die Kooperation mit dem Institut für Internationale Kommunikation (IIK). Durch die Zusammenarbeit werden Austausch, Weiterbildungs- und Kooperationsprogramme (u. a. die Internationale Sommeruniversität) gefördert bzw. überhaupt erst ermöglicht. Ein vergrößertes Weiterbildungsangebot ist zudem notwendig im Hinblick auf die Internationalisierung des Studiums bzw. die berufspraktische Ausrichtung. Sprachangebote sollen den Studierenden ermöglichen, im Ausland zu studieren, bzw. die Universität für motivierte ausländische Studierende weiter zu öffnen.

Nach der Rechtsverordnung vom Mai 2001 durch das Ministerium wird die Lehrerbildung an der Philosophischen Fakultät eingestellt. Erstmals sind ab dem Wintersemester 2002/2003 keine neuen Lehramtsstudierenden mehr zugelassen. Weil aber Fragen der Weiterbildung, der Vermittlung und empirischen Fundierung von Bildungs- und

⁸ http://www.stifterverband.de/pdf/Statement_Fischer_070703.pdf (29.10.2003), Seite 3. Essen 2003.

⁹ Aus einer Presseerklärung des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen (7.7.2003), Seite 1.

Lernprozessen weiterhin interessant sind und in der Entwicklung der Wissensgesellschaft immer wichtiger werden, bleibt die Erziehungswissenschaft der Fakultät als ein integrales Basisfach erhalten. Darüber hinaus wird es einen Masterstudiengang „Weiterbildung und Bildungsmanagement“ geben.

Das Institut für Sportwissenschaft, das ausschließlich im Lehramtsstudiengang angesiedelt war, wird seinen Studienbetrieb zum Jahr 2008 einstellen.

Die Medienwissenschaft wird ausgebaut. Neben der Erweiterung des Lehrpersonals ist ein wichtiger Aspekt die verbesserte Zusammenarbeit der medienwissenschaftlichen Studiengänge untereinander: sozialwissenschaftliche Medienwissenschaft sowie Kulturwissenschaft und Medien. Das ‚Zweisäulenmodell‘ der Medienwissenschaften sieht neben einem *sozialwissenschaftlich* auch einen *kulturwissenschaftlich* ausgerichteten Bachelorstudiengang vor. Beim Aufbau eines Masterstudiengangs „Medienwissenschaft“ kooperieren die beiden Studiengänge und ermöglichen einen einheitlichen Abschluss als „M. A. Medienwissenschaften“.

Sehr erfreulich für die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gestaltet sich die Verlagerung des Faches Jüdische Studien von der Mercator-Universität Duisburg nach Düsseldorf. Gemeinsam mit der Abteilung für Jiddische Kultur, Sprache und Literatur bildet es das Institut für Jüdische Studien. Damit ist in Düsseldorf ein bedeutender Standort für jüdische Lehre und Forschung entstanden, der durch die Kombination mit der Jiddistik für Deutschland einzigartig ist.

Forschung an der Philosophischen Fakultät

Die interdisziplinäre Kooperation in der Forschung über die Fachgrenzen hinweg ist an der Philosophischen Fakultät gewährleistet. So basiert der Sonderforschungsbereich 282 „Theorie des Lexikons“ auf den Arbeitsfeldern Sprache und Kognition unter Berücksichtigung z. B. neurolinguistischer Methoden. Ebenso interdisziplinär gelungen ist die Arbeit des FIMUR, das analog zu anderen Projekten in der Germanistik, Romanistik bzw. Historik den Fokus auf Europa hat. Zum Teil vernetzt sind diese Projekte in und durch die Forschungszentren, die institutionell in folgenden Einrichtungen realisiert sind:

- Zentrum für Europastudien (Ost-West-Verbund),
- Zentrum für Amerika- und Ostasienstudien,
- Zentrum für kulturwissenschaftliche Grundlagenforschung,
- Zentrum zur Erforschung des gesellschaftlichen und politischen Wandels,
- Zentrum für Kommunikation, Medien, Sprache und Information sowie
- Zentrum für Fort- und Weiterbildung.

Das Graduiertenkolleg 807 „Europäische Geschichtsdarstellungen“ ist im Zentrum für Europastudien (Ost-West-Verbund) angesiedelt. Gefördert wird dieses Projekt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Insgesamt zwölf Lehrstühle aus zusammen zehn Fächern des Historischen Instituts und der Philologien sind an der Durchführung beteiligt.

Die Perspektive aller Forschungen ist im Allgemeinen interkulturell bzw. transnational. Das gilt im Besonderen für die Arbeiten, die den europäischen Raum überschreiten.

Aus der interdisziplinären Arbeit der Fakultät heraus und ihrer institutionellen Vernetzung in den Forschungszentren werden auch die neuen Studiengänge konzipiert. So ist der Studiengang „Kulturwissenschaft und Medien“ unter anderem ein Ergebnis dieser Zusammenarbeit. Gleiches gilt für den in der Entwicklung stehenden Studiengang „Kulturhistorische Europa-Studien“.

Auch über die Philosophische Fakultät hinaus gibt es eine Zusammenarbeit mit der Medizinischen, der Wirtschaftswissenschaftlichen, der Juristischen und der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät. So wurde das Institut für Deutsches und Europäisches Parteienrecht und Parteienforschung gemeinsam mit der Juristischen Fakultät gegründet.

Die genannten Beispiele zeigen, dass die Internationalisierung des Studiums Bildungsziele verfolgt, die durchaus in der Tradition Wilhelm von Humboldts stehen¹⁰ und gerade deshalb eine geeignete Zusammenführung des universitären mit dem gesellschaftlich-globalisierten Diskurs darstellen.¹¹

Auf dem Weg zur Problemlösung

Die Reform des Studiums führt zu einer weiteren Belastung des Lehrpersonals. Ohnehin ist schon allzu lange das zahlenmäßige Betreuungsverhältnis zwischen Lehrenden und Lernenden, von dem bereits die Rede war, äußerst ungünstig. Das Einführen von Beteiligungsnachweisen in jeder Veranstaltung, das Erhöhen des Prüfungstaktes, die Arbeit mit dem *European Credit Transfer System* (ECTS) und die Evaluierung der Lehre, die durch die Hochschule durchgeführt werden soll: All das erzwingt Zulassungsbeschränkungen, deren Folge eine wohl dramatische Reduzierung der Studierendenzahlen sein wird.

Wie gut ein reformierter Studiengang sein kann, zeigt der Bachelorstudiengang „Sozialwissenschaften“. Er zeigt aber auch, dass die Akkreditierung von Studiengängen enorme Kosten verursacht, die durch die Fakultät so nicht getragen werden können. Nur unter starker Reduzierung der für Forschung und Lehre zur Verfügung stehenden Mittel wäre die vollständige Akkreditierung aller geplanten Bachelor- und Masterstudiengänge der Fakultät möglich.

Statt nun weiter die Mittel zu kürzen, muss diese neue Bildungsreform – will sie denn halten, was sie verspricht – weitere Stellen erwirken und im Besonderen weitere besoldete Aufträge an außeruniversitäre Lehrkräfte vergeben, die durch ihre Erfahrung den erweiterten Praxisbezug der universitären Ausbildung mit ermöglichen. D. h., dass nicht nur die Kooperation unter den Fächern und Fakultäten ausgeweitet, sondern auch die Beziehungen zu den künftigen Arbeitgebern in gegenseitig befruchtender Kooperation gestaltet werden müssen. Das Studium ist in, für und mit den gesellschaftlichen Gruppen und Teilsystemen zu führen.

Die notwendige Entlastung des Lehrpersonals durch die Einführung eines strikten Numerus clausus würde zu einer Ausgrenzung vieler Schülerinnen und Schüler führen und die im Verhältnis zu anderen europäischen Ländern geringe Zahl an Studierenden noch einmal sinken lassen. Damit hätte die Reform der Universitäten den Mangel an Hochschulabsolventen zur Folge. Die ungleichen Zugangschancen zu Bildungseinrichtungen,

¹⁰ Siehe Ash (1999) sowie Welbers (2001).

¹¹ Auf den Punkt bringt es sein Bruder Alexander von Humboldt: „Die gefährlichste Weltanschauung ist die Weltanschauung der Leute, die die Welt nie angeschaut haben“.

aufgeführt und kritisiert in den OECD- und PISA-Studien, würden sich dann nur vergrößern.¹²

Die Öffnung der Universität hin zu einem europäischen Forschungsraum, die Internationalisierung und Straffung der Studiengänge, die Evaluierung und Akkreditierung bringen eine Verschulung der Studiengänge mit sich. Dennoch muss es oberstes Ziel jeder Studienreform bleiben, das zu erhalten, was bisher die ideale Qualität jedes Seminars ausgemacht hat: das gleich gesinnte Gespräch zwischen Lehrenden und Lernenden.

Bibliographie

- ASH, Mitchell G. *Mythos Humboldt. Vergangenheit und Zukunft der deutschen Universitäten*. Wien u. a. 1999.
- BORSÒ, Vittoria. „Wohin steuert die Philosophische Fakultät?“, in: KAISER, Gert (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2001*. Düsseldorf 2002, 223-236.
- BAUMERT, Jürgen (Hrsg.). *PISA 2000 – Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen 2001.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (Hrsg.). *Towards the European Higher Education Area. Communiqué of the meeting of European Ministers in charge of Higher Education in Prague on May 19th 2001*. Prag 2001. <http://europa.eu.int/comm/education/prague.pdf> (29.10.2003)
- HEUSER, Wolfgang (Hrsg.). „Von Bologna nach Berlin. Eine Vision gewinnt Kontur“, *Beilage zur Deutschen Universitätszeitung – das unabhängige Hochschulmagazin*. Juli 2003.
- LANDFRIED, Klaus. „Auf dem Weg zum Europäischen Hochschulraum“, in: HEUSER (2003), 5.
- PRESSE- UND INFORMATIONSAMT DER BUNDESREGIERUNG (Hrsg.). *Agenda 2010*. Berlin 2003. <http://www.bundesregierung.de/Themen-A-Z-/Agenda-2010-,9765/Bildung-und-Forschung.htm> (23.4.2003)
- STICHWEH, Rudolf. „Die moderne Universität in einer globalen Gesellschaft“, in: Erhard STÖLTING und Uwe SCHIMANK (Hrsg.). *Die Krise der Universitäten*. Wiesbaden 2001, 346-358.
- WELBERS, Ulrich (Hrsg.). *Studienreform mit Bachelor und Master. Gestufte Lehrgänge im Blick des Lebens und Lernens an Hochschulen. Modelle für die Geistes- und Sozialwissenschaften*. Neuwied 2001.
- WORLD TRADE ORGANISATION (Hrsg.). *General Agreement on Trade in Services (GATS)*. Lausanne 2003. http://www.wto.org/english/tratop_e/serv_e/serv_e.htm (29.10.2003)

¹² Siehe Baumert (2001).

Hein Hoebink

Europäische Identität aus historischer Sicht

Wenn man die niederländische Abteilung des Kunsthistorischen Museums in Wien besucht, wird das Auge schnell auf ein großartiges Gemälde des Antwerpener Malers Peter Paul Rubens fallen, der sich in verschiedenen europäischen Staaten gut umgesehen hat.

Das Bild zeigt die vier zu Beginn des 17. Jahrhunderts bekannten Weltteile: Europa und Asien, Afrika und Amerika.

Die Weltteile werden jeweils durch Frauen repräsentiert, begleitet von kräftigen Männern. Sie verkörpern das lebensbejahende Element dieser Kontinente, das Wasser, das die Erdteile durchströmt und in einem zumindest erheblichen Umfang in den wichtigsten Flüssen dieser Kontinente, in der Donau und im Ganges, im Nil und im Amazonas oder auch, nach anderer Deutung, im Rio de la Plata zusammenfließt, bevor es in den Ozean gespült wird.

Rubens stellt in seiner Darstellung ganz offensichtlich in erster Linie auf die natürlichen Kräfte ab und macht sie in Abkehr von der überkommenen Ikonographie zu den herausragenden Kennzeichen seiner Europa und Asia, seiner Afrika und seiner noch vergleichsweise jungen, „träumerisch-erstaunt aufblickenden“¹ Amerika. Alle Figuren sind deshalb nackt gemalt worden. Die Identität der Weltteile ergibt sich für Rubens aus den jeweiligen Quellen der Natur, zu deren Entfaltung und Nutzung die unterschiedlichen menschlichen Erfindungen, wenn man will: die unterschiedlichen Kulturen, kreiert wurden. So sieht Rubens eigens auch die europäische Schifffahrt im Dienst der Natur.²

Ohne Frage würde es sich lohnen, nach der natürlichen Identität Europas zu fragen und sie von den natürlichen Eigenheiten anderer Kontinente abzusetzen. Gleichwohl soll dieser Weg an dieser Stelle links liegen gelassen werden, um einem anderen zu folgen, der zu Aufschlüssen über die kulturelle Identität Europas zu führen verspricht. Die ins Auge gefasste Wegstrecke soll mit einer Erinnerung an die eigene Schulzeit beginnen. In ihr wurde Europa nicht als ein Synonym für Frieden vorgestellt, als das es heute, nach einer mehr als 50 Jahre währenden Zeit ohne kriegerische Kampfhandlungen, vorderhand erscheinen mag. Vielmehr war die Rede vom Perserkrieg (5. Jahrhundert v. Chr.) und vom Peloponnesischen Krieg (431-404 v. Chr.), von den Punischen Kriegen (264-241, 218-201, 149-146 v. Chr.) und vom Kampf Roms gegen die Kimbern und Teutonen (102 u. 101 v. Chr.), vom Gallischen Krieg eines Julius Cäsar (58-51 v. Chr.), von der Völkerwanderungszeit und einer (kriegerischen) Christianisierung unter dem heute gern als Europäer gefeierten Karl dem Großen, von den Eroberungen der Normannen und dem Investiturstreit, von Kreuzzügen, dem Hundertjährigen Krieg zwischen Frankreich und England im 14. und 15. Jahrhundert (1337-1453), vom Achtzigjährigen Krieg niederländischer Provinzen gegen die Spanier (1568-1648), von den Bauern- und den Hugenottenkriegen des 16. Jahrhunderts, dem Dreißigjährigen Krieg und den Erbfolgekriegen des 17. und 18. Jahrhunderts, von den Napoleonischen Kriegen (1792-1807, 1808-1812) und dem Krimkrieg (1853-1856), von

¹ Baudouin (1989: 146f.).

² Vgl. Baudouin (1989: 146f.).

den Balkankriegen des 20. Jahrhunderts sowie, *last but not least*, vom Ersten und Zweiten Weltkrieg.

Sind damit Zeichen einer europäischen Identität gesetzt, die Europa als jenen „dunklen Kontinent“ erscheinen lassen, von dem Mark Mazower, allerdings ausschließlich bezogen auf das 20. Jahrhundert, spricht³ und zu dessen Charakteristika jahrhundertlang ein gnadenloses Blutvergießen und ein großes menschliches Elend gehörte, obwohl es immer auch Friedenssehnsucht und Verständigungsbereitschaft gab?⁴ Kann also einem Bürger der außereuropäischen Welt, einem Marokkaner, Japaner, Bolivianer oder Neuseeländer etwa, der den geographisch nur schwer zu umreißenen Erdteil Europa in seinen markanten Grundzügen näher kennen lernen möchte,⁵ das *Gemeinsame* Europas anders geschildert werden als dadurch, dass auf die mehr oder weniger langen, mehr oder weniger grausamen Gemetzel verwiesen wird, die an unterschiedlichen Plätzen, zu Wasser, zu Lande und seit einiger Zeit auch in der Luft, geführt wurden?

Solch düstere Aussicht, durch einen Blick in die europäische Geschichte unverrückbar eröffnet, wird nicht milder dadurch, dass zur europäischen Identität auch religiöse, politische und rassische Verfolgung ebenso gehören wie Folter, Hexenverbrennung oder Massenvernichtungen, Unterdrückung und Gewissenszwang, Herrschaftsanmaßung, Diktatur und Ausbeutung. „Wenn man mir sagt, dass Europa das Land des Rechts ist, so denke ich an Willkür“, schreibt der französische Historiker Jean-Baptiste Duroselle,

dass es das Land der Menschenwürde ist, so denke ich an Rassismus; dass es das Land der Vernunft ist, so denke ich an romantische Schwärmereien. Und Gerechtigkeit finde ich auch in Pennsylvania, Menschenwürde auch bei den arabischen Nationalisten, Vernunft überall in der Welt, wenn man davon ausgeht, dass, wie Descartes sagt, der gesunde Menschenverstand die am meisten verbreitete Sache der Welt sei. (Schulze 1994: 19)

Europäische Identität lässt sich als ein unverwechselbares Spezifikum der Universalgeschichte nicht leicht ausmachen und gegen die Eigenheiten anderer Kontinente absetzen, auch wenn der Politikwissenschaftler Werner Weidenfeld (2002: 18) zurecht daran erinnert, dass sich in Europa „auf kleinstem Raum“ eine „ungewöhnliche Vielfalt“ unterschiedlicher Eindrücke und Ausdrucksformen finden lässt, dass die „Befreiung aus der Befangenheit in magischem Denken“ hier bereits sehr früh, nämlich schon in der Hochzeit griechischer Philosophie (also etwa ab dem 5. Jahrhundert v. Chr.) einsetzte, dass seit dem 4. Jahrhundert n. Chr. Latein zur Liturgiesprache der Römischen Kirche wird, dass in Europa seit dem Mittelalter Universitäten der Wissensvermittlung dienen und dass für die Christen des europäischen Kontinentes das Gewissen eine zentrale Rolle spielt, vor dem sich auch das eigene, sinnorientierte, gläubige Handeln rechtfertigen muss, um in Gott gefälliger Weise am Heilsgeschehen teilzuhaben.

Über die von Weidenfeld unterbreiteten Feststellungen hinaus muss z. B. auch auf die mannigfachen Bemühungen verwiesen werden, Europa für alle überschaubaren Zeiten gegen Bedrohungen von außerhalb zu behaupten. Europa war zudem stets ein Kontinent „in Bewegung“⁶. „Mit der Erschließung Amerikas hatte sich Europa definitiv von einem

³ Vgl. Mazower (2002).

⁴ Vgl. die Hinweise und Belege z. B. bei Schöndube und Ruppert (1964).

⁵ Vgl. Kohl (1999).

⁶ Bade (2002); vgl. entsprechend den Titel seines hier angeführten Werks.

Einwanderungskontinent⁷ [...] in einen Auswanderungskontinent gewandelt“, schreibt Massimo Livi Bacci (1999: 219). Weiter heißt es in seiner Abhandlung:

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden der Einwanderung erneut Tür und Tor geöffnet, teils durch das Ende der Kolonialreiche, teils aufgrund der Nachfrage nach Arbeitskräften, die eine langsamer wachsende Bevölkerung nicht befriedigen konnte, welche zunehmend weniger bereit war, bestimmte Tätigkeiten auszuüben. (Bacci 1999: 219)

Mit Bezug auf eine Kennzeichnung europäischer Identität dürfen schließlich die territorialen Wechselbälge der in Europa verfassten Nationalgeschichten nicht vergessen werden, jene Räume eben, auf deren historische Zuordnung heute von verschiedenen – entgegen der Überzeugung mancher Europäer „noch nicht überflüssig“⁸ gewordenen – Nationalstaaten berechnete Ansprüche oder wenigstens Teilansprüche erhoben werden können, weil sich unter dem Gesichtspunkt von Sprache, Geschichte, Recht, Wirtschaft, Religion oder Politik Zugehörigkeiten zu verschiedenen nationalen Seiten feststellen lassen. Sie lassen sich quasi als Verdichtungsräume der europäischen Geschichte betrachten – mit unterschiedlicher Intensität freilich.

Erinnert sei nur an das Rheinland oder an Teile Preußens, an Tirol und Venetien, an Siebenbürgen und Bessarabien, die allesamt eine Vielfalt wechselnder Herrschaften erlebten.

Gegenwärtig wird nach europäischer Identität gefragt, weil in einer Zeit, in der die Begegnung mit dem Fremden zum Alltag geworden ist, mehr denn je Klarheit über das Eigene nötig erscheint – nicht zuletzt auch über europäische Staaten, über europäische Gesellschaften und über die Bürger, die in ihnen leben und arbeiten und kulturell sehr unterschiedlich geprägt sein können.

Man kann aus sachlichem Interesse fragen, zum Beispiel um zu erfahren, wie das Feld möglicher europäischer Gemeinsamkeit überhaupt abgesteckt werden soll, nachdem bei einem Blick in den Atlas deutlich wird, dass die Geographie unterschiedliche Antworten erlaubt und man nicht sicher sein kann, dass heutige Vorstellungen von den geographischen Ausmaßen Europas als historisch fix betrachtet werden dürfen.

Man kann die Frage nach der europäischen Identität aber auch deshalb aufwerfen, weil sie von Bürgerinnen und Bürgern anderer Kontinente nahegelegt wird. Diese werden wissen wollen, von wem und unter welchen Voraussetzungen ein Imperialismus veranstaltet wurde, der ihre Staaten zu Zulieferern fremden Wohlstands degradierte oder noch degradiert. Bezeichnenderweise lässt sich der nur beispielhaft zu erwähnenden Düsseldorfer Dissertation des aus Lakota, Elfenbeinküste, stammenden jungen Afrikaners Gbota Dabo der unmissverständliche Vorwurf entnehmen, Europa missbrauche seine wirtschaftliche Sonderstellung und gefährde die unabhängige wirtschaftliche Entwicklung in Afrika.⁹

Schließlich wird die Frage nach der europäischen Identität durch Krisensymptome angestoßen, die in der Öffentlichkeit Europa zugeschrieben werden – sei es, weil Europa im Wettbewerb mit den USA an wirtschaftlicher und im Übrigen offensichtlich auch an militärischer Kraft verloren hat, sei es, dass Europa sich im ideologischen Wettbewerb mit kommunistischen Großmächten wie der UdSSR oder China als bedroht ansah, sei es auch,

⁷ (mit den riesigen Einfallstoren der euroasiatischen Steppen und des Mittelmeers; Anm. d. Verf.)

⁸ Schulze (2002: 63).

⁹ Vgl. Dabo (2000).

dass Europa nach kriegerischen Auseinandersetzungen auf eigenem Boden um die eigene, historisch zugewachsene Rolle rang und ringt und sich politisch durch die Überwindung von Nationalismen zu behaupten suchte und sucht.

„Europa hat sich immer nur gegen etwas, nie für etwas zusammenschließen können“, resümiert Hagen Schulze (1994: 13) seine Betrachtungen zum Thema „europäische Identität“. Und der Autor verweist zur Stützung seiner Feststellung auf den britischen Historiker Geoffrey Barraclough, der in seinem Werk *European Union in Thought and Action* schon 1963 meinte:

Die auffälligste Schwäche der europäischen Idee ist, dass sie stark nur solange bleibt, wie die Bedrohung Europas stark bleibt; es ist nur eine befristete Einigkeit, die auf einer zeitweiligen oder auch nur vermuteten Gemeinsamkeit der Interessen beruht und schnell zerfällt, sobald der unmittelbare Zweck weniger dringend ist. (zitiert nach: Schulze 1994: 13f.)

Seit dem Ende des für den gesamten europäischen Erdteil verheerenden Zweiten Weltkrieges steht das Wort Europa für ein vielfach beschriebenes und jeweils speziell umrissenes Projekt,¹⁰ für ein Programm zur kontinentalen Zukunftsgestaltung, ein Programm mit visionären Elementen, das zugleich historische Traditionen umschließt, die sich für einen gemeinsamen, die nationalen, regionalen oder lokalen Grenzen überschreitenden Aufbau nutzen lassen. Deshalb enthält die europäische Identität reale und historisch greifbare Ingredienzien ebenso wie fiktive, die ein noch fernes, aber gleichwohl wünschbares Ziel anzusteuern helfen. Vor dem Hintergrund einer bedrohlichen, als Krise empfundenen Situation reflektiert die europäische Identität Gemeinsamkeiten, wie man sie sich wünscht und für die es historisch gute Gründe gibt.

Die europäische Identität ist in ihrem Kern dreipolig. Sie baut auf kulturellen, religiösen und politischen Gemeinsamkeiten der Vergangenheit auf, gründet voluntativ zugleich aber auch auf einem zur institutionellen Vergemeinschaftung führenden Pragmatismus¹¹ und orientiert sich an den auf Selbsterhalt und Stabilität abzielenden Zukunftserwartungen.¹² Gerade Letzteres kann erklären, warum die dunklen Seiten der – gemeinsamen – Vergangenheit nur allzu gern ausgeblendet werden, wenn und soweit sie zur Rechtfertigung des Programms von einer europäischen Identität nicht unbedingt erforderlich scheinen.

Unter den beschriebenen Voraussetzungen ist es konsequent, der europäischen Identität im Folgenden unter zwei entgegengesetzten Gesichtspunkten weiter nachzugehen: dem der Vergangenheit, auf der die europäische Identität in ihrer gegenwärtigen Aktualität gründet, und dem der Zukunft, zu deren Gestaltungsprinzipien die Anerkennung europäischer Identität nach dem Willen ihrer Verfechter gehören soll. Bevor nun allerdings, zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft wechselnd, die Aufmerksamkeit dem „kollektiven, imaginären Entwurf“¹³ Europas gilt, seien Bemerkungen zu dem Raum eingeschoben, auf den sich europäische Identität beziehen kann.

¹⁰ Vgl. z. B.: Landeszentrale für politische Bildung Nordrhein-Westfalen (1989), Deppe (1989), Dewandre (1994), Münch (²1995), Kowalsky (1997), Wolf (1997) und die Ausgaben der Zeitschrift *Projekt Europa* ab 1978.

¹¹ Vgl. Lübke (²1995: 40).

¹² Vgl. Weidenfeld (2002: 17).

¹³ Schulze und Paul (1994: 10).

Für die Phönizier war Europa das Land im Westen, in dem die Sonne untergeht, „erebu“, im Gegensatz zu „asu“, dem Land, in dem die Sonne aufgeht.¹⁴ Das phönizische Wort wurde von den Griechen übernommen. Sie bezeichneten mit Europa das Land jenseits des Nordens, das Land der Barbaren,¹⁵ darüber hinaus aber auch die Person, die sie – im Mythos von der Entführung der Europa durch einen zum Stier verwandelten Zeus – von Phönizien nach Kreta gebracht sahen. Später wurde das makedonische Großreich unter Philipp II. und Alexander dem Großen als Europa bezeichnet, das von der persischen Kultur grundverschieden war und politisch den Persern feindlich gegenüberstand.¹⁶

In dem auf Alexander den Großen folgenden Jahrhundert sollte Europa weitgehend aus dem Sprach- und Darstellungsgebrauch der Geographen verschwinden. Europa rückte angesichts der Verlagerung des wirtschaftlichen, kulturellen und politischen Entwicklungsschwerpunktes in den Mittelmeerraum an den Rand räumlicher Orientierung.¹⁷

Erst in der Spätantike trat Europa wieder in den Vordergrund, als nämlich der nördliche Rand des Mittelmeerraumes von den Hunnen und Goten durchzogen und der nördliche Teil des Römischen Reiches verheert wurde. In Europa vermischte sich die Zivilisation Roms mit den fremden Völkern aus dem Norden bzw. Skandinavien.¹⁸

Von Papst Gregor dem Großen ist eine verschobene Begriffsbestimmung von Europa überliefert. Für ihn war im 6. Jahrhundert Europa der christianisierte Teil des zerfallenden Römischen Reiches.¹⁹

Europa sollte in den folgenden Jahrhunderten ein Begriff für dasjenige Areal bleiben, auf das sich nicht zuletzt in Auseinandersetzung mit religiösen, politischen oder auch kulturellen Widersachern der eigene Herrschaftswille konzentrierte. Es waren, um nur ein Beispiel zu nennen, im 8. Jahrhundert eben die Europäer, „europenses“²⁰, die unter Karl Martell gegen vordringende Araber zu Felde zogen. Später waren es die Goldene Horde und die Ungarn, dann vor allem die Türken, die eine Gegenwehr Europas provozierten und eine Verteidigung der europäischen Zivilisation unabdingbar erscheinen ließen. Peter der Große war im 17. und 18. Jahrhundert von dieser Zivilisation so angetan, dass er westliche Technologien und Fertigkeiten sowie Handwerker und Sachverständige nach Russland holte,²¹ um so Europa bis an die Grenze seines gedachten Herrschaftsraumes ausdehnen zu können, also bis zu einer von der Karasee über das Uralgebiet und den Uralfluss zum Kaspischen Meer verlaufenden Linie.²²

Die Absichten Peters des Großen sind gescheitert. Im anderen Fall wäre Europa als Begriff möglicherweise untergegangen und durch eine im 18. Jahrhundert unter den Kartographen diskutierte Alternative, durch den Begriff „West-Asien“, ersetzt worden.²³

Rund 100 Jahre nach Peter dem Großen reklamierten sowohl der österreichische Haus-, Hof- und Staatskanzler Fürst von Metternich als auch der französische Kaiser Napoleon

¹⁴ Vgl. Korhonen (1997: 247).

¹⁵ Vgl. Schulze und Paul (1994: 10).

¹⁶ Vgl. Schulze und Paul (1994: 10).

¹⁷ Vgl. Schulze und Paul (1994: 10).

¹⁸ Vgl. Schulze und Paul (1994: 10).

¹⁹ Vgl. Schulze (1994: 11).

²⁰ Schmale (2001: 29).

²¹ Vgl. Korhonen (1997: 250).

²² Vgl. Korhonen (1997: 251).

²³ Vgl. Korhonen (1997: 251).

Europa für sich, geographisch eingegrenzt nach Maßgabe ihrer jeweiligen, mal antirevolutionären, mal revolutionären Herrschaftsansprüche. „Mein Vaterland ist Europa“²⁴, meinte Metternich, wohl in Anspielung auf die „Europa Regina“, als die das Habsburgerreich bereits im 16. Jahrhundert allegorisch dargestellt worden war.²⁵ Napoleon sah sich „gezwungen“, „Europa“ zu „bändigen“ und ihm „neue Ideen“ einzuimpfen, „die niemals vergehen werden“.²⁶

Weder von Metternichs noch Napoleons geographisches Europa sollten Bestand haben. „Seit den Tagen der Französischen Revolution und Napoleons“, so schreibt Hagen Schulze (1994: 12),

[. . .] kennen wir die Selbstzerfleischung Europas im Namen Europas, also den europäischen Bürgerkrieg.[. . .] Während der Erdteil in Nationalstaaten zerfiel, während der Nationalismus die Massen ergriff und die Völker in mörderischsten Kriege aller Zeiten stürzte, blieb Europa als Idee lebendig, neigte aber dazu, zur Parteiparole zu verkommen.

Für eine konsensfähige Klärung der Frage, welchen geographischen Raum Europa genau abdecke, war damit weniger denn je eine Basis geschaffen. Sollte im angebrochenen 19., dann im heraufgezogenen 20. Jahrhundert Russland, sollte England Europa zugeschlagen werden? Wie weit sollte Europa im Osten, wie weit im Westen, wie weit im Südosten reichen? Die unscharfe geographische Begrenzung Europas erleichterte es nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges, Europa *de facto* auf den Raum der westeuropäischen, nicht sozialistischen Staaten zu begrenzen. Europäische Identität bezog sich nunmehr nur auf denjenigen Teil des eurasischen Kontinentes, den man – in Verbundenheit mit den USA – auf Seiten der westeuropäischen Staaten und Gesellschaften für politisch salonfähig hielt, weil man ihm die Wertschätzung gemeinsamer kultureller und politischer Werte glaubte unterstellen zu dürfen. Andererseits waren damit alle Möglichkeiten einer erneuten Veränderung offen geblieben. Als sich der Eiserner Vorhang, der Europa mehr als 40 Jahre lang im 20. Jahrhundert durchzogen hatte, 1989 hob, konnte Europa auch geographisch neu definiert werden.

Es bleibt also festzuhalten: Der geographische Raum Europa ist an seinen Außengrenzen nicht exakt festgelegt und war im Laufe der Jahrhunderte zahlreichen Wandlungen unterworfen, die dem Wechsel der jeweiligen Gravitationspunkte folgten.

Die angesprochenen Wandlungen hängen auch damit zusammen, dass bis ins 15. Jahrhundert hinein die geographische Bezeichnung Europa noch nicht auf einem europäischen Bewusstsein fußte und somit einer gewissen Beliebigkeit nicht entbehrte. Erst die Eroberung Konstantinopels durch die Osmanen im Jahre 1453 und die in den folgenden Jahren anhaltende „Türkengefahr“²⁷ sowie die gegen Ende des 15. Jahrhunderts einsetzende, auf der Besegelung der Meere beruhende europäische Expansion brachte ein Gefühl von Zusammengehörigkeit hervor, das sich in der Vorstellung von Europa als einer „festen Größe“²⁸, als einer „Art kulturell-geographischer Persönlichkeit“²⁹ niederschlug.

²⁴ Zitiert nach: Schulze (1994: 11).

²⁵ Vgl. Schulze und Paul (1994: 51).

²⁶ Zitiert nach: Schulze und Paul (1994: 192).

²⁷ Schmale (2001: 139).

²⁸ Schmale (2001: 15).

²⁹ Schmale (2001: 18).

„Das Gefühl, ‚wir Europäer‘“, so erläutert der Historiker Wolfgang Schmale in seinem Buch *Geschichte Europas* (2001: 48), „entstand erst im Zuge der europäischen Expansion, als der Vergleich mit anderen Menschen in anderen, dazu noch bis dahin unbekanntem Kontinenten nicht zuletzt über Flugblattholzschnitte dem ‚gemeinen Mann‘ nahegebracht wurde“. Historisch gehörte zur Ende des 15. Jahrhunderts einsetzenden europäischen Geschichte die Bewahrung der antiken Philosophie ebenso wie die Achtung christlicher Lehren, eine nicht zuletzt von den Humanisten vorangetriebene, wachsende Bedeutung des Individuums, aber auch die Stadt mit ihren nach kapitalistischen Vorgaben operierenden Produktionsstätten und Märkten. Max Weber sah in der frühen Neuzeit einen „modernen, okzidentalen Rationalismus“³⁰ aufkeimen, der die kritische Auseinandersetzung auf allen Feldern des Lebens förderte und somit auch die Entfaltung der Naturwissenschaften begünstigte, die nach und nach an Leistungskraft gewannen. Zur europäischen Geschichte gehörte darüber hinaus, dass das Christentum die Sitten und Bräuche weiterhin entscheidend prägte und demgemäß das Verhalten der Gläubigen zueinander wie das Verhalten der gläubigen Christen zu den anderen Religionen beeinflusste. Juden und Christen konnten prinzipiell unbehelligt, aber gleichwohl nicht gleichberechtigt nebeneinander leben.³¹ Mancher Christ hoffte, dass ihm nunmehr die Rolle des Auserwählten zufalle, die vormals den Juden galt. Dabei mochte der ein oder andere dann unterstellen, dass sich an der Spitze einer christlich-calvinistisch geprägten „Republik der Vereinigten Niederlande“ ein neuer David jedem auftretenden Saul gegenüberstelle³² und dass mit den „Vereinigten Niederlanden“ ein neues Israel erwachse, das jedem Niederländer die Identifikation „mit Gottes alttestamentlichem Volk“ erlaube.³³

Zur europäischen Geschichte gehörte auch die politisch, sozial und vor allem theologisch begründete Reformation, die die Christen in Katholiken und Protestanten trennte und ein sichtbares Zeichen dafür war, dass man kritisch zu denken und zu prüfen gelernt hatte, wo zuvor nur der Glaube jegliches Wissen vorgegeben hatte.

Erwähnt sei auch die Rolle, die die Rechtsvereinheitlichung für die europäische Geschichte gespielt hat. „Es lässt sich eine Linie von der Ausweitung des römischen Bürgerrechts in der Antike bis zur gegenwärtigen Rechtsvereinheitlichung im Rahmen der EU und der EU-Erweiterung feststellen“, schreibt Schmale (2001: 196). Dem kanonischen wie dem römischen Recht wurde ein großes Gewicht zugewiesen, wenn auch zu beachten bleibt, dass die „Rezeption des römischen Rechts[. . .] nicht überall gleich tief“³⁴ reichte und mancherorts die gewachsenen Gewohnheitsrechte einen mindestens ebenbürtigen Rang erhielten.³⁵ In der frühen Neuzeit erhielt das überkommene Recht in Europa eine Neuordnung aus dem Naturrecht. Die Natur wurde zum Quell aller Ordnung, ganz so, wie es Peter Paul Rubens in seiner gemalten Darstellung der vier Weltteile wiedergegeben hatte. Auf der Linie dieser Entwicklung lag dann auch das Aufkommen von Menschenrechtsbestimmungen in Europa, wie sie die *Habeas Corpus Act* (1679) oder auch die *Bill of Rights* (1689) enthalten, später dann die Menschenrechtserklärung vom August 1789, die in die französische Verfassung von 1791 eingehen sollte.

³⁰ Zitiert nach: Schmale (2001: 151).

³¹ Vgl. Brugmans (1966: 17).

³² Vgl. Huiskamp (1994: 146-148).

³³ Vgl. Huiskamp (1994: 148).

³⁴ Schmale (2001: 197).

³⁵ Vgl. Schmale (2001: 198-201).

Das Ringen um erweiterte politische Teilhaberechte der Untertanen an der Herrschaftsausübung kennzeichnete in Europa das 19. Jahrhundert. In den modernen Nationalstaaten, die im 19. Jahrhundert in Europa errichtet wurden, ging es um mehr Freiheiten für die Bürger – unabhängig von ihrer sozialen Stellung, wie die einen meinten, und abhängig von der gegenwärtigen sozialen Stellung, wie die Liberalen glaubten. Zugleich ging es um die Ausformung demokratischer Grundstrukturen in den europäischen Verfassungen, vor allem um ein Wahlrecht für die relativ kleine Gruppe derer, die es in ihrem bürgerlichen Leben zu etwas gebracht hatten und ihre Leistungsfähigkeit durch Grundbesitz oder beachtliche finanzielle Abgaben unter Beweis zu stellen in der Lage waren.

Das Wahlrecht galt im 19. Jahrhundert in der Regel den Männern. Erst das 20. Jahrhundert sollte in einem nennenswerten Umfang die Demokratie für Frauen öffnen.

In der Zeit, in der „der Nationsgedanke das eigentliche geistig-politische Gravitationszentrum bildete“, geriet der Europagedanke „lange Zeit eher in [die] Defensive“.³⁶ Erst nach dem Ersten Weltkrieg setzte ein nennenswerter Europäismus ein, der sich noch im Zweiten Weltkrieg zur Entwicklung neuer Europaprogramme verdichten sollte.

Verfolgte und vom Faschismus oder Nationalsozialismus Unterdrückte vieler europäischer Länder, ganz besonders aber solche, die in der Schweiz Zuflucht gefunden hatten, nahmen die mannigfachen Europaideen der Vergangenheit wieder auf, um, ausgehend von der Prämisse einer europäischen Identität, eine neue Zukunft Europas zu entwerfen, in der die Nationalstaaten überwunden waren und letztlich eine europäische Gesellschaft und ein europäischer Staat friedensstiftend an ihre Stelle traten. Ein Kreis europäischer Widerstandskämpfer um Willem Visser't Hooft meinte im Jahre 1944:

Der Frieden in Europa stellt den Schlüssel zum Frieden in der Welt dar. Tatsächlich ist Europa im Zeitraum einer einzigen Generation das Auslösezentrum zweier Weltkriege geworden, wobei hierfür wesentlich maßgebend war, dass auf diesem Kontinent 30 souveräne Staaten existieren. Es ist unerlässlich, gegen die Anarchie anzugehen, indem eine föderale Union für die europäischen Völker geschaffen wird. (zitiert nach: Schulze und Paul 1994: 387).

Europa wurde hier, wie in vielen anderen Fällen, als ein politisches Programm für die Errichtung einer europäischen Föderation in Anspruch genommen. Politiker griffen die Vorstellungen der Widerstandskämpfer gleich nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges auf und schufen nach und nach Institutionen, die Europa vertraglich, gleichberechtigt und in gegenseitiger Achtung einen sollten. Sie sollten Zeugnis von einer neuen, *politisch untermauerten* europäischen Identität geben. Es sei an die Zürcher Rede Winston Churchills erinnert (19. September 1946), in der er für ein vereintes Europa unter französischer und deutscher Führung plädierte. Es sei die Einrichtung eines Europarates zur politischen Ausformung konkreter Europapläne hervorgehoben, und schließlich sei auch die in den 1950er Jahren vollzogene Gründung wirtschaftlicher Gemeinschaften in Westeuropa angeführt. Das alles beflügelte die Vorstellungen von einer europäischen Identität.

Kontrolle Deutschlands, Vermeidung hegemonialer Vormachtstellungen, Schutz vor äußeren Gefahren nach Maßgabe verabredeter Solidarität, Sicherheit und Friedenswahrung, wirtschaftlicher Wiederaufbau und wirtschaftlicher Wohlstand, vor allem aber Freiheit

³⁶ Schmale (2001: 18).

und Selbstbehauptung³⁷ wurden im Laufe der 50er Jahre des 20. Jahrhunderts, auch in Absetzung vom kommunistisch regierten Osteuropa, zu Schlüsselwörtern einer im Sinne Jean Monnets, des vielleicht umtriebigen Protagonisten der europäischen Integration, auf induktive Vergemeinschaftung hin ausgerichteten europäischen Identitätsperspektive. Erst später kamen dann die Verbrechensbekämpfung – vor allem die Drogen- und Terrorismusbekämpfung – sowie ein nachhaltiger Umweltschutz hinzu. Die Einhaltung von Menschenrechten, die Verurteilung von Todesstrafe und Folterungen, auch die Pflege des kulturellen Erbes und in diesem Zusammenhang die Würdigung „rechtlicher, politischer und geistiger Werte“³⁸ sowie die Achtung vor einer „gemeinsamen Lebensauffassung“³⁹ wurden zu weiteren, markanten Elementen des „europäischen Einigungswerkes“;⁴⁰ später natürlich auch der Euro, der vom 1. Januar 2002 an die zum 1. Januar 1999 eingeführte Europäische Währungsunion sichtbar macht.

In der Bevölkerung blieb das Bewusstsein für die europäische Identität durchaus bescheiden, obwohl die Europapolitiken der Nachkriegszeit erfolgreich und zielstrebig waren, wenn man die Institutionalisierung Europas zum Maßstab erhebt.

„Nach den jüngsten Erhebungen des Euro Barometers“, schreibt die *Neue Zürcher Zeitung* am 14. Juni 2002, „das den EU-Bürgern in regelmäßigen Abständen den Meinungs- und Stimmungspuls fühlt, empfinden sich fast 90 Prozent ausschließlich oder in erster Linie ihrer Nation zugehörig. Nur 9 Prozent fühlen sich vorrangig als Europäer“.

Je länger das Ende des Zweiten Weltkrieges zurückliegt, desto mehr scheint jener euphorische Umgang mit europäischer Identität verflogen, der als ein sicheres Fundament für die weitere Entfaltung der Gemeinschaften gedacht war.

Ganz in diesem Sinne analysierte der deutsche Außenminister Joschka Fischer in seiner Grundsatzrede vom 12. Juni 2000 die Lage.⁴¹ Er hatte dabei die mögliche Erweiterung der EU um die fraglos zu Europa zu rechnenden osteuropäischen Staaten vor Augen:

Es wäre „ein nicht wieder gut zu machender Konstruktionsfehler“, meinte Fischer, „wenn man die Vollendung der politischen Integration gegen die vorhandenen nationalen Institutionen und Traditionen und nicht unter deren Einbeziehung versuchen würde. Ein solches Unternehmen müsste unter den historisch-kulturellen Bedingungen scheitern“⁴².

Fischers seinerzeitiger Amtskollege Hubert Védrine stimmte Fischer wenige Tage später in einem offenen, in der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung* veröffentlichten Brief vom 13. Juni 2000⁴³ im Grundsatz zu, betonte aber, mehr noch und nachdrücklicher als Fischer,

³⁷ Vgl. auch: Weidenfeld (2002: 22).

³⁸ Dokument über die europäische Identität vom 13./14. November 1973, abgedruckt in Schulze und Paul (1994: 280-283), hier S. 280. Leider blieb unbestimmt, auf welche „Werte“ konkret Bezug genommen werden sollte. Dieser unbestimmte Bezug auf vorgeblich gemeinsame europäische Werte ist bis in die Gegenwart Kennzeichen der Debatte über „das gemeinsame Haus Europa“ (so auch der Titel eines Bandes, den Wulf Köpke und Bernd Schmelz vom Museum für Völkerkunde in Hamburg 1999 in München herausgebracht haben) erhalten geblieben, wie der in der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung* vom 24. Dezember 2002 erschienene Artikel „„Made in Europe‘ zum Exportschlager machen“ noch einmal schlaglichtartig zu demonstrieren vermag.

³⁹ Schulze und Paul (1994: 280).

⁴⁰ Schulze und Paul (1994: 281).

⁴¹ Vgl. Fischer (2000).

⁴² Fischer (2000).

⁴³ Vgl. Védrine (2000).

den „identitätsstiftenden und demokratischen Rahmen“ der Nationalstaaten. Die Schwierigkeiten, die ein Verschwinden der nationalen Ebene mit sich bringen würde, seien unabweislich, weil die „meisten bestehenden Nationalstaaten wie auch ihre(n) Völker selbstverständlich ein immenses Identitätsproblem und demokratisches Problem“ bekämen.

Angesichts der zu Ende des 20. wie zu Beginn des 21. Jahrhunderts wieder lauter gewordenen nationalen Interessensbekundungen lag es nahe, mit den Mitteln der Europäischen Institutionen und neuen Ideen wie der Erarbeitung einer „Charta der Grundrechte der Europäischen Union“⁴⁴ oder der Einberufung eines Europäischen Konventes im Februar 2002 einer solchen Entwicklung gegenzusteuern. Die Europa-Union Deutschlands erbrachte bereits am 28. Mai 1995 einen konstruktiven Beitrag, indem sie in Lübeck eine „Charta der europäischen Identität“ beschloss.⁴⁵ In ihr war und ist eindrucksvoll von Europa als „Schicksalsgemeinschaft“, als „Wertegemeinschaft“, als „Lebensgemeinschaft“ sowie als „Wirtschafts- und Sozialgemeinschaft“ die Rede.

In dem der Charta vorangestellten Vorwort von Václav Havel wird eine neue und unmissverständlich klare Selbstreflexion darüber gefordert, „was man europäische Identität nennen könnte“, um zu einer „neuen und wirklich klaren Artikulation europäischer Verantwortlichkeit“⁴⁶ zu gelangen.

Europäische Verantwortlichkeit und Kenntnisse von europäischer Identität oder doch zumindest von ihren Grundzügen erscheinen heute mehr denn je erforderlich, wenn Europa sich in der Welt als ein entscheidender Faktor einbringen und behaupten will. Die amerikanischen Historiker Felix Gilbert und David Clay Large haben in ihrem 2002 in fünfter Auflage (Erstauflage: 1970) erschienen Werk *The End of the European Era. 1890 to the Present* bereits das Ende einer europäischen Vorreiterrolle in der Welt beschrieben.⁴⁷

Good bye, old Europe – oder doch nicht? Noch wird man wohl nicht mit dem Unterton der Endgültigkeit sagen dürfen, dass zur europäischen Identität des 21. Jahrhunderts unübersehbar hinzugehört, dass Europa ein politisch, wirtschaftlich und vor allem auch kulturell führender Kontinent gewesen ist.

Bibliographie

- BADE, Klaus J. *Europa in Bewegung. Migration vom späten 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart*. München 2002.
- BACCI, Massimo Livi. *Europa und seine Menschen. Eine Bevölkerungsgeschichte*. München 1999.
- BAUDOIN, Frans. „Rubens, Peter Paul. 1577 Siegen – 1640 Antwerpen“, in: Arnout BALIS, Frans BAUDOIN, Klaus DEMUS, Nora DE POORTER, Hans DEVISCHER, Dirk DE VOS, Wolfgang PROHASKA, Karl SCHÜTZ, Marc VANDENVEN, Carl VAN DE VELDE, Paul VERBRAEKEN und Hans VLIEGHE. *Flämische Malerei im Kunsthistorischen Museum*. Wien und Zürich 1989.
- BRUGMANS, Hendrik. *Im Schmelztiegel der Geschichte. 14 Stationen europäischer Entwicklung*. Gütersloh 1966.
- DABO, Gbota. *Die Politik Deutschlands und Frankreichs bei der Aushandlung der Verträge von Jaunde bis Lomé III*. Dissertation. Düsseldorf 2000.

⁴⁴ Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (2000), C364/01.

⁴⁵ Siehe die Charta unter <http://www.europa-web.de/europa/02wwswww/203chart/chartade.htm> (17.10.2003)

⁴⁶ Beide Zitate: Charta der europäischen Integrität, Vorwort.

⁴⁷ Vgl. Gilbert und Large (⁵2002).

- DEPPE, Frank (Hrsg.). 1992 – *Projekt Europa: Politik und Ökonomie in der Europäischen Gemeinschaft*. Köln 1989.
- DEWANDRE, Nicole (Hrsg.). *Projekt Europa: postnationale Identität: Grundlage für eine europäische Demokratie?* Berlin 1994.
- FISCHER, Joschka. „Vom Staatenbund zur Föderation – Gedanken über die Finalität der Europäischen Integration“. Rede am 12. Mai 2000 in der Humboldt-Universität in Berlin. http://www.auswaertiges-amt.de/www/de/infoservice/presse/presse_archiv?archiv_id=713 (17.10.2003).
- GILBERT, Felix und David Clay LARGE. *The End of the European Era. 1890 to the Present*. New York ⁵2002.
- HUISKAMP, Marloes. „Öffentlicher Unterricht in Geschichte und Moral. Das Alte Testament in Rathäusern und anderen öffentlichen Gebäuden“, in: Christian TÜMPEL (Hrsg.). *Im Lichte Rembrandts. Das alte Testament im goldenen Zeitalter der niederländischen Kunst*. München und Berlin 1994, 134-155.
- KOHL, Heinz. „Aus der Sicht der Anderen. Europa in den Berichten außereuropäischer Reisender“, in: Wulf KÖPKE und Bernd SCHMELZ (Hrsg.). *Das gemeinsame Haus Europa. Handbuch zur europäischen Kulturgeschichte*. München 1999, 225-237.
- KORHONEN, Pekka. „Regional Boundaries: Europe and Asia“, in: Dag ANCKAR und Lars NILSSON (Hrsg.). *Politics and Geography: Contributions to an Interface*. Abo 1997, 245-280.
- KOWALSKY, Wolfgang. *Projekt Europa: Die Zukunft der Europäischen Integration*. Opladen 1997.
- LANDESZENTRALE FÜR POLITISCHE BILDUNG NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.). *Projekt Europa: die Verantwortung der EG für Europa und ihre Rolle in der Welt*. Düsseldorf 1989.
- LÜBBE, Hermann. „Politische Aspekte einer europäischen Identität“, in: HAUS DER GESCHICHTE DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (Hrsg.). *Europäische Geschichtskultur im 21. Jahrhundert*. München ²1995, 35-40.
- MAZOWER, Mark. *Der dunkle Kontinent. Europa im 20. Jahrhundert*. Frankfurt am Main 2002.
- MÜNCH, Richard. *Das Projekt Europa: zwischen Nationalstaat, regionaler Autonomie und Weltgesellschaft*. Frankfurt am Main ²1995.
- SCHMALE, Wolfgang. *Geschichte Europas*. Wien 2001.
- SCHÖNDUBE, Claus und Christel RUPPERT. *Eine Idee setzt sich durch. Der Weg zum vereinigten Europa*. Hangelar 1964.
- SCHULZE, Hagen und Ina Ulrike PAUL (Hrsg.). *Europäische Geschichte. Quellen und Materialien*. München 1994.
- SCHULZE, Hagen. „Einleitung“, in: SCHULZE und PAUL (1994), 11-20.
- SCHULZE, Hagen. „Europa: Nation und Nationalstaat im Wandel“, in: Werner WEIDENFELD (Hrsg.). *Europa-Handbuch*. Bonn 2002, 41-65.
- VÉDRINE, Hubert. „Klassischer Föderalismus oder Föderation von Nationalstaaten? Der französische Außenminister H. Védérine antwortet auf Joschka Fischers Europa-Rede“, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (13.6.2000).
- WEIDENFELD, Werner. „Europa – aber wo liegt es?“ in: Werner WEIDENFELD (Hrsg.). *Europa-Handbuch*. Bonn 2002, 15-40.
- WOLF, Klaus-Dieter (Hrsg.). *Projekt Europa im Übergang? Probleme, Modelle und Strategien des Regierens in der Europäischen Union*. Baden-Baden 1997.

Dieter Birnbacher und Minou Bernadette Friele

Eine Regierung – viele Nationen? Europa und die Frage der „nationalen Identität“ im Licht der Europäischen Verfassungsdiskussion

Einleitung: Integration und nationale Identität – ein Widerspruch?

Es ist immer wieder erstaunlich zu sehen, wie gering das Interesse ist, das die Frage nach der Zukunft Europas bei der Mehrzahl der Zeitgenossen zu erwecken vermag. Der Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit liegt weiterhin nahezu ausschließlich bei Fragen der nationalen Politik. Von ihr und nicht von den europäischen Instanzen erhofft man sich die Lösung der in Vergangenheit und höchstwahrscheinlich auch in Zukunft für das Wahlverhalten und das politische Klima bestimmenden Problemlagen: Arbeitsmarkt, Wirtschaftskraft und soziale Sicherung. Trotz der von Europas Staatsmännern immer weiter vorangetriebenen Europäischen Integration und begleitender Initiativen, wie etwa des öffentlichen „Dialogs über Europa“ im Vorfeld des Nizza-Vertrags, sind bei den Bürgern nach wie vor Unwissenheit und Desinteresse an der Staatengemeinschaft vorherrschend. Laut Eurobarometer gehören die Deutschen zu den fünf am schlechtesten über europäische Belange informierten Bürgern Europas. Die Bereitschaft, sich mit Fragen der Rolle der nationalen Parlamente oder der Charta der Grundrechte zu beschäftigen, fällt besonders gering aus.¹

Das Desinteresse an und die nicht unbeträchtliche Unkenntnis über europäische Themen stehen in einem auffälligen Kontrast zu den faktisch bereits geleisteten Integrationsschritten und den tatsächlich bestehenden Regulierungsbefugnissen der Europäischen Institutionen. Zu nennen sind hier nicht nur die inzwischen zur Selbstverständlichkeit gewordenen Erleichterungen im innereuropäischen Verkehr, die offenen Grenzen, der Wegfall der langwierigen Passkontrollen und der weitgehend überflüssig gewordene Geldumtausch, sondern vor allem die Kompetenzbestimmungen, die die Gemeinschaft z. B. zur Setzung des so genannten Sekundärrechts ermächtigen, d. h. zu eigenen Rechtsakten, die zum Teil unmittelbare Geltung beanspruchen und keines Umsetzungsaktes durch die Mitgliedstaaten bedürfen.² Diese beachtlichen Schritte auf dem Weg zu einem geeinten Europa haben aber keineswegs zu einer vertieften Reflexion über Sinn und Zielbestimmung der europäischen Integration auf Seiten der direkt Betroffenen, also der europäischen Bürger, geführt. Eher als nachgeordnet zu betrachtende Fragen, wie die, wo die Grenzen zwischen Europa und Nicht-Europa verlaufen und ob die Türkei dazugehört oder nicht, scheinen, wenn man die Berichte in den überregionalen Tageszeitungen hier als Maßstab verwenden darf, weitaus mehr Emotionen zu wecken als Fragen, die das grundsätzliche Selbstverständnis

¹ „Even though Germans consider themselves to be among the best informed citizens of the EU, they were able to answer only two out of five knowledge questions about the EU better than the EU average. This actually places them in the group of five countries with the lowest level of knowledge on EU issues.“ (Eurobarometer 2003)

² Vgl. z. B. Art. 189 Europäischer Gemeinschaftsvertrag (EGV).

der Europäischen Union berühren: wofür eine Integration Europas gut ist, ob sie überhaupt wünschenswert ist und welche Probleme ein stärker integriertes und zugleich erweitertes Europa lösen kann, die die Nationalstaaten nicht besser selbst lösen können.

Allerdings könnte sich die Situation in nächster Zeit ändern. Nach verschiedenen Anläufen einer Europäischen Verfassungsdebatte wurde den Staats- und Regierungschefs der EU am 13. Juni 2003 die Vorlage des Europäischen Konvents für eine Verfassung überreicht. Der insgesamt vier Teile und rund 460 Artikel umfassende Entwurf enthält auch weit reichende Vorschläge über die Zuständigkeiten in der EU, die zukünftige Machtbalance der Institutionen und die dazugehörigen Entscheidungsverfahren sowie, nicht zuletzt, die Grundrechte, die in Europa gelten sollen. Ziel der europäischen Verfassung ist es, kurz gesagt, nicht einfach den Status quo festzuschreiben und damit den gegenwärtig bestehenden Bund von zwar eng miteinander durch vertragliche Vereinbarungen gebundenen, aber grundsätzlich doch auf ihrer Souveränität bestehenden Staaten zu bestätigen, sondern die Europäischen Staaten schrittweise zu einem supranationalen Staatenverbund zusammenzuführen, der weder mit dem bekannten Modell des Bundesstaats, etwa im Sinne der Bundesrepublikanischen Ordnung, noch mit dem US-amerikanischen Modell zu verwechseln sein soll. Vor allem sollen die bestehenden nationalen und regionalen Differenzierungen keinesfalls nivelliert werden. Nicht nur die kulturelle Vielfalt soll erhalten bleiben, sondern vor allem auch das, was in offiziellen Dokumenten, aber auch in verschiedenen Stellungnahmen von verfassungsrechtlicher Seite „nationale Identität“ genannt wird. Deren Bedeutung wurde bereits in den Maastrichter Verträgen von 1992 betont. Diese legten fest, dass „die Union die nationale Identität ihrer Mitgliedstaaten [achtet], deren Regierungssystem auf demokratischen Grundsätzen beruhen.“³ Neben dem Ziel der fortschreitenden Integration der Europäischen Union soll gleichberechtigt das Ziel des Erhalts der nationalstaatlichen Identität stehen – zumindest insoweit dadurch keine demokratischen Grundsätze verletzt oder gefährdet werden.

Dieses Nebeneinander von Zielen wirft naturgemäß Fragen auf. Eine erste Frage ist die nach der *Kompatibilität* der Ziele: Sind diese Ziele überhaupt miteinander vereinbar? Ist das angestrebte Ziel einer Transformation des gegenwärtigen Verbunds von im Wesentlichen herkömmlich definierten Nationalstaaten in eine politische Einheit vereinbar mit der Aufrechterhaltung einer Mehrzahl nationaler Identitäten? Eine zweite Frage ist die nach der *Wünschbarkeit* und der normativen *Vertretbarkeit* einer politischen Integration, falls diese Ziele nicht oder nicht vollständig vereinbar sind und nationale Identitäten zugunsten einer supranationalen Identität aufgegeben werden müssen: Ist, falls zwischen den beiden Zielen eine Wahl getroffen werden muss, das Ziel der politischen Integration (das ausdrücklich *nicht* das Ziel der ursprünglichen EU-Verträge war) das Opfer der nationalen Identität wert? Und drittens stellt sich die Frage nach der *Funktionsfähigkeit* eines möglichen zukünftigen integrierten Europas, falls bestimmte im Begriff der nationalen Identität mitgedachte Voraussetzungen nicht oder nur unzureichend erfüllt sind. Auch wenn sich eine weitere Integration der europäischen Union als wünschenswert und normativ unbedenklich herausstellen sollte, bleibt zu fragen, unter welchen Bedingungen ein solches Gebilde den ihm zugeordneten Aufgaben gerecht werden kann.

Die erstgenannte Frage kann auf zweifache Weise verstanden werden, einmal als eine begriffliche, ein andermal als eine empirische Frage. Als *begriffliche* Frage verstanden,

³ Art. F Abs. 1 EU-Vertrag (EUV).

richtet sich die Frage an den zugrunde liegenden Begriff von nationaler Identität. Lässt sich dieser überhaupt noch verständlich machen, wenn zu seinen Anwendungsbedingungen nicht mehr die Vorstellung einer souveränen nationalen Regierung gehört? Lässt sich eine nationale Identität ohne nationale politische Souveränität denken? Was bliebe von der „nationalen Identität“, wenn die maßgeblichen politischen Kompetenzen von den nationalen auf eine gesamteuropäische Institution, wie das Europäische Parlament und den Europapäsidenten, übertragen würden? Als *empirische* Frage verstanden, richtet sie sich darauf, welche Verhältnisse sich im Fall einer vollendeten politischen Integration faktisch einstellen würden. Würde es, falls Europa zu einem supranationalen Staatenverbund weiterentwickelt würde, de facto so etwas wie eine „nationale Identität“ geben oder geben können? Dass man diese Frage überhaupt stellen kann, setzt freilich eine bejahende Antwort auf die erste voraus. Nur dann, wenn es nicht schon begrifflich ausgeschlossen ist, dass eine Übertragung der nationalen Souveränitätsrechte auf eine europäische Institution mit dem Erhalt der nationalen Identitäten zusammen bestehen kann, kann man vernünftigerweise fragen, wie wahrscheinlich es ist, dass beide unter den gegebenen Bedingungen auch faktisch zusammen bestehen können.

Wenden wir uns zunächst der begrifflichen Frage zu: Ist die Aufrechterhaltung von nationalen Identitäten mit einer vollendeten politischen Union begrifflich kompatibel?

Die Antwort hängt erstens davon ab, wie man sich die „vollendete politische Union“ konkret denkt. In der früheren Europarechtswissenschaft ging man zumeist von einem staatsrechtlichen, d. h. am bundesstaatlichen Modell orientierten Charakter der Europäischen Gemeinschaft aus – ein Verständnis, das die Umgestaltung und Erweiterung der Gemeinschaft zur Union eher bestärkt als gemindert hat, da man Europa ja zu einer umfassenden Europäischen Rechtsordnung entwickeln wollte. Tatsächlich orientiert man sich jedoch gegenwärtig weniger am bundesstaatlichen Modell, sondern an einem föderativ-supranationalen Ansatz. Unter dem Begriff „Supranationalität“ sind im Wesentlichen zwei Strukturelemente zusammengefasst:

1. die unabhängige Stellung der Kommission gegenüber den Mitgliedstaaten sowie die Tatsache, dass der Kommission die Initiativfunktion bei der Verabschiedung des Sekundärrechts zufällt. Auf diese Weise möchte man das in den Verträgen verankerte europäische Allgemeininteresse fördern und nicht nur den kleinsten Nenner der gemeinsamen nationalen Interessen.
2. die unmittelbare Geltung des Rechts der Europäischen Gemeinschaft in den Mitgliedstaaten als gegenüber dem nationalen Recht vorrangigem Recht. Der Gemeinschaft wird die Berechtigung zugesprochen, für die Mitgliedstaaten und ihre Bürger verbindliche allgemeine und spezielle Anordnungen zu treffen, wobei möglicherweise entgegenstehendes nationales Recht vom Gemeinschaftsrecht verdrängt wird. Dabei „bricht“ das Gemeinschaftsrecht allerdings nicht das Recht der Mitgliedstaaten, so wie das Bundes- das Landesrecht bricht, sondern besitzt lediglich einen Anwendungsvorrang. Das verdrängte nationale Recht bleibt bestehen, wird jedoch im Verhältnis zur Gemeinschaft nicht mehr angewandt, solange die Gemeinschaftsordnung in Geltung ist – eine Formel, die zugegebenermaßen wie eine euphemistische Umschreibung der Tatsache klingt, dass letztlich doch das Europäische Recht den Vorrang erhält.

Dass man den im Verfassungsentwurf vorgesehen europäischen Staatenverbund dennoch nicht mit einem Bundesstaat gleichsetzen kann, hängt mit den verschiedenen eingebauten Begrenzungen der Kompetenzen der Gemeinschaft zusammen. Die entscheidenden Regierungsbeschlüsse sollen im Ministerrat von den Regierungsorganen der Mitgliedstaaten gefasst werden – wobei in wesentlichen Fragen das Prinzip der Einstimmigkeit gelten soll. Außerdem müssen Richtlinien in nationales Recht umgesetzt werden, um gegenüber den Bürgern Geltung zu erlangen. Weitere Begrenzungen ergeben sich aus dem in Art. 3b Abs. 2 und 3 Europäischer Gemeinschaftsvertrag (EGV) sowie in der Präambel und Art. B des Vertrages von Maastricht verankerten *Subsidiaritätsprinzip*. Als Leitprinzip für Europa tauchte der Subsidiaritätsgedanke erstmals 1984 in der von Altiero Spinelli verfassten Präambel „Entwurf eines Vertrages zur Gründung der Europäischen Union“ auf, in der es heißt, die Union solle geschaffen werden „in der Absicht, gemeinsamen Institutionen nach dem Grundsatz der Subsidiarität nur die Zuständigkeiten zu übertragen, die sie benötigen, um die Aufgaben zu bewältigen, die sie wirkungsvoller wahrnehmen können, als jeder einzelne Mitgliedstaat für sich.“⁴ Unklar bleibt in der Formulierung allerdings, ob ein Eingreifen der Gemeinschaft schon dann gerechtfertigt ist, wenn nur einige Mitgliedstaaten (oder ein Mitgliedstaat) die Ziele nicht erreichen können (oder wollen), oder ob dies für alle zutreffen muss. Offen bleibt auch, wann ein Ziel „ausreichend erreicht“ ist. Damit verbleibt die Entscheidung, wann ein europäisches Eingreifen erforderlich bzw. verhältnismäßig ist, letztlich beim Europäischen Gerichtshof (EuGH).⁵ Trotz der beträchtlichen Möglichkeiten der Mitgliedstaaten, retardierend und obstruierend einzuwirken, dürfte die herausragende Stellung des EuGH und der allgemein akzeptierte Vorrang des Gemeinschafts- vor dem nationalen Recht doch insgesamt dazu führen, dass Kollisionen von Rechten beider Ordnungen in der Regel zugunsten des Gemeinschaftsrechts gelöst werden.

Bereits seiner Zielsetzung nach geht das Europarecht weit über die Zielsetzungen anderer internationaler Rechtsvereinbarungen, wie etwa die des Völkerrechts, hinaus. Während im Völkerrecht keine Möglichkeit besteht, durch zwischenstaatliche Regelungen innerstaatliche Verpflichtungen zu erzeugen, wird im Europäischen Recht ganz dezidiert Einfluss auf die inneren Angelegenheiten der beteiligten Staaten genommen, angefangen von einer gemeinsamen Handels- und Entwicklungspolitik bis hin zu einer gemeinsamen Außen- und Sicherheitspolitik und einer weit reichenden Zusammenarbeit in den Bereichen Justiz und Inneres. Während im Völkerrecht außerdem im Allgemeinen der von allen beteiligten Staaten geteilte Minimalkonsens zur Grundlage gemacht wird, versucht das Europäische Recht, auf dem Weg der *wertenden Rechtsvergleichung* nicht nur zu minimalen, sondern zu optimalen Lösungen zu gelangen.⁶ Ein weiterer Unterschied des Europarechts zum Völkerrecht besteht darin, dass, während es bei letzterem bis heute üblich ist, unter

⁴ Europäisches Parlament (1984).

⁵ Die Justiziabilität des Subsidiaritätsprinzips ist dementsprechend umstritten. Bereits der ehemalige Präsident des EuGH, Lord Mackenzie-Stuart, äußerte, der Artikel 3b des EG-Vertrages, in dem das Prinzip ausformuliert wurde, sei „no legal definition worth the name“. Und auch jüngere Artikel, wie etwa der von Georg Paul Hefty „Europäische Identitätsarmut“ in der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung* anlässlich des Entwurfs einer Europäischen Verfassung überschriebene Kommentar, geben sich kritisch: „Das Subsidiaritätsprinzip taugt nicht, wenn die EU-Kommission stark genug ist, selbst darüber zu befinden, ob die nachgeordneten Organe ihre Aufgaben ‘gut’ erfüllen. Wird die Subsidiarität jedoch zum Spielball der Zentralbehörde, dann steht zum Beispiel der einzelne Deutsche bald einem Staatenverband mit 460 Millionen Einwohnern gegenüber, in dem seine Stimme nur ein Sechstel von dem wiegt und bewirkt wie in der alten Bundesrepublik.“ (Hefty 2003)

⁶ Vgl. Bleckmann (1982: 143) sowie (1978: 97ff.).

Rückgriff auf das Dogma der „Herren der Verträge“ einseitige Verstöße zu legitimieren, im Europarecht nicht mehr einseitig gegen Verträge verstoßen bzw. ein solcher Verstoß als einseitige Aufhebung des Vertrages gedeutet werden kann.⁷ Vertragsverletzungen können von der Kommission und durch Mitgliedstaaten gerügt werden. Andererseits können „Nichtigkeitsklagen“ gegen Rechtsakte der Gemeinschaft vorgebracht werden⁸ sowie „Unterlassungsklagen“, falls ein Organ gemeinschaftsrechtliche Aufgaben nicht erfüllt⁹. Außer den genannten Klägern, die als juristische Personen auftreten, können vor dem Europäischen Gericht auch unmittelbar und individuell Einzelpersonen Klage erheben, sofern sie von bereits ergangenen oder zu Unrecht unterlassenen Rechtsakten betroffen sind. Besonders diese letzte Möglichkeit dokumentiert den Willen der Union, die Vergemeinschaftung direkt den Bürgern der europäischen Staaten zugute kommen zu lassen.

Trotz der Betonung seines supranationalen Charakters muss dem zukünftigen Europa demnach, wenn nicht ein bundesstaatsartiger, so doch ein diesem zumindest nahe kommender parastaatlicher Charakter zugesprochen werden.

Was heißt „nationale Identität“?

Die Frage nach der Möglichkeit einer Aufrechterhaltung „nationaler Identitäten“ in einer vollendeten politischen Union hängt des Weiteren davon ab, welche Art von Entität man genau unter „Nation“ versteht und wie man diesen Begriff von verwandten Begriffen wie „Staat“, „Staatsvolk“ oder „Volk“ abgrenzt. Das Ziel der Erhaltung der „nationalen Identität“ bedeutet dann, dass man die Fortexistenz dieserart Entität als politische Einheit sichergestellt wissen möchte. Welche Merkmale machen eine Nation zu einer Nation? Oder genauer: Welchen Merkmalskategorien kommt für die Konstitution einer Nation Priorität zu – den politischen, den ethnischen oder den kulturellen?

Die naheliegendste Antwort auf die Frage nach der Nation ist die, dass Nationen nichts anderes sind als die Bevölkerungen von Nationalstaaten, so wie wir sie auf der politischen Weltkarte vorfinden, voneinander abgegrenzt durch historisch gewachsene Staatsgrenzen. Danach ist eine „Nation“ wesentlich dasselbe wie ein „Staatsvolk“, die Gesamtheit der Angehörigen einer bestimmten, innerhalb eines bestimmten Territoriums als Nationalstaat organisierten Gemeinschaft. Eine solche Gemeinschaft ist schlicht durch die anerkannte Zugehörigkeit zu einem bestimmten Staat charakterisiert, ungeachtet ihrer Unterschiede in ethnischer oder kultureller Hinsicht. Eine Nation in diesem Sinne kann ethnisch und kulturell höchst heterogen sein. Weder ist es notwendig, dass die Angehörigen einer Nation derselben Abstammung sind oder sich in einer gemeinsamen Sprache verständigen können, noch, dass sie dieselbe oder zumindest dieselbe Art von Religion haben oder auf eine gemeinsame Geschichte zurückblicken können. Alle diese Bedingungen, selbst wenn sie erfüllt sind, sind nicht hinreichend für die Konstituierung einer Nation. Sie können erfüllt sein, ohne dass eine nationale Identität besteht, wie etwa im Falle Nord- und Südkoreas oder der erst vor wenigen Jahren konstituierten Nationen Tschechien und Slowakei.

⁷ Eine Ausnahmeregelung besteht der Luxemburger Vereinbarung zufolge jedoch, wenn eigene „vitale Interessen“ des Staates betroffen sind sowie im Falle einer Änderung der Vertragsgrundlagen. Auch diese muss von jedem Mitgliedstaat intern, gemäß seinen verfassungsrechtlichen Vorschriften, zu akzeptieren sein. Vgl. Art. 201 EGV.

⁸ Vgl. Art. 173 EGV.

⁹ Vgl. Art. 175 EGV.

Auch Völker, die niemals oder allenfalls vor langer Zeit eine Nation im Sinne eines territorial definierten Staatsvolks waren, kommen danach als Nationen nicht in Frage, wie etwa die Kurden, deren Siedlungsgebiet sich über zusammenhängende Teile dreier benachbarter Staaten erstreckt, noch – als Extremfall – verstreut lebende Völker wie die Roma.

In diesem – landläufigsten und verbreitetsten – Sinn von „Nation“ haben die Begriffe der Nation und der nationalen Identität nur wenig mit dem Begriff „Volk“ zu tun, der immer dann gemeint ist, wenn von dem „Selbstbestimmungsrecht der Völker“ die Rede ist. Dieses Recht bezieht sich offenkundig nicht auf Nationen in einem politischen Sinn, sondern auf vorpolitisch – ethnisch und/oder kulturell – definierte Bevölkerungen und Bevölkerungsgruppen, etwa auf die Tibeter (in Bezug auf China) oder die Tschetschenen (in Bezug auf Russland). Eine Anwendung des Selbstbestimmungsrechts auf Nationen im politischen Sinn wäre nachgerade absurd. Selbst eine Nation, die als ganze von einer anderen annektiert würde, könnte sich zur Erhaltung ihrer nationalen Eigenständigkeit nicht auf so etwas wie ein Selbstbestimmungsrecht der Nationen berufen, da mit dem Akt der Annexion das vormalige Staatsvolk in dem Staatsvolk der annektierenden Nation aufgehen und seine Existenz als Staatsvolk einbüßen würde.

Die Konsequenzen für ein integriertes Europa liegen auf der Hand: Mit der Einheit Europas könnte auch der Begriff der Nation – zumindest in seinem primären und allgemein akzeptierten Sinn – nur noch für das damit konstituierte europäische Staatsvolk und nicht mehr für die – zu diesem Zeitpunkt – ehemaligen Staatsvölker der Mitgliedstaaten gelten. Falls man den Begriff der Nation mit dem des Staatsvolks synonym setzt, führt nichts daran vorbei, dass ein integriertes Europa auch eine europäische Nation hervorbrächte und dass eine Erhaltung der nationalen Identitäten damit ebenso wenig vereinbar wäre, wie es die Erhaltung der nationalen Identität Bayerns durch die Vereinigung der deutschen Staaten zu einem einzigen Staat durch Bismarck war. Zwar ist es möglich und sogar wahrscheinlich, dass die gegenwärtigen Grenzen der Nationalstaaten erhalten bleiben. Aber es scheint ausgeschlossen, dass sie als *nationale* Grenzen erhalten bleiben. Sie würden vielmehr auf den Status der heutigen Ländergrenzen innerhalb der Bundesrepublik oder der Grenzen der Teilstaaten in den gegenwärtigen USA oder Australien heruntergestuft. Es wäre dabei gleichgültig, ob diese Grenzen auch ihre *psychologische* Bedeutung für die innerhalb dieser Grenzen Lebenden verlieren würden, oder ob sie möglicherweise gerade infolge ihres objektiven Bedeutungsverlusts an subjektiver Wichtigkeit gewinnen würden. Gegeben, dass „nationale Identität“ durch die objektiven politischen Strukturen und nicht durch subjektive Größen wie das Identitätsbewusstsein oder das Zugehörigkeitsgefühl der Bürger bestimmt ist, würde mit der Übertragung der staatlichen Souveränität an die Europäische Union auch die nationale Identität auf diese übergehen.

Nationale Identitäten im Plural wären also in einem integrierten Europa nicht aufrechtzuerhalten – jedenfalls, wenn man die Dinge in idealtypischer Reinheit betrachtet. Die historische Erfahrung zeigt allerdings, dass „reine Fälle“ selten sind und dass in der praktischen Politik immer wieder Kompromisse gesucht worden sind. So haben etwa die Mitgliedstaaten der Vereinigten Arabischen Republik unter Nasser, d. h. Ägypten, Syrien und der Jemen, mit der Vereinigung zu einem einzigen Staat keineswegs auf ihre Sitze in den Vereinten Nationen verzichtet, sondern ihre „internationale Persönlichkeit“ behalten. Zwischen der minimalen und der maximalen Übertragung der nationalen Souveränitätsrechte der Mitgliedstaaten auf die Gemeinschaft lassen sich vielfältige Abstufungen denken. Ent-

sprechend offen ist die Antwort auf die Frage, wieweit im Falle einer weitergehenden Übertragung, als sie für die unmittelbare Zukunft vorgesehen ist, noch von „nationalen Identitäten“ gesprochen werden kann.

Die Frage nach der Legitimität

Der Begriff der Nation, den wir bisher zugrunde gelegt haben, ist gewissermaßen positivistisch. Er beschreibt die Faktizität von Nationen, aber besagt nichts über die Legitimität oder Rechtmäßigkeit der unter diesen Begriff fallenden Gebilde. Nicht alle Nationen, die unter diesen Begriff fallen und von allen oder den meisten anderen Nationen als selbstständige Nation anerkannt werden, sind in dem Sinne legitim, dass ihr Zustandekommen moralisch oder völkerrechtlich makellos war. Auch wenn etwa die meisten anderen Nationen mittlerweile China als Nation anerkennen, so kann das doch nicht darüber hinwegtäuschen, dass die gegenwärtige Zusammensetzung und territoriale Ausdehnung Chinas zumindest teilweise, z. B. was Tibet betrifft, auf einen nach allen akzeptierten moralischen und völkerrechtlichen Maßstäben unrechtmäßigen Akt der Annexion zurückgeht, der die Legitimität der Nation China in ihrer gegenwärtigen Form insoweit normativ in Frage stellt.

Eine, wenn nicht die entscheidende Bedingung der Rechtmäßigkeit der Konstitution einer Bevölkerung zu einer Nation ist zweifellos die *Freiwilligkeit* ihrer Vereinigung zu einem einzigen Staatsvolk. Dabei kann es nicht darauf ankommen, ob der Vereinigung in jedem Fall eine Willensbekundung, etwa ein Referendum, vorausgeht, in dem sich eine überwältigende oder qualifizierte Mehrheit der Bürger für die Vereinigung ausspricht. Der Bedingung der Freiwilligkeit ist auch Genüge getan, wenn die Bürger erst nachträglich, nachdem die Vereinigung erfolgt ist, der Vereinigung zustimmen. Für Europa bedeutet das, dass eine weitere Übertragung von Souveränitätsrechten der Mitgliedsnationen auf die Europäische Union nur dann rechtmäßig wäre, wenn die in ihr zusammenlebenden Bürger mit deutlicher Mehrheit dieser Entwicklung zustimmten, etwa durch die Zustimmung zu einer gemeinsamen, die Kompetenzen der Gemeinschaftsorgane umfassend regelnden Verfassung. Mit der Zustimmung zu einer gemeinschaftlichen Verfassung durch die Bürger würde das Prinzip der Volkssouveränität augenfälliger verwirklicht als durch eine vertragliche Festlegung auf eine gemeinsame Verfassung durch die (gewählten) Regierungen der Mitgliedstaaten. Es würde bekräftigt, dass das Recht, sich eine Verfassung zu geben, primär ein Recht der Bürger und nicht ein Recht der Staaten ist. Die Bürger, und nicht die Staaten, dokumentierten ihren Willen, ihre politischen Verhältnisse selbst zu regeln.

Die Freiwilligkeit des Zusammenschlusses scheint eine unaufgebbare Bedingung für die Legitimität einer Nation. Durch den freiwilligen Zusammenschluss wird nicht nur eine Nation konstituiert, sondern sie konstituiert sich selbst; ihr kommt nicht nur passive, sondern „aktive Identität“ zu.¹⁰ Aber diese Bedingung kann nur eine Minimalbedingung sein. Die Legitimität der Konstitution einer Nation hängt von weiteren Bedingungen ab, insbesondere davon, wie sich die durch den Zusammenschluss geschaffenen Strukturen auf andere als die an der Konstitution Beteiligten auswirken. Hierbei ist vor allem an zwei Gruppen von Betroffenen zu denken: erstens die möglicherweise substanzielle Minderheit

¹⁰ Vgl. dazu auch: Miller (1994: 15-32).

derer, die dem Zusammenschluss *nicht* zugestimmt haben, und zweitens die späteren Angehörigen der damit konstituierten Gesellschaft, die keine oder eine nur geringe Chance haben, den einmal vollzogenen Zusammenschluss rückgängig zu machen. Die Rechte und legitimen Interessen beider Gruppen müssen bei der Entscheidung zum Zusammenschluss berücksichtigt werden. Für die nicht zustimmende Minderheit bedeutet das, dass der gegen ihren Willen erfolgende Zusammenschluss ihre Grundrechte nicht tangiert und Regelungen gefunden werden, durch die sie mit den zunächst ungeliebten neuen Verhältnissen leben können. Für die zur Zeit des Zusammenschlusses noch nicht Zustimmungsfähigen, also die Kinder und Kindeskiner, bedeutet das, dass bei der Konstituierung des Staatsgebildes geprüft werden muss, wieweit das neue Gebilde den ihm zgedachten Aufgaben auf Dauer gerecht werden kann. Die Sicherung der Funktionsfähigkeit und Stabilität des neuen Staatsgebildes ist für das Kollektiv der den Zusammenschluss aktiv Betreibenden nicht nur ein Gebot der Klugheit und des wohlverstandenen Eigeninteresses, sondern zugleich auch eine *moralische* Forderung: die Forderung, politische Strukturen zu schaffen, die nachhaltig und auf lange Sicht für die in ihnen Lebenden bessere Entfaltungschancen als im Status quo erhoffen lassen.

Bedingungen der Funktionsfähigkeit

Zu den minimalen Bedingungen, die ein staatliches Gebilde erfüllen muss, wenn es zusätzlich zur Akzeptanz seiner Verfassung als nachhaltig funktionsfähig gelten soll, gehören u. A. die folgenden:

1. Vertrauen. Die staatlichen Akteure müssen bei den von ihren Entscheidungen Abhängigen ein hinreichendes Maß an Vertrauen genießen.
2. Nähe zwischen Politik und Basis. Die Orientierungen der staatlichen Politik dürfen sich nicht allzu weit von den in der Bevölkerung vorherrschenden Auffassungen entfernen.
3. Stabilität. Das Gebilde muss seine Funktionsfähigkeit über längere Zeiträume bewahren.

In der gegenwärtigen Debatte um die Europäische Verfassung finden sich diese drei Punkte als Forderungen nach Transparenz, stärkerer Demokratisierung der Europäischen Institutionen und der Forderung nach einer Festlegung geeigneter europäischer Strukturierungskriterien in Form einer Verfassung wieder.¹¹

Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, damit diese Bedingungen erfüllt sind? Zwei Voraussetzungen scheinen wesentlich: erstens eine gewisse Homogenität in den politischen Leitvorstellungen und Normen, in den Interessen und Zielen sowie in den Lebensweisen und Wertorientierungen; zweitens ein hinreichendes Maß an Zusammengehörigkeitsgefühl, an sozialer Kohäsion. Die erste Voraussetzung muss gegeben sein, wenn verhindert werden soll, dass eine politische Richtungsentscheidung, die von einer großen Minderheit der Bürgerinnen und Bürger als nicht akzeptabel empfunden wird, zur Erosion des Zusammenhalts führt und das Vertrauen in die gemeinsame Verfassung erodieren lässt. Eine gemeinsame Europäische Verfassung ist nur funktionsfähig, solange sie nicht

¹¹ Vgl. z. B. <http://www.europa-web.de/europa/03euinf/07eukomm/aa07euk00.htm> (13.6.2003).

nur von einem Konsens in grundlegenden prozeduralen und inhaltlichen politischen Normen getragen wird, sondern Mehrheitsentscheidungen auch dann, wenn sie den politischen Vorstellungen einer Minderheit nicht entsprechen, von dieser akzeptiert werden. Ebenso wichtig, um eventuelle, durch die Heterogenität der einzelnen politischen, kulturellen und religiösen Orientierungen bedingte Spaltungstendenzen aufzufangen, ist ein stabiles Zusammengehörigkeitsgefühl und eine hinreichende Homogenität in den grundsätzlichen politischen Werthaltungen und Wertorientierungen der Bürger. Auch das Bundesverfassungsgericht hat – im Zusammenhang mit den Maastricht-Verträgen – auf diese Bedingung hingewiesen: Das Demokratieprinzip würde „unerträglich ‘entleert‘, wenn sich die Ausübung staatlicher Befugnisse nicht auf ein ‘relativ homogenes‘ Staatsvolk zurückführen ließe.“¹²

Was genau unter einem „relativ homogenen Staatsvolk“ zu verstehen ist, ist dabei zum gegenwärtigen Zeitpunkt ebenso umstritten wie die Frage, ob die entsprechenden Homogenitätsbedingungen erfüllt sind bzw. ob mit ihrer Erfüllung in naher Zukunft zu rechnen ist. Was bei diesem Streit gewöhnlich übersehen wird, ist allerdings, dass man zwischen zwei Fragen unterscheiden muss:

1. Wie wahrscheinlich ist es, dass sich die erforderliche Homogenität unter den EU-Mitgliedstaaten vorgängig zu einer weiteren politischen Integration einstellt?
2. Wie wahrscheinlich ist es, dass sich die erforderliche Homogenität unter den EU-Mitgliedstaaten u. A. infolge einer Transformation Europas in einen Staatenverbund einstellt?

Es ist wichtig, zwischen diesen Fragen zu unterscheiden, denn es wäre zweifellos verfehlt, von dem Homogenisierungsgrad zu dem Zeitpunkt, zu dem über den Zusammenschluss entschieden wird, auf den Homogenisierungsgrad, der sich u. A. erst aus dem Zusammenschluss ergibt, zu schließen. Die Lebensverhältnisse in einem integrierten Europa wären in zahlreicher Hinsicht andere, als wir sie in der Gegenwart vorfinden. Die Funktionsfähigkeit eines vereinigten Europas hängt jedoch von dem zukünftigen, nicht von dem heute bestehenden Ausmaß an Homogenität ab.

Unübersehbar bestehen bereits unter den gegenwärtigen und den für die nahe Zukunft vorgesehenen Mitgliedsländern große Übereinstimmungen in den politischen Grundwerten. Alle europäischen Staaten, die für eine Aufnahme in das zukünftige Europa vorgesehen sind, vertreten die Werte der Achtung der Grundrechte, der Demokratie, der Freiheitlichkeit und des Sozialstaats. Keines der beteiligten Länder vertritt einen Manchester-Liberalismus, der die Schwachen sozialdarwinistisch dem freien Wettbewerb ausliefert, keines vertritt andererseits einen exzessiven Umverteilungs-Egalitarismus, der den Tüchtigen und Leistungsbereiten ihren Erfolg zugunsten eines größeren sozialen Ausgleichs gänzlich streitig macht.

Auf der anderen Seite finden sich gravierende Differenzen, etwa in der Sozial- oder Außenpolitik und in den kulturellen Orientierungen. Bei diesen Differenzen muss man sich jedoch fragen, ob sie wirklich weiter gehen als die Differenzen, die heute zwischen den verschiedenen Regionen der einzelnen Mitgliedstaaten bestehen. Viele Differenzen bestehen ähnlich innerhalb der Nationalstaaten, zwischen Ländern und Provinzen, Regionen und Volksgruppen. Die Politik, die von einem zukünftigen deutschen Bundeskanzler

¹² Bundesverfassungsgericht (1993: 438).

zu erwarten ist, hängt u. A. auch davon ab, in welchem Bundesland er vorher Ministerpräsident war. Die Außenpolitik des bayrischen Kanzlerkandidaten Stoiber sähe anders aus als die des gegenwärtigen Bundeskanzlers, der vorher Ministerpräsident in Niedersachsen war.

Noch ausgeprägter ist diese „Buntscheckigkeit“ innerhalb der einzelnen Mitgliedsländer bei den kulturellen Orientierungen. Soweit kulturelle Vielfalt ein Einwand gegen die Funktionsfähigkeit einer vollständig integrierten Europäischen Union wäre, müsste sie auch ein Einwand gegen die Funktionsfähigkeit vieler gegenwärtiger Nationalstaaten sein. Ebenso wenig wäre das Argument anzuerkennen, dass es keine Sprache gibt, die von allen Bürgern problemlos verstanden würde. Dasselbe gilt bereits für funktionsfähige Nationalstaaten wie Belgien oder die Schweiz. Die kulturellen Übereinstimmungen zwischen Bayern und Österreich sind – nach allen plausiblen Kriterien für „Kultur“ – größer als die zwischen Bayern und Niedersachsen. Die Mehrzahl der Gebilde, die üblicherweise „Nation“ genannt werden, weisen unterschiedliche Mischungen der verschiedensten kulturellen Attribute auf und können nicht auf einige wenige Merkmale festgelegt werden. Vieles spricht für die Vermutung, dass es „reine Kulturen“ überhaupt nicht gibt, auch nicht in kleineren Mitgliedstaaten.¹³ Kulturen sind mehrdimensionale Strukturen, die ein komplexes Geflecht bilden und deren einzelne Dimensionen nur selten kovariieren. Dass dennoch immer wieder Versuche in dieser Richtung gemacht werden, lässt sich u. A. dadurch erklären, dass über die Definition von „Nationalkulturen“ zumeist Hegemonialansprüche gerechtfertigt werden sollen: „[. . .] The appeal to a national culture or tradition is uniformly an appeal to the culture and tradition of one component group of a nation and the call for its hegemony over others.“¹⁴ Viele der einzelnen kulturellen Merkmale sind grenzüberschreitend und lassen sich nicht – oder nur zum Schein (wie etwa die Unterscheidung zwischen der niederländischen und der flämischen oder zwischen der kroatischen und der serbischen Sprache) – nach politischen Kategorien eingrenzen. Ein deutliches Beispiel ist die Problematik der Bestimmung der verschiedenen nationalen Zugehörigkeiten auf dem Balkan: Nimmt man als Charakteristikum die gemeinsame Sprache, ergäbe sich, dass alle Sprecher des Serbokroatischen einer gemeinsamen serbokroatischen Nation angehören. Gilt hingegen die Religion als das entscheidende Kriterium, teilt sich die serbokroatisch sprechende Gruppe in drei Nationen. Kulturen sind grenzüberschreitend und nicht politisch eingrenzbar. Ähnliches gilt für das Merkmal einer „gemeinsamen Geschichte“, denkt man etwa an die Niederlande und Belgien, an Deutschland und Österreich oder an die baltischen Staaten.

Wieweit sich die für ein funktionsfähiges europäisches Gemeinwesen erforderliche Homogenität infolge einer weitergehenden Integration herstellen würde, ist aus heutiger Sicht nur schwer abzuschätzen. Es gibt jedoch Indizien dafür, dass auch zunächst als weitgehend „künstlich“ empfundene Gebilde es mit der Zeit zu einem erstaunlichen Grad an Kohäsion bringen können. Ein Beispiel sind die Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz, bei denen nicht einmal die Bedingung der Freiwilligkeit erfüllt war. Ihre Neubildung 1947 erfolgte, ohne dass die Bürger dazu befragt worden wären. Es scheint fraglich, ob die politischen und kulturellen Differenzen zwischen den ehemaligen Nationalstaaten in einem vereinigten Europa als so gravierend empfunden würden, dass sie die Loyalität

¹³ Vgl. Mohr (1998: 11) sowie Kymlicka (1995).

¹⁴ O'Neill (1994: 141).

der Bürger zur europäischen Nation untergraben und die staatliche Ordnung in Frage stellen würden. Wie heute die Bundespolitik „bayrisch“ oder „niedersächsisch“ geprägt sein kann, ohne die Loyalität derjenigen erodieren zu lassen, die ihre politischen Auffassungen in der Politik der Bundesregierung wenig oder gar nicht repräsentiert sehen, ist es wahrscheinlich, dass auch eine „englisch“ oder „französisch“ geprägte Europapolitik von den Mitgliedsländern, die sich durch sie nicht angemessen repräsentiert sehen, hingenommen würde, ohne zu Spaltungstendenzen zu führen. In demselben Sinn lässt sich auch mit Nida-Rümelin festhalten, dass die Rede von der einen und einzig gültigen Staatsbürgerschaft im Grunde obsolet ist:

Man kann Bürger einer Stadt, einer Provinz, eines Landes (im deutschen Verständnis), eines „Nationalstaates“ und einer supranationalen, etwa europäischen Union zugleich sein. Dies ist keine theoretische Träumerei, sondern gelebte politische und rechtliche Praxis. [. . .] Das wirtschaftliche und gesellschaftliche Interaktionsgeflecht hält sich nicht an die nationalstaatlichen Grenzen. (Nida-Rümelin 1996: 380)

In der Diskussion um eine mögliche europäische Verfassung begegnet man öfter dem Argument, es fehle Europa bislang an einem zentralen Merkmal eines Nationalstaats: einer einheitlichen *Öffentlichkeit* bzw. eines gemeinsamen politischen *Diskurses*. Diesem Argument liegt die zweifellos berechtigte Hypothese zugrunde, dass die Funktionsfähigkeit einer europäischen Gesamtdemokratie wesentlich von einer die Grenzen der Mitgliedsländer überschreitenden Debatte um politische Richtungsentscheidungen abhängt. Damit Europa nicht nur als Nation im äußerlichen Sinne eines territorial definierten Staatsgebildes gelten kann, sondern diese Nation auch mit demokratischem Leben erfüllt und zu einem „intersubjektiv geteilten Kontext möglicher Verständigung“¹⁵ wird, bedarf es einer grenzüberschreitenden politischen Kommunikation, Auseinandersetzung und Verständigung – durch europaweit agierende Parteien, europaweit operierende Rundfunk- und Fernsehprogramme und europaweit verbreitete Presseorgane. Eine gesamteuropäische Demokratie bedarf einer gemeinsamen Öffentlichkeit und einer gemeinsamen Willensbildung. Dieser Auffassung scheint auch das Bundesverfassungsgericht zuzuneigen, wenn es meint, dass

Demokratie [. . .] vom Vorhandensein bestimmter vorrechtlicher Voraussetzungen abhängig [ist] wie einer ständigen freien Auseinandersetzung zwischen sich begegnenden sozialen Kräften, Interessen und Ideen, in der sich auch politische Ziele klären und wandeln und aus der heraus eine öffentliche Meinung den politischen Willen vorformt. [. . .] Parteien, Verbände, Presse und Rundfunk sind sowohl Medien wie auch Faktoren dieses Vermittlungsprozesses, aus dem heraus sich eine öffentliche Meinung in Europa zu bilden vermag. (Bundesverfassungsgericht 1993: 437f.)

Eine lebendige Demokratie hängt weniger von der ethnischen oder kulturellen Homogenität ihres „Staatsvolks“ ab als vielmehr von der Funktionsfähigkeit ihrer Kommunikationskreisläufe zur demokratischen Willensbildung.

Diese Bedingung ist in der Tat im gegenwärtigen Europa nicht erfüllt – wobei die Defizite weniger in den begrenzten Kommunikations- und Verständigungsmöglichkeiten als in

¹⁵ Habermas (1996: 189).

dem begrenzten Kommunikations- und Verständigungs*interesse* zu liegen scheinen. Auch wenn sich in den letzten Jahrzehnten, insbesondere infolge der wirtschaftlichen Verflechtungen und der Reisetätigkeit, viel geändert hat: Die Medien der Mitgliedstaaten sind noch weitgehend national orientiert, das Interesse an Auslandsereignissen vergleichsweise gering. Ein guter Indikator für das Zusammengehörigkeitsgefühl ist dabei die Bereitschaft, Kritik zu üben. Wer Kritik übt, identifiziert sich, mischt sich ein, schließt den Kritisierten in seine Bezugsgruppe ein. Verzicht auf Kritik bedeutet Distanz, Fremdheit, Gleichgültigkeit. Kritik an Entwicklungen im europäischen Ausland findet sich jedoch in den Medien relativ selten. So besteht eine klare Differenz zwischen der Berichterstattung über die Bedrohung der Demokratie durch rechtsradikale Gruppen im In- und im Ausland – in Übereinstimmung mit verbreiteten Empfindungen: Rechtsradikale Aktionen in Brandenburg betreffen uns stärker als rechtsradikale Aktionen in Frankreich oder Belgien. Die „nationalen Identitäten“ spielen zumindest im Bewusstsein der Bürgerinnen und Bürger weiterhin eine dominierende Rolle – eine Rolle, die angesichts der faktisch bestehenden Abhängigkeiten der nationalen von der supranationalen Politik leicht anachronistisch erscheint. Noch weniger würde sie einer realisierten politischen Einheit Europas gerecht.

„Nationale Identität“ als Gefühl der Zusammengehörigkeit

Bisher ist der Ausdruck „nationale Identität“ in einem objektiven und politischen Sinn verstanden worden, als die Konstituiertheit eines souveränen und von anderen Nationen anerkannten Nationalstaats. Man kann diesen Ausdruck aber auch in einem eher psychologischen Sinn verstehen, als Bezeichnung für das Gefühl der Zusammengehörigkeit, das wir im Allgemeinen von einer in einem Nationalstaat lebenden Gesellschaft erwarten und das eine entscheidende Bedingung seiner Funktionsfähigkeit als demokratisches Gemeinwesen und seiner Stabilität als nationale Einheit ist. Einige moderne Theoretiker der Nation gehen sogar so weit, das Bewusstsein, zu ein und derselben Nation zu gehören, als eine zwar nicht *hinreichende*, aber doch immerhin *notwendige* Bedingung der Konstituiertheit einer Nation zu postulieren. Ein Beispiel ist David Miller (1994: 19f.):

National communities are constituted by belief a nationality exists when its members believe that it does. It is not a question of a group of people sharing some common attributes such as race or language. These features do not of themselves make nations, and only become important insofar as a particular nationality takes as one of its defining features that its members speak French or have black skins.

Diese Auffassung geht sicher zu weit, wenn sie die *Existenz* von Nationen mit der „nationalen Identität“ ihrer Bevölkerungen erklären will. Die Geschichte zeigt, dass Nationen über lange Zeiträume bestehen können, ohne dass sich große Teile ihrer Bevölkerung mit dieser Nation auch im psychologischen Sinn identifizieren. Die in der Türkei lebenden Kurden sind um nichts weniger türkische Staatsbürger als die separationistischen Basken spanische. Relevant ist die psychologische Definition von „nationaler Identität“ allein für die Frage, ob eine Nation dauerhaft als demokratisches Staatswesen bestehen kann, wenn sie sich als unfähig erweist, auch bei ethnischen und/oder kulturellen Minderheiten ein Mindestmaß an Identifikation herzustellen, z. B. durch die Gewährung einer begrenzten Autonomie. Nicht weniger essenziell wäre ein Minimum an Identifikation und Zusammengehörigkeitsgefühl für ein zukünftiges vereintes Europa.

Wiederum: Die Tatsache, dass von einem solchen Zusammengehörigkeitsgefühl gegenwärtig nicht die Rede sein kann, lässt keinen sicheren Schluss darauf zu, dass es sich auch im Zuge einer weiteren Integration nicht einstellt. Dass es, wie der Verfassungsrechtler Dieter Grimm feststellt, „bislang kein europäisches Volk gibt“¹⁶ bzw. dass die „gesellschaftlichen Voraussetzungen von Demokratie in den Nationalstaaten mehr oder weniger gut ausgebildet“ sind, in Europa jedoch „noch weitgehend fehlen“¹⁷, rechtfertigt nicht die Annahme, dass es sich auch nach einer Vollendung der politischen Union nicht einstellen wird. Man kann die gegenwärtigen Verhältnisse nicht schlicht auf einen zukünftigen, politisch und rechtlich anders definierten Zustand extrapolieren.

Die Konstituierung einer gesamteuropäischen Verfassung könnte dabei für die Identifikation mit Europa eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Grimm und andere lehnen eine solche Verfassung insofern ab, als sie davon ausgehen, dass einem solchen gesamteuropäischen Dokument ein wesentliches Element fehlen müsste, nämlich dass es Ausdruck der Selbstbestimmung eines europäischen Volkssouveräns wäre. Vielmehr gehe es auf einen Akt der Fremdbestimmung durch die Mitgliedstaaten zurück. Zwar gesteht Grimm zu, dass man sich von einer Verfassung Identifikationsgefühle und emotionale Bindungen erhofft, die eine „Überbrückung der Kluft zwischen den Unionsbürgern und den europäischen Organen sowie die Überwindung der Indifferenz der meisten Europäer gegenüber der Union, welche sich zusehends als Hindernis einer fortschreitenden Integration erweist“¹⁸, bewirken könnte, die zwischen den Mitgliedstaaten abgeschlossene Verträge in der Regel nicht schaffen können. Aufgrund eines angenommenen Mangels an einem europäischen *constitutional moment* in Form einer triumphalen Revolution oder anderer außergewöhnlicher Situationen bezweifelt Grimm jedoch, dass eine Europäische Verfassung tatsächlich eine ähnliche, den juristischen Regelungsgehalt übersteigende symbolische Kraft wie nationale Verfassungen entfalten könnte. „Unter diesen Umständen wäre auch eine echte, dem europäischen Volk zugeschriebene statt von den Mitgliedsstaaten beschlossene Verfassung nur eine weitere Etappe auf dem Weg der gubernativen, administrativen und judikativ vorangetriebenen Integration“.¹⁹ Unabhängig davon, ob man sich der Auffassung anschließen möchte, dass einzelne konstitutive Momente als emotionaler Kitt für die Bewertung einer Europäischen Verfassung ausschlaggebend sein könnten, kann sich eine solche Behauptung aus historischer Perspektive vielleicht sogar als unhaltbar erweisen. In einem in der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung* publizierten gemeinsamen Aufsatz von Jacques Derrida und Jürgen Habermas weisen diese beiden Repräsentanten der intellektuellen Meinungsführer Frankreichs und Deutschlands wohl nicht ganz zu Unrecht darauf hin, dass die Gleichzeitigkeit der überwältigenden Demonstrationen in den Europäischen Kapitalen und in vielen anderen Städten am 15. Februar 2003, die in Reaktion auf die durch den spanischen Ministerpräsidenten ohne Absprache mit den anderen EU-Kollegen an den US-amerikanischen Präsidenten ergangene Loyalitätsbekundung stattfanden, „rückblickend als Signal für die Geburt einer europäischen Öffentlichkeit in die Geschichtsbücher eingehen“²⁰ könnten.

¹⁶ Grimm (1995: 581).

¹⁷ Grimm (2003: 35).

¹⁸ Grimm (2003: 35).

¹⁹ Grimm (2003: 35).

²⁰ Derrida und Habermas (2003).

Das heißt, dass auch dann, wenn man den Europaskeptikern zustimmen und etwa mit Hermann Lübke feststellen muss, dass „ein europäisches Volk politisch nicht existent“²¹ ist, dies doch kein guter Grund ist, mit demselben Autor zu sagen, dass „derzeit doch keinerlei Umstände erkennbar [sind], unter denen ein legitimitätsstiftender europäischer Volkswille sich bilden könnte.“²² Diese Umstände sind derzeit sehr wohl zu erkennen; neben den beschriebenen konstitutiven Ereignissen nicht zuletzt in dem möglichen Akt der Konstitution der politischen Einigung in Form einer Verfassungsgebung selbst. Wie weit sich die Menschen letztlich tatsächlich mit Europa identifizieren, wird neben der Frage einer gemeinsamen Europäischen Verfassung wesentlich davon abhängen, in welchem Maße ihr konkretes Leben von der europäischen Politik betroffen ist. Im Falle einer vollendeten politischen Union wäre diese Betroffenheit nicht mehr zu ignorieren. Ähnlich wie seit langem in der Agrarpolitik wären Diskussionen, Verständigungs- und Aushandlungsprozesse auf europäischer Ebene von existenzieller Bedeutung für die eigene Lebensplanung und -gestaltung. Die Bürger Europas säßen nicht nur wirtschafts- und währungspolitisch, sondern – psychologisch sehr viel „hautnäher“ – auch sozial- und innenpolitisch in „demselben Boot“. Spätestens dann, wenn europäische Instanzen und nicht mehr das Bundeskabinett über die Höhe der Rentenbeiträge, die Erstattungsfähigkeit von Krankheitskosten und den Kündigungsschutz entscheiden, würden sich die Deutschen sehr viel stärker dafür interessieren, was Engländer und Franzosen über diese Fragen denken.

Voraussetzung dafür wäre freilich ein vorgängiger „legitimitätsstiftender europäischer Volkswille“²³, ein ohne Druck zustande gekommenes Bekenntnis zur Vollendung der politischen Union. Über dessen Aussichten soll hier keine Prognose gewagt werden. Aber falls er vorhanden ist – wie es in Deutschland und anderen Europäischen Staaten nach den jüngsten Umfrageergebnissen von Eurobarometer²⁴ bereits der Fall zu sein scheint – oder sich in naher Zukunft ausprägt, scheint es nicht utopisch, damit zu rechnen, dass sich auch die weiteren Bedingungen einer funktionsfähigen europäischen Demokratie in absehbarer Zeit verwirklichen lassen.

Bibliographie

- BLECKMANN, Albert. „Die Rechtsvergleichung im Europäischen Gemeinschaftsrecht“, in: H.-F. ZACHER (Hrsg.). *Sozialrechtsvergleich im Bezugsrahmen internationalen und supranationalen Rechts*. Berlin 1978, 97-109.
- BLECKMANN, Albert. *Grundprobleme und Methoden des Völkerrechts*. Freiburg und München 1982.
- BUNDESVERFASSUNGSGERICHT. „Urteil vom 12.10.1993“, *Europäische Grundrechtezeitschrift* 7 (1993).
- DERRIDA, Jacques und Jürgen HABERMAS. „Unsere Erneuerung. Nach dem Krieg: Die Wiedergeburt Europas“, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (31.5.2003).
- EUROPÄISCHES PARLAMENT. „Entwurf eines Vertrages zur Gründung der Europäischen Union in der am 14. Februar 1984 vom Europäischen Parlament verabschiedeten Fassung“, *Amtsblatt* 84 C77/33 (1984).

²¹ Grimm (2003: 35).

²² Lübke (1994: 100).

²³ Lübke (1994: 100).

²⁴ Vgl. Eurobarometer (2003).

- EUROBAROMETER. „Executive Summaries. National Standard Reports for the Member States. Autumn 2002“. Brüssel 2003. http://europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/eb/eb58/eb58_summ.pdf (8.10.2003).
- GRIMM, Dieter. „Braucht Europa eine Verfassung?“ *European Law Journal* 1 (1995), 581-591.
- GRIMM, Dieter. „Die größte Erfindung unserer Zeit. Als weltweit anerkanntes Vorbild braucht Europa keine eigene Verfassung“, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (16.6.2003), 35.
- HABERMAS, Jürgen. *Die Einbeziehung des Anderen: Studien zur politischen Theorie*. Frankfurt am Main 1996.
- HEFTY, Georg Paul. „Europäische Identitätsarmut“, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (16.6.2003).
- KYMLICKA, Will. *Multicultural Citizenship*. Oxford 1995.
- LÜBBE, Hermann. *Abschied vom Superstaat*. Berlin 1994.
- MILLER, David. „In Defence of Nationality“, in: P. GILBERT und P. GREGORY (Hrsg.). *Nations, Cultures and Markets*. Avebury 1994, 15-32.
- MOHR, Georg. „Zum Begriff der Rechtskultur“, *Dialektik. Enzyklopädische Zeitschrift für Philosophie und Wissenschaft* 3 (1998), 9-29.
- NIDA-RÜMELIN, Julian. „Was ist Staatsbürgerschaft?“ In: Kurt BAYERTZ (Hrsg.). *Politik und Ethik*. Stuttgart 1996, 362-386.
- O’NEILL, John. „Should Communitarians be Nationalists?“ *Journal of Applied Philosophy* 11 (1994), 135-143.

Ulrich von Alemann und Claudia Münch

Nordrhein-Westfalen in Europa – Eine Region im Spannungsfeld zwischen regionaler Identität und Europäischer Integration

Nordrhein-Westfalen und Europa – Eine wechselseitige Beziehung

Die Europäische Union ist zu einem festen Bestandteil in unserem politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Leben geworden. Die fortschreitende Europäische Integration betrifft nicht nur die nationalstaatliche, sondern in besonderem Maße auch die regionale Ebene. Europapolitik ist schon lange keine Außenpolitik des Bundes mehr. Das Politikfeld Europa hat in den vergangenen Jahren in den deutschen Bundesländern einen erheblichen Bedeutungsanstieg erfahren. Die Länder setzen sich heute aktiv für die Berücksichtigung ihrer Interessen und für eine Stärkung ihrer Rolle im europäischen Haus ein.

Nordrhein-Westfalen nimmt in diesem Prozess der Positionierung – als die bevölkerungsreichste Region im geographischen Herzen der EU – eine zentrale Stellung ein. Mitverantwortlich für die Gewichtung Nordrhein-Westfalens in Europa sind vor allem seine Wirtschaftskraft, die konzentrierte Hochschullandschaft und die intensive grenzüberschreitende Zusammenarbeit mit anderen EU-Mitgliedstaaten. Um seine Position zu verfestigen und weiter auszubauen, hat die Landesregierung dem Thema Europa einen bedeutenden Stellenwert beigemessen: Es fällt in den Zuständigkeitsbereich des Ministerpräsidenten.

Die enge Beziehung zwischen Nordrhein-Westfalen und Europa wird ständig vor neue Herausforderungen gestellt. Eines ist sicher: Europa wird immer komplexer. So werden die Beziehungen Nordrhein-Westfalens innerhalb Europas auch immer vielschichtiger. Das wechselseitige Verhältnis ist geprägt von Nutzen und Pflichten für Nordrhein-Westfalen.

Besonders im wirtschaftlichen Bereich überwiegt der Nutzen für Nordrhein-Westfalen, da es zum einen in den europäischen Binnenmarkt eingebunden ist und zum anderen ausgiebige Unterstützung beim Strukturwandel erfuhr und bis heute erfährt. Zu Beginn der 50er Jahre des letzten Jahrhunderts eröffnete die Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl (EGKS) Nordrhein-Westfalen den Zugang zu ausländischen Märkten. Verglichen mit anderen europäischen Regionen schneidet Nordrhein-Westfalen heute in Sachen Außenhandelsorientierung sehr gut ab. Es liegt sogar deutlich vor einigen Mitgliedstaaten der EU. Ein Viertel aller ausländischen Direktinvestitionen in Deutschland entfallen auf Nordrhein-Westfalen. Auch im Export kann das Land hohe Quoten aufweisen. 2002 exportierte Nordrhein-Westfalen Waren im Wert von über 104 Mrd. €, wobei der europäische Binnenmarkt mit nahezu 60 Prozent der wichtigste Absatzmarkt ist.¹

¹ Vgl. NRW-Pressemitteilung vom 25. Februar 2003: „Ausfuhr Nordrhein-Westfalens stieg im November 2002 um 4,8 Prozent“ auf <http://www.presseservice.nrw.de> (Zugang nur nach Anmeldung).

Zugleich profitierte das Land in enormem Umfang aus den Strukturfonds der europäischen Regionalpolitik. Mit dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), dem Europäischen Sozial Fonds (ESF) und dem Europäischen Ausrichtungs- und Garantie Fonds (EAGFL) sollen die gravierenden Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen Europas abgebaut und der wirtschaftliche und soziale Zusammenhalt in der Gemeinschaft verbessert werden. Der EFRE und der ESF stehen für die Verwirklichung des Ziel-2 zur Verfügung, das den Strukturwandel von Industrieregionen sowie ländlichen und städtischen Gebieten unterstützt. Im Rahmen dieser Ziel-2 Förderung entfallen im Zeitraum von 2000 bis 2006 rund 980 Millionen € auf Nordrhein-Westfalen.²

Um eine sachgerechte Verwendung der verfügbaren Mittel der EU und des Landes zu ermöglichen, die der spezifischen Situation der einzelnen Fördergebiete im Flächenstaat Nordrhein-Westfalen Rechnung trägt, hat die nordrhein-westfälische Landesregierung eine Regionalisierung ihrer Strukturpolitik eingeleitet. Die Landesregierung setzt damit auf Initiativen vor Ort. Ausgangspunkt ist die Überlegung, dass eine effiziente und effektive Regionalpolitik so nah wie möglich an den regionalspezifischen Problemlagen orientiert sein muss. Entwicklungskonzepte werden daher unter Einbeziehung der sachkundigen kommunalen Akteure erstellt. Inzwischen haben sich auch andere Bundesländer das nordrhein-westfälische Modell zum Vorbild genommen. Die Europäische Regionalpolitik trug demnach zu einer Umstrukturierung der regionalen Förderungssysteme bei.

Die finanzielle Unterstützung durch die EU birgt allerdings auch Kontrolle und Abhängigkeit in sich. Die Entscheidungsfreiheit der Landesregierung bei der Förderung ihrer regionalen Wirtschaft ist nun deutlicher eingeschränkt. Die Länder werden durch die EU-Beihilfenpolitik „an einen goldenen Zügel“ gelegt.³

Wie die regionale Wirtschaftsförderung wurde auch die grenzüberschreitende Zusammenarbeit der Länder durch die Politik der Europäischen Union beeinflusst.

In den grenznahen Regionen Nordrhein-Westfalens existieren so genannte EUREGIOs, Gemeinschaftsinitiativen der EU. Insgesamt gibt es davon schon mehr als 100 in Europa. Die EUREGIO mit Sitz in Gronau und Enschede ist der historische Vorreiter der Bewegung. 105 Gemeinden und Kreise in den Niederlanden und in Deutschland haben sich zusammengefunden, die meisten davon in Nordrhein-Westfalen. Die EUREGIO fördert die gesellschaftlich-kulturelle und sozial-wirtschaftliche Zusammenarbeit in den grenznahen Regionen.⁴ An den Grenzen Nordrhein-Westfalens wächst somit Europa zusammen: Nordrhein-Westfalen wird immer europäischer.

Nordrhein-westfälische Europapolitik – Ein zahloser Tiger?

Anfänge der Europapolitik in Nordrhein-Westfalen

Die Anfänge des Beziehungsgeflechtes zwischen Nordrhein-Westfalen und Europa begannen bereits in der Gründungsphase des Bundeslandes 1946. Insbesondere das Ruhrgebiet – als Zentrum der Schwerindustrie und des Bergbaus – war für die europäischen Nachbarn eng mit ihren Sicherheits- und Wirtschaftsinteressen verknüpft. Der besondere Stellenwert dieser Region führte 1949 zur Verabschiedung des internationalen Ruhrstatuts zwischen

² Vgl. Europaministerkonferenz der Länder am 25. und 26. September 2002 in Essen. TOP 1: Orientierungspunkte zur EU-Strukturpolitik nach 2006. <http://www.europaminister.de/downloads/emk33.pdf> (15.9.2003).

³ Jochimsen (1990: 274).

⁴ Vgl. Gabbe (1999: 5ff.).

den drei Besatzungsmächten und den drei Beneluxstaaten. Diese sechs Staaten einigten sich darauf, mithilfe einer internationalen Behörde die Kohle- und Stahlproduktion des Ruhrgebiets zu regulieren und den Zugriff auf die Ressourcen zu erweitern.⁵ Der erste Ministerpräsident des Landes Nordrhein-Westfalen, Karl Arnold, reagierte auf das für ihn höchst unbefriedigende Ruhrstatut mit einem offensiven Vorschlag, der als so genannter Arnold-Plan in die Geschichte einging. Der Vorschlag sah einen völkerrechtlichen Zweckverband auf supranationaler Ebene vor, der die Belange der Montanindustrie regeln sollte.⁶

Mit der Bildung der Bundesrepublik Deutschland wurde der Einfluss der Länder auf die Europapolitik des Bundes weitgehend beschnitten. Bundeskanzler Adenauer war von Anfang an bestrebt, die Beteiligung der deutschen Länder an wirtschafts- und außenpolitischen Fragen so gering wie möglich zu halten. So war dann auch Karl Arnold 1951 an den Beratungen zur Bildung der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl (EGKS) nicht beteiligt, obwohl hier die Grundzüge seines Vorschlags verwirklicht wurden. Diese neue supranationale Gemeinschaft schuf einen gemeinsamen Markt für Kohle, Stahl und Stahlprodukte. Deutschland wurde als gleichberechtigtes Mitglied in den Kreis der Gründerstaaten, bestehend aus Frankreich, Belgien, Luxemburg, Italien und den Niederlanden, aufgenommen. Für die noch junge Bundesrepublik eröffnete diese Einbindung die Chance, durch aktive Beteiligung als souveräner Staat an der Europäischen Integration mitzuwirken.

Mit der Gründung der Montanunion wurde die Übertragung von Hoheitsrechten auf einer supranationalen Ebene etabliert. Für das Land Nordrhein-Westfalen, das durch sein wirtschaftliches Potential von den neuen europapolitischen Entwicklungen direkt betroffen war, begann nun die dauerhafte Auseinandersetzung um Mitsprache- und Beteiligungsmöglichkeiten.

In der Ratifikationsphase des EGKS-Vertrages versuchte Nordrhein-Westfalen, seine durch die Verfassung zugesicherten Beteiligungsmechanismen im Bundesrat auszubauen. Nordrhein-Westfalen ging es dabei vor allem um die gesetzliche Sicherung der Mitwirkungsrechte der Länder im Falle der Übertragung von Hoheitsrechten auf die supranationale Ebene. Im Gegensatz zur Bundesregierung hatten die Länder keine Mitgestaltungsmöglichkeiten bei der Politik der supranationalen Organisationen. Um dieses Defizit zumindest teilweise auszugleichen, bemühte sich Nordrhein-Westfalen um die Verankerung innerstaatlicher Beteiligungsrechte für die Länder in allen Bereichen, in denen Länderkompetenzen betroffen waren. Allerdings gelang anfangs keine gemeinsame Positionierung der Länder gegen den Bund, da die Einsicht in die Notwendigkeit nicht von allen Ländern geteilt wurde. Die Montanunion wurde eher als ein speziell nordrhein-westfälisches Anliegen eingeordnet.

In den folgenden Jahrzehnten entschied die Bundesregierung weitgehend allein über die Abgabe von Zuständigkeiten, auch wenn es sich um Länderkompetenzen handelte. Allerdings setzten sich Länder wie Nordrhein-Westfalen oder Bayern weiter für die Stärkung der Länderrechte im europäischen Kontext ein. So konnten sie bewirken, dass das anfängliche Informationsrecht des Bundesrates 1979 zum so genannten Länderbeteiligungsverfahren ausgebaut wurde. Der Bund verpflichtete sich, gemeinsame Stellungnahmen der

⁵ Vgl. Petzina (1997: 41).

⁶ Vgl. Rombeck-Jaschinski (1990: 59f.).

Länder zu berücksichtigen und gegebenenfalls zu den Beratungen zwei Vertreter der Länder hinzuzuziehen.⁷

Neben dieser innerstaatlichen Beteiligungsmöglichkeit bestand für die Länder großes Interesse an den Vorgängen auf europäischer Ebene. Während die Bundesregierung durch den Ministerrat aktiv an den Entscheidungen teilhaben konnte, blieben den Ländern derartige Rechte versagt. Ihre einzige Möglichkeit, über die Geschehnisse auf der europäischen Bühne und über das Vorgehen des Bundes dort informiert zu werden, war der Länderbeobachter. Seit der Gründung der Europäischen Gemeinschaft nimmt er beobachtend an den Ratssitzungen teil und steht in Kontakt zu den Europäischen Institutionen. Der von der Ministerpräsidentenkonferenz gewählte Länderbeobachter unterstützt mit seiner Arbeit den Bundesrat und die von ihm entsandten Vertreter.⁸

Zwar ist es den Ländern gelungen, Informations- und Mitspracherechte zu erhalten, doch bleiben diese Beteiligungsmöglichkeiten weit hinter den Vorstellungen der Länder zurück. Die Einflusschancen eines deutschen Landes hängen somit stark von seinem Einzelengagement ab. Im Folgenden soll gezeigt werden, welche Einflusskanäle von Nordrhein-Westfalen aufgebaut wurden und wie effektiv sie genutzt werden.⁹

Nordrhein-westfälische Akteure und ihre Einflusskanäle

Mit fortschreitender Europäischer Integration nahm der Einfluss auf die Politiken der Länder immer mehr zu. Besonders im Bereich der Strukturpolitik wollten die deutschen subnationalen Einheiten nicht nur am Tropf des Bundes hängen, sondern direkt in Brüssel mitgestalten. Da die Länder gerade in diesem Bereich kaum eine gemeinsame Linie bilden konnten, sondern eher in Konkurrenz zueinander standen, entwickelte sich eine eigene Europapolitik der einzelnen Länder.

Für jedes Land lassen sich zwei Richtungen der Einflussnahme identifizieren. Der eine Weg führt indirekt über Berlin nach Brüssel, der andere direkt nach Brüssel. Doch um von diesen Einflusskanälen Gebrauch machen zu können, musste jedes Land die innerstaatlichen Voraussetzungen dafür schaffen.

In Nordrhein-Westfalen intensivierten sich die europapolitischen Aktivitäten der Landesregierung in den 1980er Jahren. Ein Koordinierungsausschuss für EG-Angelegenheiten bildete die Plattform für die Abstimmung der Fachressorts bei Europafragen. 1988 wurde dann auch in jedem Ministerium ein Europareferat eingerichtet.¹⁰ Die zentrale Stelle für Europäische Angelegenheiten wurde in Nordrhein-Westfalen von jeher gerne in den Zuständigkeitsbereich des Ministerpräsidenten gestellt und damit in der Staatskanzlei angesiedelt. 1996 gab es sogar ein eigenes Ministerium für Bundes- und Europaangelegenheiten, das dann aber 1998 wieder in die Zuständigkeit der Staatskanzlei zurückgeholt wurde. Die Botschaft lautete: Europa ist in Nordrhein-Westfalen Chefsache. Heute bildet ein EU-Referat in der Staatskanzlei, unterstützt durch weitere EU-Fachreferate in den zehn Ministerien, die zentrale Koordinationsstelle für die europapolitischen Aktivitäten des Landes.

⁷ Vgl. Boldt und Reh (1990: 62).

⁸ Vgl. Boldt und Reh (1990: 63).

⁹ Vgl. dazu auch: von Alemann und Brandenburg (2000: 140ff.).

¹⁰ Vgl. Buchheim (2002: 71).

Auch in der Legislative stärkte sich das europäische Bewusstsein und veranlasste so das Landesparlament, einen Ausschuss für Europaangelegenheiten ins Leben zu rufen.¹¹ Während der Landesregierung vielfältige Einflusschancen offen stehen, werden die Landesparlamente häufig als die eigentlichen Verlierer der Europäischen Integration bezeichnet. Die Exekutive betrachtet die Europapolitik im Allgemeinen als Regierungsangelegenheit. Das Parlament wird zwar von der Landesregierung unterrichtet, hat aber keine Möglichkeit, ihre Europapolitik mitzugestalten. So sitzen im föderativen System der Bundesrepublik Deutschland im Bundesrat auch nur Vertreter der Landesregierungen, nicht aber der Landesparlamente.

Da dem Landesparlament durch dieses Verfahren der Weg über Berlin nach Brüssel verwehrt ist, bleibt ihm lediglich die Möglichkeit, über die Abgeordneten des Europäischen Parlaments Einfluss zu nehmen. Allerdings zeigen sich hier gleich zwei Einschränkungen. Zum einen fühlen sich die europäischen Parlamentarier, auch wenn sie einen Wahlkreis in Nordrhein-Westfalen besitzen, nicht dem Landesparlament verpflichtet, und zum anderen sind die Befugnisse des Europäischen Parlaments bei der EU-Gesetzgebung zwar angestiegen, entsprechen aber immer noch nicht denen des Ministerrats, der als das eigentliche Legislativorgan der EU zu bezeichnen ist. Insgesamt ist damit die Möglichkeit des Landesparlaments, effektiv Einfluss zu nehmen, sehr eingeschränkt.

Es liegt offen auf der Hand, dass die Fäden von der Landesregierung gezogen werden. Ihre Vertreter sitzen im Bundesrat, der seit 1992 durch den neuen Artikel 23 der Übertragung von Hoheitsrechten, die die Länder betreffen, zustimmen muss. Außerdem wurde mit der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Regierungen der Länder über die Zusammenarbeit in Angelegenheiten der Europäischen Union (EUZBLV) 1998 die Möglichkeit geschaffen, vom Bundesrat benannte Ländervertreter an den Ratssitzungen teilnehmen zu lassen. Diese Vertreter sollen Ministerrang haben und übernehmen dann anstelle der Bundesregierung die Verhandlungen im Ministerrat, die schwerpunktmäßig die ausschließliche Gesetzgebung der Länder betreffen.¹²

Die Regierung Nordrhein-Westfalens unterhält in ihrer Landesvertretung in Berlin eine Abteilung für EG-Fragen, die insbesondere für den EU-Ausschuss des Bundesrates verantwortlich ist. Sie ist der Staatskanzlei unterstellt, versorgt diese mit Informationen und arbeitet eng mit dem Europabeauftragten des Landes zusammen. Hierbei handelt es sich häufig um eine Person im Staatssekretärsrang, die neben der Koordination der Europapolitik nach innen auch die landespolitischen Interessen nach außen, also auf Bundes- und Europaebene, vertreten soll.

Eine weitere Möglichkeit, Einfluss auf die Bundespolitik in europäischen Angelegenheiten zu nehmen, ist die Europaministerkonferenz (EMK). Die seit 1992 regelmäßig tagende Konferenz soll eine Abstimmung der Länderpositionen und eine gemeinsame Vorgehensweise ermöglichen.¹³ Jedoch ist die Festlegung eines gemeinsamen Standpunktes aufgrund der heterogenen Interessenlage der Länder nicht immer ganz einfach. Darüber hinaus sind die Beschlüsse der EMK für die Bundesregierung nicht bindend, sondern haben lediglich Empfehlungscharakter.

¹¹ Vgl. Buchheim (2002: 70 ff.).

¹² Vgl. Läufer (2002: 396).

¹³ Als Information zur Europaministerkonferenz der Länder vgl. http://www.europaminister.de/ueber_uns/index.php (15.9.2003).

Um ein zweites Standbein zu der Einflussnahme auf Berlin aufzubauen, haben die Länder auch ihre direkten Kontakte nach Brüssel unabhängig voneinander intensiviert.

Nordrhein-Westfalen eröffnete 1986 nach Hamburg und dem Saarland eine Landesvertretung in Brüssel. Das Büro ist heute Teil der Staatskanzlei Nordrhein-Westfalen und versteht sich als Verbindungsglied zwischen Düsseldorf und Brüssel. Seine Hauptaufgaben bestehen darin, die politische Meinungsbildung in der EU zu beobachten, Informationen zu aktuellen EU-Gesetzgebungsverfahren und Förderprogrammen zu beschaffen, nordrhein-westfälische Positionen frühzeitig einzubringen und den Willensbildungsprozess zu beeinflussen. Dazu nutzt die Landesvertretung intensive Arbeitskontakte zu den Brüsseler Institutionen, insbesondere zur EU-Kommission, zum Europäischen Parlament, zum Rat der Europäischen Union und zum Ausschuss der Regionen, sowie zu den Vertretungen anderer europäischer Regionen. Darüber hinaus unterstützt die Landesvertretung auch nordrhein-westfälische Projektantragsteller aus Wissenschaft und Wirtschaft.¹⁴ Die Arbeit der Länderbüros kann durchaus mit dem Begriff „Lobbying“ gekennzeichnet werden, der, nebenbei bemerkt, auf europäischer Ebene nicht den negativen Beigeschmack enthält, wie es häufig in Deutschland der Fall ist. Lobbyarbeit gehört in Brüssel zum alltäglichen Geschäft, ist allgemein akzeptiert und vielfach auch unentbehrlich. Problematisch ist nur, dass sich die informellen Kontakte, Beeinflussungen und erzielten Erfolge kaum nachvollziehbar messen lassen.

Ähnlich schwer messbar ist auch die Vernetzung zwischen Land und Europa auf der Beamten- und Expertenebene. Neben den durch den Bundesrat benannten Vertretern der Länder existieren informelle Kontakte zwischen der Europabürokratie und den Dienststellen der Länder. Insbesondere die Kommission ist mit ihrem Initiativmonopol der klassische Anlaufpunkt für Lobbyarbeit. Aus dem Blickwinkel der Kommission ist dieser Umstand auch mit hilfreichen Aspekten verknüpft. Gerade in Bereichen wie Verkehrs- und Bildungspolitik oder Strukturförderung ist der Sachverstand der Beamten aus den Landesregierungen, die EU-Regelungen auch später umsetzen müssen, kaum zu entbehren und führt dazu, dass auch die Kommission ihre Kontakte nach außen pflegt und ausbaut.

Informelle Kontakte dieser Art finden sich jedoch nicht nur bei der Kommission, sondern auch bei den dem Rat unterstellten Arbeitsebenen, wie dem Ausschuss der Ständigen Vertreter (AStV). Dieses in seiner Bedeutung häufig unterschätzte Gremium bereitet die Entscheidungsprozesse der jeweiligen Ministerräte vor. Richtungsweisend ist seine Arbeit deshalb, weil es die Tagesordnung in A- und B-Punkte aufteilt. Die vom AStV als A-Punkte eingeordneten Rechtsakte werden vom Ministerrat ohne weitere Beratung beschlossen. Daraus wird deutlich, dass auch hier ein für Lobbyisten sehr reizvoller Anknüpfungspunkt liegt. Allerdings bedarf es in diesem Fall schon sehr ausgereifter Kontakte, über die die Landesvertretung aber tatsächlich verfügen soll.¹⁵

Auch wenn es sich bei Kommission und Ministerrat um die beiden EU-Organen mit der größten Machtkonzentration handelt, bestehen ebenfalls intensive Kontakte zum Europäischen Parlament (EP) und zu den beiden beratenden Gremien Ausschuss der Regionen (AdR) und Wirtschafts- und Sozial-Ausschuss (WSA).

Ergänzend zu den Ausführungen zum EP sei an dieser Stelle noch erwähnt, dass nicht nur Kontakte seitens des Landesparlaments, sondern auch seitens der Landesregierung

¹⁴ Vgl. Schreiber (1999: 85ff.).

¹⁵ Vgl. Buchheim (2002: 31).

und ihrer Vertretung bestehen. Das EP profitiert genau wie die anderen Organe von der Informationsgewinnung durch Lobbying. Eine Zusammenarbeit mit der Landesregierung beruht jedoch auf freiwilliger Basis, da die Abgeordneten des EP über ein freies Mandat verfügen, mit dem sie unabhängig von Weisungen ihrer nationalen Regierungen agieren können. Ein direkt verpflichtender Bezug zur nordrhein-westfälischen Regierung besteht damit nicht. So beschränkt sich die Kooperation zwischen Landesregierung und EP auch nicht nur auf die nordrhein-westfälischen Abgeordneten. Ausschlaggebend für intensive Kontakte sind eher die Arbeitsbereiche und Funktionen der Abgeordneten innerhalb des EP. Damit sind Abgeordnete, deren Arbeitsschwerpunkte für regionale Interessen relevant sind, für alle Länder von gleichem Interesse.

Der Ausschuss der Regionen, dessen Einrichtung insgesamt als Erfolg der regionalen Interessenvermittlung anzusehen ist, bleibt jedoch mit seinen tatsächlichen Kompetenzen weit hinter den Forderungen vieler Regionen zurück. Geschwächt wird seine Position nicht nur durch die lediglich beratende Funktion, sondern auch durch seine heterogene Zusammensetzung, die sowohl unterschiedlichste regionale als auch kommunale Vertreter berücksichtigt, so dass die Ermittlung eines gemeinsamen Standpunktes häufig mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Nordrhein-Westfalen hat ein Mitglied seines Parlaments in den AdR entsandt. Allerdings ist dies schon innerhalb der deutschen Länder nicht einheitlich, da andere Länder, wie beispielsweise Bayern, auch exekutive Vertreter entsenden. Damit wird bereits deutlich, dass es schon zwischen den regionalen Vertretern Deutschlands zu fundamentalen Interessensgegensätzen kommen kann.

Einwirken kann der AdR in beschränktem Maße nur auf die Kommission, die seine Stellungnahmen, wie die des WSA, nicht zwangsläufig berücksichtigen muss. Im WSA sitzen vier Mitglieder aus Nordrhein-Westfalen, die aber nicht den Landesinteressen, sondern ihren wirtschaftlichen oder sozialen Organisationen verpflichtet sind.

Zwischenfazit

Die vielfältigen Beteiligungsformen der Landesregierung Nordrhein-Westfalen zeigen eine deutliche Akzentuierung der informellen Kontakte. Während der Weg über Berlin über institutionalisierte Verfahren führt, so speisen sich die Beziehungen nach Brüssel hauptsächlich aus Lobbyaktivitäten.

Um Einfluss über Berlin nehmen zu können, gilt eine horizontale Kooperation der Länder als Voraussetzung. Der Bundesrat ist das Sprachrohr für die Länderinteressen, der nur, wenn er mit einer Stimme spricht, auf Gehör stoßen kann. Die Chance Nordrhein-Westfalens besteht darin, innerhalb der Gruppe der Länder meinungsprägend zu sein. Angestrebt wird dieses Ziel durch eine ausgiebige Vorbereitung und Begleitung der Europaministerkonferenzen. So verknüpft Nordrhein-Westfalen den Vorsitz in der EMK mit einer intensivierte Auseinandersetzung und Positionierung.

Die Konsensfindung der Länder ermöglicht es ihnen, gesetzliche Maßnahmen vorzuschlagen, um Kompetenzen zu wahren und ihre regionale Identität zu schützen. Der Weg über Berlin bezieht sich daher schwerpunktmäßig auf die Verteidigung des Besitzstandes. Die Chance, über Berlin spezifische Länderinteressen auf europäischer Ebene einzubringen, ist vergleichsweise gering und scheitert schon an der Tatsache, dass es die Länderinteressen als einvernehmliches Bündel nicht gibt.

Möchte ein Land seine eigenen Interessen durchsetzen, so ist es auf das riesige informelle Geflecht von Informationen und Kontakten in Brüssel angewiesen. Eine effektive Nutzung dieser Strukturen ist abhängig von personeller und finanzieller Ausstattung, Fachwissen und nicht zuletzt von Einzelpersonen und deren Fähigkeit, Kontakte zu knüpfen und auszubauen.

Bis dato gibt es keinen formalisierten Weg, auf dem die regionale Ebene an der europäischen Willensbildung beteiligt ist. Die Entsendung eines regionalen Vertreters in den AdR ist zwar festgeschrieben, doch ist dieses Gremium wiederum faktisch nicht an der Willensbildung der europäischen Union beteiligt. Die Hoffnungen auf die Erhebung des AdR zu einer zweiten Kammer dürfen als unrealistisch eingeschätzt werden. Denn selbst wenn ein Zweikammersystem eingerichtet werden sollte, wird neben dem jetzigen EP eine Länderkammer aus den Vertretern der nationalstaatlichen und nicht der regionalen Ebene bestehen.

Demnach liegt die einzige Möglichkeit für die Durchsetzung spezifisch nordrhein-westfälischer Interessen in der gezielten Kontaktpflege zu europäischen Institutionen, wobei es den Anschein hat, als sei die Etablierung von informellen Kontakten zu Institutionen, die wenige Befugnisse haben, vergleichsweise einfach, wie Vergleiche zwischen Ministerrat, Kommission und EP zeigen.

Die Europapolitik Nordrhein-Westfalens ist durchaus nicht als wirkungslos zu bezeichnen. Sie fußt nur in der innerdeutschen und in der europäischen Arena auf unterschiedlichen Strukturen. Bezugnehmend auf diese Strukturen lässt sich eine Wirkungsanalyse für den nationalen Bereich leichter durchführen als für den europäischen. So scheinen die Erfolge, die die Länder gegenüber dem Bund in Sachen Kompetenzwahrung und Mitsprache zu verzeichnen haben, größer als die Einflussnahme auf europäische Politik.

Das Ziel Nordrhein-Westfalens ist eindeutig: Es möchte die Durchsetzung seiner Interessen und seiner Mitwirkungsrechte auf europäischer Ebene steigern. Damit Nordrhein-Westfalen in Brüssel mehr Gehör findet, muss es seine „Europafähigkeit“ verbessern. Viele Maßnahmen dazu sind im Exekutiv- und Legislativapparat bereits in Angriff genommen worden, aber eine notwendige Herausforderung besteht überdies in der Mobilisierung der europapolitisch relevanten Ressourcen in Nordrhein-Westfalen. Das im Land vorhandene Fachwissen zu europäischen Themen ist immens. Wichtig ist die Identifizierung und aktive Nutzung dieses Potentials. An diesem Punkt setzt die Forschungsinitiative Nordrhein-Westfalen in Europa (FINE) an der Heinrich-Heine-Universität an.

Die Schnittstelle zwischen Landes- und Europaforschung

Die Forschungsinitiative Nordrhein-Westfalen in Europa (FINE)

Die FINE nahm ihre Arbeit im Januar 1999 auf. Sie wird vom Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert, von Univ.-Prof. Dr. Ulrich von Alemann geleitet und von der wissenschaftlichen Mitarbeiterin Claudia Münch betreut. Die Forschungsstelle FINE ist am Lehrstuhl für Politikwissenschaft II der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf angesiedelt.

Das Ziel von FINE ist es, mit wissenschaftlichen Service- und Transferleistungen eine zentrale Schnittstelle zwischen europaorientierter Wissenschaft und Praxis in Nordrhein-Westfalen zu etablieren. Dafür wird ein Netzwerk nordrhein-westfälischer Forscher

und Praktiker aufgebaut, dem FINE ein regelmäßiges Diskussionsforum bietet. Gemäß der Zielsetzung umfasst das Aufgabenprofil von FINE die Arbeitsfelder Dienstleistung, Kommunikation, Forschung und Transfer.

Mit der Politischen Landeskunde Nordrhein-Westfalen hat FINE das erste Forschungsprojekt erfolgreich abgeschlossen.¹⁶ Im Jahr 2000 konnte zudem eine Konferenz zu dem Thema „Nordrhein-Westfalen zwischen Brüssel und Berlin. Eine Region im Spannungsfeld“ durchgeführt werden.¹⁷

Im Juli 2001 begannen die Arbeiten an dem nun fertig gestellten Handbuch *Europa in NRW – Wer macht was in NRW für Europa?*¹⁸ Dieses Handbuch macht die europapolitisch relevanten Strukturen innerhalb Nordrhein-Westfalens sichtbar und transparent. Das unübersichtliche Geflecht der Beziehungen zwischen Nordrhein-Westfalen und der EU wird hier entwirrt und systematisiert. Zu dieser strukturellen Dimension liefert das Handbuch auch wissenschaftliche Informationen über die Vernetzungen der regionalen und supranationalen Ebene in verschiedenen Politikbereichen. Damit kann diese Publikation von den europapolitisch interessierten Akteuren in Nordrhein-Westfalen als ein Instrument zur Knüpfung von Kooperationsbeziehungen und Netzwerken genutzt werden.

Die Szene der europapolitischen Akteure in Nordrhein-Westfalen ist stetigen Änderungen unterworfen. Die Herausforderungen durch die fortschreitende Europäische Integration erfordern immer neue Anpassungsleistungen seitens der nationalen, regionalen und kommunalen Ebene. So sind nicht nur Umstrukturierungsprozesse, sondern auch die Schaffung neuer Institutionen zu beobachten.

Europa betrifft uns alle. Diese Feststellung ist allerdings noch nicht in sämtliche Winkel unseres Bundeslandes durchgedrungen. Besonders auf kommunaler Ebene findet das Thema Europa unterschiedliche Behandlungsformen. Kreise und kreisfreie Städte zeigen eine Palette von der Einrichtung eigener Europabüros bis hin zur Nichtbehandlung dieses Themas.

Doch insbesondere auf der vierten Ebene der Europäischen Union muss und wird sich ein Umdenken ankündigen. Hier zeigt sich besonders, inwieweit der Einfluss europäischer Politik einen dauerhaften Anpassungsprozess nötig macht.

Die Liste der Akteursgruppen, die sich dem Thema Europa mehr und mehr zuwenden, ist lang. Hervorgehoben werden sollen der wissenschaftliche, der soziale und der kulturelle Bereich. In diesen klassischen, hauptsächlich in der Länderverantwortung liegenden Gebieten wird erkannt, wie wichtig die Einbeziehung Europas ist. Denn nur wer sich gut mit Europa auskennt, ist in der Lage, Chancen zu nutzen und eigenen Einfluss geltend zu machen.

Viel Potential liegt noch brach. Nordrhein-Westfalen ist, gemessen an den Möglichkeiten, erst am Anfang der Bewältigung europäischer Herausforderungen. Doch die Sensibilisierung für dieses Thema hat in weiten Teilen stattgefunden.

Eines ist sicher: Die Landschaft der europapolitisch Involvierten in Nordrhein-Westfalen wird sich stetig neu gestalten. Zu erwarten ist weniger eine Reduzierung als vielmehr eine Komplexitätsintensivierung der Akteure und der Zuständigkeiten. Um diesen neuen Herausforderungen gerecht zu werden, will die Forschungsinitiative Nordrhein-Westfa-

¹⁶ Vgl. dazu: von Alemann und Brandenburg (2000).

¹⁷ Vgl. dazu den Tagungsband: Forschungsinitiative Nordrhein-Westfalen in Europa (FINE) (2000).

¹⁸ Vgl. von Alemann und Münch (2003).

len in Europa eine Online-Version des Handbuchs erstellen. Die Online-Datenbank soll auf dem Fundament des Handbuchs aufbauen, Anregungen aus der Praxis aufnehmen und zusätzliche Bereiche integrieren.

Nicht nur die erleichterte Pflege bietet einen Anreiz zur Erstellung einer Datenbank. Besonders interessant sind die Ausbaumöglichkeiten im Themengebiet Europa. Zwar stellen unterschiedlichste Einrichtungen in Nordrhein-Westfalen Informationen und Links zum Thema EU im Netz zur Verfügung, jedoch gilt auch hier, dass die zersplitterten Informationen gebündelt und in ein überschaubares und benutzerfreundliches Format gebracht werden müssen. In unserer Datenbank „Handbuch Europa in NRW“ soll die Printversion ausgebaut werden. Neben einer ständigen Erweiterung des Adressbestandes sollen zusätzliche Bereiche aufgenommen werden. Geplant ist unter anderem eine ausführliche Literaturdatenbank zum Thema Europa und Nordrhein-Westfalen, ein Überblick über die Städtepartnerschaften in Nordrhein-Westfalen und eine Infosite zu aktuellen europabezogenen Aktionen in Nordrhein-Westfalen.

Außerdem soll die Eingrenzung des Handbuchs auf die geographische Fläche Nordrhein-Westfalens etwas gelockert werden. So gibt es auch außerhalb der Grenzen, beispielsweise in den EUREGIOs, Akteure, die in direktem Zusammenhang mit unserem Bundesland stehen und daher Erwähnung finden sollten. Gleiches gilt selbstverständlich für Ansprechpartner in Berlin oder Brüssel.

Oberstes Gebot für das Vorhaben ist und bleibt die Benutzerfreundlichkeit. Schon der Anspruch an das Handbuch forderte, mehr zu sein als ein bloßer Adresslieferant. So soll auch die Datenbank über eine typische Linksammlung hinausgehen und kurze Informationen zu den entsprechenden Links bereitstellen.

Da uns vor allem die Nützlichkeit und die Nutzbarkeit unserer Daten am Herzen liegen, möchten wir im Jahr 2006 eine neu überarbeitete Auflage des Handbuchs herausbringen. Trotz der umfangreich gestalteten Datenbank bleiben die Vorteile eines Buchs zum Nachschlagen erwiesen. Im alltäglichen Gebrauch ist ein Handbuch mit eigenen Notizen und Hervorhebungen der benutzerfreundlichere Partner.

Um die Entstehung von Kooperationsbeziehungen und Netzwerken in Nordrhein-Westfalen zu unterstützen, möchte FINE im Herbst 2003 in Kooperation mit der Landesregierung ein Europaforum NRW zum Thema „Europa in NRW – Eine Region steigert ihre Europafähigkeit“ in Düsseldorf durchführen.

Das geplante Symposium soll die Beiträge zum Handbuch zusammenführen. Wenige Monate nach dessen Erscheinen bildet die Tagung eine hilfreiche Grundlage für die Verbesserung von Kooperationsbeziehungen zwischen den europarelevanten Akteuren in Nordrhein-Westfalen. Wir möchten ein Forum bieten, das es den Interessierten erleichtert, Kontakte zu knüpfen und zu intensivieren.

Die ganztägige Veranstaltung soll als Kontakt-, Informations- bzw. Diskussionsforum genutzt werden. Dazu werden Autoren des Handbuchs eingeladen, die zum einen eigene Tätigkeitsfelder vorstellen und zum anderen in Podiumsdiskussionen zu unterschiedlichen Themenkomplexen eingebunden werden.

Das Symposium soll als Auftaktveranstaltung verstanden werden, an die sich kleinere, an bestimmten Akteursgruppen orientierende Workshops anschließen. Ein Ziel dieser Workshops besteht darin, Ideen auszutauschen, Kontakte zu schließen, Informationen zu erhalten und Problembereiche zu diskutieren. Das Hauptanliegen besteht in der Steigerung

der Europafähigkeit der nordrhein-westfälischen Akteure. Dabei soll definiert werden, was „europafähig“ konkret für die einzelnen Akteursgruppen bedeutet und welche Voraussetzung zur Umsetzung erfüllt werden müssen.

Der Konvent zur Zukunft der EU hat im Sommer 2003 seine Arbeit an einem Entwurf für eine Europäische Verfassung abgeschlossen. Dieser Verfassungsentwurf bildet nun die Grundlage für die Beratungen der nächsten Regierungskonferenz. Fraglich bleibt noch, ob es gelingt, den Vertragsentwurf als Gesamtpaket zu verabschieden. Vor allem aus den Reihen der Konventsmitglieder wird befürchtet, dass dieses, auf breiten Konsens angelegte Papier wieder aufgeschnürt wird und damit erneut Kompromisslösungen gefunden werden müssen. Fest steht allerdings schon jetzt, dass durch den Konvent Vorschläge eingebracht wurden, die die Angelegenheiten der Bundesländer betreffen und ihr Verhältnis zur EU in weiten Teilen neu definieren könnten. Das Ziel von FINE ist es, diesen Reformprozess aus nordrhein-westfälischer Perspektive zu begleiten und die möglichen Auswirkungen in Kooperation mit den relevanten Akteuren aus Nordrhein-Westfalen zu analysieren.

Bibliographie

33. Europaministerkonferenz der Länder am 25./26. September 2002 in Essen. TOP 1: Orientierungspunkte zur EU-Strukturpolitik nach 2006. <http://www.europaminister.de/downloads/emk33.pdf> (15.9.2003)
- ALEMANN, Ulrich VON und Patrick BRANDENBURG. *Nordrhein-Westfalen. Ein Land entdeckt sich neu*. Sonderausgabe für die Landeszentrale für Politische Bildung Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf 2000. (Schriften zur politischen Landeskunde Nordrhein-Westfalens; 13)
- ALEMANN, Ulrich VON und Claudia MÜNCH (Hrsg.). *Handbuch Europa in NRW – Wer macht was in NRW für Europa?* Opladen 2003.
- BOLDT, Hans und Werner REH. *Instrumente der Landespolitik in der Europäischen Gemeinschaft*. In: Ulrich VON ALEMANN, Rolf HEINZE und Bodo HOMBACH (Hrsg.). *Die Kraft der Region. Nordrhein-Westfalen in Europa*. Bonn 1990, 59-71.
- BUCHHEIM, Ute. *Regionale Interessenvertretung in Europa*. Opladen 2002.
- FORSCHUNGSINITIATIVE NORDRHEIN-WESTFALEN IN EUROPA (FINE) (Hrsg.): *Europa Forum NRW: NRW zwischen Brüssel und Berlin. Eine Region im Spannungsfeld. Symposium am 3.11.2000 in Düsseldorf*. <http://www.fine.uni-duesseldorf.de/> (14.10.2003).
- GABBE, Jens. „Grenzüberschreitende Zusammenarbeit – Euregio und Arbeitsgemeinschaft europäischer Grenzregionen“, in: Pantaleon GIAKOUMIS (Hrsg.). *NRW im Wettbewerb der Regionen in der EU*. Aachen 1999, 5-16.
- JOCHIMSEN, Reimut. „Die wirtschaftliche Zukunft des Landes NRW im Europa der Zukunft“, in: Ulrich VON ALEMANN, Rolf HEINZE und Bodo HOMBACH (Hrsg.). *Die Kraft der Region. Nordrhein-Westfalen in Europa*. Bonn 1990.
- LÄUFER, Thomas (Hrsg.). *Vertrag von NIZZA. Texte des EU-Vertrages und des EG-Vertrages, Charta der Grundrechte der EU, deutsche Begleitgesetze*. Bonn 2002.
- PETZINA, Dietmar. „Die Formierung einer europäischen Region. Probleme und Prozesse in NRW seit den fünfziger Jahren“, in: Wilfried LOTH und Peter NITSCHKE (Hrsg.). *Nordrhein-Westfalen in Europa. Probleme und Chancen des Standorts*. Opladen 1997, 39-50. (Reihe Grundlagen für Europa; 1)

ROMBECK-JASCHINSKI, Ursula. *Nordrhein-Westfalen, die Ruhr und Europa. Föderalismus und Europapolitik 1945-1955*. Essen 1990. (Düsseldorfer Schriften zur neueren Landesgeschichte und zur Geschichte Nordrhein-Westfalens; 29)

SCHREIBER, Folker. „Die Vertretung des Landes NRW bei der EU in Brüssel“, in: Pantaleon Giakoumis (Hrsg.). *NRW im Wettbewerb der Regionen in der EU*. Aachen 1999, 85-92.

Dieter Stein

Sprache im Internet – Internet in Universität und Wirtschaft

Das Phänomen des Internets hat in den letzten Jahren die Aufmerksamkeit Aller auf sich gezogen. Nicht wenige sprechen von einem sehr schnellen Kulturwandel,¹ der Auswirkungen auf sämtliche Bereiche des Lebens von der gleichen Reichweite hat wie die Gutenberg'sche Revolution. Die Geschwindigkeit der Ausbreitung des Internetgebrauchs ist rasant. Sie wird vielleicht am besten schlaglichtartig erhellt durch eine persönliche Anekdote. Als der Verfasser dieses Beitrags 1990 an seine jetzige Universität berufen wurde, hat der damalige Kanzler bei den Berufungsverhandlungen das Begehren nach einem Internetanschluss am Arbeitsplatz als eine Zumutung empfunden, die mehrere zehntausend DM kosten würde (er wusste nicht, dass der Zugang, wie sich dann bei einer Besichtigung des Arbeitsplatzes herausstellte, bereits vorhanden war). Zehn Jahre später ist der Internetgebrauch in aller Munde, und nichts illustriert die Rasanz der Ausbreitung dieser Kulturtechnik in der Universität besser als die Anweisung des jetzigen Kanzlers (ein gutes Dutzend Jahre später), im internen Verkehr mit der Verwaltung nach Möglichkeit E-Mail zu benutzen.

Ebenso wie die euphorischen wirtschaftlichen Erwartungen durch den Markt korrigiert wurden, weichen auch die in der Anfangszeit verbreiteten, auf wenig wissenschaftlichen Untersuchungen basierten, aber in der Öffentlichkeit sehr wirksamen Vorurteile vor allem kulturkritischer Art zusehends zumindest der ernsthaften Absicht einer seriösen wissenschaftlichen Erforschung internetbasierter Kommunikation. Der permanenten Weiterentwicklung der Technologien in diesem Bereich, von UMTS bis *ubiquitous computing* – eingeschlossen der dazugehörigen Marketingbemühungen – steht jedoch eine eher zögerliche Annahme seitens der Bevölkerung und damit eine eher enttäuschende Akzeptanz und wirtschaftliche Umsetzung von technischen Innovationen gegenüber: Die Tatsache der Verfügbarkeit von Kommunikationstechnologie bedeutet noch nicht automatisch ihre Akzeptanz. Dieses Faktum ist offensichtlich übersehen worden. Das Gleiche gilt für das *Haben* eines Internetanschlusses: *Haben* ist nicht gleichbedeutend mit *benutzen*, und „Nutzen“ kann sehr viele qualitative und vor allem quantitative Formen haben. Analog zu einem Handybesitzer, der es auf eine monatliche Rechnung von 20 € bringt, gibt es viele Nutzer, die das Internet und seine Funktionalitäten extrem selektiv und selten benutzen. Auch sie zählen als *netzaktiv*, insgesamt sollen etwa 50 Prozent der deutschen Bürger netzaktiv sein.² Sichere Daten über die Feinstruktur der Nutzung sind jedoch sehr schwierig zu erhalten. Wenn auch aus der Sicht der Wirtschaft ein Optimismus hinsichtlich der weiteren Verbreitung der Internetnutzung verständlicherweise obligatorisch ist, scheint aus einer distanzierteren Sicht, und auch aus vielfältiger persönlicher Erfahrung, eine vorsichtigerere Sehweise angebracht. Es gibt durchaus Hinweise darauf, dass eine Stagnation im

¹ Vgl. Döring (2003: 15).

² Vgl. Döring (2003: 8).

Gebrauch der neuen Kommunikationstechnologien, und damit auch des Internets, zu beobachten ist. Die Zahl der Aussteiger scheint die Zahl der Neueinsteiger zu übertreffen.³ Neben Faktoren wie den Telefonkosten oder der zunehmenden Ausbreitung von Spam (angeblich 40 Prozent der in den USA verschickten E-Mails) gibt es dafür eine Reihe von Faktoren, die hier nur in aller Kürze genannt werden können. Insgesamt scheint die Bereitschaft der Bevölkerung, auf Personalkosten sparende Internetvertriebs- und Kommunikationswege umzusteigen, deutlich weniger ausgeprägt als oft angenommen. Ähnliche Erfahrungen machen in letzter Zeit auch Wirtschaftsbetriebe wie die Deutsche Bahn AG, die die Nutzung des Vertriebswegs Internet als Substitution für den physischen Gang zum personalintensiven Fahrkartenschalter sehr überschätzt hat.

Zu den Gründen für die relativ stockende Verbreitung der Internetnutzung gehören neben einer breiteren Technikfeindlichkeit zunächst eine Reihe von wenig substantiierbaren, aber öffentlich sehr wirksamen Vorstellungen, wie die angeblich zunehmende soziale Isolation durch das Internet sowie die Förderung der Dominanz des Englischen oder des (jeweils weiteren) Zerfalls von Sprache und Kultur. Symptomatisch in der Einstellung und auch in der Breitenwirkung bei den „gebildeten“ Schichten waren Stellungnahmen wie die von Zimmer (2000) und das Wort von der „Trümmersprache“, weiterhin eher diffuse, aber leicht mobilisierbare Vorurteile, wie der Effekt der Amerikanisierung, die Förderung der Vorherrschaft des Englischen sowie Globalisierungskritik. Die meisten dieser Vorstellungen sind mittlerweile bereits korrigiert oder doch zumindest stark relativiert und differenziert worden. Dies gilt insbesondere für die mediale und kulturelle Interpretation des Internets gegenüber Oralität und Literalität⁴ sowie den Effekt auf die Sprache und den Sprachzerfall. Vorab soll gleich gesagt werden, dass dabei natürlich nie *die Sprache* als Kommunikationsmittel mit unendlichen und evolutiv flexiblen expressiven Möglichkeiten gemeint ist, sondern der Gebrauch, der von diesem Instrument gemacht wird. Das Instrument selbst wird von den Sprechern an die neuen Bedürfnisse adaptiert.

Neben den Kulturzerfallsjeremiaden, die durchaus an die Widerstände gegen Schreiben, Schrift und Literalität erinnern, ist es vor allem die Tatsache, dass nach wie vor wenig empirisch fundierte Kenntnisse über die Wirkungsweise und die spezifischen Effekte der speziellen Kommunikationssituation vorliegen, auf die sich eine Steuerung von Anwendung, Verbreitung und Vermarktung technisch möglicher Kommunikationstechnologie stützen kann: Es sind Kommunikationsmittel mit einem sehr hohen Grad an Technizität zur Verfügung gestellt worden, aber mit wenig Kenntnis über die dadurch eher ausgelöst als erzielten Effekte. Es sind Konzertflügel zur Verfügung gestellt worden, aber es gab keinen Klavierunterricht, noch nicht einmal eine Kenntnis der erzielbaren musikalischen und ästhetischen Effekte. Der hohe Grad an zwischengeschalteter Technizität macht die Kalkulation dieser Effekte in einer Weise dringend notwendig, wie dies bei den anderen Sprachmedien nicht der Fall ist. Zudem ist das Feld durch frühe, sehr plakative Schnellschüsse, die sich auch forschungshemmend ausgewirkt haben, in einer Weise vermint worden, wie dies selten bei einer Innovation von solcher Tragweite der Fall gewesen ist. Leider gehören dazu auch Publikationen von bekannten Verlagen, die (vor-)schnell auf den Markt geworfen werden, weil damit rasches Geld verdient werden kann. Als Beispiel aus der jüngsten Zeit muss leider Crystal (2001) genannt werden. Die Forschungslage selbst ist

³ Vgl. „Aus die Maus“, *Süddeutsche Zeitung* Nr. 227 (2./3.10.2001), S.V2/12.

⁴ Z. B. Richards (2000) für einen Überblick.

sehr fragmentiert und sehr unbefriedigend, so dass fundierte Aussagen nach wie vor nicht in einem Umfang gemacht werden können, die dem Phänomen angesichts seiner gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und kulturellen (im weitestmöglichen Sinn des Wortes) zukommen. Es ist kennzeichnend für die Forschungslage, dass sich ein Großteil der frühen und häufig zitierten Detailuntersuchungen zumindest zu Beginn der Beschäftigung mit dem Gegenstand aus studentischen Staatsexamens- und Magisterarbeiten rekrutierte. Es gibt zum gegenwärtigen Zeitpunkt zwei Hauptzentren der Forschung, repräsentiert durch die Arbeiten von und um Susan Herring (1996 und demnächst), die jedoch eine andere Orientierung haben als die wesentlich in Deutschland zentrierte europäische Forschung.⁵ Zudem muss der Redlichkeit halber die Tatsache vermerkt werden, dass die englischsprachigen Publikationen die in Deutschland auf Deutsch erschienene Forschung oft schlicht nicht zur Kenntnis nehmen.⁶

Die für den Wissenschaftsbetrieb vielleicht interessantesten sprachbasierten Spielarten des Internets sind einerseits Websites und die dadurch möglichen Wirkungsgrade sowie Veröffentlichungsmechanismen und andererseits wahrscheinlich E-Mail, fachspezifische Listen und Chats als modernere Form des fachöffentlichen wissenschaftlichen Austausches. Letztere sind interaktive Formen des Internets. Unter „interaktives“ Internet soll eine Form von „technisch vermittelter Kommunikation“⁷ gemeint sein, bei der ein Mensch der Adressat und in die Kommunikation eingerechnet ist, und zwar unabhängig davon, ob dies synchron oder asynchron geschieht, oder ob eine oder mehrere spezifische Personen oder ein eher unspezifischer Personenkreis einkomponiert ist.⁸

Ebenso wie eine globale Charakterisierung oder gar Definition des Internets (technisch als Vernetzung von Computern? Sozial als Gemeinschaft der Benutzer?)⁹ sehr schwierig ist, so ist es auch zu undifferenziert, Aussagen über *Sprache* im Internet zu treffen. Die folgenden Bemerkungen haben deshalb vor allem primär die bereits genannten interaktiven Spielarten des Internets im Auge und weniger die sehr idiosynkratisch und oft mit minimalem sprachlichen Anteil gestaltete Website eines lokalen Vereins oder Individuums irgendwo auf der Welt. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der universitären und der wirtschaftlichen Praxis, insoweit sie den gleichen Effekten des neuen Sprachmediums unterworfen sind.

Das Internet ist das bisher „technischste“ aller Sprachmedien. Während der Erwerb der gesprochenen Sprache (das primäre Medium) fast nicht zu vermeiden ist, bedarf schon die Schrift (als sekundäres Medium) bereits eines gewissen technischen Aufwandes und einer erheblichen Lernanstrengung, mit bekannt differenzierten Lernergebnissen. Der kulturelle und technische Artefaktcharakter der Kommunikation mittels Internet bedeutet einen weiteren Quantensprung und involviert ein völlig neues Ausmaß an zwischengeschalteter Technik mit vielfältigem Eigenleben. So ist das Internet als „quartäres“ Medium¹⁰ in dem Sinne bezeichnet worden, dass Geräte wie Computer oder Computernetze erforderlich sind (tertiäre Übertragungsmedien wären Telefon und Telefax).

⁵ Zu Überblicken vgl. Beißwenger (2001) und Döring (²2003) sowie das *Journal of Computer-Mediated Communication* (JCMC).

⁶ Vgl. Stein (2003: 174).

⁷ Höflich (1996), insbesondere § 2.2.2.1, hier Seite 62ff.

⁸ Vgl. Döring (²2003), § 1-3.

⁹ Vgl. Döring (²2003), § 1 und 2.

¹⁰ Döring (²2003: 40).

Die hohe Technizität des Internetmediums führt zu zwei Effekten, die hier kurz diskutiert werden sollen. Zum einen ist die Akzeptanz eines Mediums eine Folge des Maßes, in dem das Bewusstsein des Gebrauchs dieses speziellen Mediums in den Hintergrund tritt („erlebnismäßig zurücktritt“¹¹). Dies setzt natürlich eine Gewöhnung und einen Grad an Automatisierung voraus, wie er heutzutage beim Telefonieren gegeben ist. Um jedoch einen solchen Gewöhnungs- und Automatisierungsgrad zu erreichen, bedarf es einer kritischen Masse¹² an Medienwahlen und Mediennutzern, damit sich spezifische Mediennormen (insbesondere sprachliche und sprachlich-interaktionelle) ausbilden können und der Gebrauch des Mediums nicht mehr durch seine relative Ungewohntheit in seiner Technizität thematisiert werden muss. Nur dann tritt das Medium selbst neutralisiert in den Hintergrund.

Auf der anderen Seite erhalten Sprachmedien an sich schon eine Eigensemantik, die natürlich mit den physischen Eigenschaften der Medien in Verbindung steht (z. B. Ephemeralität der gesprochenen Sprache gegenüber der Verdauerung der Schrift). Wie die Ausbildung einer kritischen Masse an Nutzern die Voraussetzung für eine Normen-etablierung ist, so ist ein weiterer Effekt die Entstehung einer „Eigensemantik“ des Mediums jenseits jeder subjektiven Reaktion von Individuen. Der bekannte Spruch McLuhans, „Das Medium ist die Botschaft“¹³, trifft sicher auch für die Wahl des Internets als Kommunikationsmedium zu. Die Wahl von z. B. E-Mail, Internet und Intranet statt Brief, Anruf oder Fax ist bereits ein „Metazeichen“: „Die Interpretation der durch die Medien transportierten Inhalte (Zeichen) wird durch das jeweilige Medium mitbestimmt“¹⁴.

Damit hängt der Gebrauch des Internets und das Funktionieren von Internetkommunikation in einem größeren gesellschaftlichen Umfang und mit gesellschaftlich und kulturell wirksamem Innovationspotential von einer komplexen Konstellation von miteinander verbundenen Faktoren ab. Die folgenden Vignetten aus Universität und Wirtschaft reflektieren die dabei entstehenden Effekte und Schwierigkeiten. Sie haben wahrscheinlich Stichprobencharakter für die restliche Gesellschaft.

Die Frage nach der Sprache im Internet ist primär zu sehen als eine Spielart von Parasprache,¹⁵ wie sie sich insbesondere bei Medien der Telekommunikation ausbildet. Während sich der Metazeichencharakter des Mediums eher darauf bezieht, in welcher Situation was gesagt wird, bezieht sich der Begriff der Parasprache darauf, „wie etwas und nicht was gesagt wird, wobei parasprachliche Codes besondere Bedeutung im Zusammenhang mit expressiven und emotionalen Äußerungen haben“¹⁶. Diesem in der Kommunikationstheorie lediglich für technisch vermittelte Kommunikation eingeführten Begriff der Parasprache entspricht in der Sprachwissenschaft am ehesten der Begriff einer medialen Sprachausprägung oder medialen Varietät. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass wohl jeder Sprachmedialität eine Parasprache, also eine spezifische mediale Ausprägung, zu Eigen ist. Ebenso wie sich geschriebene und gesprochene Sprache sehr unterscheiden, unterscheidet sich Sprache im Internet wiederum von den beiden anderen Sprachmedien und auch vom Telefonieren. Die rein sprachlichen Gemeinsamkeiten mögen größer oder klei-

¹¹ Höflich (1996: 59).

¹² Vgl. Höflich (1996: 113).

¹³ McLuhan (2¹⁹⁷⁰).

¹⁴ Höflich (1996: 110).

¹⁵ Vgl. Höflich (1996: 89ff.).

¹⁶ Höflich (1996: 89).

ner sein, jedes Sprachmedium hat in diesem Sinne seine eigene Parasprache oder besitzt seine eigene mediale Ausprägung. Die Erforschung der Charakteristika der internetbasierten sprachlichen Kommunikationsform und ihres Verhältnisses zu geschriebener und gesprochener Sprache gehört zu den großen Desideraten der Charakterisierung der Internetsprache. Die Standpunkte¹⁷ reichen von eindeutig geschrieben (da getippt und visuell verdinglicht, linearisiert, verdauert und objektiviert) über geschriebene Mündlichkeit (da tendenziell so genannte nächstsprachliche Formen der mündlichen Sprache gehäuft auftreten) bis hin zu einer Charakterisierung als eine echte neue mediale Varietät *sui generis*, also eine dritte mediale Sprachausprägung – Letzteres umso mehr, je mehr interaktionale Kategorien in Betracht gezogen werden.¹⁸

Die sehr häufig gestellte Frage nach der Veränderung von Sprache und *Stil* durch das Internet hat mehrere Seiten. Um zwei der drei wichtigsten Aspekte dieser Frage vorab zur Seite zu legen, soll pauschal gesagt werden, dass es, erstens, durchaus Anzeichen gibt, dass sich die Sprache in den beiden anderen Sprachmedien, also geschriebene und gesprochene Sprache, durchaus auch insofern verändert, als Elemente aus der im Internet üblichen Sprache in sie übernommen werden. Dies kann nicht überraschen, ist doch eine solche Übernahme aus anderen Sprachmedien und generell aus anderen Sprachausprägungen schon immer üblich gewesen. Übernahmen aus anderen Sprachausprägungen innerhalb der gleichen Sprache sind in der Tat eine der Hauptquellen von Sprachveränderung. Zum Zweiten ist Sprache im Internet eines der Hauptvehikel von Sprachwandel. Sie ist das Einfallstor insbesondere von englischbasierten Ausdrücken. Auch dies ist nichts wesentlich Neues, man schaue sich einen beliebigen Text z. B. aus den Wirtschaftswissenschaften an. Das einzig neue Element ist hier die relative Beschleunigung des Prozesses: Sprachwandel – wer will, Sprachevolution – ist wesentlich Übernahme auch aus anderen Sprachen und bedarf der Diffusionskanäle. Was sich in der neuesten Zeit verändert hat, ist die Diffusionsgeschwindigkeit und die Diffusionsreichweite von neuen Kandidaten für Übernahmen. Hier jedoch gilt: „Many are called, but few are chosen“. Welche Übernahmekandidaten eine allgemeine Verbreitung und normativ sanktionierte Akzeptanz finden, ist dann noch eine ganz andere Frage und hängt wesentlich von Autorität, Prestige und Identifikationsmechanismen ab. Es ist fraglich, ob Gebrauch im Internet eine solche Autorität besitzt. Öffentlicher Gebrauch durch den Bundeskanzler sicherlich, wohl weniger durch einen Rektor, schon gar nicht durch einen schlichten Professor. Eine interessante Ausnahme war die Rede vom „faulen Professor“.

Der dritte und wichtigste Aspekt betrifft nun den Stil im engeren Sinne selbst. Stil ist die sprachliche und sprachlich konventionalisierte Seite von Textsorten. Textsorten (Beispiel: der Brief mit seinen Untervarianten, wie ein persönlicher Brief oder ein Brief als Akt der Verwaltung oder wie ein universitärer Ruf) haben eine pragmatisch-funktionale und eine sprachliche Seite. Letztere betrifft wesentlich konventionalisierte Auswahlen zwischen sprachlichen Alternativformen. Die erstere Dimension definiert die Textsorte als soziale Institution mit Verpflichtungen und Erwartungen. Sprachliche Elemente als Wahlmöglichkeiten (etwa: Nominalisierung oder eigener Satz, „eine“ oder „ne“, Partikel oder nicht, wie „mal“, „nun“) sind die andere Seite, nämlich der Stil. Die Ausformung des Stils ist sowohl funktional (also determiniert durch die äußeren Kommunikationsbedin-

¹⁷ Vgl. z. B. Storrer (2001) und Kilian (2001).

¹⁸ Vgl. Zitzen und Stein (demnächst); zu generellem Sprachwandel und Internet siehe Weingarten (1997).

gungen und den Kommunikationszweck) als auch konventionell bestimmt. Die Textsorte ist aus wissenschaftlich-kognitiver Sicht zudem das wichtigste Mittel der Komplexitätsreduktion: das Wissen um die gerade „eingeschaltete“ Textsorte reduziert das enzyklopädisch mögliche Wissen auf ein zwischen den Kommunikationspartnern fokussiertes und damit handhabbares Wissen und macht Kommunikation erst möglich. Sie sagt den Kommunikationspartnern auch, welche interaktionalen und sozial-kooperationsmäßigen Verpflichtungen der Schreiber eingeht, so hinsichtlich des verbürgten Wahrheitsgehalts, und welche Kooperationsverpflichtungen vom Leser oder Hörer erwartet werden (darüber später noch mehr). Darin liegt u. a. der Unterschied zwischen einem Kommentar und einem Leitartikel, zwischen einer Produktbeschreibung, die Haftungsverpflichtungen mit sich bringt und einem Marketingtext, zwischen einem wissenschaftlichen und einem literarischen Text. Man muss vorher wissen, um welche Textsorte es sich handelt, und darüber muss normativ abgesichert Einigkeit bestehen. Genau dies ist für den digitalen Text weitgehend (noch) nicht der Fall.

Was nun die rein sprachliche Seite von Textsorten anbetrifft, den Stil, so gilt, dass „guter“ oder „schlechter“ Sprachgebrauch immer bezogen ist auf die Normen einer bestimmten Textsorte in gesprochener oder in geschriebener Sprache. Die Frage, ob Sprache im Internet auch eine Veränderung des Stils bedeutet, ist zuvörderst gleichbedeutend mit der Frage, ob es im Internet die gleichen Textsorten gibt. Dies kann fast global verneint werden. Die weitaus meisten Textsorten sind medial spezialisiert: ein Brief, oder ein universitärer Ruf, ist nun mal etwas Geschriebenes, ein „Gespräch“, oder ein „Berufungsgespräch“ (so es sie denn noch gibt), etwas Mündliches. Das Problem kann auch an dieser Stelle mit einer Anekdote verdeutlicht werden. Zu einer E-Mail an ein Ministerium wird – übrigens zu Recht – von der dortigen Mitarbeiterin bemerkt, dass der an sie geschriebene *Brief* (!) einige Flüchtigkeitsfehler enthalte. Das Problem liegt nun darin, dass der Schreiber nicht meinte, einen *Brief* geschrieben zu haben, sondern eine Mail. Offensichtlich bestand – und dies erhellt einen sehr verbreiteten Befund – noch nicht einmal Einigkeit über die Art der Interaktion und die in ihr geltenden Normen und Kooperationsbedingungen. Der Schreiber der Mail hatte einen anderen Interaktionstypus – informeller, mit weniger institutioneller Autorität und Verpflichtung – unterstellt als die Empfängerin im Ministerium. Ist ein Brief als Textsorte der geschriebenen Sprache noch ein Brief, wenn er medial transponiert wird? Aus der Tatsache, dass die meisten Textsorten medial gebunden sind, folgt, dass es in der E-Mail keinen Brief geben kann. Aus den Unterschieden in den technischen Bedingungen der Medien ergeben sich Unterschiede in den soziopragmatischen Bedingungen, in der emotionalen Einstellung, kurz, in der Perzeption der Kommunikationssituation und, als Ergebnis dieses zusammenhängenden Komplexes von Bedingungsfaktoren, natürlich in der sprachlichen Ausformung, d. h. im Stil. Die Mail an den „Sehr geehrten Herrn Professor Doktor“, also der Versuch eines digitalen Briefs, funktioniert in der Regel nicht, zumindest nicht in der gleichen Weise wie beim Brief. Wie jede Textsorte und jedes Sprachmedium hat auch das neue Medium sein Eigenleben, was sein soziales und emotionales Dekor betrifft, eben seine Eigensemiotik als Metazeichen. Der „Chat“ ist kein Gespräch, obwohl es durchaus wichtige Gemeinsamkeiten gibt, wie z. B. Sprecherwechsel. Der im Augenblick häufig zu beobachtende Versuch, bestehende mündliche und schriftliche Textsorten in die andere mediale Textsorte „hinüberzuretten“, d. h., einfach medial zu übersetzen, kann nicht funktionieren, weil sich die soziopragmatischen und soziopsychischen Grö-

ßen ändern, die einzelne Textsorten ebenso charakterisieren wie sprachlich-stilistische Eigenschaften. Aus diesem Grunde wirken gerade direkte Indikatoren dieses Bereichs der sozialen Statusrelationen, der persönlichen Beziehungen und der institutionellen Gültigkeiten und Verpflichtungen der Sprechakte, wie Anreden, Grußformeln sowie Formen des Textbeginns und des Textendes, immer wieder deplatziert und oft genug peinlich: sie sind in der Tat de-platziert, d. h. aus ihrer normalen pragmatischen und medialen Einbettung herausgenommen. Weit verbreitet ist eine populärwissenschaftliche und sprachideologische Einstellung, dass allein Sprachliches selbst ausschließlicher Träger von Information in Texten und Diskursen sei. Insofern ist die bloße mediale Transformation von Sprachzeichen nicht hinreichend für eine mediale Transformation von Textsorten. Noch wichtiger ist die spezifische Perzeption der Kommunikationssituation der Medien, wie sie sowohl individuell als auch überindividuell, normativ, ausgeprägt sein kann.

Das neue Medium hat bereits Kommunikationsformen ausgebildet, denen der Charakter eigener und eigenständiger Textsorten zuzusprechen ist, so der Chat, der MUD¹⁹ oder MOO²⁰, das Guestbook, die Newsgroup oder – für den wissenschaftlichen Diskurs sehr viel interessanter – die Diskussionsliste. Gerade bei den wissenschaftlichen Diskussionslisten stellt sich die Frage nach den Spielregeln und den sprachlichen Stilkonventionen. Es handelt sich mit Sicherheit um wissenschaftlichen Text: unter dem pragmatisch-funktionalen Aspekt werden die Spielregeln (guter) wissenschaftlicher Praxis hinsichtlich der vom Schreiber unternommenen Wahrheitsgarantie unterstellt. Der sprachliche Stil ist jedoch oft wesentlich oraler, dialogischer, oft konzeptionell, d. h. in seinem Duktus, mündlicher, obwohl geschrieben, weil eben die Situation so perzipiert wird. Zudem gibt es das Phänomen des *interstitial text*, also einer Portionierung des Textes mit Hilfe der Return-Taste, die eine Kommentierung und einen direkten, räumlich benachbarten Bezug auf den Text eines anderen Beiträgers erlaubt. Hier liegt mit Sicherheit eine neue, wichtige Textsorte vor, die die Praxis des Wissenschaftsbetriebs verändert.

Ist jedoch ein wissenschaftlicher Aufsatz noch ein Aufsatz, wenn er im Netz publiziert wird? Hat er noch den sozial-institutionellen Charakter des klassischen „Aufsatzes“, der sehr an seinem geschriebenen Charakter hängt? Hat er noch seine quasi eherne philologische Geltung, seine Wirkung als Herstellung eines neuen, akzeptierten, autoritativen und zu zitierenden Standes der Wissenschaft? Es steht zu vermuten, dass die Antwort je nach dem Grad der Textbasiertheit der Disziplinen (wie lange noch?) anders ausfallen wird. Zu vermuten ist darüber hinaus, dass sich auch die sprachliche Ausformung ändern wird. Ändern sich auch die Verpflichtungen gegenüber den wissenschaftlichen Spielregeln? Entscheidend dafür, ob der geschriebene und der Aufsatz auf der Website unterschiedliche Textsorten sind, ist die sich herausbildende und normativ etablierende Übereinkunft der Wissenschaftsgemeinschaft, als was der digitale Aufsatz gelten soll, und weniger der Stil. Nur am Rande sei darauf verwiesen, dass damit natürlich auch Konsequenzen für die Praxis des Wissenschaftsbetriebs gegeben sind, wie etwa die Geltung für den Status dieser Schrift in der Publikationsliste oder ob man – wie in den USA – für den Papieraufsatz doch eine höhere Gehaltszulage bekommt als für den digital publizierten, was wiederum Auswirkungen auf die Akzeptanz dieses Mediums für den publikatorischen Aspekt des Wissenschaftsdiskurses hat.

¹⁹ *Multi-User Dungeon*

²⁰ *MUD Object Oriented*

Es ist anzunehmen, dass bei der Adaption bestehender Textsorten an das neue Medium, die dann wohl nicht mehr die gleichen sind, wie auch bei der Ausbildung neuer Textsorten die gleichen Mechanismen wirken wie bei der Ausbildung der traditionellen Textsorten. Ebenso wie die Charakteristika geschriebener und gesprochener Sprachausprägung (Unterschiede in syntaktischer Komplexität, Editierbarkeit, Situationsentbindung, Visualisierung und „Objektivierung“, Korrektheitsvorstellungen und Sprachideologien) eine Folge der unterschiedlichen physischen Bedingungen der beiden Sprachmedien sind, so gilt dies analog auch für die Sprache im Internet. Nach einer Phase des bloßen Übertragens von gesprochenen und geschriebenen Mustern zu Beginn des Mediums dürften sich in einer Art Evolutionsprozess optimierende und Norm bildende Prozesse für den Sprachgebrauch im Internet in der gleichen Weise manifestieren, wie dies bei der Ausbildung der geschriebenen Sprache geschehen ist und auch weiter geschieht. Es besteht weitgehend Konsens darüber, was gute geschriebene Sprache ist, etwa ein guter, korrekter, in den adäquaten Stilnormen geschriebener offizieller Brief, und was in einem Gespräch im Bereich der dort geltenden Stil- und Höflichkeitsnormen liegt und was nicht. Von einem vergleichbaren Konsens sind wir im Bereich der Sprachbenutzung im Internet noch weit entfernt – ein wichtiger Aspekt der Unsicherheit bei der Akzeptanz des Internets.

Es ist der Befürchtung vorzubeugen, dass die traditionellen Textsorten verschwinden oder vernachlässigt werden, ebenso wenig wie die „old economy“ von der „new economy“ verdrängt werden wird. Was sich als wichtiger Effekt neben den beschriebenen Evolutions- und Adaptionsprozessen ausbildet, ist eine Neuordnung des medialen Feldes: Der traditionelle Brief verschwindet nicht, sondern er erhält einen neuen, spezialisierten Platz in einem semiotischen System der Textsorten. Ein Liebesbrief bedeutet heute wesentlich mehr als früher, als es noch keine E-Mail gab, und keine SMS. Es ist bedeutungstragend, ob man einen Brief oder eine Mail schreibt. Beide werden erhalten bleiben, die Wahl zwischen beiden ist Gegenstand eines „Medienkalküls“²¹: Wie schätze ich angesichts des metakommunikativen Charakters des Mediums die Chancen ein, einen gegebenen Zweck am besten zu erreichen – auch angesichts der Frage, wie die Medienwahlmöglichkeiten und Präferenzen des Gegenübers liegen? Die kommunikative Sprachkompetenz muss noch um eine Spielart erweitert werden. So empfiehlt es sich wohl nach wie vor, an Firmen mit einem konservativeren Management mit einem formellen Begehren mit einem Brief heranzutreten. Die Entscheidung, dies mit einer Mail zu tun, selbst wenn die Website dazu auffordert, birgt nach wie vor ein Risiko.

Während die Medienwahl zwischen Brief, persönlichem Gespräch und Telefonat ziemlich standardisiert ist, sind die Verhältnisse beim Internetgebrauch ganz anders. Sie sind zum Teil sehr kleinräumig differenziert. Je nach dem Stand der Entwicklung des medialen Repertoires zwischen einzelnen Kollegen in einem Institut mag es nichts Gutes bedeuten, wenn dem Kollegen „ein Brief geschrieben“ wird. Dies verheißt nur dann Schlimmes, wenn der angeschriebene Kollege auch tatsächlich im kollegialen Verkehr normalerweise E-Mail benutzt. Wie angedeutet, dürfte sich sehr wohl eine funktionale und statusmäßige Differenzierung zwischen wissenschaftlichem Aufsatz in der Fachzeitschrift und auf der Website herausbilden: Ist es ein bewertungsrelevanter Mangel in einer Habilitationsschrift, wenn ein einschlägiger Aufsatz aus einer fachlichen Diskussionsliste nicht eingearbeitet ist? Gleich schlimm, wie wenn ein Preprint im Pdf-Format auf der Website einer Fachkol-

²¹ Höflich (1996: 99).

legin nicht berücksichtigt ist? Oder doch weniger schlimm als die Nichtbeachtung eines einschlägigen Aufsatzes in einer Fachzeitschrift? Bei Linguisten und Naturwissenschaftlern eher als bei Juristen oder Geschichtswissenschaftlern? In Berufungsverfahren gewinnt die Homepage der Bewerberinnen und Bewerber eine immer größere Bedeutung. Sie konkurriert immer mehr – eher inoffiziell als offiziell – mit der geschriebenen und gesprochenen Selbstpräsentation: Gibt es überhaupt eine Homepage? Wie professionell ist sie? Enthält sie die neuesten Preprints? Gibt es Diskrepanzen mit den Bewerbungsunterlagen? Es ist ein Faktum der Praxis von Berufungsverfahren, dass immer häufiger darauf Bezug genommen wird, wiederum wohl eher fächerspezifisch, aber eben doch wissenschaftssoziologisch kleinräumig differenziert.

Genau darin liegt das Problem für die Akzeptanz der Wahl dieses Mediums: Es ist die nach wie vor eher individuelle Reaktion und das Fehlen eines „[s]tandardisierten Gebrauchs von sozial normierten medienbezogenen Erwartungen“, „einer sozial konsentierten Medienverwendung“²²: „[D]ie soziale Normierung von Gebrauchsweisen *beeinflusst* die computervermittelte interpersonale Kommunikation nicht nur – sie *ermöglicht* sie erst . . .“²³ Sie ist zugleich Grund und Epiphänomen des Fehlens einer kritischen Nutzermasse und der bestehenden Unsicherheiten im Gebrauch dieses Mediums. Die durchaus bestehenden sozial konsentierten Netzwerke reichen offensichtlich nicht aus, um vor allem den wirtschaftlichen Erwartungen auf der Basis einer breiten Akzeptanz gerecht zu werden. Es gibt durchaus auch varietätenmäßige, parasprachliche Shibbolethe von breiten Nutzergruppen. Es sind gerade sie, auf die sich die Kultur- und Sprachkritik eingeschossen hat, so etwa der weit verbreitete Gebrauch von „B2B“, oder „2B or not 2B“, von „C Ya tonite“ für „see you tonight“, „LOL“ für „laughing out loud“, wobei der Gebrauch der Zahl „4“ für „for“ durchaus schon in andere Sprachvarietäten eingedrungen ist. Durchgehende Kleinschreibung ist eine weitere solche Gruppennorm. Prototypisch ist eine Situation, in der Kinder ihren Eltern in Kleinschreibung schreiben, die Eltern aber in schriftsprachlich korrekter Norm großgeschrieben zurückschreiben.

Die Probleme der Implementierung insbesondere von digitaler interaktiver Kommunikation in Wirtschaft und Gesellschaft im Allgemeinen und der Universität im Besonderen sind zu ganz wesentlichen Teilen eine Funktion der Normenunsicherheit auf sämtlichen Ebenen der Kommunikation. Dies wird oft deshalb nicht gesehen, weil unter Sprache und Kommunikation ein sehr reduzierter, um nicht zu sagen simplistischer, Informationsbegriff im Vordergrund der Diskussionen steht. Der Begriff der „Informationstechnologie“ leistet diesem Missverständnis auch noch Vorschub. Wichtiger als die Übertragung von propositionaler Information scheint die Wirkung der Perzeption des Beziehungsaspekts, der sozialen und emotionalen Bedeutungen.²⁴ Dies beginnt schon bei einer der wichtigsten sprechaktmäßigen, sozialen und kooperationsmäßigen Verpflichtungen, die eine Textsorte mitdefinieren: Ist das Ignorieren einer E-Mail in der gleichen Weise sozial sanktioniert wie das Nichtbeantworten eines Briefes? Bei der Mail herrscht eine eigenartig zweideutige Situation. Es ist beim Brief kaum möglich, sich dahinter zu verstecken, dass man ihn nicht bekommen habe. Bei der Mail ist dies etwas leichter: Die komplexe Übertragungstechnik kann viel eher als Entschuldigung dafür angeführt werden, man habe die Nachricht

²² Beide Zitate: Höflich (1996: 81).

²³ Döring (²2003: 44).

²⁴ Höflich (1996), § 2.1.3, und Stein (demnächst).

nicht bekommen und sei im Hinblick auf die soziale Dimension der Antwortererwartung deshalb auch nicht im Obligo. Man kann hinter realen oder perzipierten Technikproblemen (gewissermaßen als Abfallprodukt der Technizität des Mediums) in Deckung gehen. Juristische Fristensetzungen werden deshalb wohl noch lange eine Sache von offiziellen Briefen bleiben. Die Lage ist unklar bei Mails. Einerseits ist die Antwortererwartung als soziale Verpflichtung zumindest nicht so ausgeprägt wie bei einem Brief. Auch ein *Confirm Receipt*-Menü löst das Problem nicht prinzipiell, sondern schafft im gleichen Maße neue. Wenn der Empfänger nicht reagiert, steht er zum einen nicht in der gleichen Weise unter sozialer Sanktionsdrohung wie bei einem Brief oder gar bei persönlicher Ansprache von Angesicht zu Angesicht, bei der ein Versprechen *in die Hand* gegeben werden kann. Zum anderen kann es durchaus sein, dass sich der Empfänger durch die Aufforderung, den Erhalt zu bestätigen, in seiner Freiheit beeinträchtigt sieht. Die Versendung einer Mail mit der Aufforderung zur Bestätigung des Erhalts bedeutet, dass er sich nun der Option und der Freiheit beraubt sieht, nicht antworten zu wollen und sich hinter der Technizität und ihren Möglichkeiten zu verstecken. Beim Telefon ist dies nicht möglich: der Angerufene hat nicht eine sozial normierte Option des Schweigens. Was als angemessene und sozial korrekte Reaktionsmöglichkeit gilt, hängt nach wie vor sehr von den lokal etablierten Normen einzelner Nutzernetzwerke ab – ein weiterer Aspekt der sozialen Kleinräumigkeit sowohl der Internetnutzung als auch der Normenevolution. Wenn ein Betrieb Intranet hat, ist man dann gezwungen, es auch zu benutzen? Liegen hier die gleichen Optionen des Schweigens vor wie beim öffentlichen Internet?

Vielleicht einer der wichtigsten Gründe für die Zurückhaltung bei E-Mail ist die Perception von Nähe. Man ist bei der Mail sehr viel *näher dran* am Gegenüber. Dieser Effekt ist am besten durch die Formulierung beschrieben, dass man dem anderen sehr viel direkter und schneller *im Gesicht steht*. Dieser Effekt ist von der Sprachwissenschaft in der Analyse von gesprochener und geschriebener Sprache als eine zentrale soziopsychische, emotionale Unterscheidungsdimension zwischen beiden Sprachmedien als Unterscheidung zwischen *Sprache der Nähe* (prototypischerweise gesprochene Sprache) und *Sprache der Distanz* (prototypischerweise geschriebene Sprache) etabliert worden.²⁵ So gibt es prototypische Zuordnungen zwischen der physischen Nähesituation eines persönlichen Gesprächs, der sozial-emotionalen Art der Beziehung zwischen den Kommunikanten und dem Vorkommen von sprachlichen Formen. Beispielsweise sind Kontraktionen wie „ne“ für „eine“ oder die Wahl der Anredeform („du“ gegenüber „Sie“) typische nächsprachliche Ausdrucksformen. Obwohl nun das Medium selbst von der physischen Entstehung der Sprachzeichen her durchaus geschrieben ist (getippt), entsteht bei E-Mail (und wohl bei sämtlichen Internettextsorten, beispielsweise auch bei der wissenschaftlichen Diskussionsliste) durch die schnelle Übermittlung und die relative zeitliche Kopräsenz sehr oft die Perception von Nähe,²⁶ im Gegensatz zur geschriebenen Sprache, etwa dem Brief. Diese dem Medium als Metamessage inhärente Nähe kann nun je nach präexistierender oder gewünschter Beziehungssituation durchaus als bedrohend und destabilisierend empfunden werden, zumal dann, wenn hierarchische und administrative Beziehungen vorliegen, bei denen die Bewahrung von Distanz gewünscht ist. Es ist ein bekannter Effekt, dass der

²⁵ Vgl. Koch und Oesterreicher (1985).

²⁶ Vgl. Höflich (1996: 76).

Weg ins Du in keinem Sprachmedium schneller vonstatten geht als in internetbasierter Kommunikation.

Diese Nähebedrohung durch E-Mail wird in vielen sprachlichen Formen manifestiert. Die häufigste ist eine laxere Editierung: Man neigt dazu, Verletzungen von Korrektheitsnormen der geschriebenen Sprache zu tolerieren, nicht noch mal drüberzuschauen – insbesondere unter Zeitdruck; man schreibt weniger korrekt, man erlaubt sich „progressivere“ Formen und mehr Sprachspielereien. Es wird offensichtlich von den Kommunikanten tendenziell ein sozialer Pakt unterstellt, diese Art von Sprachformen zu tolerieren, zumindest die Sanktionsdrohung für nicht korrekten schrift- und standardsprachlichen Gebrauch zu suspendieren und als Teil des Dekorums von E-Mail zu verstehen. Kleinschreibung wird generell eher toleriert. Neben einer Funktion als Signal von Gruppenmitgliedschaft kann es als Angebot von Nähe interpretiert werden. Ein solches Angebot mit korrekter deutscher Orthographie zu beantworten – außer im Fall der Kind-Eltern-Situation –, ist in jedem Fall eine Beziehungsbelastung, die dem Beantworten eines Du mit einem Sie nicht unähnlich ist. Die Last der Einschätzung des Gegenübers und seiner Reaktion liegt in jedem Fall beim initiierenden Schreiber. Der Leser muss entscheiden, ob dies Folge der Eile ist oder als Angebot von Nähe interpretiert werden kann. Die Ähnlichkeiten zum Angebot des Du und den Beschädigungen bei der Ablehnung des Angebots sind auch auf der Ebene der Medienwahl frappierend: Kann man den E-Mailgebrauch mit einem Kollegen wieder „zurücknehmen“? Was passiert, wenn man den E-Mailgebrauch einstellt und „einen Brief schreibt“? Man empfindet E-Mails in der Regel als tendenziell beziehungsnahe als eine benachbarte geschriebene Textsorte. Durch diese dem Medium inhärente Nähe, Teil der Eigensemantik dieses Mediums, erklärt sich auch der oben beschriebene Effekt der Unnatürlichkeit beim Versuch, einen „Brief“ als Mail umzudeklarieren: Man will wenigstens die Distanzbarriere der korrekten schriftsprachlichen Form aufrechterhalten.

Die Frage ist, wieso die Sprecher oder Schreiber bei der E-Mail sozial mehr riskieren als sowohl in gesprochener als auch in geschriebener Sprache. Das Dekorum der Schrift als mediuminhärente Eigenschaft ist tendenziell konservativ und distanzverhaftet. Die gesprochene Sprache bedeutet direktes, visuelles und auditives Monitoring: Man wird sozusagen bereits während des Aktes auf dem Fuße bestraft. E-Mail bietet einen Zwischenweg: Man ist mehr in Deckung, man wagt mehr, und zwar deshalb, weil kein visueller oder auditiver Kontakt besteht und weil in der Regel die Perzeption geteilt wird, so dass insgesamt der soziale Verpflichtungscharakter nicht so ausgeprägt ist wie bei gesprochener und bei geschriebener Sprache. Es bleibt dahingestellt, ob ein über E-Mail gegebenes Versprechen die gleiche Gültigkeit hat wie ein mündlich gegebenes, ob ihm diese verpflichtende Gültigkeit von den Kommunikanten zugesprochen wird.

Es kann nicht überraschen, dass sich aus diesen Überlegungen sehr interessante Aspekte für die Medienwahl im universitären Bereich ergeben. Grundsätzlich scheint im inneruniversitären Gebrauch eine E-Mail eher *power*-aufwärts als *power*-abwärts die Praxis zu sein. Es ist gut möglich, dem Rektor, Präsidenten oder Kanzler eine Mail zu schreiben. In der anderen Richtung ist es eher nicht, oder nur selektiv, möglich. Antworterverwartungen in der E-Mailkommunikation sind damit gekennzeichnet durch *power*-Asymmetrien. Der Grund ist einleuchtend: Distanzmanagement. E-Mail in einer hierarchisch asymmetrischen Kommunikationssituation ist zweifach problematisch: wegen des tendenziell nächsprachlichen Beziehungscharakters (prototypisch eine Du-Situation) und wegen der darin leich-

ter vorkommenden nächsprachlichen Sprachstrukturen, die weniger als *Fehler* aufzufassen sind denn als Angebote der Definition einer nächsprachlich definierten Sozialsituation.

Man kann sich leicht vorstellen, welche Probleme dabei für den inneruniversitären, institutionellen Sprachgebrauch mit seinen rechtlichen, verwaltungs- und hierarchiemäßigen Aspekten ergeben. Zum Teil haben Universitäten schon den Verkehr mit der Verwaltung auf digitale Kommunikation umgestellt – angesichts der Umstellungs- und Lernanforderungen für Personal auf beiden Seiten ein echter Quantensprung. Wie ist es jedoch beim Verkehr mit den höheren Spitzen der Universität? Wenn Rektor, Präsident oder Kanzler nicht zurückmailen: Heißt das Ausbleiben einer Reaktion bereits, dass das Begehren oder die Anregung nicht akzeptiert ist? Heißt es, dass E-Mail als Kommunikationsmittel „abgelehnt“, dass sie nicht zur Kenntnis genommen wird, weil das Anliegen nicht in „Briefform“ mitgeteilt worden ist? Oder heißt es, dass die Mail nicht angekommen ist, dass man sich hinter dieser Prätension verstecken kann? Gibt es eine offizielle Differenzierung, welche Inhalte über E-Mail mitgeteilt werden können und welche nicht? Das Thema ist heikel, und noch heikler ist das Sprechen darüber.

Gerade in Massenfächern (ähnlich bei Institutionen wie der Deutschen Forschungsgemeinschaft) stellt sich sehr schnell die Frage, was man mit täglich Dutzenden studentischen E-Mails mit je unterschiedlichen Fragen und Beratungsbedarf macht. Eine Einzelbeantwortung ist schlicht nicht möglich. Wonach soll selektiert werden, welche Mail beantwortet wird oder nicht? Nach Gegenstand? Hier liegt – mindestens – das gleiche quantitative *Power*-abwärts-Problem vor wie bei der Kommunikation etwa mit der Universitätsspitze oder mit Ministerien. Viele Kolleginnen und Kollegen könnten angesichts der beschriebenen „Nähebedrohung“ ein mulmiges Unbehagen empfinden. Es bedarf einer prinzipiengeleiteten und veröffentlichten, normativ wirksamen Strategie, die komplexitätsreduzierende Regeln und Erwartbarkeiten des Verhaltens stiftet, wobei Abweichungen interpretierbar sind. Wo es diese Erwartbarkeiten nicht gibt, ist häufig nicht entscheidbar, was Normalverhalten oder was interpretierbare Abweichungen sind – auch dies eine normale Situation in einem sehr schnellen Entwicklungsprozess, aber eben auch ein Akzeptanzhindernis.

Diese Überlegungen sind prinzipiell übertragbar in die Realität einer großen Firma mit Intranet. Intranet- und Internetkommunikation sind tendenziell als hierarchiebedrohend bezeichnet worden, und zu Recht. Es deutet einiges darauf hin, dass sich einerseits die höchsten hierarchischen Ebenen in Firmen E-Mail oft verschließen, und dass andererseits in einigen neueren Firmen versucht wird, die Flachheit der Hierarchien durch Intranetkommunikation zu festigen. Die erwähnte „Nähegefahr“ bei internetbasierter Kommunikation kann in diesem Zusammenhang auch als eine perzipierte Gefahr der Verflachung von Hierarchien gedeutet werden. Der Hinweis sei erlaubt, dass dieser Anspruch eine empirische Frage ist und zurzeit in einem Forschungsprojekt untersucht wird. Als Beispiel kann angeführt werden, dass es einen sehr großen Unterschied für die weitere Entwicklung der (Geschäfts-)Beziehungen machen kann, ob man einen anderen oder hierarchiehöheren Mitarbeiter im Intranet mit „Bob“ oder „Dear Bob“ anspricht. Hier gibt es sehr versteckte – und dem Nicht-Sprachwissenschaftler in der Regel auch nicht bewusste – Diagnostika für tatsächliche oder vermeintliche Flachheit von Hierarchien. Ganz besonders interessant sind dabei multinationale Firmen, die auf Englisch kommunizieren. Erste Analysen schei-

nen darauf hinzudeuten, dass größere Firmen bei der internen Kommunikation je eigene sprachliche Konventionen ausbilden.

Bisher wurde die sprachliche Ausformung als Folge vorgeordneter Dimensionen, wie den externen technischen Möglichkeiten und den sozialen und emotionalen Situationsperzeptionen der Kommunikationspartner, gesehen. Diese reaktive Sicht kann nun aber auch umgedreht werden in die Perspektive einer proaktiven, sozialsemiotisch wirksamen Selektionskompetenz der Kommunikanten: Es ist durchaus Teil einer Stilkompetenz, dass sprachliche Wahlmöglichkeiten eingesetzt werden als Angebote der Steuerung der Situationsdefinition, als bewusst eingesetzte Instrumente des Distanzmanagements. Ein wichtiger Hintergrund zu dieser Sicht ist die häufig vorgebrachte Charakterisierung des Internets als *lean medium*, bei dem die vor allem im Gespräch gegebenen Informationen visueller bis hin zu haptischer Art nicht verfügbar seien. Auf einen Effekt der *Gesichtsschonung* (technisch gesprochen: *face saving*) als Deckung und Schonung wurde bereits hingewiesen. Obwohl dieses Kanalfizit sicher durch andere, graphostilistische Möglichkeiten teilweise kompensiert werden kann (etwa den graphischen Gebrauch von iterierenden Interpunktionszeichen oder Emoticons), ist an dieser Stelle relevant, dass dadurch eine sehr viel stärkere funktionale Belastung des sprachlichen Materials selbst vorliegt. Dies bedeutet konkret, dass in dem Maße, wie sprachliche Wahlmöglichkeiten mit z. B. Nähe oder Distanz steuernder Funktion vorhanden sind, diese bewusst (also letztlich gelehrt) eingesetzt werden, um ein Angebot der Situations- und Beziehungsdefinition zu machen. Neben den bereits genannten Elementen kann dies natürlich allein schon für die Sprachenwahl gelten. Ganz sicher gilt es für den Gebrauch von Elementen wie Emoticons, von Gruß- und Schlussformeln sowie Kleinschreibung, für den Verzicht auf Editierung, die Form der Bezugnahme auf frühere Kommunikation (Betreffzeilengestaltung) oder den Gebrauch von *interstitial text*, um nur einige zu nennen. Ob man diese Möglichkeiten wählt oder nicht, ist weniger eine Frage laxen oder korrekten Sprachgebrauchs, sondern man macht dadurch (hoffentlich absichtlich) Angebote der Situationsdefinition, die dann ebenso schwer zurückzuweisen sind wie ein Angebot des Duzens. Die Wahlmöglichkeit gilt aber auch in den einzelnen Sprachen für den Gebrauch von einzelnen Wort- oder grammatisch-syntaktischen Alternativformen. Für das Englische zu nennen ist z. B. die Wahl zwischen „the book I bought“ oder „the book which I bought“ sowie Formen wie „I gave it him“ gegenüber „I gave it to him“. Im Englischen besteht oft die Wahl zwischen „I was giving a lecture“, „was giving a lecture“ und „giving a lecture“. Hier korrelieren zunehmende Grade von Ellipse (Weglassung von Subjekt und Hilfsverb) mit dem Grad des unterstellten gemeinsamen Wissens, der suggerierten Unmittelbarkeit oder Nähe zum Kommunikationspartner (geteiltes Wissen braucht nicht zusätzlich verbalisiert zu werden) und dem so genannten Formalitätsgrad. Welche dieser Formen wird in einem Intranet mit flacher Hierarchie gebraucht?

Ein weiteres Beispiel ist der Gebrauch von so genannten Kontraktionen, wie „don’t“ oder „isn’t“. So existiert z. B. im Englischen folgende Alternativenreihe: „do not“, „don’t“ und schließlich „dont“. Die letztere Variante erscheint (noch) so gut wie ausschließlich in internetbasierter Kommunikation, die durchaus eigene sprachliche Formen entwickelt hat. Die Tatsache jedoch, dass die beiden anderen Varianten ebenso existieren, bedeutet, dass sie als Nähe steuernde Wahlen eingesetzt werden können. Viele dieser Varianten betreffen oft sehr minimale Differenzen. Häufig ist auch für den Bildschirmleser nicht entscheid-

bar, ob tatsächlich ein Performanzfehler oder eine intentionale Handlung vorliegt: Ist ein Apostroph nun vergessen oder mit Absicht nicht gesetzt worden? In jedem Fall kann die Wirkung sehr groß sein, ohne dass man sich darüber im Klaren ist. Diese Unsicherheit ist eine Folge der technischen Eigenschaften des Mediums. Der Wirkungsgrad der einzelnen sprachlichen Wahl ist weitreichender als bei gesprochener Sprache (wo leichter repariert werden kann), und die Spielregeln sind deswegen heikler (Kann man sich sicher sein, dass die sprachliche Wahl auch richtig registriert wird?) – ein weiterer Aspekt der noch weit verbreiteten kommunikatorischen Unsicherheit bei dieser Sprachausprägung. In ihren sprachlichen *In-group*-Gepflogenheiten am meisten verfestigt sind soziale Netzwerke innerhalb bestehender Internetnetzwerke (etwa Chatgemeinschaften). Um die Sozialsemiotik der einzelnen Wahlen richtig einschätzen zu können, muss die Sprachkompetenz allein deshalb schon sicherer sein, muttersprachlich und erst recht fremdsprachlich. In beiden Fällen bedarf eine wirkungssichere Kommunikation der vorherigen Bewusstmachung dieser Effekte, jenseits einer sicheren grammatischen Sprachbeherrschung. In einer Intranetkommunikation oder gar in der Kommunikation mit einem Firmenkunden können sehr schnell beziehungsstörende und negative Effekte auftreten, die dann in ihrer Entstehung oft sehr schwer zu rekonstruieren sind. Es sei auch darauf hingewiesen, dass sich gerade die Werbung diese große Wirkung minimaler Varianten strategisch proaktiv zunutze macht: Ob in einem Prospekt der Deutschen Bahn AG „gibt es“ oder „gibt’s“ steht oder ob gar „B2B“ auftaucht, ist weniger eine Frage der stilistischen Korrektheit als des meist unbewussten strategischen Kalküls, oft eines verführerischen Näheangebots. Es reicht nicht aus, auf den „nicht korrekten“ oder informellen Charakter der beiden letzteren Formen hinzuweisen: Es ist ein Charakteristikum des Internets, dass der Gebrauch einer der drei Formen unter konversationsanalytischem Gesichtspunkt gesehen werden muss. Die Akzeptanzprobleme von Internetkommunikation sind häufig nicht in sprachlich-stilistischen Dimensionen selbst begründet, sondern in den durch sie ausgelösten soziopsychischen Effekten, die neben den transportierten *Informationen* Effekte auslösen, die möglicherweise mehr über Akzeptanz des Mediums entscheiden als Telefon- und Hardwarekosten, und die wohl sehr schwer über Marktanalysen und Nutzerbefragungen zu erfassen sind.²⁷ Es ist eine offene Frage, inwieweit solche Umfragen selbst, wenn sie über das Internet durchgeführt werden, aus eben den gleichen Gründen valide Ergebnisse überhaupt erbringen können.

Was die rein sprachlichen Aspekte dieses Kommunikationskanals angeht, so sind weitere interessante Aspekte des *Textes* zu diskutieren. Das diametrale Gegenstück des nähesprachlichen Textes (eigentlich: Diskurses) ist der geschriebene, juristische und juristisch wirksame Text. Grundsätzlich haben Disziplinen umso mehr Probleme mit dem Status des digitalen Textes, je textbasierter sie sind. Es ist ein Korollar der tendenziellen Nähesprachlichkeit (oder relativen Oralitätsnähe) des digitalen Textes, dass er viel weniger eigene und eigenständige Philologisierbarkeit und Autorität hat: Es ist sehr viel weniger möglich, in den immerhin getippten Text selbst die gleiche Autorität zu legen, wie es der Fall ist beim geschriebenen Text als ausgelagertes Artefakt mit ontischem Eigenleben, mit der Distanz zum selbst Produzierten. Dem steht zunächst der nähesprachlich-subjektivere Charakter dieser Sprachausprägung entgegen. Juristische Autorität und Normen sind konkret, a-subjektiv und damit affin der Distanzsprachlichkeit. Hinzu tritt der rein tech-

²⁷ Zu einer Diskussion dieser Effekte siehe Stein (demnächst).

nisch gegebene volatilere Charakter. Aus diesem Grund hat der digitale Text prinzipiell weniger Autorität und eignet sich auch nicht wie ein geschriebener juristischer Text als Autoritätsträger. Nicht zuletzt resultiert die Autoritätsaura des geschriebenen Textes in seiner historischen Entstehung auch aus der Differenz zum gesprochenen Text. Es wird zu beobachten bleiben, welchen Platz der „Internetttext“ in einer Neuordnung der Funktion von Sprache und Texten im Verhältnis zu geschriebenen und gesprochenen Texten finden wird und zu welchen Veränderungen er bei den Texten in den beiden anderen Sprachmedien führen wird. Der Effekt der neuen Kulturtechnik ist nicht auf sich selbst beschränkt: Die neuen Optionen der Medienwahl führen darüber hinaus zu einer Neubestimmung der Funktionen und der metakommunikativen Valeurs der bestehenden Medien und ihren Text- und Diskurssorten. Unter diesem Aspekt ist auch eine interessante Funktionsverschiebung beim Brief zu beobachten, der häufig nur zum rechtlich gültigen Vollzug einer vorher über E-Mail ausgehandelten Abmachung geschrieben wird. Aus dem gleichen Grund wird bei der Intranetkommunikation in einer internationalen Firma – soviel lässt sich schon jetzt sagen – ein wesentlich geringeres Maß an stilistischer Varianz und nächstsprachlichen Elementen sichtbar. Zum einen sind die Mails häufig an eine größere Zahl von Adressaten gerichtet, zum anderen beinhaltet Intranetkommunikation potentiell wirtschaftsrechtlich relevante Information, auf die zur Dokumentation in Streitfällen zurückgegriffen werden kann. Daraus ergibt sich dann sowohl eine größere Standardnähe als auch eine größere Entbindung von den personalen und subjektiven Elementen der Textproduktion; es entsteht viel eher ein „Text“ im technischen Sinn, und kein Diskurs. Es müssen also nicht nur die neuen Textsorten erlernt und gelehrt werden, sondern die alten müssen ebenfalls neu gelernt werden. Dies gilt sowohl für die Diskurse der Wirtschaft (Wann und wofür wird mit Kunde, Klient oder Patient E-Mail benutzt und wann Brief?) als auch die der Wissenschaft. In der gegenwärtigen Situation des Fehlens einer kritischen Nutzermasse und normierter Erwartungen wird dies noch eine lange Zeit das Medienkalkül sehr erschweren, und damit auch die Akzeptanz des Mediums und die wirtschaftliche Vermarktung der neuen Technologien.

Bibliographie

- BEISSWENGER, Michael (Hrsg.). *Chat-Kommunikation. Sprache, Interaktion, Sozialität & Identität in synchroner computervermittelter Kommunikation. Perspektiven auf ein interdisziplinäres Forschungsfeld*. Stuttgart 2001.
- CRYSTAL, David. *Language and the Internet*. Cambridge 2001.
- DÖRING, Nicola. *Sozialpsychologie des Internet. Die Bedeutung des Internet für Kommunikationsprozesse, Identitäten, soziale Beziehungen und Gruppen*. Göttingen ²2003.
- HERRING, Susan (Hrsg.). *Computer-Mediated Communication. Linguistic, Social and Cross-Cultural Perspectives*. Amsterdam 1996.
- HERRING, Susan (Hrsg.). *Computer-Mediated Conversation*. Cresskill, New Jersey (demnächst).
- HÖFLICH, Joachim R. *Technisch vermittelte interpersonale Kommunikation. Grundlagen, organisatorische Verwendung, Konstitution „elektronischer Gemeinschaften“*. Opladen 1996.
- KILIAN, Jörg. „T@stentöne. Geschriebene Umgangssprache in computervermittelter Kommunikation“, in: BEISSWENGER (2001), 55-78.

- KOCH, Peter und Wulf OESTERREICHER. „Sprache der Nähe – Sprache der Distanz“, *Romanistisches Jahrbuch* 36 (1985), 15-43.
- MCLUHAN, Marshall. *Die magischen Kanäle. Understanding Media*. Düsseldorf ²1970.
- RICHARDS, Cameron. „Hypermedia, Internet Communication, and the Challenge of Redefining Literacy in the Electronic Age“, *Language Learning & Technology* 4(2) (2000), 59-77.
- STEIN, Dieter. „Review of David Crystal, *Language and the Internet*“, *Linguistics* 41(1) (2003), 157-163.
- STEIN, Dieter. „Sprachliches Management von Nähe und Distanz“, in: Angelika STORRER und Michael BEISSWENGER (Hrsg.) *Chat-Kommunikation in Beruf, Bildung und Medien: Konzepte – Werkzeuge – Anwendungsfelder*. Stuttgart (demnächst). (Website zur Tagung: <http://www.hrz.uni-dortmund.de/~hytex/storrer/chat/index.html> (17.10.2003))
- STORRER, Angelika. „Sprachliche Besonderheiten getippter Gespräche: Sprecherwechsel und sprachliches Zeigen in der Chat-Kommunikation“, in: BEISSWENGER (2001), 3-24.
- WEINGARTEN, Rüdiger (Hrsg.). *Sprachwandel durch Computer*. Opladen 1997.
- ZIMMER, Dieter E. *Die Bibliothek der Zukunft. Text und Schrift in den Zeiten des Internet*. Hamburg 2000.
- ZITZEN, Michaela und Dieter STEIN. „Chat and Conversation: A case of Transmedial Stability?“ *Linguistics* (demnächst).

Heinz-Dieter Smeets (Dekan)

Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät – Auf dem Weg in die Zukunft

Ausgangssituation

Im Wintersemester 2002/2003 waren in der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät insgesamt 1372 Studierende eingeschrieben. Davon entfielen 1141 auf den Diplomstudiengang BWL und 205 auf den Diplomstudiengang Wirtschaftschemie. 26 Studierende streben die Promotion an. Dieses gesamte Studienprogramm wird von zehn Lehrstühlen angeboten, von denen gegenwärtig neun besetzt sind.

In der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät wurde das bislang bewährte Profil der Studienstruktur zukunftsweisend weiterentwickelt: Im Vordergrund des wirtschaftswissenschaftlichen Studiums an der Heinrich-Heine-Universität steht weiterhin die Ausbildung zum Generalisten. Auf der einen Seite, um uns im universitären Wettbewerb von anderen „Konkurrenten“ abzuheben, auf der anderen Seite aber auch aus ganz praktischen Erwägungen, weil mit neun bzw. zehn Professuren der Möglichkeit zur Spezialisierung enge Grenzen gesetzt sind. Gleichwohl erfolgte mit der Besetzung des „Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Finanzdienstleistungen“ eine deutliche Akzentuierung in den Bereichen Finanzmärkte, Finanzinstitutionen und Finanzprodukte, die gemeinsam mit den vorhandenen volks- und betriebswirtschaftlichen Lehrstühlen eine gerade für den Wirtschaftsstandort Düsseldorf attraktive Schwerpunktlegung erlaubt. Diese Gelegenheit zur Spezialisierung wird – vor dem Hintergrund einer geänderten Prüfungsordnung für den Diplomstudiengang BWL – durch die Kombination der drei Fächer

- Investition und Finanzierung,
- Finanzdienstleistungen sowie
- Internationale Finanzmärkte

möglich. Das Fach Internationale Finanzmärkte stellt dabei eine „Gemeinschaftsproduktion“ von betriebs- und volkswirtschaftlichen Fachvertretern dar.

Eine zweite für den Standort Düsseldorf interessante Schwerpunktbildung wird nach der Besetzung des „Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Betriebswirtschaftliche Steuerlehre“ möglich sein. Hierzu lassen sich die Fächer

- Betriebswirtschaftliche Steuerlehre,
- Wirtschaftsprüfung und Controlling sowie
- Steuerrecht

kombinieren. Das Fach Steuerrecht wird bereits seit dem Wintersemester 2002/2003 von der Juristischen Fakultät angeboten und bildet die Grundlage eines – für die Zukunft geplanten – gegenseitigen Studienangebots beider Fakultäten im Bereich Steuern. Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät wird im Austausch betriebswirtschaftliche Veranstaltungen

gen primär aus den ersten beiden Fächern für den Schwerpunkt Steuerrecht in der Juristischen Fakultät anbieten.

Beide Möglichkeiten der Schwerpunktbildung werden den Studierenden (künftig) angeboten, ohne dass zugleich eine Verpflichtung zu dieser Kombination besteht. Jede andere laut Prüfungsordnung zulässige und aus der Sicht der Studierenden sinnvolle Kombination mit anderen in der Fakultät angebotenen Fächern steht offen.

Schließlich wurde mit dem Fach Psychologie der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät ein wechselseitiges Lehrangebot vereinbart, das es nunmehr erlaubt, im Studiengang Betriebswirtschaftslehre das Wahlfach Wirtschaftspsychologie anzubieten; vornehmlich in Verbindung mit den betriebswirtschaftlichen Vertiefungen Marketing sowie Unternehmensführung, Organisation und Personal entsteht hier eine disziplinbefruchtende Fächerkombination. Angesichts des strikten Numerus clausus in Betriebswirtschaftslehre sind allerdings weiteren fakultätsübergreifenden Studienmodellen recht enge Grenzen gesetzt.

Das tangiert auch den Studiengang Wirtschaftschemie, für den wegen der deutlich über den Planansätzen liegenden Anfängerzahlen ebenfalls ein Numerus clausus beantragt werden musste. Beim Studiengang Wirtschaftschemie handelt es sich um einen integrierten Studiengang, in den wirtschaftswissenschaftliche Lehrinhalte und Lehrinhalte der Chemie nahezu gleichgewichtig eingehen und vom ersten Semester an parallel studiert werden. Diese Struktur begründet zum einen seine Einzigartigkeit, zum anderen ist es der Standort Düsseldorf, der bundesweit ein fast unübertroffen günstiges wirtschaftliches Umfeld bietet, in dem viele Unternehmen und Institutionen der Chemiebranche tätig sind. Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät verbindet mit dem Studiengang den Ausbau und die Abrundung der Ausbildung in eine branchenbezogene Richtung sowie die verstärkte Vernetzung innerhalb der Universität und in der Wirtschaft der Region. Die Wirtschaftspraxis als zukünftiges berufliches Feld der Absolventen und insbesondere die chemische Industrie sowie ihre Verbände begleiten das Modell mit großem Interesse, mit Zustimmung und praktischer Unterstützung (z. B. Praktikumsangebote).

Mit der Gründung der Düsseldorf Business School als privatwirtschaftlich organisierter GmbH wurde in Form der Weiterbildung von Führungskräften, die ihre Wirtschafts- und Managementkompetenz nach internationalem Standard vertiefen wollen, ein neues Aufgabenfeld eröffnet.

Rahmenbedingungen der Business School

Die Düsseldorf Business School GmbH wurde am 7. Juni 2002 gegründet und ist über ein Public-Private-Partnership eng mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf verbunden. Zu den Gründern gehören – neben der Universität – die Stadtparkasse Düsseldorf, die Schwarz Pharma AG in Monheim, die Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Warth & Klein GmbH, Düsseldorf, sowie alle Professoren der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät.

Studierende an der Düsseldorf Business School müssen zwei Voraussetzungen erfüllen: Zum einen müssen sie bereits über einen ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss verfügen. Hierzu zählt ein Diplom, ein Bachelor, ein erstes Staatsexamen oder ein gleichwertiger Abschluss. Ob diese Voraussetzung erfüllt ist, prüfen Vertreter der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät. Das andere Kriterium für eine Aufnahme ist berufliche Erfahrung nach dem Studium. Diese Voraussetzung wird von Vertretern der Busi-

ness School geprüft – unter anderem in persönlichen Interviews. Nach erfolgreichem Abschluss des Studiums wird der Mastertitel durch die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf vergeben.

Die von der Business School angebotenen Studiengänge sollen Theorie und Praxis so eng wie möglich miteinander verknüpfen. Ein Ziel, das nicht nur durch den Dozentenmix aus Hochschullehrern und Praktikern erreicht wird. Es spiegelt sich auch in den Lehr- und Lernmethoden wider. Schwerpunktmäßig bestehen diese zum einen aus „klassischen“ Diskussionsvorträgen, zum anderen aus betreuten Gruppenarbeiten sowie der Lösung und Präsentation von Fallstudien. Auch werden Rollenspiele genutzt, um z. B. Akquisitionsgespräche zu simulieren. Zur Vertiefung der Lernerfahrungen dienen Unternehmungsplan-spiele, mit Workshops und Foren zum Erfahrungsaustausch lässt sich das Gelernte auf die berufliche Praxis der Studienteilnehmer übertragen. Wahlpflichtkurse geben den Studierenden ferner die Chance, das theoretische Wissen möglichst dicht an ihrem eigenen Berufsalltag zu erwerben.

Einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung des im Rahmen des Studiums erworbenen Wissens in die Praxis leistet auch die Masterarbeit, die nach dem letzten Studienabschnitt angefertigt wird. Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht ein praktisches Problem im Unternehmen des Teilnehmers, das mit den erlernten Methoden und Fähigkeiten zu lösen ist.

Das Studium an der Düsseldorf Business School erlaubt es, Beruf und anspruchsvolle Weiterbildung miteinander zu verbinden. Es verknüpft den aktuellen Stand der Wissenschaft mit den praktischen Notwendigkeiten des Berufsalltags und entwickelt Problemlösungsfähigkeiten durch Einbindung des Studierenden in den Lernprozess. Ein renommiertes Dozententeam deckt die Breite, Tiefe sowie den Anwendungsbezug eines internationalen Standards genügenden Studiums ab. Die Orangerie von Schloss Benrath bietet eine exklusive Lernatmosphäre für ein anspruchsvolles Präsenzstudium, in dem moderne Medien- und Kommunikationstechniken als Lernhilfen zum Einsatz kommen.

Studiengang „General Management“ (MBA)

Der Studiengang „General Management“ mit dem Abschluss „Master of Business Administration“ (MBA) begann am 6. Februar 2003 mit 18 Studierenden. Das 21 Monate dauernde berufsbegleitende Studium erlaubt insbesondere Absolventen nicht ökonomischer Studiengänge an Hochschulen und Fachhochschulen (Ingenieuren, Naturwissenschaftlern, Juristen, Geistes- und Sozialwissenschaftlern, Medizinern), Beruf und anspruchsvolle Weiterbildung miteinander zu verbinden. Das Studium wendet sich an Führungskräfte in Wirtschaft und Verwaltung, die ihre Kompetenz im Management gezielt weiterentwickeln wollen. Neben Dozenten aus der Universität werden zahlreiche Experten aus der Wirtschaftspraxis an der Business School lehren. Das Studium versetzt seine Teilnehmer in die Lage, wirtschaftliche Zusammenhänge zu überblicken und zu verstehen. Dabei geht es insbesondere um die Zusammenhänge und Abläufe innerhalb von Unternehmen, zwischen Unternehmen sowie um diejenigen zwischen Unternehmen und den sie umgebenden Märkten bzw. weiteren relevanten Einflüssen aus dem Umfeld.

Die Teilnehmer verbessern ihre Fähigkeiten, Geschäftseinheiten eigenverantwortlich auf der Grundlage ökonomischer Zielsetzungen zu führen, Problemstellungen zu analysieren, Instrumente zur Problemlösung zu beherrschen und adäquat anzuwenden sowie ihr Team- und Führungsverhalten zu optimieren.

Das gesamte Curriculum des Studiengangs „General Management“ gliedert sich in vier Abschnitte. Im ersten Studienabschnitt wird ein Überblick über die in Unternehmen ablaufenden Prozesse der Leistungserstellung, ihre zielgerichtete Steuerung und ihre Abbildung in der Unternehmensrechnung gegeben. Darüber hinaus werden die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen dargestellt, die Einfluss auf das unternehmerische Handeln haben. In den weiteren Abschnitten geht es um Leistungs- und Finanzprozesse, Integrationsmanagement und Human Resources sowie Strategisches Management und Unternehmensanalyse. Den Abschluss des Studiums bildet die Masterarbeit.

Studiengang „International Finance“ (MoF)

Der Studiengang „International Finance“ mit dem Abschluss „Master of Finance“ (MoF) wird zum 25. September 2003 aufgenommen. Er wendet sich an Führungskräfte und Spezialisten in Wirtschaft und Verwaltung, die ihre Managementkompetenz in den Bereichen Finanzierung und Kapitalmarkt gezielt weiterentwickeln wollen.

Die Teilnehmer des Studienganges erhalten vertieften Einblick in die finanzwirtschaftlichen Strukturen und Prozesse in Unternehmen, bei Finanzdienstleistern und auf den Finanzmärkten. Sie entwickeln und verbessern damit ihre Kompetenz, finanzwirtschaftliche Vorgänge ganzheitlich zu begreifen und unternehmerische Entscheidungen entsprechend fundiert zu treffen. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei auf aktuelle Entwicklungen an den Finanzmärkten und auf innovative Finanzkontrakte gelenkt. Ebenso werden neuere Entwicklungen in der Finanzierungs- und Kapitalmarkttheorie erarbeitet und im konkreten Anwendungskontext vermittelt.

Das Studium findet über einen Zeitraum von 18 Monaten berufsbegleitend als Teilzeitstudium an drei Tagen pro Woche abends bzw. am Samstagvormittag statt. Die Phasen des Präsenzstudiums werden durch solche des Selbststudiums ergänzt, in denen Lehrmaterialien auch über das Internet zur Verfügung gestellt werden.

Zugangsvoraussetzung für die Aufnahme in den Studiengang ist ein abgeschlossenes Studium mit in der Regel wirtschaftlichem Schwerpunkt, zum Beispiel in Betriebswirtschaftslehre, Volkswirtschaftslehre, Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsingenieurwesen, Wirtschaftsinformatik oder Wirtschaftschemie. Das Studium muss mit einem Diplom, Bachelor, Master, ersten Staatsexamen oder gleichwertigen Abschluss an einer in- oder ausländischen Universität oder gleichgestellten Hochschule bzw. Fachhochschule beendet worden sein. Zudem wird hinreichende einschlägige berufliche Tätigkeit nach dem Studium vorausgesetzt.

Der Studiengang „International Finance“ gliedert sich in drei Abschnitte: Im ersten Studienabschnitt wird ein Überblick über die Zahlungsströme im Unternehmen sowie über finanzwirtschaftliche Prozesse und Entscheidungen gegeben. Damit wird ein gemeinsames Vorverständnis für die folgenden, vertiefenden Kurse geschaffen. Zudem werden die rechtlichen Rahmenbedingungen erarbeitet, die bei finanzwirtschaftlichen Entscheidungen in Unternehmen von Relevanz sind. Ferner vermittelt der Studienabschnitt grundlegende Methodenkenntnisse. Hierbei stehen Fragestellungen zur Bewertung von innovativen und komplexen Finanzinstrumenten im Vordergrund. So lernen die Teilnehmer etwa die Annahmen und Konzepte zur Bewertung von Derivaten und ihren Einsatz in Unternehmen kennen. In den weiteren Abschnitten geht es um Institutionen und Instrumente

sowie Internationales Finanzmanagement. Den Abschluss des Studiums bildet auch hier die Masterarbeit.

Ausblick

Die Entwicklung der Fakultät wird aber nicht nur von den internen Potenzialen geprägt, sondern insbesondere auch von den allgemeinen Rahmendaten. Hierzu zählt in ganz entscheidender Weise die Ausstattung mit personellen und finanziellen Ressourcen, die sich in den vergangenen Jahren immer weiter verschlechtert hat. In dieses Bild passt auch die Entscheidung des Rektorats, alle Fakultäten mit einer globalen Kürzung der Mittel für Forschung und Lehre von 15 Prozent zu belegen. Obgleich diese Entscheidung nicht von der Landesregierung getroffen wurde, ist sie jedoch nicht unabhängig von der öffentlichen Haushaltslage zu sehen. Bedenkt man weiterhin, dass die Ausgaben des Staates fast 50 Prozent des Bruttoinlandsprodukts (BIP) ausmachen, scheint das Problem – neben dem viel zu hohen Anteil – speziell in der Aufteilung, der Prioritätensetzung zu liegen.

Wenn Politiker und Ökonomen die moderne Wirtschaftswelt beschreiben, dann verweisen sie regelmäßig auf ein Phänomen besonderer Art: die Globalisierung oder Internationalisierung. Sie kommt in einer verstärkten Integration der Weltmärkte, einer Intensivierung des weltweiten Wettbewerbs und einer wachsenden Interdependenz einzelner Volkswirtschaften zum Ausdruck. Unternehmen ist es möglich geworden, Forschungs- und Produktionsstandorte an fast jedem Ort der Erde aufzubauen oder dorthin zu verlagern. Wer heute noch *nur* in nationalen Grenzen denkt, hat die Zeichen der Zeit nicht erkannt. „Think global“ ist das Motto, das das Handeln der Unternehmen zunehmend bestimmt. Die so beschriebene Internationalisierung hat aber auch zu einer bisher nicht gekannten ökonomischen Abhängigkeit der Menschen und Volkswirtschaften geführt – und zu neuen Herausforderungen. Aus Sicht etwa der westeuropäischen Länder und damit auch aus deutscher Sicht heißt das verkürzt: Entweder es gelingt in der Zukunft, Waren und Leistungen zu produzieren, die andere Länder (zunächst) in dieser Form nicht anbieten können, oder die inländische Arbeitslosigkeit steigt an und die Lebens- sowie Sozialstandards sinken. Es gilt, im Innovationswettbewerb die Nase vorn zu haben, temporäre Monopolstellungen zu erarbeiten und Vorsprungsgewinne zu erwirtschaften.

Naive Zeitgenossen glauben häufig, man könne sich diesem Druck durch protektionistische Maßnahmen entziehen, die nationalen Märkte schließen und vor Auslandskonkurrenz schützen. Sie übersehen allerdings, dass damit gleichzeitig Exporte beschnitten und eine Vielzahl von (weiteren) Arbeitsplätzen aufs Spiel gesetzt werden. Der Ausweg lautet also nicht Streben nach Autarkie, sondern bessere Leistungen. Hierzu kann der Staat durch entsprechende Rahmenbedingungen entscheidend beitragen. Beispiele hierfür sind etwa:

- Abbau von staatlichen Regulierungen, insbesondere auch auf den Arbeitsmärkten,
- ein reformiertes Steuer- und soziales Sicherungssystem sowie
- eine deutliche Intensivierung der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung.

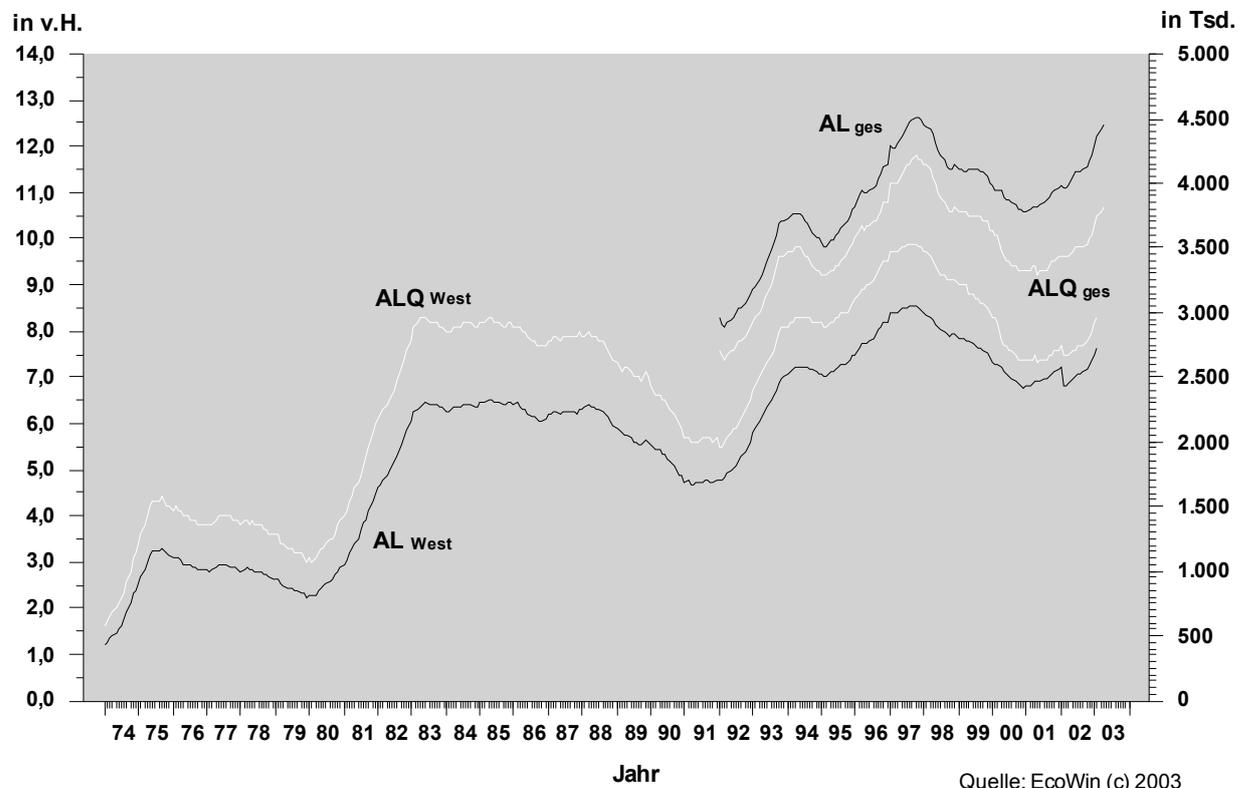
Von besonderer Bedeutung für ein Land wie die Bundesrepublik Deutschland, das über keine nennenswerten natürlichen Ressourcen verfügt, ist jedoch der Faktor Humankapital und damit auch die universitäre Bildung. Setzt der Staat bei seiner Ausgabenpolitik die falschen Prioritäten, ist ein weiterer Rückfall im internationalen Wettbewerbsprozess sehr wahrscheinlich.

H. Jörg Thieme

Arbeitsmärkte in Europa: Funktionsprinzipien und Reformbedarf

Am 1. Mai 2003 wiederholte sich ein Ritual in Deutschland, aber auch in anderen europäischen Ländern, wie es seit Mitte der 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts immer wieder zu beobachten ist: Auf zahlreichen Gewerkschaftsveranstaltungen wird in blumenreichen Reden zum Kampf gegen die Arbeitslosigkeit aufgerufen. Regierungen werden gelobt, wenn sie – aus der Sicht der Gewerkschaften – beschäftigungsfördernde Maßnahmen ergreifen. Sie werden kritisiert, wenn sie „Sozial- und Beschäftigungsabbau“ betreiben. Da Arbeit nach Gewerkschaftsanalyse immer „knapper“ werde, müsse sie „gerechter“ verteilt werden, was durch Verkürzung der Wochen- und Lebensarbeitszeit – möglichst bei vollem Lohnausgleich – geschehen solle.

In merkwürdigem Kontrast zu dem vermeintlich kraftvollen und ernsthaften Bemühen um eine hohe Beschäftigung steht die Realität. Wie Abbildung' 1 zeigt, ist die Arbeitslosigkeit in Westdeutschland bis 1990 und ab 1990 in Gesamtdeutschland mit konjunkturellen Unterbrechungen systematisch auf ein immer höheres Niveau von nunmehr über 4,5 Millionen Arbeitslosen angestiegen.



Quelle: EcoWin (c) 2003

Abb. 1: Arbeitslosenquote (ALQ) und Arbeitslosenzahl (AL) für Westdeutschland und Gesamtdeutschland.

Bis Anfang der 90er Jahre galt dies – mit marginalen Unterschieden – für nahezu alle westeuropäischen Länder. Erst seit Mitte der 90er Jahre ist es in einigen europäischen Ländern (Schweiz, Niederlande, Irland, Norwegen) gelungen, die Arbeitslosigkeit deutlich zu reduzieren und Beschäftigungserfolge auf Dauer zu realisieren. Im Gegensatz zu diesen Ländern ist es besonders in den großen kontinentaleuropäischen Ländern Deutschland, Frankreich und Italien nicht gelungen, gesamtwirtschaftliche Beschäftigungsimpulse auszulösen und die Arbeitslosigkeit zu reduzieren oder wenigstens nicht weiter ansteigen zu lassen.

Was sind die Ursachen dieser Entwicklungen auf den europäischen Arbeitsmärkten? Weshalb herrschte in Deutschland bis Anfang 1972 Vollbeschäftigung bei gleichzeitig starkem Zustrom von ausländischen Arbeitskräften, die von den in Deutschland produzierenden Unternehmen im Ausland angeworben wurden? Haben sich die gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungsbedingungen in den vergangenen dreißig Jahren so stark verändert, dass „Massenarbeitslosigkeit“ unvermeidbar ist? Wurden die ordnungspolitischen Rahmenbedingungen der Arbeitsmärkte den neuen Entwicklungen angepasst? Versagen die Arbeitsmärkte? Oder ist es staatliches Regulierungsversagen, das die massiven Beschäftigungsprobleme in den europäischen Marktwirtschaften verursacht hat?

Antworten auf diese Fragen sind Voraussetzung für ursachenadäquate Therapien. Sie zu finden setzt voraus, die teilweise drastischen Veränderungen auf den Güter- und Faktormärkten in Europa in den vergangenen 15 Jahren zu analysieren.

Allokationseffizienz bei zunehmender Integration der Faktormärkte

Bis in die 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts waren die Faktormärkte, also die Märkte für Arbeits- und Kapitaleleistungen, in Europa weitgehend separiert. Während die nationalen Gütermärkte durch zügigen Zollabbau, Steuerharmonisierungen usw. integriert wurden und der innereuropäische Gütertausch deutlich zunahm, blieben Finanz- und Arbeitsmärkte isoliert. Kredite für Investitionen in den Unternehmen wurden – ebenso wie Konsumentenkredite – bei vorwiegend national oder gar regional agierenden Geschäftsbanken aufgenommen. Auch die Anlage des systematisch gestiegenen Geldvermögens (in Deutschland im Jahre 2001: ca. 3.700 Mrd. €) erfolgte überwiegend in nationalen Währungen, wobei auch hier – zumindest in Zentraleuropa – diverse Einlagenformen bei den Geschäftsbanken präferiert wurden. Grenzüberschreitende Finanztransaktionen galten als riskant, verursachten hohe Transaktionskosten und waren teilweise durch staatliche Regulierungen behindert.¹

Auch die nationalen Arbeitsmärkte waren isoliert. Sehr starke Gewerkschaften konnten die tatsächlichen oder vermeintlichen Interessen der Beschäftigten auf den Arbeitsmärkten ohne Rücksicht auf internationalen Wettbewerb durchsetzen: Die Gewerkschaften setzten die Preis-(Tarif-)verhandlungen explizit als Instrument der Einkommensumverteilung erfolgreich ein. Sehr hohe Lohnsteigerungen in den 60er und Anfang der 70er Jahre, die teilweise deutlich über die Steigerungsraten von Preisniveau und Produktivität hinausgingen, sind ein Beleg für die massive Marktmacht der Arbeitsanbieter, die nicht durch internationalen Wettbewerb gefährdet wurde. Aus dieser Zeit der relativ starken Wachstumsdynamik einer industriell geprägten Volkswirtschaft bei sichtbarem Arbeitskräftemangel resultie-

¹ Vgl. Thieme (1999: 532ff.).

ren zahlreiche staatliche Regulierungen der Arbeitsmärkte (z. B. Allgemeinverbindlichkeitsklauseln und Flächentarifregeln, aber auch Mitbestimmungsregeln und Kündigungsschutzbestimmungen). Sie waren ausgerichtet an der industriellen Massenproduktion und den relativ homogenen Beschäftigungsinteressen, die eine Zentralisierung gewerkschaftlicher Verhandlungsmacht begünstigten.² Diese – am Beispiel Westdeutschlands interpretierten – Entwicklungen der Arbeitsmarktinstitutionen galten mit geringen Modifikationen auch für andere europäische Länder.

Unter diesen Voraussetzungen geringer Wettbewerbsdynamik auf den Arbeitsmärkten (Tarifkartell) im Inland und nahezu fehlendem Wettbewerbsdruck von außen war die Faktorallokation wenig effizient: Das bilaterale Kartell der Arbeitsnachfrager (Unternehmensverbände) und der Arbeitsanbieter (Gewerkschaften) nutzte die rechtlich zugewiesenen Möglichkeiten der Marktgestaltung (Tarifautonomie einschließlich Allgemeinverbindlichkeits- und Tarifregeln) als Preis-(Tarif-)kompetenz. Die Tarifpartner verstanden es zugleich mit aktiver Unterstützung interessierter Politiker³, die aus den jährlichen Kontrakten überhöhter Tariflöhne resultierenden Mengeneffekte (Arbeitslosigkeit) dem Staat anzulasten. Diese Trennung von Preiskompetenzen und der Mengenverantwortung ist der Schlüssel für die dauerhafte Ineffizienz der Arbeitsmärkte. Der Staat war für die – gesellschaftlich möglichst reibungsfreie – Versorgung der aus Preisgründen nicht mehr im offiziellen Sektor beschäftigten Erwerbstätigen zuständig. Die dabei angewendeten Methoden (z. B. „Frühverrentung“, Umschulungs- und Ausbildungsaktivitäten bis hin zu statistischen Trickbuchungen) reduzierten scheinbar die Zahlen der Arbeitslosigkeit – bei allerdings sehr hohen Finanzierungskosten, wodurch die Staatshaushalte systematisch überfordert wurden.

Die Faktorallokation innerhalb der europäischen Länder – insbesondere in Westdeutschland – war geprägt durch einen endogenen Trend überproportionaler Kapitalintensivierung der industriellen Produktion, die ihre Ursache in den falschen relativen Preisen von Kapital- und Arbeitsinput hatte. Mit der zunehmenden Liberalisierung der Kapitalmärkte seit Mitte der 80er Jahre, den europäischen Aktivitäten zur Schaffung eines Binnenmarktes 1993 sowie schließlich der (partiellen) Europäischen Währungsunion 1999 setzte ein intensiver Prozess der Integration der Güter- und Faktormärkte in Europa ein, der keineswegs abgeschlossen ist. Die bereits fortgeschrittene Integration der Kapitalmärkte sowie die Inflations- und Zinsannäherung im Vorfeld der Währungsunion setzte das Prinzip der Zinseinheitlichkeit in Europa weitgehend durch und verbesserte die Kapitalallokation in Europa deutlich. Da auch die Bankenmärkte in Europa näher zusammenrücken, werden die Voraussetzungen für eine effiziente internationale Kapitalallokation in Europa erheblich verbessert.

Die günstigen Wanderungsbedingungen für das Kapital erhöhen den Druck auf die nationalen Arbeitsmärkte. Die Erweiterung der Europäischen Union durch die Transformationsländer Ost- und Südosteuropas wird diesen Druck in der Zukunft massiv erhöhen. Ob und inwieweit die einzelnen europäischen Länder bereits auf die völlig neuen Bedingungen der regionalen Faktorallokation reagiert und besonders die Institutionen und Regelsysteme der nationalen Arbeitsmärkte angepasst haben, ist nunmehr zu prüfen.

² Vgl. Berthold (2003).

³ Vgl. Görgens (1997: 397f.).

Rahmenbedingungen europäischer Arbeitsmärkte: Unterschiede und Gemeinsamkeiten

Da eine Detailanalyse der europäischen Arbeitsmärkte hier nicht möglich ist und zudem einzelne Länder sehr ähnliche Arbeitsmarktregeln anwenden, empfiehlt sich die Analyse von Ländergruppen, wie sie durch internationale Beschäftigungs-Rankings gebildet werden.⁴ Dabei werden aus theoretischen und statistischen Gründen zentrale Wirkungsfaktoren abgeleitet, die die beschäftigungspolitische Performance bestimmen. In der genannten Studie werden sieben solche Wirkungsfaktoren herangezogen, die theoretisch plausibel und statistisch signifikant die Beschäftigungseffekte erklären:

1. Investitionsquote: Steigt der Anteil der Bruttoanlageinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt, erhöht sich die Beschäftigung unmittelbar, aber auch indirekt, weil gestiegenes Einkommen die Konsumnachfrage erhöhen. Mit einem Gewicht am Gesamtindikator von 18 Prozent ergibt sich ein recht deutlicher empirischer Erklärungsgehalt für die Beschäftigungswirkungen.
2. Staatsquote: Je höher der Anteil der Staatsausgaben am Bruttoinlandsprodukt, desto höher die Steuer- und Abgabenlast und desto geringer ist die Leistungsbereitschaft bei eingeschränkten Investitionsspielräumen im privaten Sektor. Obwohl der Zusammenhang zwischen Staatsquote und Beschäftigung nicht eindeutig ist und eine „optimale“ Staatsquote kaum bestimmt werden kann, sprechen empirische Belege⁵ dafür, dass die Beschäftigung wächst, wenn die – offensichtlich in allen westlichen Industrieländern zu hohen – Staatsquoten sinken. Der Einfluss wird mit -9 Prozent als relativ gering, aber statistisch signifikant angenommen.
3. Aktive Arbeitsmarktpolitik: Darunter wird der Anteil aktiver Maßnahmen, die nicht nur auf die Zahlung von Arbeitslosengeld, sondern auch auf die rasche Wiedereingliederung von Arbeitslosen in den regulären, offiziellen Arbeitsmarkt gerichtet sind, an den Gesamtausgaben der Arbeitsmarktpolitik verstanden. Der Aktivitätsgrad der Arbeitsmarktpolitik ist zwar ein recht grober Indikator, hat aber mit 23 Prozent einen hohen Einfluss auf die Beschäftigung. Allerdings hängen die Wirkungen sehr von der konkreten Ausgestaltung der einzelnen Maßnahmen ab.
4. Langzeitarbeitslosenquote: Ein hoher Anteil der Langzeitarbeitslosen an der Gesamtanzahl der Arbeitslosen signalisiert eine wenig erfolgreiche Arbeitsmarktpolitik und zugleich die tatsächlichen beschäftigungs- und sozialpolitischen Probleme. Ursache eines hohen Anteils der Langzeitarbeitslosen sind regionale und berufliche Immobilität, zu hohe Tariflöhne, zu straffer Kündigungsschutz oder insgesamt zu hohe Lohnersatzleistungen. Der Einfluss ist mit -16 Prozent hoch.
5. Lohnstückkostenanstieg: Steigt die nominale Lohnsumme stärker als das reale Bruttoinlandsprodukt, werden die gesamtwirtschaftlichen Verteilungsspielräume überfordert. Es entstehen Beschäftigungseinbußen, wenn die Lohnsteigerungen den Produktivitätsanstieg übertreffen. Eine expansive („aggressive“), zentralistische Lohnpolitik, wie sie in den 60er und 70er Jahren z. B. von den deutschen Gewerkschaften praktiziert wurde,

⁴ Vgl. Bertelsmann Stiftung (1998: 25ff.).

⁵ Vgl. Bertelsmann Stiftung (2002).

verschlechterte die Beschäftigungssituation. Dies galt auch für andere Industrieländer. Ihr Einfluss mit -10 Prozent ist empirisch angemessen.

6. Streiktage: Die Streikhäufigkeit wird als grober, aber statistisch signifikanter (-16 Prozent) Indikator für politische und soziale Stabilität in einem Land angesehen. Ist sie hoch, werden ausländische Investoren abgeschreckt, was negativ auf die Beschäftigung wirkt.
7. Teilzeitquote: Der Anteil der Teilzeitarbeit an der Gesamtbeschäftigung wird als Indikator für die Flexibilität der Arbeitsmärkte angesehen. Je höher er ist, desto positiver für die Gesamtbeschäftigung (acht Prozent), wobei damit allerdings nicht zwangsweise Verkürzungen der Arbeitszeit angesprochen sind, die eher negative Beschäftigungseffekte auslösen.

Wenngleich die Indikatoren recht grob sind und auch ihre Gewichtung – wie immer bei der Bildung von Gesamtindikatoren – keineswegs unproblematisch ist, können mit ihrer Hilfe die Beschäftigungserfolge in den Ländern verglichen werden, die gleiche oder zumindest ähnliche Gestaltungsregeln und -prinzipien auf den Arbeitsmärkten, aber auch in der Wirtschafts- und Sozialpolitik angewendet haben.

Obwohl die westlichen Industrieländer seit Ende der 90er Jahre Fortschritte beim Abbau der mittlerweile stark angestiegenen Arbeitslosigkeit insgesamt gemacht haben, sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern doch erheblich. Sie sind erklärbar aus der sehr hohen Regulierungsdichte auf den Güter- und insbesondere den Arbeitsmärkten, den zum Teil noch sehr hohen Staats- und Abgabenquoten, der unzureichenden Attraktivität von Standorten sowie der geringen Rentabilität privater Investitionen und zahlreichen Fehlanreizen für Arbeitslose, zügig in den offiziellen Arbeitsmarkt zurückzukehren. Gemessen an den Beschäftigungserfolgen in den vergangenen 15 Jahren können vier Gruppen von Ländern unterschieden werden, die verschiedene wirtschaftspolitische Konzeptionen und Strategien angewendet haben.⁶

1. Wettbewerbsorientierte Marktwirtschaften (USA, Großbritannien, Neuseeland, Kanada, Australien, Irland, Schweiz) haben eine relativ geringe Staatsquote, eine geringe Regulierungsdichte der Arbeitsmärkte sowie ein hohes Maß an Vertragsfreiheit und privaten Wettbewerbsaktivitäten. Die Beschäftigungsdynamik ist in diesen Ländern hoch, die Arbeitslosigkeit relativ niedrig, und auch das Niveau der Langzeitarbeitslosigkeit ist gering.
2. Kooperative Leistungsgesellschaften (Norwegen, Japan, Österreich, Dänemark) setzen auf beschäftigungsfördernde (auch staatliche) Investitionen. Wirtschaftspolitische Regulierungen dienen nicht der Umverteilung oder der Errichtung von sozialen Schutzmauern, sondern sollen maßvolle Lohnsteigerungen durchsetzen und Langzeitarbeitslosigkeit wirksam bekämpfen.
3. Verteilungsorientierte Wohlfahrtsstaaten (Deutschland, Frankreich, Italien, Finnland, Schweden, Belgien, mit Einschränkungen auch noch die Niederlande) sind geprägt durch hohe Staats- und Abgabenquoten, hohe Soziallasten, überdurchschnittlich starke Regulierungen der Arbeitsmärkte sowie relativ niedrige Investitionsquoten. In diesen

⁶ Vgl. Bertelsmann Stiftung (2002: 2f.).

Ländern wird der dominante Staatseinfluss primär für die Verwirklichung von Zielen der Umverteilung und der sozialen Absicherung eingesetzt, kaum jedoch, um private oder öffentliche Investitionen zu fördern und das Arbeitskräftepotential für den offiziellen Sektor zu aktivieren. Die Beschäftigungsdynamik ist in diesen Ländern selbst in Konjunkturaufschwüngen relativ gering, die strukturelle Arbeitslosigkeit steigt ebenso wie die Langzeitarbeitslosigkeit systematisch an.

4. Transformationsökonomien im Aufholprozess (Spanien, Griechenland, Portugal) waren lange agrarisch strukturiert und zentral verwaltet; sie wurden deshalb erst spät als dezentralisierte, marktwirtschaftliche Demokratien Mitglieder der Europäischen Union. Zwar ist das öffentliche und private Investitionsvolumen in diesen Ländern überdurchschnittlich hoch, aber gleichzeitig belasten massive Arbeitsmarktregulierungen und hohe Langzeitarbeitslosigkeit die Beschäftigungsbilanz. Portugal ist in dieser Gruppe relativ erfolgreich, weil die Staatsquote und die Streikquote gering sind.

Die Effizienz der unterschiedlichen Strategien lässt sich am Beschäftigungszuwachs messen. Am schlechtesten schneiden die verteilungsorientierten Wohlfahrtsstaaten ab, wobei insbesondere Deutschland in den vergangenen 20 Jahren im internationalen Beschäftigungs-Ranking immer weiter bis auf Platz 16 zurückgefallen ist.⁷ Bei der standardisierten Arbeitslosenquote übertrifft Deutschland deutlich den Durchschnitt, der Beschäftigungszuwachs ist hingegen unterdurchschnittlich.

Die größten Beschäftigungserfolge erreichten die wettbewerbsorientierten Marktwirtschaften, aber auch kleinere europäische Länder wie Irland, Finnland, Niederlande, Dänemark, Norwegen und sogar Schweden konnten die Arbeitslosigkeit spürbar durch konsequente Reformen reduzieren. Sie reagierten zügig auf die veränderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und setzten bemerkenswerte Variationen der Institutionen und Regeln um: Dies gilt insbesondere für die Arbeitsmärkte und die Arbeitsmarktpolitik. Äußeres Anzeichen ist ein deutlicher Rückgang der Streikhäufigkeit trotz zahlreicher Einschnitte in die sozialen Sicherungssysteme, weil Gewerkschaften wie Unternehmensverbände aus Kostengründen unternehmensbezogene, dezentrale Kooperationslösungen präferieren. In den nordischen Ländern ist zudem empirisch belegbar, dass gelockerte Kündigungsschutzregeln Neueinstellungen begünstigt haben und dadurch die Langzeitarbeitslosigkeit deutlich gesunken ist. Dies liegt auch am Wechsel in der Arbeitsmarktpolitik, die von den früher angewendeten Prinzipien der frühen Rentenzahlung und der passiven Betreuung durch die Arbeitslosenverwaltung zu einer aktiven Reintegrationspolitik übergegangen ist. Auch der Abbau von Fehlanreizen für Arbeitslose hat positive Beschäftigungseffekte, was besonders für die Niederlande zu gelten scheint, wo die Arbeitslosenquote von 11,5 Prozent (1982) auf mittlerweile 2,7 Prozent (2002) gesunken ist. Positiv darauf wirkte auch die 1982 zwischen Regierung, Unternehmerverbänden und Gewerkschaften vereinbarte Zurückhaltung bei den Tariflohnabschlüssen (Polder-Modell) ein. Hierdurch sowie durch die große Flexibilität bei der Einrichtung von Teilzeitarbeitsplätzen stieg die Zahl der Erwerbstätigen in den vergangenen 20 Jahren um 41,5 Prozent – bei in dieser Periode durchaus verhaltenem Wirtschaftswachstum.

Im Gegensatz zu diesen Ländern haben sich die negativen Arbeitsmarktstrukturen in Deutschland eher verfestigt, und zwar völlig unabhängig von den vereinigungsbedingten

⁷ Vgl. Bertelsmann Stiftung (2002).

Beschäftigungsproblemen. Die eingangs beschriebenen Verkrustungen der Arbeitsmärkte in Deutschland sollten seit Mitte der 90er Jahre durch zaghafte Deregulierungen flexibler gestaltet werden (leichte Lockerung des Kündigungsschutzes, Einschränkung der Lohnfortzahlung im Krankheitsfall). Nach dem Regierungswechsel im Jahre 1998 wurden diese Maßnahmen rückgängig gemacht und zugleich neue Regulierungen umgesetzt, wie z. B. das Gesetz gegen Scheinselbstständigkeit, die gesetzliche Einschränkung einer befristeten Beschäftigung oder die Ausweitung der betrieblichen Mitbestimmungsrechte der Arbeitnehmer durch Neufassung des Betriebsverfassungsgesetzes. Diese und andere Absicherungsmaßnahmen schränkten die dringend notwendige Mobilität des Arbeitsangebots drastisch ein.⁸ Dies gilt nicht nur für das vorhandene Humanvermögen, sondern auch für die Bereitschaft, eigenverantwortlich neue Fähigkeitspotentiale zu bilden und sich damit den veränderten Marktanforderungen in der postindustriellen Welt anzupassen. Die seit Jahrzehnten von den Tarifpartnern praktizierte Politik, in den Tarifabschlüssen die Tarifröhne durch feste Sockelbeträge für einfache Arbeit überproportional zu steigern, hat Rationalisierungsinvestitionen ausgelöst und die Kapitalintensität der Produktion erhöht. Die sozial motivierten Preiseingriffe haben somit systematisch die Beschäftigungsmöglichkeiten für weniger qualifizierte und deshalb inflexiblere Arbeitsanbieter reduziert und deren Arbeitslosigkeit in Deutschland erhöht. Andererseits misslingt es zunehmend, ältere Arbeitslose in den offiziellen Arbeitsmarkt zu integrieren, solange für ältere Beschäftigte besonders strenge Kündigungsschutzregeln gelten und die Höhe der Tarifröhne vom Alter (Senioritätsprinzip) und nicht von der Leistung abhängt. Auch hier gilt: Sozial begründete Preiseingriffe auf Arbeitsmärkten schaden jenen, die geschützt werden sollen, wie der hohe und steigende Anteil der älteren Langzeitarbeitslosen in Deutschland belegt (Erwerbsbeteiligung der 55- bis 64-Jährigen in Deutschland unter 40 Prozent; in der Schweiz über 70 Prozent). Die Flächentarifvereinbarungen und das Günstigkeitsprinzip haben zudem die Anpassungsflexibilität des *einzelnen* Unternehmens, beschäftigungsfördernde Investitions- und Produktionsentscheidungen im Inland zu treffen, in Deutschland immer mehr eingeschränkt.

Schließlich belegen empirische Arbeitsmarktanalysen, dass die deutsche Arbeitsmarktpolitik im Vergleich zu anderen europäischen Ländern teuer und wenig effizient ist:⁹ Das Nebeneinander von Arbeitslosengeld, Arbeitslosenhilfe und Sozialhilfe bei unterschiedlichen Institutionen auf verschiedenen politischen Ebenen hat zu einer Vielzahl von Beschäftigungsprogrammen geführt, die nicht koordiniert sind und Arbeitslose nur selten wieder in dauerhafte Beschäftigung bringen („Drehtüreffekt“).

Ob und inwieweit die beabsichtigten Reformen der Bundesanstalt für Arbeit und der Arbeitsvermittlung (Vorschläge der Hartz-Kommission) tatsächlich gelingen, bleibt abzuwarten.

Eine Erhöhung der Beschäftigung und ein spürbarer Abbau besonders der Langzeitarbeitslosigkeit sind jedoch nicht zu erwarten, weil die eigentlichen Ursachen (Überregulierung am Arbeitsmarkt, Tariflohnkartell ohne Mengenverantwortung, sozial motivierte Preiseingriffe am Arbeitsmarkt usw.) nicht beseitigt werden.

Ein zweites Bündel von Ursachen für die unterschiedliche Entwicklung von Beschäftigung und Arbeitslosigkeit in den europäischen Ländern resultiert aus den wirtschaftspo-

⁸ Vgl. Thieme (1999: 539f.).

⁹ Vgl. Bertelsmann Stiftung (2002: 4).

litischen Rahmenbedingungen, die das Verhalten der Arbeitsmarktakteure massiv beeinflussen. An erster Stelle steht die bereits erwähnte Staatsquote, die als Indikator für das Ausmaß der Staatsaktivitäten dient: In den EU-Ländern wurde die Staatsquote von ca. 51 Prozent im Jahre 1995 auf immerhin 44 Prozent im Jahre 2002 gesenkt. Diese von zahlreichen Ökonomen immer wieder und seit langem geforderte Einschränkung der Staatsaktivitäten (Reduktion der Ausgaben für Subventionen, Zinszahlungen und Sozialleistungen) vollzog sich allerdings ebenfalls nur in den kleineren und nicht in den großen kontinentaleuropäischen Ländern. Entgegen politischer Absichtserklärungen blieb die Staatsausgabenquote in Deutschland konstant bei nahezu 50 Prozent, wobei der Anteil der staatlichen Ausgaben für die soziale Grundsicherung (Renten-, Kranken-, Arbeitslosen- und Pflegeversicherungen), aber auch für Transfers und Subventionen, relativ hoch ist und jener für die wachstums- und beschäftigungsfördernden Investitionsausgaben immer geringer wird. Das Festhalten und Subventionieren alter, nicht zukunftsfähiger Wirtschaftsstrukturen trägt bei zur hohen Steuer- und Abgabenlast in der Gegenwart und – über den Anstieg der staatlichen Nettoneuverschuldung – in der Zukunft. Die (zu) lange diskutierten und im Jahr 1999 verabschiedeten Einkommenssteuerreformen haben wegen der zaghaften, zeitlich verteilten Steuersatzreduktion keineswegs die erhofften Nachfrage- und Leistungsanreizpotentiale freigesetzt, im offiziellen Sektor mehr nachzufragen und mehr sowie intensiver zu arbeiten. Die bislang verwirklichten Steuersatzsenkungen wurden zudem (über-) kompensiert durch deutliche Erhöhungen verschiedener indirekter Steuern (z. B. Kraftstoffsteuer, Tabaksteuer, Alkoholsteuer, kommunale Abgaben). Die – in anderen Ländern vermiedene – unheilvolle Strategie der „Gegenfinanzierung“ hat in Deutschland mögliche und sehr wahrscheinliche positive Wachstums-, Beschäftigungs- und letztlich auch Staatseinnahmeneffekte verhindert. Die bei den Haushalten verfügbare Kaufkraft ist trotz Tariflohnerhöhung nicht gestiegen. Zusammen mit der erhöhten Risikovorsorge wegen negativer Zukunftserwartungen, die durch unheilvolle Stop-and-go-Strategien der (Wirtschafts-) Politik verstärkt werden, ist die binnenwirtschaftliche Konsumnachfrage nicht oder nur geringfügig gestiegen.

Eng verknüpft mit dieser Analyse der Staatsaktivitäten ist ein drittes gravierendes Problem der Arbeitslosigkeit im offiziellen Sektor Deutschlands relevant, das jedoch in der öffentlichen Diskussion von den meinungsbildenden Gruppen nicht behandelt oder nur am Rande gestreift wird: Die Gesamtbelastung der Haushalte und der – insbesondere kleineren und mittleren – Unternehmen mit Steuern und Sozialabgaben hat den Anteil der inoffiziellen Wirtschaft (Schwarzwirtschaft, *second economy*) in den vergangenen 30 Jahren in Deutschland drastisch auf nunmehr ca. 17 Prozent des realen Bruttoinlandsprodukts ansteigen lassen.

Bezogen auf die lange Zeit eher belächelten südeuropäischen Mittelmeerländer hat also in Deutschland wenigstens in dieser Hinsicht ein bemerkenswerter Aufholprozess eingesetzt. Er müsste eine radikale Umkehr in der Beschäftigungs- und Arbeitslosigkeitsanalyse und deren Ursachen erzwingen: Nicht „Arbeit“ wird knapp, sondern wettbewerbsfähige Arbeitsplätze im offiziellen, also Steuern und Abgaben zahlenden Sektor werden immer knapper. Immer häufiger wird Arbeit im offiziellen Sektor durch Kapital bzw. durch kostengünstigere Auslandsarbeit (besonders aus/in jenen Ländern, die bereits Arbeitsmarktreformen vollzogen haben) ersetzt, oder sie wandert in die risikoreichere, aber rentable *second economy* ab. Die Menge der dort mittlerweile beschäftigten Arbeitskräfte

OECD-Länder	Durchschnitt 1989/1990	Durchschnitt 2002/2003
Australien	10,1	13,8
Belgien	19,3	21,5
Dänemark	10,8	17,5
Deutschland	11,8	16,8
Finnland	13,4	17,6
Frankreich	9,0	14,8
Griechenland	22,6	28,3
Großbritannien	9,6	12,3
Irland	11,0	15,5
Italien	22,8	26,2
Japan	8,8	11,0
Kanada	12,8	15,4
Niederlande	11,9	12,8
Neuseeland	9,2	12,4
Norwegen	14,8	18,7
Österreich	6,9	10,8
Portugal	15,9	22,3
Schweden	15,8	18,7
Schweiz	6,7	9,5
Spanien	16,1	22,3
USA	6,7	8,6
Durchschnitt von 21 OECD-Ländern	13,2	16,4

Tabelle 1: Anteil der Schattenwirtschaft in Prozent des Bruttoinlandsprodukts in ausgewählten Ländern.
Quelle: Schneider (2003: 9)

ist keineswegs eine vernachlässigbare Größe. Selbst wenn die faktische Arbeitslosigkeit im offiziellen Sektor wegen der staatlichen Arbeitsmarktprogramme mit über 5,8 Mio. höher als die amtlich ausgewiesene angenommen wird, dürfte sie durch die Beschäftigung im inoffiziellen Sektor mindestens kompensiert werden.¹⁰ Um ca. 370 Mrd. €, also ca. 17 Prozent des realen Bruttoinlandsprodukts, schwarz zu produzieren, sind entsprechend der gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktion mindestens fünf Mio. vollzeitbeschäftigte Arbeitskräfte notwendig. Um Missverständnissen vorzubeugen: Es sind nicht die gemeldeten Arbeitslosen (oder nur einige!), die inoffiziell arbeiten, weil sie intensiv kontrolliert werden. Es sind vielmehr jene im offiziellen Sektor Beschäftigten, die durch drastische Verkürzung der offiziellen Wochenarbeitszeit (z. B. 35-Stunden-Woche oder Hartz-Modell im Volkswagenwerk Wolfsburg) Möglichkeiten gewonnen haben, einer inoffiziellen Zweitbeschäftigung nachzugehen. Auch hieran wird deutlich, dass „Kampfmaßnahmen“ der Gewerkschaften zum Abbau von Arbeitslosigkeit häufig den Insidern und nicht den arbeitslosen Outsidern nutzen.

¹⁰ Vgl. Sachverständigenrat (2002: 121).

Wie kann das steigende Ausmaß von Schwarzarbeit reduziert werden, ein Großteil der Arbeitsplätze also wieder in den offiziellen Sektor zurückverlagert werden? Dies gelingt sicherlich nicht kurzfristig und auch nicht durch den Aufbau umfangreicher staatlicher Kontrollnetze (mit teilweise völlig neuen, unproduktiven Berufen, wie z. B. den staatlichen „Arbeitsfahndern“), wie es gleichwohl in Deutschland versucht wird. Stattdessen gilt es, durch systematische, längerfristig angelegte und vor allem glaubwürdige Reduktion von Steuersätzen und Lohnnebenkosten die offizielle Arbeit in kleineren und mittleren Unternehmen wieder rentabel zu gestalten.

Reformnotwendigkeit und Anpassungshindernisse

Es sind somit einige Gemeinsamkeiten, aber auch viele Unterschiede bei der Funktionsweise der Arbeitsmärkte und der Arbeitsmarkt- sowie der staatlichen Regulierungspolitik im europäischen Vergleich feststellbar. Besonders in den 70er Jahren dominierten an sozialen Zielen ausgerichtete Eingriffe in die Arbeitsmärkte, die durch staatliche Regulierungen auf breiter Front bis hin zur Änderung arbeitsrechtlicher Normen und der relevanten Rechtsprechung unterstützt wurden. In vielen Fällen sind es die damals unter völlig anderen Bedingungen wirtschaftlicher Prosperität realisierten Absicherungsmaßnahmen, die heute die Inflexibilität auf den offiziellen Arbeitsmärkten begründen und die notwendigen wirtschaftlichen Anpassungsprozesse bei weltwirtschaftlicher Integration der Arbeits- und insbesondere der Kapitalmärkte verhindern. Damit sind zugleich die wirtschaftspolitischen Ansatzpunkte einer tatsächlich die Beschäftigung im offiziellen Sektor fördernden Therapie markiert. Sie wurde auch von den meisten Ökonomen in den betroffenen Ländern frühzeitig erkannt, aber nur in den kleineren, oben genannten europäischen Ländern mit Erfolg umgesetzt. Sie konzentrierten sich mit unterschiedlichen Gewichten und Ausprägungen der einzelnen Instrumente auf

- die Erhöhung der Preis- und Mengenflexibilität auf den Arbeitsmärkten und eine Verbesserung der Beschäftigungspolitik,
- Reformen der sozialen Sicherungssysteme mit dem Ziel des Abbaus der Lohnnebenkosten sowie
- die spürbare Reduktion der Staatsquote durch Rückführung der Staatsausgaben und der Steuersätze bei gleichzeitig sinkender, zumindest aber konstanter Neuverschuldung des Staates.

Die Länder mit der positiven Reformbilanz und den sichtbaren Beschäftigungserfolgen seit den 90er Jahren sind ein eindrucksvoller Beleg dafür, dass parlamentarische Demokratien auch dann sehr wohl reformfähig sind, wenn mehr oder weniger tiefe Einschnitte bei sozialen Besitzständen erforderlich werden. Sozialdemokratische und selbst sozialistische Parteien akzeptierten solche Maßnahmen und setzten sie in Regierungsverantwortung um, ohne dauerhafte Mandatseinbußen realisieren zu müssen. Das galt immer dann, wenn die Parteien (und insbesondere ihre Führungskräfte) den potentiellen Wählern glaubhaft verdeutlichen konnten, dass ohne Reformen der wirtschaftliche Erfolg gefährdet wäre und damit längerfristig immer weniger soziale Ziele verwirklicht werden könnten. Warum dies in den kleineren europäischen Ländern eher möglich ist als in den großen kontinentaleuropäischen Ländern (Frankreich, Italien, Deutschland), kann hier nur angedeutet werden:

- Frankreich als traditionell zentralistisch organisiertes Land erfüllt am wenigsten die Voraussetzungen für dezentrale, wettbewerbliche Marktprozesse. Dies gilt auch für die Arbeitsmärkte, die durch starke sozialistische Gewerkschaften geprägt sind: Dezentralisierungsversuche Anfang der 90er Jahre verursachten erhebliche Koordinationsprobleme.
- Italien leidet seit Jahrzehnten unter der Instabilität politischer Entscheidungsprozesse und einem relativ häufigen Wechsel der politischen Entscheidungsträger. Zugleich existiert traditionell eine sehr ausgeprägte *second economy* (Anteil am realen Bruttoinlandsprodukt im Jahr 2002: ca. 28 Prozent). Das drastische wirtschaftliche Nord-Süd-Gefälle zeigt sich auch in der Höhe der regionalen Arbeitslosenquoten (2002: Süditalien 19,3 Prozent; Mittelitalien 7,4 Prozent; Norditalien 3,8 Prozent) und behindert ordnungspolitische Reformen.
- Deutschland ist von den Ende der 80er Jahre geplanten und teilweise auch verwirklichten Arbeitsmarktreformen, der beabsichtigten Staatsausgabenreduktion sowie der Deregulierung durch die überraschende Wiedervereinigung abgekommen und in die alten Fehler staatlicher Interventionspolitik zurückgefallen. Auch die zeitweiligen „Blockaden“ politischer Entscheidungen im deutschen Zweikammernsystem (Bundestag und Bundesrat) werden als Gründe für die Reformschwäche herangezogen, sind allerdings angesichts ähnlicher Situationen in anderen Ländern (z. B. in den USA oder Großbritannien) nicht überzeugend. Dies gilt weniger für die Argumente der – seit den Sozialreformen Bismarcks – sehr starken Verankerung von sozialstaatlicher Politik in den Parteiprogrammen der beiden großen Volksparteien, die Marktversagen bei der Lösung wirtschaftlicher Probleme eher akzeptieren als Staatsversagen. Hinzu kommt ein starker, traditionell durch die alte Industriewelt sowie Klassenkampftheorien geprägter Gewerkschaftsflügel, der notwendige ordnungspolitische Reformen als sozial schädliches, „neoliberales Teufelszeug“ bekämpft.

Nur wenn es in diesen Ländern gelingt, die skizzierten ordnungspolitischen Reformen der Arbeitsmärkte und der Wirtschafts- und Beschäftigungspolitik durchzusetzen, wird Europa insgesamt die wirtschaftlichen und sozialen Anforderungen der Zukunft bewältigen können. Zu hoffen ist, dass der in ganz Europa einsetzende Wettbewerb zwischen den Ländern und ihren Institutionen den Druck auf die reformresistenten Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaftsverbänden wirksam erhöhen wird.

Bibliographie

- BERTHOLD, Norbert. „Betriebliche Bündnisse für Arbeit – Element einer wettbewerblichen Tarifautonomie“, *Volkswirtschaftliche Korrespondenz der Adolf-Weber-Stiftung* 42 (2003), Nr. 4.
- BERTELSMANN STIFTUNG (Hrsg.). *Internationales Beschäftigungs-Ranking 1998*. Gütersloh 1998.
- BERTELSMANN STIFTUNG (Hrsg.). „Internationales Beschäftigungs-Ranking 2002“. <http://www.beschaeftigungsranking.de> (2.6.2003).
- GÖRGENS, Egon. „Arbeitsmarktinstitutionen und Beschäftigung in Deutschland“, *ORDO – Jahrbuch für die Ordnung von Wirtschaft und Gesellschaft* 48 (1997), 385-410.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. *Jahresgutachten 2002/2003. Zwanzig Punkte für Beschäftigung und Wachstum*. Stuttgart 2002.

SCHNEIDER, Friedrich. „Der Umfang der Schattenwirtschaft des Jahres 2003 in Deutschland, Österreich und der Schweiz – Weiteres Anwachsen der Schattenwirtschaft“. <http://www.economics.uni-linz.ac.at/Schneider/PfuschOeDCH2003.pdf> (2.6.2003).

THIEME, H. Jörg. „Finanzmarktregulierung und Faktorwettbewerb“, in: Karl-Hans HARTWIG und H. Jörg THIEME (Hrsg.). *Finanzmärkte: Funktionsweise, Integrationseffekte und ordnungspolitische Konsequenzen*. Stuttgart 1999, 527-546.

Christoph J. Börner

**„Finanzdienstleistungen“ im Kontext der
Theoriediskussion in der Bankbetriebslehre und der
Versicherungsbetriebslehre**

Problemstellung

Im März 2002 wurde an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf der „Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Finanzdienstleistungen“ besetzt. Es handelt sich um den ersten betriebswirtschaftlichen Lehrstuhl in Nordrhein-Westfalen, der den Begriff „Finanzdienstleistungen“ in der Bezeichnung führt, und um den einzigen Lehrstuhl bundesweit, der diesen Begriff als alleinige Vertiefungsrichtung neben der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre ausweist. Die Fakultät strebte bei der Widmung des Lehrstuhls eine Schärfung des Profils in Forschung und Lehre an, die den spezifischen Möglichkeiten und Anforderungen am Standort Düsseldorf Rechnung trägt.¹ Aufgrund seines innovativen Charakters liegt es nahe, nach der theoretischen Basis eines betriebswirtschaftlichen Vertiefungsfaches „Finanzdienstleistungen“ zu fragen. Als aktueller Aspekt ergibt sich bei der Beantwortung dieser Frage ein Bezug zur derzeit geführten Diskussion um die Theorieverankerung und die theoretische Perspektive der Bankbetriebslehre und der Versicherungsbetriebslehre. Zeichen dieser aktuellen Diskussion sind einerseits Positionierungen von neu veröffentlichten Lehrbüchern und andererseits konkrete Stellungnahmen zum Theoriefundament der wirtschaftswissenschaftlichen Analyse von Banken und Versicherungen. Eingebettet ist die Diskussion in eine breiter angelegte akademische Debatte um die Positionierung und die internationale Stellung der Betriebswirtschaftslehre deutscher Prägung.

Im vorliegenden Beitrag werden deshalb zunächst die Argumentationslinien aufgezeigt. Anschließend wird eine Bewertung versucht. Diese deutet darauf hin, dass es für die Analyse von Banken und Versicherungsunternehmen keinesfalls ein Theoriedefizit gibt. Zudem wird evident, dass eine integrative Betrachtung von Banken und Versicherungsunternehmen, aber auch anderer Finanzinstitutionen, unter einem übergeordneten Rubrum „Finanzdienstleistungen“ auch von der theoretischen Basis her ohne weiteres möglich und – hier mag der Verfasser voreingenommen sein – außerordentlich sinnvoll ist.

**Das traditionelle Selbstverständnis der Betriebswirtschaftslehren
der Banken und der Versicherungen**

Abgrenzungen betriebswirtschaftlicher Teildisziplinen

Die Betriebswirtschaftslehre will – vereinfachend formuliert – auf wissenschaftlicher Basis wirtschaftliche Realphänomene bei und in Unternehmen identifizieren und analysieren

¹ Vgl. Schirmeister (2002: 295).

sowie Gestaltungsvorschläge entwickeln. In den betriebswirtschaftlichen Standardlehrbüchern wird dabei als Erfahrungsobjekt im Allgemeinen der Betrieb bzw. das Unternehmen verstanden, während Wirtschaften – als Disposition über knappe Güter – das Erkenntnisobjekt der Betriebswirtschaftslehre ist.²

Während sich die „Allgemeine Betriebswirtschaftslehre“ diesem Erkenntnisziel ohne funktionalen oder branchenbezogenen Fokus widmet, existiert daneben eine Vielzahl von „Speziellen Betriebswirtschaftslehren“, die bei Erfahrungs- und/oder Erkenntnisobjekt einen vertiefenden Schwerpunkt setzen.³ Liegt der Schwerpunkt bei einzelnen betrieblichen Funktionen, ohne dass eine einzelne Branche besonders betrachtet wird, so wird von einer funktionalen Speziellen Betriebswirtschaftslehre gesprochen. Beispiele sind die betriebswirtschaftliche Finanzierungslehre, die Produktionswirtschaftslehre oder die – heutzutage zumeist als Marketing „ausgebaute“ – Absatzwirtschaftslehre. Eine institutionelle Spezielle Betriebswirtschaftslehre zeichnet sich hingegen durch einen Branchenfokus aus, wobei alle Funktionsbereiche betrachtet werden. So existieren etwa die Bankbetriebslehre, die Versicherungsbetriebslehre, die Handelsbetriebslehre und die Industriebetriebslehre.

Eine spezielle Betriebswirtschaftslehre „Finanzdienstleistungen“ fügt sich hier als übergreifende, Banken, Versicherungen und andere Finanzinstitutionen integrierende Teildisziplin ein. Allerdings finden sich auch – und in der akademischen Institutionalisierung spezieller Betriebswirtschaftslehren in Lehrstühlen und Wahlfächern in durchaus zunehmendem Maße – Mischformen einer funktionalen und einer institutionellen Orientierung. Auch das Fach „Finanzdienstleistungen“ weist, so wie es an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf in Forschung und Lehre vertreten wird, wichtige funktionale Elemente auf, die aber im Weiteren vernachlässigt werden.

Die branchenbezogene, „institutionelle“ Abgrenzung von betriebswirtschaftlichen Teildisziplinen entstammt der Tradition betriebswirtschaftlicher Forschung und Lehre insbesondere, aber nicht ausschließlich, in Deutschland. Anfang des 20. Jahrhunderts, als die Betriebswirtschaftslehre zunehmend als akademische Disziplin anerkannt und in Hochschulen etabliert wurde, kristallisierte sich zunächst eine branchenorientierte Spezialisierung heraus. Neben der Betriebswirtschaftslehre der Banken finden sich schon früh diejenigen der Industrie und des Handels sowie der Wirtschaftsprüfung.⁴ Auch eine Versicherungsbetriebslehre etablierte sich bald. Die heute neben der institutionellen Abgrenzung häufig vorzufindende funktionale Spezialisierung entwickelte sich dagegen deutlich später; dominant wurde sie erst in den 1970er Jahren. Die funktionale Orientierung resultiert unter anderem aus der zunehmenden Internationalisierung des in den Anfängen recht säkular deutsch geprägten Faches. In anderen Ländern, etwa im angelsächsischen Sprachraum, herrscht seit jeher eine funktionale Orientierung vor.

Die Kenntnis dieser Entwicklungslinien ist wichtig, um die aktuelle Diskussion um vermeintliche Theoriedefizite in der betriebswirtschaftlichen Analyse von Banken und Versicherungsunternehmen zu verstehen. In dieser Diskussion spiegelt sich ein Stück weit auch der Konflikt zwischen funktionalem und institutionellem Denken wider. Zudem schlagen sich hier Friktionen zwischen den in der angelsächsischen Academia vorherrschenden

² Vgl. Schierenbeck (¹⁵2000: 1ff.) und Wöhe (²¹2002: 1ff.); kritisch hierzu: Neus (³2003: 3ff.); Schneider (²1995, 123ff.).

³ Vgl. Hopfenbeck (¹³2000: 38).

⁴ Vgl. Börner und Wendels (2001: 25f.).

den Paradigmata und der betriebswirtschaftlichen Tradition in Deutschland nieder. Wird in Deutschland zwischen der Betriebswirtschaftslehre, die von Wahlakten in Unternehmen ausgeht, und der Volkswirtschaftslehre, die die Koordination und die Interdependenzen von Wirtschaftseinheiten betrachtet, unterschieden, so wird international eher in „Management“ und „Economics“ differenziert. Dem Bereich „Management“ sind dabei vor allem Konzepte der Erklärung und Gestaltung von Strukturen und Prozessen der Unternehmensführung zuzuordnen, wobei mitunter eine deutlich verhaltenwissenschaftliche Orientierung zutage tritt. „Economics“ stellt hingegen Wirtschaftlichkeits- und Effizienzüberlegungen in den Vordergrund. Sie lassen sich in die einzelwirtschaftlich orientierten *Microeconomics* und die gesamtwirtschaftlich orientierten *Macroeconomics* unterscheiden. Die Differenzierung in Mikroökonomik und Makroökonomik ist auch in Deutschland üblich, traditionell aber nur innerhalb der Volkswirtschaftslehre. Damit wurde – grob vereinfachend formuliert – innerhalb der einzelwirtschaftlichen Analyse eine künstliche Grenze zwischen „BWL“ und „VWL“ gezogen, die – eventuell sogar von beiden Seiten argwöhnisch beobachtet – eine Orientierung der Betriebswirtschaftslehre förderte, die international nur bedingt kompatibel ist. Nun ist diese Grenze in den letzten Jahren und Jahrzehnten immer mehr abgebaut worden. Dies führt zur Notwendigkeit, die Grenzen von Teildisziplinen zu diskutieren bzw. neu zu definieren.

Traditionelle Abgrenzung der Bankbetriebslehre und Versicherungsbetriebslehre über ihre spezifische Distanz zur Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre

Um theoretische Zugänge zu einer Betriebswirtschaftslehre der Finanzdienstleistungen zu erkennen und die Diskussion um den wissenschaftlichen Standort der Bankbetriebslehre und der Versicherungsbetriebslehre nachzuvollziehen, sollte zunächst das tradierte Verständnis der Bank- bzw. Versicherungsbetriebslehre erläutert werden. Dieses wird für die Banken etwa durch einen Artikel in der *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* von 1982 zum Ausdruck gebracht:⁵ Böhner führt hier aus, das Verhältnis der Bankbetriebslehre zur Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre und den Funktionen fokussierenden Speziellen Betriebswirtschaftslehren werde durch die „spezifische Distanz“ bestimmt, mittels derer sich eine spezielle Bankbetriebslehre überhaupt erst legitimieren lässt. Eine solche spezifische Distanz könne unter verschiedenen Aspekten herausgearbeitet werden:

- (1) Aussagen der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre und der Funktionenlehren seien der Tradition bei der Formulierung betriebswirtschaftlicher Darstellungen folgend überwiegend auf Sachleistungs- bzw. Industriebetriebe bezogen worden. Diese Aussagen seien aber teilweise nicht dazu geeignet, ohne Modifikation auf Dienstleistungsbetriebe im Allgemeinen und auf Banken im Besonderen übertragen zu werden.
- (2) Für die Formulierung von Aussagen, die für alle Wirtschaftszweige (Sach- und Dienstleistungsunternehmen) gleichermaßen gültig wären, sei aber ein so hohes Abstraktionsniveau vonnöten, dass zur konkreten Umsetzung dieser Aussagen wiederum eine die speziellen Gegebenheiten von Banken einbringende Bankbetriebslehre notwendig werde. Die Entwicklung der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre weg von der industriebezogenen und hin zu einer branchenübergreifenden Sicht entziehe der Bankbetriebslehre damit nicht ihre Legitimation, sondern modifiziere nur ihre Aufgaben.

⁵ Vgl. Böhner (1982).

- (3) Die traditionelle Ausrichtung der Bankbetriebslehre als Bankgeschäftslehre erlaube es darüber hinaus, die spezifische Distanz über die Besonderheiten der Bankleistungen zu konkretisieren, die auch die Distanz der Bankbetriebslehre zu den übrigen Dienstleistungsbranchen beleuchte: Solche Besonderheiten seien insbesondere die Verflochtenheit bankbetrieblicher Leistungen untereinander sowie die als Dualismus der Bankleistung beschriebene Tatsache, dass Bankleistungen eine wert- und eine stückmäßige Komponente enthalten.

Im Kern lässt sich das traditionelle Selbstverständnis der Bankbetriebslehre sowie – *mutatis mutandis* – der Versicherungsbetriebslehre mithin so charakterisieren, dass jeweils den Banken und den Versicherungen ausgeprägte Besonderheiten zugesprochen werden, die eine vertiefende und differenzierte Analyse erforderlich machen, um Strukturen und Zusammenhänge richtig zu erkennen und zu einzelwirtschaftlich sinnvollen Gestaltungs- und Entscheidungsvorschlägen zu gelangen.

Ausgangs- und Referenzpunkt dieses Selbstverständnisses ist offenkundig die traditionelle Allgemeine Betriebswirtschaftslehre deutscher Prägung, bezüglich derer Gemeinsamkeiten und Besonderheiten definiert werden. Bankbetriebslehre und Versicherungsbetriebslehre verstehen sich somit keineswegs als neben der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre stehend – wie dies vielleicht noch früher der Fall war –, sondern als eine von vielen möglichen Spezialisierungen der Betriebswirtschaftslehre, mit der sie die Methodik, aber auch einige inhaltliche Schwerpunkte gemeinsam haben.⁶ Insofern muss ein gegen sie gerichteter Vorwurf der Theorieferne ebenso die Betriebswirtschaftslehre insgesamt betreffen.

Weil die traditionelle Perspektive eine Betrachtung sämtlicher Funktionsbereiche innerhalb der Bank oder des Versicherungsunternehmens ermöglicht, Unternehmensführung in der Praxis aber in den Interdependenzen funktional definierter Tätigkeiten erfolgt, beinhaltet sie ein hohes Potenzial für Anwendungsorientierung in der Forschung sowie vor allem in der Lehre. Befördert wird eine solche Anwendungsorientierung vor allem auch dadurch, dass auch realwirtschaftliche Strukturen und Prozesse in Banken bzw. Versicherungsunternehmen betrachtet werden und nicht eine alleinige Fokussierung der Finanzwirtschaft erfolgt. Bewertet man dies als Positivum, so ist der traditionellen Perspektive als problematische Tendenz inhärent, tatsächliche oder auch nur vermeintliche Besonderheiten zu überschätzen. Dies kann etwa dazu führen, dass eine auf Besonderheiten zielende Abgrenzung Gemeinsamkeiten übersehen lässt und reale Details zu stark in den Vordergrund stellt.⁷ Da eine solchermaßen verstandene institutionelle Perspektive in funktionaler Hinsicht Interdisziplinarität erfordert, besteht zudem die Gefahr, dass die hierfür verwendeten funktional orientierten Konzepte, Theorien oder Ansätze im Einzelfall nicht immer dem aktuellen Forschungsstand entsprechen.⁸ Weil außerdem die Abgrenzung von Besonderheiten in der traditionellen Sichtweise immer eine willkürliche bzw. subjektive, häufig zudem *ad hoc* und unreflektiert getroffene Aussage darüber erfordert, ab wann sich Merkmalsausprägungen kritisch unterscheiden, ist in Bezug auf eine Spezielle Betriebswirtschaftslehre der Finanzdienstleistungen zudem evident, dass bei diesem Selbstverständnis eine theoretisch nicht analysierbare Grenze zwischen der Bank- und der Versicherungsbetriebslehre ge-

⁶ Vgl. Rudolph (1995: 67).

⁷ Vgl. Hartmann-Wendels *et al.* (2000: XI).

⁸ Vgl. Hopfenbeck (2000: 38).

zogen wird, wenn man jeweils arteigene Besonderheiten proklamiert. Integrationstendenzen, wie man sie in der angelsächsischen Forschung oder auch in der betrieblichen Praxis – Stichwort „Allfinanz“ – beobachten kann, sind in einer jeweils arteigenen, Besonderheiten der Banken und der Versicherungen betonenden Perspektive schwerlich zu berücksichtigen. Gleichwohl soll diese Perspektive im Folgenden nicht als „Besonderheitenlehre“ apostrophiert werden, da dieser Terminus überwiegend negativ rezipiert wird, wie noch deutlich werden wird.

Von der „Besonderheitenlehre“ zur „Kapitalmarkttheorie“?

Kritik an der traditionellen Perspektive

Die traditionelle Abgrenzung der Bank- und der Versicherungsbetriebslehre wird – über die oben bereits genannten Problemstellen hinaus – seit einigen Jahren und zunehmend kritisiert, und zwar aus verschiedenen Richtungen: Zum einen haben sich durch die Öffnung der Betriebswirtschaftslehre hin zur Mikroökonomik neue kapitalmarktorientierte Forschungsansätze herausgebildet – in den Ausprägungen der neoklassischen Kapitalmarkttheorie und der Theorie der Finanzintermediation –, die teilweise oder sogar mit „hegemonialen“ Ansprüchen die Analyse von Banken und Versicherungen für sich beanspruchen. Zum anderen – nicht ganz unabhängig davon – wird wissenschaftstheoretisch anmutende Kritik an der Abgrenzung von Erfahrungs- und Erkenntnisobjekt geäußert. Beiden Argumentationslinien wird im Folgenden nachgespürt.

Allgemein wird im Zuge der Verbreitung funktionaler Strukturierungen in der Betriebswirtschaftslehre und einer deutlicheren Verankerung in der Mikroökonomik – letztlich also durch die Aufnahme international vorherrschender Paradigmata – die institutionelle Tradition der Bankbetriebslehre und der Versicherungsbetriebslehre mitunter im Sinne einer überholten Perspektive kritisiert bzw. despektierlich kommentiert. Beleg hierfür mag die Bemerkung im Vorwort zur ersten Auflage des – übrigens vom Verfasser geschätzten – Lehrbuchs von Zweifel und Eisen (2000/²2002) sein, das auf die tradierte Versicherungsbetriebslehre Bezug nimmt, die in Deutschland mit dem Namen Dieter Farny verbunden ist: Das Lehrbuch von Farny (³2000) – bislang Standardwerk zur Versicherungsbetriebslehre – erscheint den Autoren nicht mehr auf dem aktuellen Stand der Forschung; es sei zu sehr „in der damals noch geltenden Besonderheitenlehre der Versicherung befangen, die außerhalb Deutschlands bestenfalls mit Belustigung zur Kenntnis genommen wurde“⁹. Bei der überwiegend positiven Rezeption des Lehrbuchs von Zweifel und Eisen wurde diese Aussage kritisiert;¹⁰ im Vorwort zur zweiten Auflage (²2002) taucht sie nicht mehr auf.

Kapitalmarkttheorie und die Betriebswirtschaftslehren der Finanzdienstleistungsunternehmen

Neoklassische Finanzierungs- und Kapitalmarkttheorie

Greift man zunächst die neoklassische Finanzierungs- und Kapitalmarkttheorie als einen der dominanten und in den letzten Jahrzehnten außerordentlich dynamischen sowie erfolgreichen Zweige der Wirtschaftswissenschaften auf, so ist deren Bezug zu Banken und Versicherungen offenkundig. Insofern ist zu fragen, wie diese Theorie zur traditionellen

⁹ Zweifel und Eisen (2000: III).

¹⁰ Vgl. etwa: Graf von der Schulenburg (2003: 294).

Perspektive steht und ob sie gegebenenfalls die Bankbetriebslehre und die Versicherungsbetriebslehre verdrängen kann. Kernargument könnte hierbei sein, dass die stark fortentwickelte neoklassische Finanzierungs- und Kapitalmarkttheorie sowohl hinsichtlich des theoretischen Fundaments als auch hinsichtlich praxisbezogener Handlungsempfehlungen ein Rüstzeug bereitstelle, das zur Steuerung einer Bank oder einer Versicherung eine hinreichende Basis liefert. Das, was in der Bankbetriebslehre bzw. in der Versicherungsbetriebslehre über die finanzielle Sphäre hinaus behandelt wird, sei hingegen nicht branchenspezifisch, werde also durch die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre ausreichend abgedeckt.

Tatsächlich schafft die neoklassische Kapitalmarkttheorie, die die Allokation und die Bewertung von Zahlungsströmen auf vollkommenen, also friktionslosen Märkten untersucht, die Grundlage dafür, Finanzportfolios zu analysieren und zu steuern. Stark vereinfacht ausgedrückt, mag man sich den Beitrag dieser Theorie zur Bankbetriebslehre und zur Versicherungsbetriebslehre so veranschaulichen, dass hier die Bank bzw. das Versicherungsunternehmen als Portfolio von Finanzkontrakten verstanden wird, das nach Rendite- und Risikozielen zu optimieren ist. Aufgebaut wird dabei weitgehend auf der Prämisse des vollkommenen Marktes. Diese Prämisse führt zur einer Schärfung der Perspektive und zu eindeutigen Aussagen, allerdings auch zu einer deutlichen Realitätsferne. Konkret auf Banken bezogen liefert die neoklassische Theorie das Fundament für Lehre und Forschung im Bereich des *Asset-and-Liability-Managements*, des Risikomanagements sowie des internen Rechnungswesens. Im letztgenannten Bereich ist vor allem das in der Bankpraxis weit verbreitete Konzept der „Marktzinsmethode“ anzuführen, das letztlich auf neoklassischen Theoremen beruht. Für die Versicherungsbetriebslehre stellt die Kapitalmarkttheorie vornehmlich das Rüstzeug bereit, die Kapitalanlage und die Bilanzstruktur zu erklären und zu steuern, während für das eigentliche Versicherungsgeschäft erst langsam eine kapitalmarktorientierte Sichtweise erkennbar wird.¹¹

Die Annahme eines vollkommenen Marktes ist als zentrales Element der neoklassischen Theorie realitätsfern. Im Sinne einer Modellbildung ist solche Realitätsferne zwangsläufig und häufig sinnvoll. Sie spricht jedoch unmittelbar die Limitationen der neoklassisch-kapitalmarktorientierten Perspektive an: Sie abstrahiert vollständig von den realwirtschaftlichen Strukturen in einer Bank oder in einem Versicherungsunternehmen. Diese realwirtschaftlichen Strukturen sowie die für ihre Koordination und Steuerung notwendigen Informationen binden Ressourcen und verursachen Kosten. Damit lassen sich die unternehmensinternen, aber auch nach außen gerichteten Aktivitäten nicht mehr als friktionslos interpretieren. Zugleich werden vorherrschende Denkweisen bzw. andere Perspektiven ausgeblendet, die die Praxis mitunter deutlich prägen, wie am Beispiel der aktuarischen, nicht kapitalmarktorientierten Kalkulation im Versicherungsgeschäft deutlich wird. Ferner ist anzumerken, dass die neoklassische Wirtschaftstheorie Bedingungen für ökonomische Gleichgewichte formuliert. Im Gleichgewicht lassen sich jedoch kaum Steuerungsimpulse erkennen, da sich alle Parameter perfekt neutralisieren. So beinhaltet – dies als Hinweis an den tiefer gehend interessierten Leser – die neoklassische Finanzierungs- und Kapitalmarkttheorie eine Vielzahl von „Irrelevanztheoremen“, die zwar die Bedingungen für faire Bewertungen aufzeigen, aber kaum Steuerungsvorschläge entwickeln lassen. Dieser Ansatz kann zur Abbildung von Zahlungsströmen, die bei Banken und Versicherungen

¹¹ Vgl. Farny (2000: 13f.).

offenkundig hohe Bedeutung haben, sehr hilfreich sein, dürfte aber als Konzept zur Steuerung von Unternehmen, die in einer von Unvollkommenheiten geprägten Umwelt agieren, an Grenzen führen.

Konzeptionell außerordentlich problematisch ist zudem, dass in einer neoklassischen Welt die Existenz von Banken und Versicherungsunternehmen nicht erklärt werden kann: Sie sind schlicht entbehrlich, weil alle ihre Funktionen von den Finanzmärkten kostenlos erbracht werden können. So bewegen sich die Aussagensysteme zu Banken und Versicherungsunternehmen, die auf neoklassischen Modellen basieren, immer in dem Dilemma, Vorschläge zur Gestaltung und Steuerung einer Institution zu formulieren, die es gar nicht geben kann, wenn die Annahmen der entsprechenden Aussagensysteme für die Realität *valent* wären.¹² Gestehen Hartmann-Wendels *et al.* (2000: 657) neoklassischen Konzepten – namentlich der eben erwähnten Marktzinsmethode – noch den Charakter einer praxiserprobten Heuristik zu, geht Rudolph (1995: 68) so weit zu formulieren, dass die neoklassische Finanzierungstheorie weitgehende Annahmedefizite aufweise und daher für viele finanzwirtschaftliche Fragen auch nur einen geringen praxisrelevanten Erklärungswert besitze.

Ferner sei – sicherlich etwas beckmesserisch – darauf verwiesen, dass die Aussage, nur die Finanzwirtschaft sei bei Banken und Versicherungsunternehmen für eine spezialisierte Betrachtung interessant, im Prinzip wieder eine Zuweisung von „Besonderheiten“ beinhaltet. Wenn im Folgenden deutlich wird, dass das dritte hier behandelte Paradigma – die Theorie der Finanzintermediation – Banken und Versicherungsunternehmen als Finanzintermediäre interpretiert und sie damit zu einem speziellen institutionellen Typus deklariert, ist letztlich evident, dass sich jegliche Abgrenzung einer institutionell spezialisierten von der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre auf „Besonderheiten“ berufen muss. Insofern erscheint der Terminus der „Besonderheitenlehre“ für nur eine dieser Perspektiven vollends unangemessen.

Theorie der Finanzintermediation

Bewertet man die neoklassische Finanzierungs- und Kapitalmarkttheorie als zwar für sich genommen äußerst erfolgreiches Paradigma, für die Gewinnung betriebswirtschaftlicher Aussagen zur Gestaltung und Steuerung von Finanzdienstleistungsunternehmen jedoch aufgrund der Annahme vollkommener Märkte nur bedingt erkenntnisförderndes Konzept, liegt es nahe, explizit Marktunvollkommenheiten zu berücksichtigen. Bei Einnahme dieses Blickwinkels lässt sich unter dem Stichwort „Finanzintermediation“ eine dritte Richtung der Bankbetriebslehre und – noch nicht so differenziert – auch der Versicherungsbetriebslehre identifizieren.

Die Theorie der Finanzintermediation versucht zu erklären, ob und unter welchen Bedingungen die Einschaltung einer Bank, eines Versicherungsunternehmens oder eines anderen Finanzdienstleistungsunternehmens in die Vertragsbeziehung zwischen Kapitalgebern und Kapitalnehmern effizient ist. Basierend auf der neoinstitutionalistischen Mikroökonomik – in deutscher Tradition also auf einem volkswirtschaftlichen Fundament – wird hierbei vor allem die relative Vorteilhaftigkeit der Banken und der Versicherungsunternehmen im Vergleich zu einer Nutzung des Kapitalmarktes betrachtet. Erklärt werden

¹² Vgl. Hartmann-Wendels *et al.* (2000: 767).

einerseits die Existenzbedingungen für Finanzintermediäre im Allgemeinen, aber auch die Vertragsgestaltungen konkreter Finanzkontrakte im Besonderen.

Bei Marktunvollkommenheiten erweist sich die Koordination von wirtschaftlichen Aktivitäten im Unternehmen häufig als effizient, weil sie mit geringeren Kosten als die Koordination über Märkte verbunden ist. Die zentrale Marktunvollkommenheit ist hierbei die Informationsasymmetrie. Dieses Konstrukt beschreibt die Situation, dass ein Wirtschaftssubjekt in Bezug auf ein für die Koordination bzw. für die zu koordinierende Aktivität relevantes Faktum besser informiert ist als sein Gegenüber. Es besteht die Gefahr, dass der besser Informierte seinen Informationsvorteil opportunistisch ausnutzt, wenn er dafür nicht belangt werden kann. Falls auf das Ergebnis seiner Tätigkeit neben seinen eigenen Qualifikationen bzw. Anstrengungen auch noch eine unsichere externe Größe einwirkt, kann der Vertragspartner nicht erkennen, ob der besser Informierte oder der Zufall für ein bestimmtes Ergebnis verantwortlich war. Wenn Verträge eine zukunftsgerichtete Dimension aufweisen – was ganz offensichtlich in der Regel der Fall ist – liegt die gerade beschriebene Situation vor. Angesichts der dann evidenten Gefahr opportunistischen Handelns werden möglicherweise ökonomisch sinnvolle Aktivitäten unterlassen. Insofern haben beide Seiten ein Interesse daran, die Informationsasymmetrie auszugleichen. Dafür entstehen aber Kosten („Transaktionskosten“). Diese Kosten kann man einerseits als Aufwendungen interpretieren, die anfallen, wenn glaubwürdige, etwa von Dritten testierte Informationen zwischen den beiden Wirtschaftssubjekten übermittelt werden. Andererseits kann man Transaktionskosten als solche Kosten interpretieren, die notwendig sind, um institutionelle Arrangements zu schaffen, in denen kein opportunistisches Verhalten möglich ist. Bei dieser Sichtweise entsprechen die Transaktionskosten den Wohlfahrtsverlusten, die sich im Vergleich zum Paretooptimum ergeben.¹³

Offenkundig sind bei Finanzkontrakten Informationsasymmetrien besonders ausgeprägt. So kennt ein potenzieller Kreditnehmer seine wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und seine Absichten besser als die Kredit gebende Bank. Auch ein Krankenversicherungskunde weiß mehr über seine Vorerkrankungen als die Versicherung. Umgekehrt stehen aber Bankeinleger – und Lebensversicherungskunden – vor dem Problem, ihr Geld einem Unternehmen anzuvertrauen, das über seine eigene aktuelle Risikosituation und seine künftigen Investitionsabsichten offenkundig besser informiert ist als die Kunden. Die Theorie der Finanzintermediation zeigt in diesem Kontext aber, dass bestimmte Institutionen – die Finanzintermediäre, d. h. Banken und Versicherungsunternehmen – die Nachteile aus solchen Informationsasymmetrien in der Summe minimieren können. So geht die Einschaltung von Finanzintermediären in die Koordination finanzieller Aktivitäten häufig mit niedrigeren Transaktionskosten einher, als dies bei der alternativen Koordination über den Geld- oder Kapitalmarkt möglich ist, obwohl mit dem Finanzintermediär ein zusätzlicher Akteur auftritt, der selbst Ressourcen bindet und damit Kosten induziert, und dessen Hinzukommen aus einem einstufigen Kooperationsproblem zwischen einem Kapitalgeber und einem Kapitalnehmer ein zweistufiges macht, das die Beziehungen zwischen Kapitalgeber und Intermediär und zwischen Intermediär und Kapitalnehmer umfasst. Ohne an dieser Stelle die mittlerweile sehr vielfältigen und differenzierten Modelle der Finanzintermediation auch nur ansatzweise wiedergeben zu wollen, sei darauf hingewiesen, dass in der Theorie der Finanzintermediation Banken und Versicherungsunternehmen, aber etwa

¹³ Vgl. Büschgen und Börner (2003: 20f.).

auch Leasinggesellschaften, Bausparkassen oder Ratingagenturen als effiziente Transformationseinrichtungen interpretiert werden, die sich in einer Art Mittlerfunktion Effizienz steigernd zwischen die divergierenden Kapitalangebotsstrukturen und -nachfragestrukturen schalten, weil sie häufig aufgrund ihrer Geschäftsstrukturen und damit verbundener Kosten- und Risikostrukturen und aufgrund von Haftungspotenzialen und Aufsicht Wohlfahrtsverluste aus Informationsasymmetrien minimieren und Risiken effizient verarbeiten können.

Die Theorie der Finanzintermediation trägt sehr weitgehend zur theoretischen Fundierung der Bankbetriebslehre und der Versicherungsbetriebslehre bei. Darüber hinaus schafft sie eine Basis dafür, Finanzdienstleistungen und Finanzdienstleistungsunternehmen integrativ zu analysieren: Ausgehend von der übergreifenden Theorie der Finanzintermediation können Gemeinsamkeiten und Unterschiede bzw. Tendenzen der Konvergenz und der Divergenz betrachtet werden. In dieser Theorie liegt damit ein Ansatz vor, ausgehend von einer stringenten mikroökonomischen Fundierung zunächst die Funktionen und die Existenz von Finanzdienstleistungen und Finanzdienstleistungsunternehmen zu erklären und dann – ohne reale Details zu intensiv betrachten zu müssen – anhand dessen Unterschiede im Intermediationsprozess zwischen Banken und Versicherungen herauszuarbeiten.

Unabhängig davon, dass die Leistungsfähigkeit der einzelnen Modelle der Finanzintermediation nicht überschätzt werden darf, ist indessen ein zentrales Manko der neoinstitutionenökonomischen Mikrotheorie zu konstatieren: Institutionenökonomische Ansätze liefern (bislang) kaum Aussagen über die Parameter des unternehmerischen Erfolgs oder Misserfolgs einzelner Finanzdienstleistungsunternehmen. Sie können erklären, warum es Banken und Versicherungsunternehmen gibt, und sie können aufzeigen, von welchen Parametern die Effizienz einzelner Formen von Finanzkontrakten abhängt, sie können aber keine Hinweise für die Gestaltung von Leistungen, Strukturen und Prozessen in Finanzdienstleistungsunternehmen liefern, die zu Konkurrenzvorteilen oder sogar nur zur Existenzsicherung in wettbewerblichen Märkten beitragen können.

Abgrenzungen der Erfahrungsobjekte „Bank“, „Versicherungsunternehmen“ und „Finanzdienstleistungsunternehmen“

Eine institutionelle Spezielle Betriebswirtschaftslehre fokussiert einen spezifischen Unternehmenstypus, für den sie – wie oben deutlich wurde – mit unterschiedlicher Akzentuierung einzelwirtschaftlich relevante Besonderheiten reklamiert. Sie steht damit vor der Aufgabe, ihr Erfahrungsobjekt so konkret zu benennen, dass es in der Realität unterschiedlichster Unternehmen identifizierbar ist. Um diese Abgrenzung kreist für die Versicherungsbetriebslehre, vor allem aber für die Bankbetriebslehre, seit jeher eine Diskussion, die in den letzten Jahren jedoch wieder an Dynamik gewonnen hat.

Konkret geht es bei dieser Diskussion um das Erfahrungsobjekt und das Erkenntnisobjekt der Bankbetriebslehre; die Argumente sind *mutatis muntandis* auch für die Versicherungsbetriebslehre übertragbar. Ausgangspunkt dieser Diskussion sind zwei – in einem inneren Zusammenhang stehende, jedoch mit inhaltlich ganz anders gelagerten Artikeln in einem Sammelband veröffentlichte – Beiträge von Corsten und Klose (1999) und Klose (1999). Der Beitrag von Corsten und Klose wirft Fragen zur Konzeption und zur Abgrenzung der Bankbetriebslehre auf, die dem Fach letztlich eine unzureichende Fundierung vorwerfen. Der Beitrag von Klose versucht, darauf aufbauend, eine eigenständige Kon-

zeption für eine Lehre der Finanzdienstleistungsunternehmen zu entwickeln, die auf einer Typologie von Finanzdienstleistungen basiert.

Die von Corsten und Klose und von Klose formulierten Gedanken und Diskussionspunkte wurden von Süchting (2002), Reckenfelderbäumer (2002) und Paul (2002) aufgegriffen und bewertet. Ohne die Argumentation der letztgenannten Autoren hier im Detail wiederzugeben, sei konstatiert, dass es ihnen gelingt, die Vorwürfe von Corsten und Klose weitgehend zu entkräften und auch die Konzeption von Klose als nur sehr bedingt zielführend zu kennzeichnen. Corsten und Klose sowie Klose fokussieren letztlich einen zu engen und nicht aktuellen Teil der Literatur. Der Gegenvorschlag von Klose ist nicht kompatibel zum aktuellen Stand der internationalen Theorie der Finanzintermediation.

Ein von Corsten und Klose vorgetragener Aspekt sei jedoch noch vertiefend aufgegriffen, weil er an die oben dargestellte Diskussion um die Besonderheiten der Bank anknüpft. Corsten und Klose (1999: 14f.) werfen der traditionellen Bankbetriebslehre vor, weder ihr Erfahrungs- noch ihr Erkenntnisobjekt konsistent abgegrenzt zu haben. Bezogen auf das Erfahrungsobjekt sei es der Bankbetriebslehre nicht gelungen, sich theoretisch fundiert gegen die Versicherungsbetriebslehre abzugrenzen, während das Erkenntnisobjekt der Bankbetriebslehre rekursiv aus dem Erfahrungsobjekt bestimmt werde. Hierbei gehe man von einem Vorverständnis der Bankleistungen aus, die dann, enumerativ benannt, die Tätigkeit einer Bank definierten.

Auf einer formal logischen Ebene zielt dieser Vorwurf dann ins Leere, wenn man als Erkenntnisobjekt der Bankbetriebslehre nicht nur die Bankleistungen, sondern insgesamt das „Wirtschaften“ in einer Bank zugrunde legt. Genauso versteht sich aber die Bankbetriebslehre seit vielen Jahrzehnten: Anfangs tatsächlich eine Bankgeschäftslehre, hat sich gerade die traditionelle Bankbetriebslehre zu allen einzelwirtschaftlich relevanten Funktions- und Entscheidungsbereichen der Bank geöffnet,¹⁴ wie oben bereits deutlich wurde.

Gleichwohl macht die Kritik von Corsten und Klose darauf aufmerksam, dass die Bankbetriebslehre – wie die Versicherungsbetriebslehre – durchaus Probleme dabei hat, die Bank – bzw. das Versicherungsunternehmen – zu definieren. Das Erfahrungsobjekt einer Speziellen Betriebswirtschaftslehre als Realwissenschaft muss indessen immer ein empirisches Phänomen sein. Aufgrund dessen erscheint es grundsätzlich nicht nur wenig problematisch, sondern im Gegenteil erforderlich, das Erfahrungsobjekt mit einem Blick auf die Realwelt zu definieren. Dessen ungeachtet kann das Erfahrungsobjekt einer wissenschaftlichen Disziplin nicht durch Leerformeln definiert werden. Insofern ist Corsten und Klose zuzustimmen, wenn sie ausführen, dass Definitionen wie „Banken sind Anbieter von Bankleistungen“¹⁵ keinen Erkenntnisgewinn vermitteln, wenn die Bankleistungen dann nicht definiert werden oder sogar – im Zirkelschluss – bei deren Abgrenzung wieder auf das Angebot von Banken verwiesen wird. Solche tautologischen Definitionen – wie Corsten und Klose belegen, früher vereinzelt formuliert – finden sich in der aktuellen Literatur jedoch nur noch selten. Ebenso baut die ökonomische Analyse von Banken bzw. Versicherungsunternehmen nur noch vereinzelt ausschließlich auf den Begriffsabgrenzungen des jeweiligen Aufsichtsrechts auf. Obwohl unter anderem die aufsichtsrechtliche Zuordnung von Unternehmen zu den regulierten Banken bzw. Versicherungsunternehmen die Wahrnehmung in der Realität sehr weitgehend prägt, wird zumeist nach ökonomischen

¹⁴ Vgl. Börner und Wendels (2001: 35) und Büschgen (1998: 5).

¹⁵ Corsten und Klose (1999: 15).

Funktionen von Banken bzw. Versicherungsunternehmen gefragt. Hierbei kann nun aber ein unterschiedliches Abstraktionsniveau gewählt werden.

Um dies zu verdeutlichen, sei wiederum das Beispiel der Bankbetriebslehre angeführt.¹⁶ Ohne auf die in der bankwirtschaftlichen Literatur vorgestellten Definitionen im Einzelnen einzugehen, kann der Nukleus der üblichen Begriffsbestimmungen in einem ersten Schritt zusammengefasst werden: Banken sind demnach Unternehmen,

- die Kredit nehmen und Kredit gewähren,
- Leistungen des Geld-, Kredit- und Kapitalverkehrs erbringen und
- sonstige Finanzdienstleistungen anbieten.

Hinter einer derartigen Systematisierung, die bereits in der älteren Literatur zu finden ist, steht eine an der Bilanzwirksamkeit orientierte Gliederung. Im Zuge der in den letzten Jahren zu verzeichnenden zunehmenden Verbriefung von Forderungen und Verbindlichkeiten (*Securitization*) hat jedoch gerade das bilanzunwirksame Finanzdienstleistungsgeschäft der Banken stark an Bedeutung hinzugewonnen: Banken stellen finanzielle Mittel teilweise nicht mehr selbst zur Verfügung, sondern übernehmen lediglich die Platzierung von Wertpapieren, die von Unternehmen zur Deckung des bestehenden Finanzbedarfs selbst emittiert werden. Im Zuge derartiger Entwicklungen, sowie darüber hinaus auch ganz allgemein mit dem Vordringen einer verstärkt marktorientierten Bankbetriebslehre, hat sich eine allmähliche Abkehr vom Prinzip der vorrangigen Betrachtung der Bilanzwirksamkeit vollzogen. Es erschien vielmehr als zweckmäßig, die Bankaktivitäten so zueinander in Beziehung zu setzen, wie sie sich aus der Sicht des Kunden ergeben. Diese Vorgehensweise führt in einem zweiten Schritt zu den folgenden Sortimentsbereichen:

- Anbieten und Eröffnen von Finanzierungsfazilitäten,
- Anbieten und Eröffnen von Geld- und Kapitalanlagefazilitäten,
- Anbieten und Eröffnen von Zahlungs- und Verrechnungsverkehrsfazilitäten und
- Eigengeschäfte.

Dem Anbieten und Eröffnen von Finanzierungs- und Anlagefazilitäten wird dabei jeweils das Angebot derivativer Finanzkontrakte zugeordnet.

Versuchen solche Abgrenzungen im Prinzip, die Marktleistungen der Banken von ihrer ökonomischen Funktion aus der Kundensicht zu beschreiben, so bietet die Theorie der Finanzintermediation eine theoretische Basis zur Abgrenzung des Erfahrungsobjektes sowohl für die Bankbetriebslehre als auch für die Versicherungsbetriebslehre aus dem Blickwinkel der Mikroökonomik.

Dementsprechend wird in den meisten modernen, vor allem englischsprachigen Lehrbüchern das Erfahrungsobjekt über das Konzept der Finanzintermediation definiert. Allerdings gilt zwar die Gleichung „Bank = Finanzintermediär“, ein Blick in die Realwelt lässt aber die Gleichung „Finanzintermediär = Bank“ nicht zu: Banken und Versicherungsunternehmen, aber auch andere Finanzdienstleistungsunternehmen, werden in der Praxis nicht nur sprachlich deutlich unterschieden. Insofern liegt es nahe, die Bank und das Versicherungsunternehmen jeweils als speziellen Realtypus des Finanzintermediärs zu definieren. Dies berücksichtigend, kreisen die Titel der englischsprachigen Lehrbücher zumeist auch

¹⁶ Vgl. für das Folgende: Büschgen und Börner (2003: 16f.).

um den Terminus der „Financial Institutions“ und behandeln Banken wie Versicherungsunternehmen. Nicht nur auf methodischer Ebene, sondern auch auf der Ebene der Abgrenzung des Erfahrungsobjektes erweist sich die Theorie der Finanzintermediäre als tragfähig, Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Banken und Versicherungen zu klassifizieren. Abstrakt lassen sich die Gemeinsamkeiten in der Mittlerfunktion sehen, während Unterschiede etwa dabei deutlich werden, wie Risiken verarbeitet werden. Allerdings gilt auch auf dieser Ebene die Limitation dieser Theorie, für einzelwirtschaftliche Entscheidungen nur beschränkten Erkenntnisgewinn zu vermitteln. Insofern dürfte eine Abgrenzung des Erfahrungsobjektes allein auf der Basis dieser Theorie zu abstrakt sein.

Bewertung und Integration

Die traditionelle Perspektive der Bankbetriebslehre und der Versicherungsbetriebslehre zeichnet sich durch die umfassende Analyse sowohl leistungs- als auch finanzwirtschaftlicher Fragestellungen in Banken und Versicherungsunternehmen aus. Sie basiert jedoch auf einer theoretisch wenig fundierten, oftmals *ad hoc* formulierten Klassifikation von Besonderheiten. Zudem spart sie die direkte Abgrenzung zwischen Banken und Versicherungsunternehmen aus.

Mit den angesprochenen Problemstellen versehen, eröffnet sie damit in Forschung und Lehre jedoch eine anwendungsorientierte Sicht, da betriebliche Abläufe in der Realität, gerade auch die Finanzwirtschaft in Banken und Versicherungen, nun einmal immer vor dem Hintergrund realwirtschaftlicher Strukturen ablaufen.

Systematischer und konsistenter fundiert erscheint die Theorie der Finanzintermediation. Allerdings ist deren unmittelbarer Anwendungsbezug noch (?) nicht allzu ausgeprägt, zumindest nicht im Sinne einzelwirtschaftlicher Entscheidungen und Konkurrenzvorteile. Ebenso erweist sich die neoklassische Finanzierungs- und Kapitalmarkttheorie nur als bedingt leistungsfähiges Fundament für eine institutionell-betriebswirtschaftliche Analyse von Banken und Versicherungsunternehmen. Beim Bank- und Versicherungsmanagement müssen die realen Strukturen und konkreten Leistungsprozesse über alle Funktionsbereiche hinweg beachtet werden; eine Fokussierung allein von Finanzströmen kann nicht in jedem Fall ausreichen, zumal nicht im Prämissenkranz vollkommener Märkte.

So können

- a) die managementorientierte, spezifizierende Abgrenzung zur Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre,
- b) die Übertragung neoklassischer, finanzierungs- und kapitalmarkttheoretischer Konzepte auf das Finanz- und Risikomanagement von Banken sowie
- c) die Erklärung der Existenz und der Formen von Finanzintermediären und ihren Leistungen vor dem Hintergrund von Marktunvollkommenheiten

als wesentliche, einander ergänzende und interdependente Perspektiven der Beschäftigung mit Banken und Versicherungsunternehmen anerkannt werden.

Der Bankbetriebslehre und der Versicherungsbetriebslehre angesichts dieser vielfältigen Zugänge ein „Theoriedefizit“ zu unterstellen, erscheint abwegig. Diskutiert werden kann vielmehr nur über die Angemessenheit einer Perspektive für ein bestimmtes Untersuchungsziel. Wenn jedoch alle der drei genannten Perspektiven ihre Verdienste und ihre

Limitationen haben, liegt es grundsätzlich nahe, sie in ein Gesamtkonzept zu integrieren, um dann fallweise den einen oder den anderen Standpunkt einzunehmen sowie gegebenenfalls die auf der Grundlage der teilweise inkommensurablen Prämissen gewonnenen Ergebnisse zu vergleichen. In diesem Sinne will der vorliegende Beitrag auch Frontstellungen kritisieren und zu einer Gesamtschau einladen. Gerade die Unterschiedlichkeit der Perspektiven lässt eine solche Gesamtschau reizvoll und sinnhaft erscheinen. Dafür ist es notwendig, das Erfahrungsobjekt integrativ zu definieren, wobei diese konzeptionell-perspektivische Integration auf der institutionellen Ebene zur Zusammenfassung der Banken und der Versicherungsunternehmen (sowie vieler anderer Realtypen von Finanzdienstleistungsanbietern) zu den Finanzdienstleistungsunternehmen führt.

Nukleus des hier als Ergebnis skizzierten begrifflichen Systems, das eine Klassifikation von Erfahrungsobjekten beinhaltet, die mittels der oben genannten Perspektiven betrachtet werden können, ist der Begriff des Finanzkontraktes, der einer Analyse aus jeder der drei Perspektiven zugänglich ist: Finanzkontrakte sind Verträge, die unbedingte oder bedingte Ansprüche auf sofortige oder spätere Zahlungen konstituieren. Solche Finanzkontrakte werden zwischen Marktparteien geschlossen. Finanzdienstleistungsunternehmen bieten Finanzkontrakte als Absatzleistung an, und zwar werden sie selbst Kontraktpartner oder sie vermitteln zwischen Marktparteien. Soweit sie selbst Kontraktpartner werden, wird ein Portfolio von Finanzkontrakten konstituiert, das einer neoklassischen Analyse zugänglich ist. In ihrer Rolle als Anbieter und Vermittler von Finanzkontrakten agieren Finanzdienstleistungsunternehmen als Finanzintermediäre, weil sie Marktfriktionen reduzieren müssen, um absatzmarktfähig zu sein. Die Tätigkeit eines Finanzdienstleistungsunternehmens beschränkt sich allerdings mit Blick auf die Realität nicht auf die Rollen des Portfoliomanagements und des Finanzintermediärs, sondern Finanzdienstleistungsunternehmen sind, wie alle anderen Unternehmen auch, arbeitsteilige Systeme, in denen Menschen und Technik, Güter- und Zahlungsströme sowie Innen- und Außenwelt interagieren.

Gilt diese Argumentation noch für alle Finanzdienstleistungsunternehmen, so ermöglicht die Klassifikation von unterschiedlichen Finanzkontrakten eine vom Gemeinsamen ins Differenzierte übergehende Abgrenzung der einzelnen Typen von Finanzdienstleistungsunternehmen. Wird der Kern des Versicherungsgeschäftes darin gesehen, dass ein Versicherungsgeber gegen sofortige, unbedingte Zahlung einer Prämie eine spätere, auf den Eintritt eines Schadenereignisses bedingte Ausgleichszahlung verspricht, so liegt der Kern des Bankgeschäftes darin, Geldanleger und Geldnachfrager zusammenzuführen. Finanzkontrakte, bei denen die befristete oder unbefristete Überlassung von Geldkapital erfolgt, können als Finanzierungskontrakte bezeichnet werden. Ihnen werden Buchkredite, Anleihen, Einlagen usw. subsumiert. Unternehmen, deren Geschäft im Bereich der Finanzierungskontrakte seinen Schwerpunkt hat, können mithin als Bank charakterisiert werden, wobei anhand der Frage, ob die Bank selbst Kontraktpartner wird oder nur Kontraktpartner vermittelt, gemäß einer Unterscheidung von Finanzintermediation im engeren Sinne (Transaktionsleistung der Bank) und Finanzintermediation im weiteren Sinne (Transformationsfunktion der Bank), sogar die die angelsächsische Wahrnehmung von Banken prägende Differenzierung von *Commercial Banking* und *Investment Banking* abgebildet werden kann. Eine Universalbank kontinentaleuropäischer Prägung vereinigt beides in einem Institut.

Im Sinne der vorgenannten Argumentation soll am Ende dieses Beitrages eine Zusammenfassung der entwickelten Begrifflichkeiten stehen, die auf den ersten Blick hoffentlich wenig überraschend und einigermaßen intuitiv erscheint, deren Ableitung aber – wie aus der Wiedergabe nur einiger aus einer Vielzahl von diskutierten bzw. diskussionswürdigen Aspekten deutlich geworden sein sollte – gar nicht so einfach ist:

- Finanzkontrakt
 - = Vertrag, der unbedingte oder bedingte Ansprüche auf sofortige und/oder spätere Zahlungen konstituiert.
- Finanzierungsvertrag
 - = Vertrag, der zur dauerhaften oder vorübergehenden Überlassung von Geldkapital an einen Kapitalnehmer verpflichtet.
- Finanzdienstleistung
 - = Marktleistung eines Unternehmens, die sich auf das Zustandekommen oder den Abschluss von Finanzkontrakten bezieht.
- Finanzdienstleistungsunternehmen
 - = Unternehmen als arbeitsteiliges, sozioökonomisches System, das im o. a. Sinne Finanzdienstleistungen anbietet.
- Finanzintermediär
 - = Rolle eines Finanzdienstleistungsunternehmens als Friktionen reduzierende, ökonomische Institution.
- Versicherungsunternehmen
 - = Finanzdienstleistungsunternehmen, das den Missnutzen von Unsicherheit dadurch reduziert, dass es Ausgleichszahlungen bei Schadenfällen verspricht.
- Bank
 - = Finanzdienstleistungsunternehmen, das vorrangig Finanzierungsverträge anbietet und/oder vermittelt.
 - = *Commercial Bank*: Bank, die in Finanzierungsverträge selbst eintritt.
 - = *Investment Bank*: Bank, die Finanzierungsverträge vermittelt.

Bibliographie

- BÖHNER, Willi. „Bankbetriebslehre“, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 52 (1982), 871-892.
- BÖRNER, Christoph J. und Claudia WENDELS. „100 Jahre Bankbetriebslehre in Köln“, *Mitteilungen und Berichte des Instituts für Bankwirtschaft und Bankrecht an der Universität zu Köln – Abteilung Bankwirtschaft* 32 (2001), Nr. 84, 25-38.
- BÜSCHGEN, Hans E. *Bankbetriebslehre*. Wiesbaden⁵ 1998.
- BÜSCHGEN, Hans E. und Christoph J. BÖRNER. *Bankbetriebslehre*. Stuttgart⁴ 2003.

- CORSTEN, Hans und Martin KLOSE. „Integrative Wirkungen monetärer Dienstleistungen auf der Anbieterseite“, in: Hans CORSTEN und Wolfgang HILKE (Hrsg.). *Integration von Finanzdienstleistungen*. Wiesbaden 1999, 1-28.
- FARNY, Dieter. *Versicherungsbetriebslehre*. Karlsruhe ³2000.
- GRAF VON DER SCHULENBURG, Matthias. „Rezension zu Zweifel, Peter/Eisen, Roland: Versicherungsökonomie“, *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 54 (2003), 294-295.
- HARTMANN-WENDELS, Thomas, Andreas PFINGSTEN und Martin WEBER. *Bankbetriebslehre*. Berlin und Heidelberg ²2000.
- HOPFENBECK, Waldemar. *Allgemeine Betriebswirtschafts- und Managementlehre*. Landsberg am Lech ¹³2000.
- KLOSE, Martin. „Entwurf einer Leistungstypologie für Finanzdienstleistungen“, in: Hans CORSTEN und Wolfgang HILKE (Hrsg.). *Integration von Finanzdienstleistungen*. Wiesbaden 1999, 29-52.
- NEUS, Werner. *Einführung in die Betriebswirtschaftslehre*. Tübingen ³2003.
- PAUL, Stephan. „Die theoretische Fundierung der Bankfunktionen aus der Perspektive der Institutionenökonomie“, in: Stephan PAUL, Martin RECKENFELDERBÄUMER und Joachim SÜCHTING (Hrsg.). *Theoriediskussion in der Bankbetriebslehre*. Frankfurt am Main 2002, 39-65.
- RECKENFELDERBÄUMER, Martin. „Die ‚produktionswirtschaftliche Sicht‘ von Bankleistungen aus leistungstheoretischer Perspektive“, in: Stephan PAUL, Martin RECKENFELDERBÄUMER und Joachim SÜCHTING (Hrsg.). *Theoriediskussion in der Bankbetriebslehre*. Frankfurt am Main 2002, 21-37.
- RUDOLPH, Bernd. „Von der Bankbetriebslehre zur Kapitalmarktforschung – Gedanken zur Entwicklung eines Faches“, *Mitteilungen aus dem Institut für das Spar-, Giro- und Kreditwesen an der Universität Bonn* (1995), Nr. 47, 65-77.
- SCHIERENBECK, Henner. *Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre*. München und Wien ¹⁵2000.
- SCHIRMEISTER, Raimund: „Wohin steuert die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät?“, in: Gert KAISER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2001*. Düsseldorf 2002, 291-297.
- SCHNEIDER, Dieter. *Betriebswirtschaftslehre*, Bd. 1: *Grundlagen*. München ²1995.
- SÜCHTING, Joachim. „Ein Universalbankmodell als Ausdruck banktheoretischer Perspektive“, in: Stephan PAUL, Martin RECKENFELDERBÄUMER und Joachim SÜCHTING (Hrsg.). *Theoriediskussion in der Bankbetriebslehre*. Frankfurt am Main 2002, 1-19.
- WÖHE, Günter. *Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. München ²¹2002.
- ZWEIFEL, Peter und Roland EISEN. *Versicherungsökonomie*. Berlin und Heidelberg 2000 und ²2002.

Klaus-Peter Franz

Shareholder Value und Arbeitnehmerinteressen – kein unüberwindbarer Gegensatz

Wertvernichtung in Unternehmen und ihre möglichen Konsequenzen

Im Jahr 1991 zeigte das Bankhaus Warburg dem damaligen Vorstand der VEBA AG (heute E.ON AG) auf, dass das Unternehmen ein potenzieller Übernahmekandidat sei, da die Börsenkapitalisierung, d. h. der Börsenwert aller ausgegebenen VEBA-Aktien, mit ca. 15 Mrd. DM unter dem von Warburg geschätzten Marktwert bzw. inneren Wert aller Konzernunternehmen in Höhe von nahezu 29 Mrd. DM liege, was eine beträchtliche Wertlücke von knapp 14 Mrd. DM bedeute. In einem solchen Fall droht eine Übernahme des Unternehmens, da der Erwerber dieses für 15 Mrd. DM kaufen und die einzelnen Konzernteile für den geschätzten Marktwert von 29 Mrd. DM verkaufen könnte.

Der Kauf eines Unternehmens durch den Erwerb von Aktien stellt einen normalen marktwirtschaftlichen Vorgang dar. In gleicher Weise, wie souveräne Konsumenten Produkte ihrer Wahl erwerben können, steht es Interessenten frei, Unternehmen zu kaufen. Warum wird im Zusammenhang mit einer Übernahme, d. h. einem Wechsel des Eigentümers eines Unternehmens, dennoch häufig davon gesprochen, dass eine Übernahme „drohe“? Die Bedrohung bezieht sich wohl weniger auf die Aussichten der alten Eigentümer im Anschluss an den Eigentümerwechsel, da diese bei einer feindlichen Übernahme mit einem steigenden Kurs ihrer Aktien und bei einem Übernahmeangebot mit einem Aufschlag auf den am Markt gebildeten Börsenkurs rechnen können. Die Bedrohung trifft eher die Mitarbeiter des Unternehmens einschließlich der obersten Unternehmensführung, da potenzielle neue Eigentümer zur Erreichung des von ihnen geschätzten Marktwertes Maßnahmen zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit ergreifen, die mit einiger Wahrscheinlichkeit auch den Bestand an Arbeitsplätzen betreffen.

Bei der VEBA AG wurde die Gefahr erkannt und die konstatierte Wertlücke zum Anlass genommen, 1992 ein wertorientiertes Controlling einzuführen, womit dieses Unternehmen zu den Pionieren auf diesem Gebiet in Deutschland gehört.¹

Die Gründe für Wertlücken wie die von Warburg für die VEBA AG festgestellte sind vielfältig und können im Einzelfall ganz unterschiedlich sein. Schließt man jedoch aus, dass die Börsenkursbildung irrational bzw. nicht fachgerecht erfolgt ist oder dass die Schätzung des Unternehmenswertes durch den Übernahmeinteressenten auf unplausiblen Annahmen beruht, lässt sich nur der Schluss ziehen, dass ein Unternehmen mit einer erheblichen Wertlücke nicht den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit entsprechend geführt wird. Was als wirtschaftlich anzusehen ist, entscheidet sich zum einen aus normativen Überlegungen zu einem sinnvollen Ressourceneinsatz sowie in marktwirtschaftlichen Systemen durch Markt und Wettbewerb. Wirtschaftlichkeitsnormen bilden beispielsweise das

¹ Vgl. Coenenberg und Salfeld (2003: 3).

für eine Branche kostengünstigste Produktionsverfahren oder Produktivitätskennzahlen des Branchenführers. Am Absatzmarkt entscheidet sich, ob die Erlöse für ein Produkt ausreichen, um es nachhaltig mit dem für die Entlohnung der Eigenkapitalgeber notwendigen Gewinn verkaufen zu können und damit dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit zu entsprechen.

Unwirtschaftlich arbeitende Unternehmen unterliegen der Gefahr der Übernahme, in deren Folge der Erwerber die notwendige und erreichbare Wirtschaftlichkeit entsprechend seinen Vorstellungen herzustellen gedenkt. Die Nachfrage nach dem Angebot an unwirtschaftlich geführten Unternehmen führt zum so genannten „Markt für Unternehmenskontrolle“², die darauf tätigen Nachfrager werden als „Corporate Raider“ bezeichnet.³ Allein ihr potenzielles Auftreten lässt in vielen börsennotierten Gesellschaften das Bewusstsein für wirtschaftlicheres Handeln und die daraus resultierende Steigerung des Unternehmenswertes wachsen, denn der „Markt für Unternehmenskontrolle“ erlaubt es, erfolglose Unternehmensleitungen abzulösen und die festgestellten Problembereiche im Sinne der neuen Eigentümer anzugehen. Diese Tatsache soll von vornherein disziplinierend wirken und das Topmanagement an der Ausübung Gewinn schmälender Tatbestände hindern.

Es ist aber nicht nur das aus der Wertvernichtung folgende Drohpotenzial einer feindlichen Übernahme, das Unternehmensleitungen dazu anhält bzw. anhalten sollte, den Unternehmenswert zu pflegen. Ein weiterer wesentlicher Grund ist beispielsweise die Möglichkeit der Erzielung höherer Eigenkapitalzuführungen bei der Ausgabe neuer Aktien. Da sich der Ausgabekurs für neue Aktien am Börsenkurs orientiert, führt ein höherer Börsenkurs zu einer ergiebigeren Kapitalerhöhung. Ein solcher Kurs ist nicht erreichbar, wenn Wert bildende Maßnahmen unterlassen sowie Wert vernichtende Tatbestände zugelassen werden.

Die bisherigen Ausführungen waren darauf ausgerichtet, Wertorientierung als ein einleuchtendes, der wirtschaftlichen Vernunft gehorchendes Konzept darzustellen. Diese Wertung kann auch dadurch untermauert werden, dass die Wertorientierung in den deutschen Großunternehmen einen „Siegeszug“⁴ vollzogen hat und mittlerweile auch in mittelständischen Unternehmen eingeführt wird. Dennoch ist festzustellen, dass das Konzept in weiten Teilen der Gesellschaft auf teils heftigen Widerstand gestoßen ist, insbesondere, wenn es mit seinem englischen Begriff „Shareholder Value“ bezeichnet wurde. Die Diskussion konzentriert sich auf die Frage, ob die Fokussierung auf die Wertsteigerung für die Anteilseigner im nachhaltigen Interesse auch der anderen Gruppen eines Unternehmens, insbesondere der Arbeitnehmer, sei.

Der folgende Beitrag ist zunächst der Darstellung der Grundzüge des Konzepts wertorientierter Unternehmensführung gewidmet, bevor auf die Frage eingegangen wird, unter welchen Bedingungen die Orientierung am Shareholder Value die Interessen anderer Gruppen, vor allem der Arbeitnehmer, fördert oder schädigt.

² Kajüter (2002: 258).

³ Vgl. Günther (1997: 33ff.).

⁴ Coenenberg und Salfeld (2003: 3).

Der Wert von Unternehmen

Zukünftige finanzielle Überschüsse als Grundlage der Bewertung

Zunächst ist die Frage zu klären, wie der „Wert“ eines Unternehmens ermittelt werden sollte. Es ist in Theorie und Praxis mittlerweile unumstritten und auch durchaus plausibel, dass sich der Wert eines Unternehmens, das sich in der Marktwirtschaft dauerhaft ökonomisch betätigt, aus den voraussichtlich zukünftig erzielbaren *finanziellen Überschüssen* errechnet. Die finanziellen Überschüsse werden in Abhängigkeit von dem verwendeten Bewertungsmodell unterschiedlich definiert;⁵ im Folgenden wird auf diese Details nicht eingegangen, sondern die Überschüsse werden vereinfachend mit dem Begriff *Gewinn* umschrieben.

Um Missverständnissen vorzubeugen, sei angemerkt, dass das in der Bilanz eines Unternehmens ausgewiesene *Vermögen* im Regelfall nicht den Wert eines Unternehmens repräsentiert. Vielmehr stellt es den Wert nur für den Ausnahmefall dar, dass das Vermögen im Falle einer zwangsweisen oder freiwilligen Liquidation veräußert werden soll, so dass quasi eine letzte Zahlung am Ende der Laufzeit des Unternehmens realisiert wird. Im Falle einer fortlaufenden Beteiligung am Wirtschaftsprozess ist das Vermögen nichts anderes als ein Mittel, um Gewinne zu erzielen.⁶

Der Käufer eines Unternehmens oder eines Unternehmensanteils erwirbt so einen Strom zukünftiger Gewinne, der – sofern ein vorzeitiges Ende nicht mit plausiblen Gründen unterstellt werden kann – bis zur *Unendlichkeit* reicht und daher als „Ewige Rente“ bezeichnet wird. Trotz dieses Tatbestandes der Unendlichkeit ist der Wert eines solchen Unternehmens im Sinne der Summe der zukünftigen Gewinne endlich. Dies liegt darin begründet, dass in der Zukunft erzielte Gewinne einen geringeren Wert haben als gegenwärtige Gewinne und dass der Gegenwartswert umso mehr abnimmt, je weiter in der Zukunft der Gewinn anfällt.

Dies wird unmittelbar klar, wenn man sich die Anlage von 1.000 € zu zehn Prozent Zinsen über ein Jahr vor Augen führt. Nach einem Jahr ist der Anlagebetrag auf 1.100 € angewachsen. Nach zwei Jahren wachsen 1.000 € auf 1.210 € an. Neben den Zinsen für zwei Jahre in Höhe von 200 € beinhaltet dieser Betrag auch Zinseszinsen von 10 €. Diese Zinseszinsen wachsen mit der zeitlichen Länge der Geldanlage gewaltig an; so werden aus 1.000 € in 50 Jahren bei einer Anlage zu zehn Prozent ca. 117.400 €, obwohl über diesen langen Zeitraum nur Zinsen von 5.000 € erzielt werden.

Um die hier anstehende Aufgabe zu lösen, nämlich den gegenwärtigen *Wert eines Unternehmens* zu errechnen, ist die Richtung der Zinsberechnung umzukehren und zu fragen, welchen Wert 1.100 €, die nach einem Jahr zufließen, bei einem Zinssatz von zehn Prozent zum heutigen Zeitpunkt haben. Es ist unmittelbar einsichtig, dass dieser Gegenwartswert 1.000 € beträgt. So wie der zukünftige Wert einer heutigen Geldanlage mit der Länge der Zeit stark ansteigt, sinkt der Gegenwartswert von zukünftigen Geldbeträgen umso drastischer, je weiter der jeweilige Geldbetrag in der Zukunft liegt. Daher beträgt der gegenwärtige Wert von 1.000 €, die erst in 50 Jahren zufließen, bei einem Zinssatz von zehn Prozent lediglich etwas über 8 €.

Diese „Entwertung“ zu erwartender Zahlungen führt dazu, dass eine unendliche Reihe zukünftiger Überschüsse – und damit auch ein dauerhaft betriebenes Unternehmen –

⁵ Vgl. beispielsweise den Discounted-Cash-Flow-Ansatz bei Bühner (1990: 35ff.).

⁶ Vgl. zu weiteren Einzelheiten Coenberg *et al.* (2002: 184ff.).

dennoch einen endlichen Wert haben. Sofern zukünftig gleich hohe jährliche Überschüsse G und somit eine ewige Rente unterstellt werden, errechnet sich der Unternehmenswert, indem G durch den Zinssatz p , ausgedrückt als Dezimalzahl (0,1 bei einem prozentualen Satz von zehn Prozent), dividiert wird. Werden als jährliche Überschüsse G beispielsweise 50.000 € angenommen und als Zinssatz zehn Prozent, so errechnet sich ein Unternehmenswert in Höhe von 500.000 €. Dass dieses Ergebnis schlüssig ist, zeigt folgende Überlegung: Würde für ein solches Unternehmen von einem Erwerber ein Kaufpreis von 500.000 € bezahlt werden, könnte er bei einer Verzinsung seines eingesetzten Kapitals mit zehn Prozent einen Zahlungsstrom von genau 50.000 € erwarten.

Die Rolle des Zinssatzes bei der Bewertung

Wird statt eines Zinssatzes von zehn Prozent ein solcher von fünf Prozent angenommen, so verdoppelt sich der Wert des Unternehmens mit dem Gewinnstrom von 50.000 € pro Jahr entsprechend der oben eingeführten Rechnung auf 1.000.000 €. Dies leuchtet arithmetisch sofort ein, da sich bei einem Zinssatz von fünf Prozent der Nenner der Bewertungsformel halbiert. Was ist jedoch der ökonomische Gehalt dieses Tatbestandes? Gehen wir bei der Beantwortung dieser Frage zunächst von einem vollständig mit *Eigenkapital* finanzierten Unternehmen aus. In diesem Fall repräsentiert der Zinssatz grundsätzlich die bei einer anderweitigen Anlage des Kapitals erzielbare und damit entgehende Rendite. Sofern sich diese wie im obigen Beispiel halbiert, verdoppelt dies in einer relativen Betrachtung den Wert des betrachteten Unternehmens.

Das gleiche Resultat ergibt sich, wenn eine vollständige Finanzierung des Unternehmens mit *Fremdkapital* und gleichzeitig ein unendlicher Strom von Zahlungsüberschüssen vor Abzug von Fremdkapitalzinsen unterstellt wird. Auch hier zeigt sich der unmittelbar einleuchtende Tatbestand, dass eine Senkung (hier: Halbierung) der Fremdkapitalkosten den Unternehmenswert erhöht.

Das Ausmaß der Wirkung der Zinsen auf den Unternehmenswert ist abhängig von der Höhe der Zinssätze auf Eigen- und Fremdkapital, die im Folgenden diskutiert wird. Es wurde oben bereits dargestellt, dass die Eigenkapitalgeber für das von ihnen zur Verfügung gestellte Kapital eine Rendite erwarten, die sie bei einer anderweitigen Anlage zumindest erzielen könnten. Dabei wird eine risikofreie Anlage des Kapitals – in der Regel in einer Staatsanleihe – unterstellt. Eigenkapitalgebern winkt jedoch nicht nur die Chance auf Gewinn aus ihrer Beteiligung, sondern sie übernehmen auch ein unternehmerisches *Risiko* und erwarten dafür eine höhere als die risikofreie Verzinsung. Unterstellen wir den Normalfall einer gemischten Finanzierung des Unternehmens mit Eigen- und Fremdkapital, so gehen in einem Zeitraum entstandene Verluste zu Lasten des Eigenkapitals – mit der Folge, dass das Risiko der Eigenkapitalgeber höher ist als das der Fremdkapitalgeber. Letztere werden zusätzlich dadurch geschützt, dass für den Fall der Aufzehrung des gesamten Eigenkapitals durch Verluste das Fremdkapital gegen eine Verrechnung mit eventuellen weiteren Verlusten gesichert wird. Die Insolvenzordnung schreibt nämlich in dieser Situation für Kapitalgesellschaften – Gesellschaften also, in denen die Eigentümer nur mit ihrem in das Unternehmen eingezahlten Kapital haften – vor, dass ein Insolvenzverfahren einzuleiten ist. Sollte dieses letztlich dazu führen, dass das Unternehmen zerschlagen wird, besteht die Möglichkeit, dass die Eigenkapitalgeber ihr gesamtes eingezahltes Eigenkapital verlieren, während die Ansprüche der Fremdkapitalgeber aus den Erlösen der Liquidation des

noch vorhandenen Vermögens befriedigt werden. Insofern ist das Risiko der Eigenkapitalgeber höher als das der Fremdkapitalgeber und damit auch der von ihnen erwartete Risikozuschlag auf den risikofreien Zinssatz.⁷ Die sich so ergebende Renditeerwartung der Eigenkapitalgeber wird auch mit dem Begriff „Eigenkapitalkosten“ umschrieben.

Aus den bisherigen Ausführungen ergibt sich, dass die Fremdkapitalkosten aufgrund des geringeren Risikos für die Gläubiger unter den Eigenkapitalkosten liegen. Diese Spanne vergrößert sich noch weiter, wenn man berücksichtigt, dass Fremdkapitalkosten bei der Ermittlung der Bemessungsgrundlage für die ertragsabhängigen Steuern als Betriebsausgaben abzugsfähig sind, so dass Ertragsteuerzahlungen entsprechend gemindert werden, während die Entlohnung der Eigenkapitalgeber aus dem Gewinn nach Abzug von Ertragsteuern erfolgt.

Bei der Abzinsung der zukünftigen Gewinne eines Unternehmens wird in der Regel ein gewogenes arithmetisches Mittel aus den Kosten des Fremd- und des Eigenkapitals verwendet. Als Resultat der Abzinsung ergibt sich der Gesamtwert des Unternehmens. Zieht man davon den Wert des Fremdkapitals ab, so ergibt sich der Wert des Eigenkapitals, der Shareholder Value.

Folgen aus einer unbefriedigenden Höhe des Shareholder Value

Steigerung der Übernahmewahrscheinlichkeit

Welche Folgen ergeben sich für ein Unternehmen, wenn der Shareholder Value, ausgedrückt im Börsenkurs, unter dem Wert liegt, den das Unternehmen bei Beachtung der Grundsätze einer wertorientierten Führung haben könnte? Knüpfen wir zur Beantwortung dieser Frage zunächst einmal an das einführende Beispiel der VEBA AG und damit an die Unternehmen an, deren Anteile auf dem Kapitalmarkt gehandelt werden. Ein Börsenwert des Eigenkapitals unterhalb des von einem potentiellen Erwerber abgeschätzten inneren Wertes hat zur Folge, dass die Übernahme des Unternehmens wahrscheinlicher wird, wobei natürlich unterstellt ist, dass der Wert des Eigenkapitals durch ökonomische Maßnahmen des Erwerbers gesteigert werden kann. Weiterhin sei angenommen, dass den Personen und Institutionen, deren Kaufentscheide eine positive Wirkung auf die Börsenkurse haben, die notwendigen Informationen zur Bewertung der Situation zur Verfügung stehen und dass sie diese sachgerecht verarbeiten.

Eine Übernahme hat unterschiedliche Konsequenzen für die verschiedenen Gruppen des Unternehmens. Die Eigentümer können durchaus von einer Übernahme profitieren. Dies gilt insbesondere dann, wenn die übernehmende Partei einen Anreiz zum Verkauf von Anteilen in Form eines Aufschlags auf den aktuellen Börsenkurs setzt, wie dies beispielsweise bei der Übernahme der Mannesmann AG durch Vodafone D2 der Fall war. Ein Schaden kann hingegen insbesondere für die Arbeitnehmer des Unternehmens entstehen, wenn durch den neuen Eigner im Verlauf von Maßnahmen zur Eliminierung Verlust bringender Produkte oder zur Erhöhung der Produktivität Arbeitsplätze abgebaut werden. Insofern muss es letztlich im Sinne der Arbeitnehmer sein, dass ihr Unternehmen gar nicht erst eine Unterbewertung der Anteile aufgrund von Unwirtschaftlichkeiten erleidet.

⁷ Vgl. zu dessen Berechnung im Einzelnen Coenberg *et al.* (2002: 193).

Verschlechterung der Möglichkeiten der Eigenkapitalaufnahme

Die Verhinderung einer feindlichen Übernahme mit all ihren Unwägbarkeiten und Folgen für die Arbeitnehmer ist ein einleuchtender Grund für die Beachtung des Shareholder Value. Es gibt aber noch einen weiteren guten Grund, der in der Tatsache liegt, dass Unternehmen nur entstehen und Bestand haben, wenn sie – wie oben bereits gezeigt – mit Eigenkapital ausgestattet sind. Zwar arbeiten speziell deutsche Unternehmen mit einem weit überwiegenden Anteil von Fremdkapital (ca. 80 Prozent am Gesamtkapital im Durchschnitt der Unternehmen), ein Mindestanteil an Eigenkapital ist – speziell in Kapitalgesellschaften – jedoch unumgänglich. Die Ursache für diese Bedingung ist die bereits oben angeführte, in der Insolvenzordnung festgelegte Forderung, dass Unternehmen einem Insolvenzverfahren unterliegen, wenn ihr Vermögen geringer ist als ihre Schulden, wenn sie mithin überschuldet sind.⁸ Wäre also ein Unternehmen allein mit Fremdkapital ausgestattet und würde ein Verlust eintreten, so wäre der durch die Vorschrift der Insolvenzordnung sanktionierte Zustand unmittelbar erreicht. Um dies zu vermeiden, ist es eine wirtschaftliche Notwendigkeit, dass Unternehmen mit Eigenkapital – dem Kapital ihrer Eigentümer – finanziert werden. Das Eigenkapital steht wie ein Puffer vor dem Fremdkapital, indem es gegen entstehende Verluste gekürzt wird. Eigenkapital ist mithin ein wertvolles und knappes Gut, das den Unternehmen von risikofreudigen Personen zur Verfügung gestellt wird, die dafür natürlich eine Risikoprämie erwarten.

Was geschieht, wenn ein Unternehmen das von den Eigenkapitalgebern erwartete Entgelt nicht entrichten kann? Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden sich die Eigenkapitalgeber anderen, ertragreicheren Anlagemöglichkeiten zuwenden. Damit ist der Schluss konsequent, dass Unternehmen die Entgelterwartungen der Eigenkapitalgeber erfüllen müssen, um langfristig zu bestehen. Sollten die Eigenkapitalkosten eines ausschließlich mit Eigenkapital finanzierten Unternehmens 14 Prozent betragen, müsste das Unternehmen auf das investierte Kapital jährlich eine Rendite von mindestens 14 Prozent (auch als *hurdle rate* bezeichnet) verdienen. Daraus folgt die in Unternehmen mit Shareholder Value-Konzepten aufgestellte Forderung, dass die zu erzielende Kapitalrendite höher sein muss als die Kapitalkosten.⁹

Gründe für eine unbefriedigende Höhe des Shareholder Value

Schließt man eine „irrationale“ Börsenkursbildung aus, können mehrere Gründe für die hier im Vordergrund stehende und Konflikte zwischen Eigentümern und Arbeitnehmern hervorrufende Situation maßgebend sein, dass der Börsenkurswert eines Unternehmens unter dem errechneten und erreichbaren Marktwert liegt. So ist es möglich, dass in Teilbereichen neben Gewinn bringenden Produkten und Dienstleistungen auch solche vertrieben werden, die nachhaltig Verlust erzeugen. Wird das damit vom Markt gesetzte Signal in Form nicht die Kosten deckender Preise missachtet und insofern ignoriert, dass diese Leistungen nicht absatzmarktgerecht sind, erfolgt eine Sanktionierung durch den Kapitalmarkt in Form eines Börsenkurses, der unterhalb des Marktwertes liegt, der ohne Verlustprodukte möglich wäre.

⁸ Vgl. § 19 Insolvenzordnung.

⁹ Vgl. Kajüter (2002: 260ff.).

Gleiches gilt, sofern von Wettbewerbern eines Unternehmens die gleichen Marktleistungen mit einem geringeren Einsatz von Gütern – z. B. auch von Arbeitskräften –, oder mit gleichem Gütereinsatz höhere Leistungen erbracht werden. Die Wettbewerber arbeiten in diesen Fällen mit höherer Produktivität und werden von den Akteuren am Kapitalmarkt besser bewertet.

Ob ein diversifiziert aufgestellter Konzern Kursabschläge hinnehmen muss, weil er sich nicht ausschließlich auf seine Kernkompetenzen konzentriert, ist umstritten und auch nicht zweifelsfrei empirisch belegt. So weist beispielsweise ein stark diversifizierter Konzern wie General Electric eine beachtliche Ertragskraft und Überlebensfähigkeit auf. Immerhin ist das Unternehmen als Einziges aus der Reihe der ersten Mitglieder des Dow-Jones-Index aus dem Jahr 1896 verblieben.¹⁰

Grundzüge einer den Shareholder Value unterstützenden Unternehmenspolitik

Sollen negative Konsequenzen aus der Anwendung des Shareholder Value-Konzeptes vermieden werden, ist eine entsprechende Unternehmenspolitik zu verfolgen.

Deren erste Priorität sollte darin bestehen, dass Gewinn schmälernde Maßnahmen und Tatbestände, wie insbesondere das Festhalten an Verlust bringenden Produkten und Teilbetrieben, von vornherein vermieden werden.

Gelingt dies nicht, und finden sich Verlust bringende Produkte im Programm, ist diese Situation zunächst einmal sehr sorgfältig zu analysieren. Stellt sich nämlich heraus, dass ein Verlustprodukt angeboten werden muss, weil andere Gewinn bringende Produkte von den Kunden nur im Verbund mit diesem erworben werden, und erzielt der Produktverbund Gewinn, besteht kein Anlass für eine Streichung des Verlustproduktes aus dem Sortiment. Anders wäre zu entscheiden, wenn der Gewinn des Unternehmens ohne das Verlustprodukt höher läge.

In diesem Fall sollten *Gegensteuerungsmaßnahmen* ergriffen werden, so dass der Gewinn des gesamten Unternehmens und damit auch sein Wert an der Börse steigt. Allerdings ist diese Situation konfliktrichtig, denn der Preis für die Wertsteigerung ist unter Umständen der Abbau von Arbeitsplätzen. Diese würden wegfallen, wenn Verlustprodukte ohne eine ausgleichende Kompensation durch neue, Gewinn bringende Produkte eliminiert würden oder wenn die Arbeitsproduktivität durch Verringerung der Zahl an Arbeitskräften statt durch die Erhöhung der Produktions- und Absatzmenge erhöht würde.

Es lohnt sich jedoch durchaus, die zur Hebung von Gewinn und Produktivität notwendigen Maßnahmen – so unpopulär sie auch sein mögen – *freiwillig* anzugehen. Zwar sind die Konsequenzen letztlich ähnlich wie bei einer Übernahme und damit vergleichbar der Ergreifung fremdbestimmter Gegensteuerungsmaßnahmen, vermutlich kann jedoch sozialen Aspekten in vielen Fällen besser Rechnung getragen werden, wenn die im Unternehmen Verantwortlichen das Schicksal ihres Unternehmens und seiner Mitarbeiter selbst in die Hand nehmen.

Für eine proaktive Steuerung des Unternehmenswertes spricht auch die Tatsache, dass Unternehmen mit guten Börsenkursen bessere Möglichkeiten der Eigenkapitalaufnahme besitzen.

¹⁰ Vgl. Coenenberg und Salfeld (2003: 201).

Die angesprochene soziale Problematik ist es, die die Schließung von Wertlücken bzw. die Steigerung des Shareholder Value in der öffentlichen Diskussion häufig zum roten Tuch werden lässt. Bei Negierung der komplexen Zusammenhänge bleibt von dem Bemühen um einen angemessenen Unternehmenswert mit seinen unter Umständen negativen Konsequenzen nur noch der polemisch auf die kurze Formel gebrachte Satz übrig, dass der Abbau von Arbeitsplätzen die Börsenkurse erhöhe. In der Realität hat sich gezeigt, dass dies keineswegs automatisch der Fall ist und insbesondere dann nicht eintritt, wenn der Arbeitsplatzabbau das Unternehmen auf Dauer schädigt. Werden jedoch unproduktive Arbeitsplätze abgebaut, kann die oben beschriebene Folge für die Börsenkursentwicklung durchaus eintreten. Allerdings sind die Bedingungen zu bedenken, unter denen der zu beklagende Ursache-Wirkung-Zusammenhang zustande kommt. Kein Unternehmen würde auf den Einsatz von Arbeitskräften verzichten, wenn deren Zahl wettbewerbsgerecht ist und die Arbeitskräfte profitabel eingesetzt werden. Wie aber ist die Tatsache zu beurteilen, dass die Arbeitskräfte Produkte erstellen, die Verluste erbringen, oder wenn Wettbewerber bei ähnlichem oder höherem Kapitaleinsatz mit weniger Arbeitskräften bzw. mit geringeren Lohnkosten wirtschaften und damit höhere Gewinne erzielen? Solche Situationen führen, wie gezeigt, zu relativ niedrigeren Gewinnen und damit zu geringeren Börsenkursen mit steigender Gefahr einer Übernahme und sich verschlechternden Möglichkeiten der Eigenkapitalaufnahme.

Es ist wichtig anzufügen, dass die Steigerung des Unternehmenswertes allein noch nicht genügt, um eine Steigerung des Börsenkurses zu erreichen. Vielmehr muss der Kapitalmarkt von der Güte und Nachhaltigkeit der Wert steigernden Maßnahmen überzeugt werden. Zu diesem Zweck führen die betroffenen Unternehmen eine Reihe von Aktionen durch, die von persönlichen Begegnungen mit Kapitalmarktteilnehmern bis zu systematischen Berichten über verschiedene Facetten des unternehmerischen Wertmanagements im Rahmen von „Investor Relations“¹¹ bzw. des „Value Reporting“¹² reichen.

Shareholder Value – Steigerung als unternehmerisches Oberziel

Es ist eine grundlegende Tatsache, dass Unternehmen *Koalitionen* aus verschiedenen Gruppen sind, die alle ihren *Beitrag* leisten, damit am Absatzmarkt verkaufbare Leistungen zustande kommen. Jede Gruppe erwartet dafür einen *Anreiz*, der ausreichend ist, die Erbringung der Beiträge zu fördern. Die Unternehmenseigner haben das Recht, das Oberziel zu formulieren. Das für die Marktwirtschaft repräsentative Ziel der Erwirtschaftung finanzieller Überschüsse hat den Vorteil, dass es zielhierarchisch gesehen oberhalb der monetären Ziele steht, auf die die Interessen aller anderen Gruppen gerichtet sind. Mit anderen Worten: Die monetären Ziele aller nicht gewinnberechtigten Gruppen des Unternehmens sind Teilziele des Gewinnziels.

Im Rahmen einer theoretischen Abhandlung wie der vorliegenden ist es sicherlich erlaubt, einmal der Frage nachzugehen, ob auch eine oder mehrere der Gruppen, die keine Anteile am Eigenkapital besitzen und nicht gewinnberechtigt sind, wie z. B. Mitarbeiter, Gläubiger oder Kunden, für die Setzung des unternehmerischen Oberziels in Frage kommen könnten.

¹¹ Vgl. Günther und Otterbein (1996).

¹² Vgl. Fischer *et al.* (2002).

Betrachtet man beispielsweise die Mitarbeiter, so muss man berechnete Zweifel anmelden. Natürlich wäre es denkbar, dass alle erzielten finanziellen Überschüsse einer Periode den Mitarbeitern zugerechnet werden. Sie würden damit an die Stelle der Eigenkapitalgeber treten mit allen daraus resultierenden Konsequenzen. So müssten die Mitarbeiter auch Verluste übernehmen und damit eine Risiko tragende Position einnehmen, was ohne die Einzahlung von Eigenkapital unmöglich ist. Sie müssten also die Funktion der Eigenkapitalgeber mit übernehmen. Schwerwiegender ist jedoch sicherlich der Einwand, dass mit den Mitarbeitern eine Gruppe des Unternehmens, die auch Aufwand verursacht, die Höhe dieses Aufwandes selbst festlegen könnte mit der unter Umständen unerwünschten Folge, dass nach dieser autonomen Festlegung keine Überschüsse mehr anfallen. Da diese den Arbeitnehmern zugeflossen sind und diese das Verlustrisiko übernommen haben, müssten die Überschüsse oder doch zumindest ein Teil davon der Stärkung des Eigenkapitals dienen. Die Folge wäre ein Unternehmen, das im Eigentum der Mitarbeiter steht. Das Problem für ein solches Unternehmen wäre ohne Zweifel die Gründungsphase, in der noch kein durch Gewinn generiertes Eigenkapital bereitsteht. In der Folge müssten unpopuläre Entscheidungen, die heute von den Anteilseignern bzw. den ihre Interessen vertretenden Vorständen und Geschäftsführern getroffen werden, von den Mitarbeitern selbst getroffen werden.

Würden die Kunden die Berechtigung haben, die Geschicke des Unternehmens zu gestalten, würde dies eine Gruppe sein, deren Interessen einseitig auf Umsatzgrößen – also auch eine unterhalb des Gewinns stehende Zielgröße – gerichtet wären. Im Interesse der Kunden stehende Preissenkungen würden sich Gewinn schmälern auswirken, genauso wie steigende Erwartungen an die Produktqualität ohne entsprechende Bereitschaft, die Mehraufwendungen zu entgelten. Die Folgen wären ähnlich den oben für die Arbeitnehmer beschriebenen.

Jede Überbetonung eines Gruppenziels macht sich im Oberziel „Gewinn“ negativ bemerkbar; sollte dies zu einer „Unterbezahlung“ der Eigentümer führen, wären die oben beschriebenen Konsequenzen die Folge. Insofern hat das Gewinnziel die Eigenschaft, die zum Teil widerstrebenden Interessen aufzunehmen und ihre Auswirkung auf das Oberziel darzustellen sowie einen Ausgleich herbeizuführen.

Der durch die Beiträge aller Gruppen geschaffene Wert kommt vordergründig allein den Anteilseignern zugute. Sie sind als die Eigentümer des Unternehmens berechtigt, alle Überschüsse der Umsätze über die zur Erwirtschaftung der Umsätze angefallenen Aufwendungen und eventuelle Steigerungen der Anteilswerte für sich zu beanspruchen. Ihr Ziel, die Gewinnerwirtschaftung, wird damit zum obersten Ziel des Unternehmens. Allerdings ist nach den bisherigen Ausführungen festzustellen, dass auch Arbeitnehmer und andere mit dem Schicksal des Unternehmens verbundene Gruppen von einem die Verzinsungserwartungen erfüllenden Unternehmen letztlich profitieren. Interessant ist der Fall eines über die risikobehaftete Mindestverzinsung hinausgehenden Gewinns; hier erscheint eine Beteiligung der Mitarbeiter an diesem Übergewinn als faire und angemessene Lösung, die auch von vielen Unternehmen mehr und mehr praktiziert wird. So sind auch Coenenberg und Salfeld (2003: 3) der Auffassung, dass zwischen Wertschaffung und Wertverteilung getrennt werden müsse und dass eine solche Trennung die öffentliche Debatte inzwischen wesentlich entschärft habe. In fast allen bedeutenden Unternehmen hat die wertorientierte Steuerung zur Schaffung von Werten konzeptionell ihren festen Platz ge-

funden, und die Praxis wendet sich mehr und mehr dem drängenden Problem zu, wie die Wertschaffung strategisch und im Tagesgeschäft erfolgreich umgesetzt werden kann. Die Frage der Verteilung der geschaffenen Werte wirft normative Probleme auf, die innerhalb der Koalition *Unternehmen* wie bisher durch möglichst faire Verhandlungsprozesse zu lösen sind.

Shareholder Value und Arbeitsplatzsicherheit

Aus den bisherigen Ausführungen ist klar geworden, dass für den Erhalt von Arbeitsplätzen nicht das Konzept des Shareholder Value an sich eine Gefahr ist, sondern dass es Verstöße gegen das Konzept sind sowie das darauf folgende Bemühen, deren Folgen wieder rückgängig zu machen. Die Gründe für Unternehmen gefährdende Verletzungen des Shareholder Value-Konzepts sind vielfältig und liegen teils in Umweltentwicklungen. Da Umweltentwicklungen jedoch begegnet werden kann, liegen sie letztlich doch immer beim Management des Unternehmens. Ein wesentlicher Grund für Wert vernichtende Tendenzen sind durch mangelnde Nachfrage der Kunden verursachte Absatzprobleme in einem Produktbereich mit der Folge mangelnder Profitabilität. Es ist möglich, dass die Produkte weniger nachgefragt werden, weil sich die Wünsche der Kunden gewandelt haben. Möglich ist aber auch, dass Wettbewerber die betreffenden Produkte besser oder billiger anbieten, so dass sich die Kunden den Konkurrenzprodukten zuwenden. In beiden Fällen ist es eine Aufgabe des Managements, solche Entwicklungen zu erkennen und ihnen beispielsweise durch Produktverbesserungen oder das Ausweichen auf andere Produktfelder entgegenzuwirken. Eine solche früh erkennende und grundlegende Veränderungen herbeiführende Verhaltensweise stellt den besten Schutz gegen den Verlust des Arbeitsplatzes in einem Unternehmen dar.

Allerdings ist dies nur eine notwendige, aber noch keine hinreichende Bedingung. Angenommen, das Management erkennt frühzeitig die Gefahren aus nachlassender Nachfrage, so werden dennoch im Verlauf des technischen Fortschritts Arbeitsplätze gefährdet, weil im Wettbewerb insbesondere Arbeitskräfte durch den Einsatz von Maschinen und Anlagen ersetzt werden, sofern auf diese Weise die Produktivität erhöht werden kann und damit die Kosten gesenkt werden können. Von dieser Entwicklung sind insbesondere die Unternehmen bedroht, die Produkte ohne besondere Alleinstellungsmerkmale erzeugen, d. h. Produkte, die denen von Wettbewerbsunternehmen vergleichbar sind. Um in einem solchen Fall wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen alle betroffenen Unternehmen einer Branche dem Ersatz von Arbeit durch Kapital folgen, wenn sie nicht in der Lage sind, Alleinstellungsmerkmale aufzubauen. Sollen die für die Arbeitskräfte negativen Folgen aufgefangen werden, müssen neue Produkte entwickelt oder neue Märkte erobert werden – kurz: es muss Wachstum erzeugt werden, das neue Arbeitsplätze entstehen lässt. Im günstigsten Fall sind die Fähigkeiten der Arbeitskräfte, die durch den technischen Fortschritt ihre Arbeitsplätze verloren haben, ausreichend, um auf den Wachstumsfeldern neuer Produkte tätig zu werden. Weit schwieriger ist die Situation, wenn in einer Volkswirtschaft strukturelle Veränderungen erfolgen, indem sich beispielsweise das Verhältnis zwischen industrieller Produktion und Dienstleistungen verändert oder indem neue Produktionsverfahren auf neuen Technologien basieren, die die Arbeitskräfte unter Umständen nicht beherrschen, weil sie entsprechende Kenntnisse bislang nicht benötigten, so beispielsweise in der Informationstechnologie. Beide genannten Entwicklungen haben die letzten Jahr-

zehnte der wirtschaftlichen Entwicklung in reifen Volkswirtschaften geprägt. Sie stellen an die Arbeitskräfte zwei Anforderungen: Es muss der Wille und die Fähigkeit zur *Qualifikation* für die neuen Anforderungen vorhanden sein und es muss die Bereitschaft zur *Mobilität* gegeben sein, weil die „neue“ Arbeit vermutlich nicht an dem Platz verfügbar ist, an dem die alte Arbeit verloren ging. Fasst man beides zusammen, kommt man zu dem Schluss, dass eine wesentliche Voraussetzung die Bereitschaft zu Veränderungen ist.¹³

Zieht man zum Schluss dieses Beitrags ein Fazit, so kann dieses nur lauten, dass die Interessen der Anteilseigner und der Arbeitnehmer bezüglich der Sicherheit ihrer Arbeitsplätze in einem Unternehmen, dessen Wert aufgrund von Erfolgen am Absatzmarkt steigt, grundsätzlich in die gleiche Richtung gehen. Strittig kann in diesem Fall natürlich die Verteilung des geschaffenen Wertes sein. Eine kritische Situation tritt dann ein, wenn Arbeitsplätze durch unrentable Produkte oder mangelhafte Produktivität gefährdet sind. In einem solchen Fall, der von einem weitsichtigen Management so weit wie möglich durch frühzeitig ergriffene Anpassungsmaßnahmen vermieden werden sollte, haben die Anteilseigner sicherlich Vorteile, sofern die Behebung der schlechten Situation zum Abbau von Arbeitsplätzen führt. Langfristig gesehen ist das Überleben eines Unternehmens und damit auch die Stabilität der Arbeitsplätze jedoch nur gesichert, wenn die Produktivität und die Rentabilität den Ansprüchen, die in marktwirtschaftlichen Systemen gestellt werden, entsprechen.

Bibliographie

BÜHNER, Rolf. *Das Management-Wert-Konzept*. Stuttgart 1990.

COENENBERG, Adolf Gerhard, Wolfgang SCHULTZE und Johannes BIBERACHER. „Akquisition und Unternehmensbewertung“, in: Walther BUSSE VON COLBE, Adolf G. COENENBERG, Peter KAJÜTER, Ulrich LINNHOF (Hrsg.). *Betriebswirtschaft für Führungskräfte*. Stuttgart ²2002, 175-215.

COENENBERG, Adolf Gerhard und Rainer SALFELD. *Wertorientierte Unternehmensführung*. Stuttgart 2003.

FISCHER, Thomas M., Sabrina BECKER und Julia WENZEL. „Wertorientierte Berichterstattung – Ein empirischer Vergleich der internetbasierten Geschäftsberichte von DAX 30- und Nemax 50-Unternehmen“, *Kapitalmarktorientierte Rechnungslegung* 1 (2002), 14-25.

FRANZ, Klaus-Peter. „Wege zum Erhalt von Arbeitsplätzen“, in: Klaus-Peter FRANZ und Peter KAJÜTER (Hrsg.). *Kostenmanagement – Wertsteigerung durch systematische Kostensteuerung*, Stuttgart ²2002, 415-426.

GÜNTHER, Thomas. *Unternehmenswertorientiertes Controlling*. München 1997.

GÜNTHER, Thomas und S. OTTERBEIN. „Die Gestaltung der Investor Relations am Beispiel führender deutscher Aktiengesellschaften“, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 4 (1996), 389-417.

KAJÜTER, Peter. „Wertorientierte Unternehmensführung“, in: Walther BUSSE VON COLBE, Adolf G. COENENBERG, Peter KAJÜTER, Ulrich LINNHOF (Hrsg.). *Betriebswirtschaft für Führungskräfte*. Stuttgart ²2002, 257-286.

¹³ Franz (²2002).

Helmut Frister (Dekan)

Juristenausbildung im Umbruch

Einführung

Die Juristenausbildung steht vor erheblichen Veränderungen. Auf der Grundlage eines bereits im Sommer 2002 in Kraft getretenen Bundesgesetzes zur Reform der Juristenausbildung¹ hat der Düsseldorfer Landtag nunmehr auch ein neues Juristenausbildungsgesetz (JAG) für Nordrhein-Westfalen verabschiedet,² das am 1. Juli 2003 in Kraft tritt und bereits für alle Studierenden gilt, die sich nach dem 1. Juli 2006 zum Examen anmelden. Im Folgenden soll ein Überblick über die anstehenden Veränderungen insbesondere für die Ausbildung an der Universität gegeben und der Versuch unternommen werden, diese vorläufig zu bewerten. Dazu ist es zunächst notwendig, sich grundlegende Strukturen und Besonderheiten der deutschen Juristenausbildung zu vergegenwärtigen.

Die Grundstrukturen der deutschen Juristenausbildung

Einheitlichkeit der Ausbildung für alle juristischen Berufe

Der Beruf des Juristen ist von schon fast sprichwörtlicher Vielseitigkeit. Die Tätigkeiten eines auf internationale Unternehmenszusammenschlüsse spezialisierten Wirtschaftsanwalts, eines auf Kapital- oder Drogendelikte spezialisierten Strafverteidigers, eines Familien- oder Finanzrichters, eines städtischen Rechtsrates und eines Syndikusanwalts in der Rechtsabteilung eines Unternehmens haben auf den ersten Blick wenig miteinander gemein. Gleichwohl ist für alle diese Tätigkeiten grundsätzlich die gleiche Ausbildung erforderlich. Wer sie ausüben will, muss die Befähigung zum Richteramt gemäß § 5 des Deutschen Richtergesetzes (DRiG) erworben haben, d. h., er muss ein rechtswissenschaftliches Studium an einer Universität mit einer ersten Prüfung und einen anschließenden, von den Oberlandesgerichten organisierten praktischen Vorbereitungsdienst, die so genannte Referendarzeit, mit der zweiten Staatsprüfung erfolgreich abgeschlossen haben.

Dieses Prinzip des so genannten Einheitsjuristen hat in Deutschland eine lange Tradition, ist aber in neuerer Zeit nicht mehr unumstritten. Manche halten es durch die weit fortgeschrittene Ausdifferenzierung der Rechtsordnung für überlebt. Aufgrund der Fülle des Rechtsstoffes erscheint es ihnen ökonomischer, gezielt auf die Ausübung bestimmter juristischer Berufe oder Berufsgruppen hin auszubilden und damit auch der viel beklagten Praxisferne der juristischen Ausbildung wirksam zu begegnen, deren wesentlicher Grund darin besteht, dass es keine einheitliche Berufspraxis gibt, auf die der Jurist hin ausgebildet werden könnte. Der Reformgesetzgeber ist diesen Überlegungen jedoch zu Recht nicht gefolgt. Er geht weiterhin davon aus, dass es ungeachtet der fortgeschrittenen Ausdifferenzierung der Rechtsordnung über die verschiedenen Rechtsgebiete und unterschiedlichen

¹ Bundesgesetzblatt (BGBl.) 2002, Teil 1, S. 2592.

² Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen (GVBl. NRW) 2003, S. 135.

Berufsbilder hinweg eine einheitliche juristische Methodik gibt, deren Beherrschung die gemeinsame Basis für die Ausübung aller juristischen Berufe ist.

Auch den Gedanken, diese juristische Methodik lediglich in einer gemeinsamen Grundausbildung zu vermitteln und dann in einem zweiten Ausbildungsabschnitt nach verschiedenen Berufen oder Berufsgruppen zu differenzieren, hat der Gesetzgeber aus guten Gründen verworfen. Ein solches Modell hat den Nachteil, entweder die Ausbildung zu sehr zu verlängern oder die juristische Methodik nur oberflächlich und damit unzureichend vermitteln zu können. Deshalb ist es im Ergebnis vorzugswürdig, die Juristenausbildung auf die spezifischen juristischen Fertigkeiten zu konzentrieren und es in Kauf zu nehmen, dass die zur Ausübung des jeweiligen Berufes erforderlichen praktischen Fähigkeiten „on the job“ erlernt werden müssen. Dies hat auch den Vorteil, dass die Ausbildung nicht so schnell veraltet. Eine auf eine bestimmte Berufspraxis hin konzentrierte Juristenausbildung stünde in Anbetracht des rasanten Tempos der Rechtsentwicklung immer in der Gefahr, schon veraltet zu sein, bevor die Studierenden den von ihnen angestrebten Beruf schließlich ausüben.

Der Maßstab der „Befähigung zum Richteramt“

Ein zweites Charakteristikum der deutschen Juristenausbildung besteht darin, dass der Maßstab für alle Juristen die „Befähigung zum Richteramt“ ist. In Anbetracht der Tatsache, dass nur ein sehr kleiner Teil der Juristen tatsächlich als Richter tätig ist, erscheint dies auf den ersten Blick wenig einleuchtend. Dementsprechend wird vielfach eine zu große Richterorientierung der Juristenausbildung beklagt und gefordert, die Ausbildung verstärkt am Beruf des Rechtsanwalts auszurichten, der später von den meisten Studierenden ergriffen wird bzw. werden muss. Bei der jüngsten Reform der Juristenausbildung hat sich der Bundesgesetzgeber diese Forderung teilweise zu Eigen gemacht. Er hält zwar am Maßstab der „Befähigung zum Richteramt“ auch als Voraussetzung für die Zulassung zur Rechtsanwaltschaft fest, sieht aber vor, dass die anwaltliche Tätigkeit in der Ausbildung selbst künftig eine größere Rolle spielt, insbesondere, da während des Vorbereitungsdienstes nunmehr neun Monate als Pflichtstation bei einem Rechtsanwalt zu absolvieren sind.³

Indessen gibt es auch für die so genannte Richterorientierung der Juristenausbildung gute Gründe. Obwohl nur ein geringer Teil der Juristen später Richter wird, hat die richterliche Tätigkeit für die Ausbildung insofern besondere Bedeutung, als juristisches Handeln letztlich immer auf die Entscheidungstätigkeit von Gerichten bezogen ist. Dies ist für einen vor Gericht auftretenden Rechts- oder Staatsanwalt evident, gilt aber z. B. auch für Rechtsanwälte, die lediglich in der Beratung tätig sind sowie für sonstige juristische Berufe. Wer einen Vertrag so gestalten will, dass Streitfälle nach Möglichkeit vermieden werden, muss mögliche Streitfälle und ihre denkbare Entscheidung durch die Gerichte antizipieren und damit gleichfalls die Methoden kennen, nach denen solche Streitfälle vor Gericht entschieden werden. Insofern hat die Tätigkeit des Richters für die Ausbildung exemplarische Bedeutung. An ihr erlernt der angehende Jurist die spezifisch juristische Methodik, deren Beherrschung die gemeinsame Basis für die Ausübung aller juristischen Berufe ist.

³ Vgl. § 5 b, Abs. 4, S. 1 DRiG.

Dies gilt allerdings nur für den Kernbereich der richterlichen Tätigkeit, d. h. für das Erfassen und Feststellen von Sachverhalten sowie deren Entscheidung nach Rechtsregeln. Die übliche Form der Abfassung von Urteilen und Beschlüssen, die richterliche Verfügungstechnik und ähnliches hat für andere juristische Berufsbilder keinerlei exemplarischen Charakter und sollte deshalb ebenso „on the job“ erlernt werden wie entsprechende Arbeitstechniken anderer Berufe. Hier kann die derzeitige juristische Ausbildung, insbesondere im Bereich des Vorbereitungsdienstes, durchaus entschlackt werden. Außerdem hat die verstärkte Anwaltsorientierung der Ausbildung auch insofern einen guten Sinn, als die angehenden Juristen dazu angeleitet werden, Konfliktfälle nicht nur aus der neutralen Perspektive eines Richters zu betrachten. In der Ausbildung sollte frühzeitig deutlich gemacht werden, dass auch die einseitige Vertretung der Interessen einer Partei eine sinnvolle und in einem Rechtsstaat notwendige Form der juristischen Berufsausübung ist.

Kontrolle der Ausbildung durch die Justizverwaltung

Das dritte Charakteristikum der deutschen Juristenausbildung besteht in der Kontrolle dieser Ausbildung durch die Justizverwaltung. Sie erfolgt in zweierlei Weise: Zum einen schließt sich an das Universitätsstudium mit der so genannten Referendarzeit ein von der Justiz organisierter Ausbildungsabschnitt an, den jeder durchlaufen muss, der die Befähigung zum Richteramt erwerben will. Das diesen Ausbildungsabschnitt beendende zweite juristische Staatsexamen entscheidet im Wesentlichen über die Berufsaussichten der angehenden Juristen. Zum anderen wird aber auch das Universitätsstudium als erster Ausbildungsabschnitt bereits mit einem von der Justizverwaltung organisierten Examen abgeschlossen. An diesem Examen wirken zwar – anders als in der zweiten juristischen Staatsprüfung – auch Hochschullehrer mit, jedoch kommt die Mehrzahl der Prüfer aus der insbesondere richterlichen und staatsanwaltschaftlichen Praxis.

Aufgrund des Auseinanderfallens von Lehrenden und Prüfenden zeichnet sich das juristische Staatsexamen durch hohe Standards und ein vergleichsweise hohes Maß an Objektivität aus. Jedoch können sich die Studierenden nicht darauf verlassen, in der Prüfung nur das gefragt zu werden, was Gegenstand einer Lehrveranstaltung war. Die daraus resultierende Unsicherheit und gesteigerte Prüfungsangst ist der wesentliche Grund dafür, dass sich zur Vorbereitung auf die juristischen Examina kommerzielle Repetitorien etabliert haben, die den Studierenden erfolgreich die Vorstellung vermitteln, sie würden sie besser auf die im Examen gestellten Anforderungen vorbereiten als die Universität. Die Universitäten haben zwar vielfach versucht, dieser Entwicklung durch eigene Examensvorbereitungskurse entgegenzusteuern, deren Absolventen oft besser abschneiden als die Besucher kommerzieller Repetitorien, jedoch ist es trotz dieser Anstrengungen bisher nur in geringem Maße gelungen, das lukrative Geschäft mit der Angst einzudämmen. Kommerzielle Repetitorien sind heute faktisch ein Teil der Juristenausbildung.

Die Reform der Juristenausbildung

Der wesentliche Inhalt der beschlossenen Reform

Bei der verabschiedeten Reform hat der Gesetzgeber an der Grundstruktur der deutschen Juristenausbildung festgehalten. Die radikale Reformidee, die bisherige, unter Kontrolle der Justiz stattfindende Juristenausbildung durch ein einheitliches Universitätsexamen

zu ersetzen, dem sich dann für die verschiedenen juristischen Berufe spezifische Ausbildungsgänge anschließen könnten, hat sich ebenso wenig durchsetzen können wie Überlegungen zu einer Integration von theoretischer und praktischer Ausbildung (so genannte einstufige Juristenausbildung) oder zur Ersetzung des ersten juristischen Staatsexamens durch ein reines Universitätsexamen. Insofern handelt es sich bei der beschlossenen Reform um eine vorsichtige Neuordnung der Juristenausbildung, die aber gleichwohl diese Ausbildung erheblich verändern und möglicherweise auch den Einstieg zu einer weiteren grundlegenden Reform der Juristenausbildung darstellen könnte.

Ein wesentliches Anliegen der Reform besteht darin, die Studierenden besser auf die juristische Praxis vorzubereiten. Da der überwiegende Teil später im Anwaltsberuf tätig sein wird, will man dies – wie oben dargestellt – vor allem durch eine stärkere Berücksichtigung der anwaltlichen Praxis in der Referendarzeit erreichen. Aber auch während des Studiums sollen die Studierenden bereits verstärkt mit Fragestellungen aus der rechtsberatenden Praxis befasst werden. Außerdem will man dadurch besser auf die Berufspraxis vorbereiten, dass die Ausbildung auf „Schlüsselqualifikationen wie Verhandlungsmanagement, Gesprächsführung, Rhetorik, Streitschlichtung, Mediation, Vernehmungslehre und Kommunikationsfähigkeit“⁴ sowie auf Fremdsprachen erstreckt wird. Künftig soll grundsätzlich für jeden Studierenden eine fachspezifische Fremdsprachenausbildung obligatorisch sein.⁵

In den praktischen Auswirkungen wahrscheinlich bedeutsamer als diese Veränderungen ist die Einführung nicht mehr von der Justiz kontrollierter Prüfungen. Das erste juristische Staatsexamen wird künftig kein reines Justizexamen mehr sein, sondern aus zwei selbständigen Teilen bestehen. Zu der nach wie vor vom Justizprüfungsamt beim Oberlandesgericht organisierten Pflichtfachprüfung tritt eine universitäre Abschlussprüfung über einen vom Studierenden gewählten Schwerpunktbereich der Ausbildung, die mit immerhin 30 Prozent in die Examensnote eingeht. Die angebotenen Schwerpunktbereiche werden von den jeweiligen Fakultäten selbst definiert, so dass hier die Möglichkeit einer Profilbildung der Universitäten besteht. Außerdem wird eine universitäre Zwischenprüfung eingeführt, mit der ungeeignete Studierende frühzeitig ausgefiltert werden sollen, um ihnen die Möglichkeit zu geben, rechtzeitig auf ein anderes Studium bzw. eine andere Berufsausbildung umzusatteln.

Würdigung der Reform

Betrachtet man die einzelnen Aspekte der Reform der Juristenausbildung, so erscheint vieles einleuchtend. Gleichwohl fällt das Gesamturteil nicht uneingeschränkt positiv aus. Das hat seinen Grund darin, dass der Gesetzgeber einerseits an einer einheitlichen Juristenausbildung festgehalten hat, andererseits aber nicht mehr länger bereit zu sein scheint, die mit einer solchen Einheitlichkeit verbundenen Nachteile in Kauf zu nehmen. Eine einheitliche Juristenausbildung muss sich aus den eingangs dargelegten Gründen notwendigerweise auf die Vermittlung juristischer Kernkompetenz konzentrieren und kann damit nicht gezielt auf die juristische Berufstätigkeit vorbereiten. Wer am Gedanken des Einheitsjuristen festhält, aber gleichwohl unmittelbar auf juristische Berufe, insbesondere den Anwaltsberuf, vorbereiten will, läuft Gefahr, die Studierenden zu überfordern und damit Absolventen

⁴ § 5 a, Abs. 3, S. 1 DRiG.

⁵ Vgl. § 5 a, Abs. 2, S. 2 DRiG.

zu produzieren, die im Ergebnis weder über die notwendige juristische Kernkompetenz noch über unmittelbar verwertbare berufspraktische Fähigkeiten verfügen.

Welch hohe Anforderungen die Reform der Juristenausbildung an die Auszubildenden stellt, wird deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, dass schon bisher über die übergroße Stofffülle im Jurastudium lautstark Klage geführt wurde. Die aus der noch immer rasant fortschreitenden Ausdifferenzierung des Rechts resultierende Stofffülle wird durch verstärkte Anwaltsorientierung, Vermittlung von Schlüsselqualifikationen, Fremdsprachen und vor allem durch die hinzugekommene Schwerpunktausbildung noch einmal in ganz erheblichem Umfang vermehrt, ohne dass dem eine nennenswerte Entlastung durch Reduzierung des Pflichtfachkataloges gegenüberstehen würde. Vor der damit eigentlich nahe liegenden Konsequenz einer Verlängerung der Ausbildung ist der Gesetzgeber aber aus verständlichen Gründen zurückgeschreckt. Deutsche Absolventen sind im internationalen Vergleich bereits jetzt relativ alt. Den daraus resultierenden Wettbewerbsnachteil wollte man durch eine Verlängerung des Studiums nicht noch weiter verstärken.

Der verabschiedeten Reform der Juristenausbildung ist deshalb eine Tendenz zur Überforderung der Studierenden immanent, der die Universitäten bei der Umsetzung dieser Reform nach Möglichkeit entgegenwirken müssen. Dies kann meines Erachtens nur dadurch geschehen, dass man hinsichtlich der neu hinzugekommenen Studieninhalte „die Kirche im Dorf lässt“ und insbesondere der Versuchung widersteht, die für die Hochschullehrer sehr attraktive Schwerpunktausbildung zum Hauptbetätigungsfeld der universitären Juristenausbildung zu machen. Solange der Gesetzgeber mit meines Erachtens guten Gründen am Gedanken einer einheitlichen Juristenausbildung festhält, solange muss sich auch das juristische Studium im Wesentlichen auf die Vermittlung der juristischen Kernkompetenz konzentrieren. Die neu eingeführte Schwerpunktausbildung dient bei richtigem Verständnis gleichfalls diesem Ziel. Sie ist nicht als eine frühzeitige Spezialisierung, sondern als exemplarische Vertiefung eines Rechtsgebiets auszugestalten, die die Studierenden befähigt, sich später auch in andere Rechtsgebiete vertieft einzuarbeiten. Dem muss durch eine entsprechend breite Gestaltung der Schwerpunktbereiche Rechnung getragen werden.

Auch hinsichtlich der so genannten Anwaltsorientierung der Ausbildung und der Vermittlung von Schlüsselqualifikationen sollten die Universitäten sich bescheiden. Die Frage, wie ein Rechtsanwalt sein Büro organisiert, wird für die Mehrzahl der Studierenden später ungemein wichtig, sollte aber gleichwohl nicht zum Gegenstand des Universitätsstudiums gemacht werden. Auch das psychologische Fingerspitzengefühl im Umgang mit schwierigen Mandanten muss der Anwalt wohl oder übel in seiner Berufspraxis selbst erwerben. Die Universität und vor allem die Studierenden selbst wären überfordert, wenn auch diese Fähigkeit noch im Jurastudium vermittelt werden sollte. In Anbetracht des knappen Zeitbudgets können die stärkere Berücksichtigung der Anwaltperspektive und auch die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen im Wesentlichen nur innerhalb der zur Vermittlung des Stoffes ohnehin erforderlichen Lehrveranstaltungen erfolgen. Hinsichtlich der Schlüsselqualifikationen bedeutet dies insbesondere, dass die Studierenden frühzeitig zu mündlichen Vorträgen herangezogen werden müssen. Hier liegt in der derzeitigen Juristenausbildung in der Tat einiges im Argen.

Die verabschiedete Reform der Juristenausbildung birgt aber nicht nur die Gefahr einer Überforderung der Studierenden, auch die Universitäten selbst drohen durch diese Reform überfordert zu werden. Auf die juristischen Fakultäten kommt eine Fülle neuer Aufgaben

zu, ohne dass zur Erfüllung dieser Aufgaben zusätzliche Mittel gewährt würden. Die einzig vorgesehene Kompensation ist eine Absenkung der Studierendenzahlen durch Erhöhung des Curricularnormwertes. Diese Erhöhung allein ist aber bei weitem nicht ausreichend, um den entstehenden Mehraufwand auszugleichen. Wie die neu eingeführten Universitätsprüfungen ohne zusätzliche Korrektur- und Verwaltungskräfte abgewickelt werden sollen, ist derzeit noch nicht abzusehen.

Ergebnis und Ausblick

Insgesamt fällt die Bewertung der Reform der Juristenausbildung deshalb zwiespältig aus. Der Gesetzgeber wollte das Neue tun, aber das Alte nicht lassen, und hat so ein Mischmodell geschaffen, das zwar die Studierendenzahlen reduziert, den Fakultäten Chancen zur Profilierung bietet und durch die Einführung der universitären Schwerpunktbereichsprüfung möglicherweise auch kommerzielle Repetitorien zurückdrängt, seine Funktionsfähigkeit in der Praxis aber erst noch erweisen müssen. Es spricht einiges dafür, dass es nicht allzu lange dauern wird, bis die nächste Reform der Juristenausbildung ansteht. Wahrscheinlich wird im Zuge der Europäischen Einigung auch in Deutschland die Entwicklung langfristig dahin gehen, ein einheitliches Universitätsexamen für alle Juristen mit einer anschließenden berufsspezifischen Ausbildung vorzusehen. Das traditionelle deutsche System der Juristenausbildung hat zwar sicherlich viele Vorzüge, wird sich aber in Europa schwerlich durchsetzen können.

Karsten Altenhain

Effektiver strafrechtlicher Anlegerschutz? Die angebliche Verschärfung des Börsenstrafrechts nach dem Zusammenbruch des Neuen Markts¹

Einleitung

Im März 2000 erreichten die deutschen Aktienmärkte historische Höchststände. Kurz darauf platzte der Traum von der „New Economy“ und die wichtigsten Indizes gingen dramatisch zurück. Der DAX fiel bis zum März 2003 von 8136,16 Punkten auf 2188,75 Punkte. Der Nemax, der 1997 eingerichtete Index für den Neuen Markt, stürzte ab von 9665,81 Punkten am 10. März 2000 auf 351 Punkte am 21. März 2003.² Während der DAX inzwischen wieder gestiegen, aber immer noch weit von seinen früheren Höhen entfernt ist, wurde der Neue Markt am 5. Juni 2003 geschlossen. Das Ende der „New Economy“ ging nicht nur mit einer gigantischen, vornehmlich Kleinanleger treffenden Kapitalvernichtung einher – am Neuen Markt sollen es allein zwischen März 2000 und 2002 etwa 200 Milliarden € gewesen sein, am Aktienmarkt insgesamt über 600 Milliarden € (Buchverluste eingeschlossen). Es führte auch zu einem schweren Vertrauensverlust in den Kapitalmarkt – genauer: in die Integrität von Vorständen und Aufsichtsräten börsennotierter Unternehmen, von Banken, Anlageberatern, Wirtschaftsprüfern, Analysten und Journalisten. Viele Anleger zogen sich völlig aus dem Börsenhandel zurück. Die Zahl der Aktionäre sank, die Mittelzuflüsse zu Aktienfonds nahmen ab.

Die Reaktion der Anleger erscheint verständlich. Sie fühlen sich als Opfer eines gigantischen Schwindels, den Werner Seifert, Vorstandsvorsitzender der Deutsche Börse AG, so umschrieb: „Investoren und Arbeitnehmer [wurden] dazu verführt, Risiken zu akzeptieren, die sie nicht verstanden haben und die sie teilweise nicht wissentlich akzeptieren mussten. Gierige Manager und Geldgeber haben Risiko auf andere Leute abgewälzt, ohne deren informierte Zustimmung einzuholen, und sie haben damit deren bekannt erscheinende Risikoposition unterminiert.“³ Das ist sehr vorsichtig formuliert. Der Anlageberater Gottfried Heller wurde da deutlicher:

Es wurden – eigens für den Börsengang – dubiose Firmen gegründet, die dann durch einen Werbe-Overkill promoted wurden. Anschließend verhökerte man einen Teil des Unternehmens an die unbedarften Kleinanleger, und alle haben gut

¹ Die Abhandlung beruht auf der Antrittsvorlesung, die ich am 18. Juli 2003 an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gehalten habe. Meinem wissenschaftlichen Mitarbeiter Michael Haimerl danke ich herzlich für wertvolle Recherchen und hilfreiche Anregungen.

² Allzeittief am 24. September 2002: 325,45 Punkte.

³ Bei einer Veranstaltung anlässlich des fünfjährigen Bestehens des Neuen Markts am 10. März 2002; Zitat entnommen aus: <http://www.manager-magazin.de/geld/artikel/0,2828,186368-4,00.html> (1.6.2003).

verdient: Die Gründer, die Emissionsbanken, die beteiligten Analysten und so genannte Börsenjournalisten, die vorab großzügig beteiligt worden waren. Die Kleinanleger waren dabei nichts als Kanonenfutter.⁴

Der dadurch entstandene Vertrauensschaden besteht bis heute fort. Deshalb legte die Bundesregierung am 25. Februar 2003 einen „Maßnahmenkatalog zur Stärkung der Unternehmensintegrität und des Anlegerschutzes“ vor.⁵ „Zentraler Ansatz“ der geplanten Maßnahmen, so Bundesfinanzminister Hans Eichel, ist „der Schutz der Anleger vor Manipulationen der Märkte und falschen Informationen über die Kapitalmarktprodukte“.⁶ Gedacht wird dabei auch an eine Verschärfung des Strafrechts. Die zentrale Vorschrift ist hier der Straftatbestand der Marktpreismanipulation, §38 Abs. 1 Nr. 4 Wertpapierhandelsgesetz (WpHG). Auch er soll, wie Äußerungen aus dem Bundesjustizministerium vermuten lassen, in die geplante Revision des Strafrechts einbezogen werden.⁷ Das überrascht, weil dieser Straftatbestand erst im letzten Jahr durch das 4. Finanzmarktförderungsgesetz⁸ neu gefasst und in das WpHG eingefügt wurde. Sollte aber die folgende Betrachtung zeigen, dass er gravierende Mängel aufweist, die seine praktische Anwendung von vornherein unmöglich machen, so wäre eine neuerliche Reform nicht nur legitim, sondern sogar dringend erforderlich. Die Notwendigkeit einer effizienten Bekämpfung der Marktpreismanipulation kann vor dem Hintergrund der Ereignisse am Neuen Markt – insbesondere in den spektakulären Fällen *EM.TV*, *Comroad* und *Infomatec* – nicht ernstlich bestritten werden. Deshalb lässt es aufhorchen, wenn es nun im Urteil des Landgerichts München im Strafverfahren gegen die Gründer von *EM.TV* – die Brüder Thomas und Florian Haffa – heißt: „Dass mit dieser Regelung“ – gemeint ist §38 Abs. 1 Nr. 4 WpHG – „eine Verbesserung des strafrechtlichen Anlegerschutzes nicht erreicht wird, liegt auf der Hand.“⁹

Das Verbot der Marktpreismanipulation

Schauen wir uns den so gescholtenen Straftatbestand an: §38 Abs. 1 Nr. 4 WpHG ist ein Blanketttatbestand. Er verweist auf §39 Abs. 1 Nr. 1 und 2 WpHG, die ihrerseits wiederum auf das eigentliche Verbot der Marktpreismanipulation in §20a Abs. 1 S. 1 Nr. 1 und Nr. 2 WpHG Bezug nehmen. Für die Zwecke unserer Untersuchung können wir uns auf die erste Variante des §20a Abs. 1 S. 1 Nr. 1 WpHG beschränken. Danach ist es verboten, über einen Umstand, der für die Bewertung eines Wertpapiers erheblich ist, eine unrichtige Angabe zu machen, wenn diese geeignet ist, auf den Marktpreis des Wertpapiers einzuwirken. Wer dieses Verbot vorsätzlich übertritt, begeht eine Ordnungswidrigkeit und wird mit einer

⁴ Zitat entnommen aus: <http://www.manager-magazin.de/geld/artikel/0,2828,119155,00.html> (1.6.2003).

⁵ Der Maßnahmenkatalog geht zurück auf das 10-Punkte-Programm für Unternehmensintegrität und Anlegerschutz vom 28. August 2002 und wird von Bundesjustizministerium und Bundesfinanzministerium umgesetzt. Das Bundesfinanzministerium legte am 6. März 2003 Eckpunkte eines Finanzmarktförderungsplans 2006 vor, der die hier interessierenden Änderungen des Strafrechts nicht betrifft, da insoweit das Bundesjustizministerium die Federführung hat. Die Ziele des 10-Punkte-Programms werden aufgegriffen im Antrag der Regierungsfractionen vom 7. Mai 2003. Auch dort wird ausdrücklich auf den schweren „Vertrauensschaden“ hingewiesen, der durch die Verbreitung falscher Unternehmensinformationen eingetreten ist (vgl. Drucksache des Deutschen Bundestags, 15. Wahlperiode, Nr. 930, S. 3).

⁶ <http://www.bundesregierung.de/dokumente/-469090/Artikel.htm> (1.6.2003).

⁷ Vgl. Seibert (2003: 698).

⁸ Vgl. Bundesgesetzblatt, Teil I, 2002, S. 2010, 2032, 2037.

⁹ Landgericht München, *Neue Juristische Wochenschrift* (2003), 2328, 2330.

Geldbuße bis zu eineinhalb Millionen € belangt.¹⁰ Wer durch die vorsätzliche Tat zudem eine Änderung des Marktpreises des Wertpapiers bewirkt, begeht sogar eine Straftat und muss mit einer Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren rechnen.¹¹

Auch wenn unser Thema der strafrechtliche Anlegerschutz und damit nur §38 Abs. 1 Nr. 4 WpHG ist, kommen wir wegen dieser Regelungstechnik nicht umhin, uns auch näher mit dem Verbot der Marktpreismanipulation zu befassen. Ich möchte im Folgenden zuerst auf die dort geregelte tatbestandsmäßige Handlung eingehen – die unwahre Behauptung eines bewertungserheblichen und zur Marktpreisbeeinflussung geeigneten Umstands – und im Anschluss daran kurz auf den speziell in §38 WpHG verlangten tatbestandsmäßigen Erfolg – die Einwirkung auf den Marktpreis.

Tathandlung

§20a WpHG verbietet nicht jede falsche Angabe, sondern er untersagt nur solche falschen Angaben, die bewertungserhebliche Umstände betreffen und zur Kursbeeinflussung geeignet sind. Den Grund dafür zeigt ein Blick zurück in das Jahr 1884, als es den Straftatbestand der Marktpreismanipulation noch nicht gab und zur strafrechtlichen Bewältigung solcher Vorkommnisse nur der Straftatbestand des Betrugs (§263 Strafgesetzbuch) offen stand.

Die Einführung des Verbots der Marktpreismanipulation im Jahre 1884

Beim Betrug genügt jede Äußerung der Unwahrheit. Im Gegenzug verlangt das Gesetz jedoch, dass der Täter dadurch einen anderen täuscht, dieser über Vermögen verfügt, dadurch ein Vermögensschaden eintritt und der Täter in der Absicht handelt, sich (oder einen Dritten) auf Kosten des Geschädigten rechtswidrig zu bereichern. Diese weiteren Voraussetzungen sind in Fällen der Marktpreismanipulation wegen der Vielzahl der am Zustandekommen eines Wertpapiergeschäftes beteiligten Personen regelmäßig nicht erfüllt. Üblicherweise kommt es hier zu keinem direkten Geschäftskontakt zwischen Täuschendem und Anleger. Angenommen, ein Vorstandsmitglied einer AG nennt in einem Zeitungsinterview überhöhte Umsatzzahlen. Wenn daraufhin ein Anleger im Vertrauen auf die Richtigkeit der Umsatzzahlen die Aktie kauft, so erliegt er zwar einem Irrtum, er muss aber keinen Vermögensschaden erleiden – zum Beispiel dann, wenn er die Aktie nach kurzer Zeit Gewinn bringend wieder verkauft. Andererseits muss auch der Anleger, der einen Vermögensschaden hat, sich nicht irren – etwa dann, wenn er die Äußerung des Vorstands gar nicht kennt, sondern die Aktie nur deshalb kauft, weil sie vermehrt von anderen gekauft wird. Und schließlich muss auch das Vorstandsmitglied nicht in der Absicht handeln, sich auf Kosten des geschädigten Anlegers zu bereichern – regelmäßig ist es nicht der Verkäufer der Aktie, und sein Vorteil ist nicht identisch (stoffgleich) mit dem Nachteil des Anlegers. Die Folge dessen ist, dass es auf dem Kapitalmarkt zwar Lügner, Getäuschte, Geschädigte und Profiteure gibt, dass aber kaum jemals der Täuschende wegen Betrugs bestraft wird.

Der Gesetzgeber des Jahres 1884 zog daraus die Konsequenz, dass zur effektiven Bekämpfung der Marktpreismanipulation „der Tatbestand des Betruges zerlegt und schon das

¹⁰ Vgl. §39 Abs. 1 Nr. 1, Abs. 4 WpHG.

¹¹ Vgl. §38 Abs. 1 Nr. 4 WpHG.

betrügerische Manöver an sich [. . .] als strafbar hingestellt werden“¹² müsse. Wenn aber bereits das „betrügerische Manöver“ selbst unter Strafe gestellt wird – also die unwahre Behauptung – dann besteht die Gefahr, dass der Staat jede Lüge bestraft. Damit überschreitet er jedoch die Grenzen zulässigen Strafens. Denn es gibt kein generelles Recht des Bürgers gegen seine Mitbürger auf Wahrheit.¹³ Deshalb kann Lügen nur dann strafbar sein, wenn es dazu führt, dass der Bürger in einem Recht verletzt wird. Das ist beim Betrug das Vermögen. Wenn also der Gesetzgeber auf die weiteren Tatbestandsmerkmale des Betrugs verzichten und allein das Aufstellen einer unwahren Behauptung unter Strafe stellen will, so muss er den Straftatbestand so fassen, dass nicht jedes Lügen erfasst wird, sondern nur ein solches, das Rechte Dritter verletzt oder zumindest zu verletzen droht.

Der Gesetzgeber des Jahres 1884 konzipierte deshalb den Straftatbestand der Marktpreismanipulation als Delikt gegen das Vermögen und damit als Vorfeldtatbestand zum Betrug. Gemäß §249d Abs. 1 Nr. 2 des Allgemeinen Deutschen Handelsgesetzbuchs (AHGB) war strafbar, „wer in betrügerischer Absicht auf Täuschung berechnete Mittel anwendet, um auf den Kurs von Aktien einzuwirken.“ Nur eine unwahre Behauptung, die zu dem Zweck aufgestellt wurde, andere zu täuschen, zu schädigen und sich selbst zu bereichern, sollte bestraft werden. Diese Tatbestandsfassung hatte allerdings drei schwerwiegende Nachteile: Erstens war durch die Absichtsmerkmale das eigentliche Problem nicht gelöst, weil die Strafbarkeit unwahrer Behauptungen jedenfalls dann, wenn es um den Schutz des Vermögens geht, nicht davon abhängen kann, aus welchem Motiv heraus der Täter lügt. Strafgrund ist ansonsten nicht die Gefahr für das Vermögen Dritter, sondern die schlechte Gesinnung des Täters. Zweitens können Absichten des Täters im Strafverfahren nur schwer bewiesen werden. Und drittens war unklar, was eine „betrügerische Absicht“ war. Von ihr konnte nur bei demjenigen gesprochen werden, der sich auf verwerfliche Weise einen Vermögensvorteil verschaffen wollte.¹⁴ Was aber war verwerflich? Handelte etwa der Angestellte einer Emissionsbank verwerflich, der bei einer Neuemission durch Manipulationen den Anschein regen Kaufinteresses erweckte, um so den Kurs der Aktie künstlich hoch- und dadurch Spekulanten fern zu halten?

Die Beweisschwierigkeiten und die inhaltliche Unbestimmtheit hatten zur Folge, dass §249d Abs. 1 Nr. 2 AHGB und seine Nachfolger, die §§75¹⁵ und 88¹⁶ Börsengesetz (BörsG), nie praktische Bedeutung erlangten. Die Kritik gipfelte in dem Vorwurf, es handle sich um einen „höchst überflüssigen Tatbestand“, der den Anlegern „allenfalls einen Scheinschutz“ biete.¹⁷

Die Neuregelung der Marktpreismanipulation im Jahre 2002

Diesen Missstand wollte der Gesetzgeber des Jahres 2002 beheben. Er war der Ansicht, dass das „in den letzten Jahren verstärkte Fehlverhalten von Marktteilnehmern [. . .] nicht ausreichend sanktioniert“ worden sei. Deshalb war es sein Ziel, „den Anlegerschutz zu

¹² Stenografische Berichte des Reichstags, 1884. Band III (Anlagen), Nr. 21, S. 342.

¹³ Eine andere Frage ist, ob es in Einzelfällen ein Recht auf Wahrheit gibt und nur bei Verletzung dieses Rechts eine Täuschung im Sinne des §263 Strafgesetzbuch gegeben ist; siehe dazu (ablehnend): Tiedemann (¹¹2000: vor §263 Rn. 22ff.).

¹⁴ Vgl. Nussbaum (1910: §88 Anm. I a).

¹⁵ Börsengesetz vom 22. Juni 1896, in: Reichsgesetzblatt 1896, S. 157.

¹⁶ Börsennovelle vom 8. Mai 1908, in: Reichsgesetzblatt 1908, S. 193.

¹⁷ Rössner und Worms (²1997: §9 Rn. 4).

stärken, indem [. . .] die rechtlichen Voraussetzungen dafür geschaffen werden, das Verbot der Kurs- und Marktpreismanipulation [. . .] wirksam durchzusetzen.“¹⁸ Das bedeutete vor allem Eines: die Neufassung des Straftatbestands. Der Gesetzgeber versuchte, die Absichtsmerkmale weitgehend aus dem Straftatbestand zu verbannen und sie durch objektive Tatbestandsmerkmale zu ersetzen. Die tatbestandsmäßige Handlung besteht nun darin, dass der Täter eine falsche Angabe über einen Umstand macht, der für die Bewertung eines Wertpapiers erheblich ist, und dass diese Angabe geeignet ist, auf den Marktpreis des Wertpapiers einzuwirken.¹⁹ Die Frage ist, ob mit dieser auch für den Straftatbestand verbindlichen Neufassung ein effizienter strafrechtlicher Anlegerschutz möglich ist.

Bei näherer Betrachtung fällt zunächst auf, dass sich die beiden Tatbestandsmerkmale der Bewertungserheblichkeit und der Eignung zur Einwirkung auf den Marktpreis inhaltlich überschneiden. Ein Umstand, der für die Bewertung eines Wertpapiers erheblich ist, ist immer auch geeignet, auf den Marktpreis des Wertpapiers einzuwirken. Denn die Einwirkung auf den Marktpreis erfolgt über das Verhalten der Anleger. Sie richten sich bei ihrer Entscheidung, ob sie ein Wertpapier kaufen oder verkaufen, danach, wie sie dessen Wert einschätzen. Und dieser Einschätzung legen sie eben solche Umstände zugrunde, die für die Bewertung des Wertpapiers erheblich sind.²⁰

Diese gesetzgeberische Fehlleistung führt dazu, dass im Ergebnis jede falsche Angabe über einen bewertungserheblichen Umstand untersagt ist. Wonach aber bestimmt sich, wann ein Umstand bewertungserheblich ist? Diese Frage treibt Wissenschaft und Praxis seit jeher um. Dabei gilt das bereits im alten §88 BörsG enthaltene Tatbestandsmerkmal der Bewertungserheblichkeit als inhaltlich schwer bestimmbar. Es diente von vornherein nur dazu, Bagatellfälle aus dem Anwendungsbereich auszuschließen²¹ – also unwahre Behauptungen über Umstände, die für Anleger belanglos sind. Vor dem Hintergrund des Vergleichs mit dem Betrug spricht der Gesetzgeber mit dem Tatbestandsmerkmal der Bewertungserheblichkeit also eine blanke Selbstverständlichkeit aus. Denn eine Täuschung über einen Umstand, den der Anleger von vornherein unbeachtet lässt, kann auch zu keiner Anlageentscheidung und damit zu keinem Schaden führen. Das Problem liegt darin, dass nicht von vornherein feststeht, was Anleger als beachtlich einstufen und was nicht. Die verschiedenen Versuche, hier klare Kriterien zu finden, sind sämtlich gescheitert. Zurück blieb die eher resignative Feststellung, die Bewertungserheblichkeit könne nur in jedem Einzelfall anhand der Verkehrsanschauung bestimmt werden.²²

Fraglich ist, ob angesichts dieses ernüchternden Befunds das zweite Tatbestandsmerkmal – die Eignung zur Kursbeeinflussung – weiterhilft. Dabei bietet sich ein Seitenblick auf zwei andere zentrale Stellen des WpHG an, wo sich ein ähnlich formuliertes Merkmal findet: die „Eignung zur erheblichen Kursbeeinflussung“. Dieses Tatbestandsmerkmal taucht sowohl bei der Definition der Insidertatsache²³ als auch bei der Bestimmung der *ad hoc* zu veröffentlichenden Tatsachen²⁴ auf. Wissenschaft und Praxis vertreten hier über-

¹⁸ Drucksache des Deutschen Bundestags, 14. Wahlperiode, Nr. 8017, S. 62f.

¹⁹ Vgl. §20a Abs. 1 Nr. 1 WpHG.

²⁰ Vgl. Altenhain (2002: 1877) und Sorgenfrei (2002: 325).

²¹ Vgl. Drucksache des Deutschen Bundestags, 10. Wahlperiode, Nr. 318, S. 46.

²² Vgl. Drucksache des Deutschen Bundestags, 10. Wahlperiode, Nr. 318, S. 46.

²³ Vgl. §13 Abs. 1 WpHG.

²⁴ Vgl. §15 Abs. 1 WpHG.

wiegend eine so genannte „funktionsbezogene Auslegung“.²⁵ Sie beurteilen die Eignung zur Kursbeeinflussung danach, welchen Kauf- oder Verkaufsanreiz die Tatsache auf einen rational handelnden Anleger ausübt. Diese „Theorie des Handlungsanreizes“ hat schon auf den ersten Blick den Nachteil, dass sie stark wertungsabhängig ist. Sie gibt demjenigen, der sich fragt, ob die Ausnutzung seines Sonderwissens bzw. die Nichtveröffentlichung der Tatsache gegen §13 oder §15 WpHG verstößt, nur einen äußerst vagen Maßstab an die Hand. Und sie setzt ihn dem weiten Einschätzungsspielraum der Aufsichtsbehörde oder des Richters aus, der später über die Frage zu entscheiden hat, ob der Täter sich wegen eines Insidergeschäfts strafbar oder wegen unterlassener Mitteilung einer mitteilungsrechtlichen Tatsache ordnungswidrig verhalten hat. Sie krankt aber auch daran, dass sie letztlich nichts sagend ist. Denn ob ein Anleger, der von der Tatsache erfährt, einen Handlungsanreiz empfindet, das beurteilt sich doch wieder allein danach, ob er sie als bewertungserheblich einstuft. Damit sind wir erneut am Ausgangspunkt angelangt.

Zusammenfassung

Zusammenfassend können wir festhalten, dass der Gesetzgeber durch den Verzicht auf Absichtsmerkmale zwar die Beweisschwierigkeiten verringert hat, dass er aber das grundsätzliche Problem der Unbestimmtheit nicht gelöst hat. Das ist nicht nur aus der Sicht des Strafrechts höchst bedenklich – denn Straftatbestände müssen gemäß Art. 103 Abs. 2 des Grundgesetzes so bestimmt sein, dass der Bürger im Vorhinein weiß, ob sein Verhalten verboten oder erlaubt ist. Es ist auch vor dem Hintergrund der Erfahrungen mit den früheren Fassungen des Straftatbestands der Marktpreismanipulation kriminalpolitisch unverständlich. Denn deren praktische Bedeutungslosigkeit gründete gerade auch in ihrer inhaltlichen Unbestimmtheit. Unbestimmte Straftatbestände sind häufig Straftatbestände, die zwar theoretisch vieles verbieten, praktisch aber niemanden schützen. Und es ist schließlich auch ordnungspolitisch unklug: Wenn der Gesetzgeber einem Markt Regeln gibt, dann kann das durchaus auch positive wirtschaftliche Effekte haben. So ist es gerade das Ziel der seit 1986 ergangenen Börsengesetznovellen und Finanzmarktförderungsgesetze, die Wettbewerbsfähigkeit des Finanzplatzes Deutschland zu stärken. Dass hier gesetzgeberische Maßnahmen erforderlich waren und sind, ist ernstlich von niemandem bestritten worden. Nur ist es misslich, wenn der Gesetzgeber dann bei der Bestimmung dessen, was verboten und was erlaubt ist, zu keiner klaren Regelung findet. Denn dann wissen die einen nicht, wozu sie verpflichtet sind, und die anderen nicht, worauf sie vertrauen dürfen. Das aber fördert nicht den Wettbewerb, sondern es hemmt ihn.

Taterfolg

Wenden wir uns nun dem zweiten Tatbestandsmerkmal zu: dem Taterfolg. Eine Marktpreismanipulation ist nur dann strafbar, wenn sie tatsächlich auf den Marktpreis des Wertpapiers einwirkt.²⁶ Dieses Erfolgserfordernis war bislang sowohl im Börsenstrafrecht als auch europarechtlich völlig unbekannt. Und das zu Recht. Denn es macht den Straftatbestand im Ergebnis unanwendbar.

²⁵ Statt vieler: Fürhoff und Wölk (1997: 455), Cahn (1998: 17f.), Gehrt (1997: 160ff.), Dreyling (2000: 137f.) und Dreyling und Schäfer (2001: Rn. 422); ebenso das Landgericht Stuttgart, in: *Zeitschrift für Wirtschafts- und Steuerstrafrecht* (2003), 153, 157.

²⁶ Vgl. §38 Abs. 1 Nr. 4.

Unklar ist bereits, wie der Erfolg bestimmt werden soll. Welcher Marktpreis ist gemeint, wenn das Gesetz verlangt, der Täter müsse auf den Marktpreis eingewirkt haben? Der Preis ist nichts Statisches, das sich durch eine Einwirkung des Täters einmal verändert. Er wird im Gegenteil ständig neu festgesetzt. Welchen der vielen nacheinander festgesetzten Preise meint das Gesetz? Den Preis, der zeitlich unmittelbar nach der falschen Behauptung des Täters galt? Dann aber könnte es sein, dass die Äußerung des Täters deshalb nicht ursächlich für diesen Preis ist, weil sie von den Marktteilnehmern noch gar nicht wahrgenommen worden ist. Oder vielleicht der Preis nach Ablauf einer – wie festzusetzenden – Frist? Dann aber besteht das Problem, dass die Kausalität der Äußerung des Täters nicht (mehr) festgestellt werden kann, weil inzwischen eine Vielzahl von weiteren Faktoren – etwa auch Äußerungen Dritter – hinzugekommen sind.

Noch schwieriger, ja geradezu unmöglich ist der Nachweis, dass der Täter überhaupt auf den Preis eingewirkt hat. Es ist fast ausgeschlossen, im polykausalen Börsengeschehen gerade die Ursächlichkeit einer einzelnen Behauptung für das Zustandekommen eines bestimmten Marktpreises zu einem bestimmten Zeitpunkt festzustellen.²⁷ Insbesondere ist es nicht möglich, vom Marktpreis auf die Ursächlichkeit der falschen Angabe rückzuschließen. Der Richter kann zwar feststellen, dass sich der Marktpreis des Wertpapiers nach der Verbreitung einer falschen Tatsache in einem bestimmten Maße nach oben oder unten bewegt hat. Aber diese Änderung muss nicht notwendig eine Reaktion des Marktes auf die Tathandlung sein. Sie kann auch auf anderen Ursachen, wie z. B. allgemeinen Börsen- oder Markttrends, oder auf einer generell besonders unruhigen Stimmung an der Börse beruhen oder sich gar ohnehin noch im Rahmen der normalen Kursschwankungen (Volatilität, Liquidität) des betreffenden Wertpapiers bewegen. Umgekehrt schließt die Tatsache, dass der Marktpreis nach der Verbreitung der unrichtigen Tatsache nicht gestiegen oder gefallen ist, nicht zwingend eine Kursbeeinflussung aus. Denn es kann ja auch so sein, dass die Tathandlung eine in entgegengesetzter Richtung eintretende Kursbewegung neutralisiert hat. Selbst im Falle sinkender Aktienkurse nach der Veröffentlichung unrichtiger positiver Unternehmensmeldungen ist nicht von vornherein ausgeschlossen, dass die verbreiteten Nachrichten den Kurs positiv beeinflusst haben. Denn es kann auch so sein, dass der Kurs ohne die Veröffentlichung der unrichtigen Meldungen noch stärker gefallen wäre. Das war zum Beispiel das Problem im Fall *EM.TV*.

Bereits diese einfachen Fallkonstellationen zeigen, wie schlecht der Gesetzgeber beraten war, als er das Erfolgserfordernis einführte. Man muss sich angesichts dessen fragen, ob er vielleicht entgegen seiner wortreichen Bekundungen gar keinen effektiven Straftatbestand schaffen wollte oder ob er dies zwar wollte, dabei aber in aller Schlichtheit von einem linearen monokausalen Wirkungsmechanismus ausging, der der Polykausalität des Kapitalmarkts nicht einmal ansatzweise gerecht wird.

Der kurze Blick auf das Erfolgserfordernis untermauert zudem unsere Kritik an dem Tatbestandsmerkmal der Eignung zur Marktpreisbeeinflussung. Wenn es schon *ex post* fast unmöglich ist, einen Ursachenzusammenhang festzustellen, wie soll dann der Normadressat *ex ante* in der Lage sein zu erkennen, ob sein Verhalten ursächlich sein kann oder nicht? Diese Unsicherheit muss der Gesetzgeber dem Normadressaten abnehmen und

²⁷ Vgl. Ziouvas und Walter (2002: 1487f.); siehe auch: Altenhain (2002: 1876), Möller (2002: 316), Sorgenfrei (2002: 329f.) und Tripmaker (2002: 292).

selbst festlegen, welche Handlungen möglicherweise ursächlich und deshalb verboten sind und welche nicht.

Zusammenfassung und Ausblick

Das Ergebnis unserer Untersuchung lautet: Der Straftatbestand der Marktpreismanipulation ist in seiner gegenwärtigen Fassung nicht geeignet, einen effektiven Anlegerschutz zu gewährleisten. Damit stehen wir vor der Frage, ob und wie sich ein effektiver strafrechtlicher Anlegerschutz überhaupt erreichen lässt.

Diese Frage kann nur beantworten, wer sich zuvor Klarheit darüber verschafft hat, was mit dem Ziel des effektiven strafrechtlichen Anlegerschutzes überhaupt gemeint ist. Es kann dabei sicherlich nicht darum gehen, dem Anleger das grundsätzliche Risiko abzunehmen, das mit jeder Geldanlage am Kapitalmarkt verbunden ist. Und es kann bei einem strafrechtlichen Anlegerschutz auch nicht darum gehen, ihn vor jeder Unwahrheit zu schützen. Diese Einsicht findet sich, wie wir gesehen haben, schon beim Gesetzgeber des Jahres 1884. Strafrechtlicher Schutz kann dem Anleger nur vor solchen unwahren Behauptungen zukommen, die die Gefahr begründen, dass er aufgrund ihrer einen Vermögensschaden erleiden wird. Diese Gefahr besteht aber nur dort, wo er sich unbesehen auf Informationen verlässt. Die Kernfrage des strafrechtlichen Anlegerschutzes ist: Worauf darf sich der Anleger verlassen? Es geht also um die Abgrenzung von Verantwortungsbereichen, um die Bestimmung dessen, wofür der Einzelne selbst verantwortlich ist und wobei er sich auf andere verlassen darf.

Diese Abgrenzung überlässt der Gesetzgeber der Aufsichtsbehörde, den Staatsanwaltschaften und den Gerichten, indem er Formeln wie „für die Bewertung eines Vermögenswertes erheblich“ oder „geeignet, auf den inländischen Börsen- oder Marktpreis einzuwirken“ verwendet. Das ist, wie wir gesehen haben, verfassungsrechtlich bedenklich und kriminal- und ordnungspolitisch unklug. Daran ändert sich auch nichts dadurch, dass der Gesetzgeber in §20a Abs. 2 WpHG die Möglichkeit vorgesehen hat, dass die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht durch Rechtsverordnung nähere Bestimmungen darüber erlassen kann, welche Umstände bewertungserheblich sind.²⁸ Ein solcher von der Aufsichtsbehörde erstellter Katalog mag zwar in einzelnen Fällen Klarheit schaffen, er ändert aber nichts an der tatbestandlichen Unbestimmtheit selbst.

Sie kann nur der Gesetzgeber durch eine abschließende Aufzählung unzulässiger falscher Angaben beseitigen. Ich schlage deshalb vor, dass der Gesetzgeber im Zuge der anstehenden Gesetzesrevision den Straftatbestand der Marktpreismanipulation von den unbestimmten Tatbestandsmerkmalen befreit und an ihre Stelle einen abschließenden Katalog manipulativer Tathandlungen setzt.²⁹ In ihm wären beispielsweise zu nennen: Rückzug aus oder Aufnahme von neuen Kerngeschäftsfeldern, bedeutende Erfindungen, Patente oder Lizenzen, Abschluss, Änderung oder Kündigung bedeutender Vertragsverhältnisse usw.³⁰

²⁸ Vgl. nun den „Entwurf einer Verordnung zur Konkretisierung des Verbotes der Kurs- und Marktpreismanipulation“, <http://www.bundesfinanzministerium.de/Anlage19516/Entwurf-einer-Verordnung-zur-Konkretisierung-des-Verbotes-der-Kurs-und-Marktpreismanipulation.pdf> (30.10.2003)

²⁹ Dieser Katalog hätte hinsichtlich der in ihm aufgezählten Umstände zugleich Bedeutung für das Verbot des Insiderhandels und – wegen des dort geforderten Unternehmensbezugs allerdings mit Einschränkungen – für das Gebot der *Ad-hoc*-Mitteilung.

³⁰ Beispiele entnommen aus dem so genannten Leitfaden Deutsche Börse AG, in: *Wertpapiermitteilungen* (1994),

Wird auf diese Weise an die Stelle unbestimmter Begriffe eine enumerative Aufzählung unzulässiger manipulativer Handlungen gesetzt, dann kann im Straftatbestand der Marktpreismanipulation auch das – allemal verfehlt – Erfolgserfordernis ersatzlos gestrichen werden. Weil im Gesetz verbindlich festgelegt ist, welche Äußerungen wegen ihrer Gefährlichkeit für das Vermögen der Anleger untersagt sind, ist kein Grund dafür ersichtlich, den Verstoß gegen dieses Verbot nur zu bestrafen, wenn der Täter auf den Marktpreis eingewirkt hat. Dieses Korrektiv zur Eingrenzung eines aufgrund seiner Unbestimmtheit ansonsten zu weit gehenden Tatbestands bedarf es dann nicht.

Der Vorschlag einer abschließenden Aufzählung manipulativer Verhaltensweisen führt also zu einer inhaltlich bestimmten, in ihrer Anwendung einfachen, vom Erfolgserfordernis befreiten und damit auch effizienten Regelung. Er ist allerdings nicht neu.³¹ Gegen ihn wird seit jeher *ein* Argument vorgebracht. Ein abschließender Katalog unzulässiger Manipulationshandlungen sei notwendig unvollständig und biete daher findigen Tätern die Möglichkeit strafloser Marktpreismanipulationen. Dieses Argument überzeugt aus zwei Gründen nicht: Es suggeriert zum einen die Möglichkeit einer Tatbestandsfassung, in der mit einer Generalklausel alle Formen verwerflichen Verhaltens erfasst werden, und übergeht dabei geflissentlich, dass der Gesetzgeber gerade diesen Weg in den letzten 120 Jahren erfolglos beschritten hat. Konsequenz dieses permanenten Scheiterns ist bis heute eine Situation, in der es gerade wegen des Fehlens klar konturierter Gesetze an einem effizienten Anlegerschutz fehlt. Wieso dieser Rechtszustand, in dem ein Gesetz wegen seiner unbestimmten Fassung theoretisch viel verbietet, aber praktisch nichts wirksam untersagt, besser ist als ein Rechtszustand, in dem ein inhaltlich bestimmtes und nur in seltenen Fallkonstellationen vielleicht lückenhaftes Gesetz eindeutige und überprüfbare Verbote aufstellt, ist unerfindlich. Dass Strafbarkeitslücken bestehen können, ist aber auch aus rein strafrechtlicher Sicht kein Argument, das unbestimmte Straftatbestände legitimiert. Es ist im Gegenteil gerade das Kennzeichen eines rechtsstaatlichen Strafrechts, dass es nicht durch unbestimmte Tatbestände flächendeckend alles mit Strafe bedroht, sondern bestimmt und – auch deshalb – immer fragmentarisch ist.

Bibliographie

- ALTENHAIN, Karsten. „Die Neuregelung der Marktpreismanipulation durch das 4. Finanzmarktförderungsgesetz“, *Betriebs-Berater* (2002), 1874-1879.
- CAHN, Andreas. „Grenzen des Markt- und Anlegerschutzes durch das WpHG“, *Zeitschrift für das gesamte Handels- und Wirtschaftsrecht* (1998), 1-50.
- DREYLING, Georg. „Zur Frage der Kurserheblichkeit im Rahmen der Ad-hoc-Publizität und im Insiderrecht des Wertpapierhandelsgesetzes“, in: Marcus RIEKEBERG und Karin STENKE (Hrsg.). *Banking 2000*. Wiesbaden 2000, 131-142.
- DREYLING, Georg und Frank A. SCHÄFER. *Insiderrecht und Ad-hoc-Publizität*. Köln 2001.
- FÜRHOFF, Jens und Armin WÖLK. „Aktuelle Fragen zur Ad-hoc-Publizität“, *Wertpapier-Mitteilungen* (1997), 449-455.

2038, 2048; konkreter noch: Tippach (1995: 149f.); siehe nun auch §2 Abs.3 des Verordnungsentwurfs (vgl. Fußnote 28).

³¹ Ebenso aus dem Strafrecht: Lampe *et al.* (1977: 74ff.) zu §190 Alternativ-Entwurf; Scheu (1974: 150f.).

- GEHRT, John Alexander. *Die neue Ad-hoc-Publizität nach §15 Wertpapierhandelsgesetz*. Baden-Baden 1997.
- LAMPE, Ernst-Joachim, Theodor LENCKNER, Walter STREE, Klaus TIEDEMANN und Ulrich WEBER. *Alternativ-Entwurf eines Strafgesetzbuchs, Besonderer Teil, Straftaten gegen die Wirtschaft*. Tübingen 1977.
- MÖLLER, Andreas. „Die Neuregelung des Verbots der Kurs- und Marktpreismanipulation im 4. Finanzmarktförderungsgesetz“, *Wertpapier-Mitteilungen* (2002), 309-317.
- NUSSBAUM, Arthur. *Kommentar zum Börsengesetz für das Deutsche Reich*. München 1910.
- RÖSSNER, Michael-Christian und Alexander WORMS. „Börsenstrafrecht“, in: Heinz-Dieter ASSMANN und Rolf A. SCHÜTZE (Hrsg.). *Handbuch des Kapitalanlagerechts*. München ²1997, §9.
- SCHEU, Udo Karl. *Das Börsenstrafrecht und seine Reform*. Gießen 1974.
- SEIBERT, Ulrich. „Das 10-Punkte-Programm Unternehmensintegrität und Anlegerschutz“, *Betriebs-Berater* (2003), 693-696.
- SORGENFREI, Ulrich. „Zum Verbot der Kurs- und Marktpreismanipulation nach dem 4. Finanzmarktförderungsgesetz“, *Zeitschrift für Wirtschafts- und Steuerstrafrecht* (2002), 321-331.
- TIEDEMANN, Klaus. „Kommentierung des §263 StGB“, in: Burkhard JÄHNKE, Heinrich Wilhelm LAUFHÜTTE und Walter ODERSKY (Hrsg.). *Leipziger Kommentar zum Strafgesetzbuch*. Berlin ¹¹2000.
- TIPPACH, Stefan. *Das Insider-Handelsverbot und die besonderen Rechtspflichten der Banken*. Köln 1995.
- TRIPMAKER, Stefan. „Der subjektive Tatbestand des Kursbetrugs“, *Zeitschrift für Wirtschafts- und Steuerstrafrecht* (2002), 288-292.
- ZIOUVAS, Dimitris und Tonio WALTER. „Das neue Börsenstrafrecht mit Blick auf das Europarecht“, *Wertpapier-Mitteilungen* (2002), 1483-1488.

Andreas Feuerborn

Deregulierung im Arbeitsrecht? Die angebliche 1:1-Umsetzung der Hartz-Vorschläge zur Leiharbeit¹

Ursprünglich sollte meine Antrittsvorlesung den Titel „Hartz und die Folgen“ erhalten. Davon habe ich jedoch wieder Abstand genommen, denn mit dieser Überschrift hätte ich Peter Hartz zumindest teilweise Unrecht getan. Er hat sich nämlich schon kurz nach Verabschiedung der beiden Gesetze, die die Vorschläge seiner Kommission umsetzen sollten,² deutlich von den Neuregelungen im Bereich der Leiharbeit distanziert.³ Während seine Kommission eine weitgehende Liberalisierung der Leiharbeit vorgeschlagen hatte, verpflichten die neuen Regelungen den Verleiher vor allem zur Gleichbehandlung beim Entgelt. Der Verleiher muss seinen Leiharbeitnehmern während des Verleihs grundsätzlich das gleiche Entgelt zahlen wie der Entleiher seinen Stammarbeitnehmern. Dadurch wird die Leiharbeit teurer und komplizierter. Ob es sich trotzdem um die „1:1-Umsetzung“ der Hartz-Vorschläge handelt, die Bundeskanzler Gerhard Schröder noch am 16. Oktober 2002, bei der Unterzeichnung des Koalitionsvertrages, angekündigt hatte,⁴ ist das Thema meiner Untersuchung.

Das Ergebnis hängt nicht unwesentlich davon ab, wie man den inzwischen so modisch gewordenen Begriff der „1:1-Umsetzung“ versteht. Bundeskanzler Gerhard Schröder und der frühere Arbeitsminister Walter Riester⁵ meinten wohl, dass die Kommissionsvorschläge möglichst unverändert in Gesetzesform gegossen werden sollten. Davon kann angesichts des Gleichbehandlungsgrundsatzes, den die Hartz-Vorschläge nicht enthielten, kaum die Rede sein. Dem Fußballfan signalisiert das „1:1“ dagegen das klassische Unentschieden, bei dem jede Mannschaft zwar zum Torerfolg gekommen ist, trotzdem aber nicht gewonnen, andererseits aber auch nicht verloren hat. Ein derartiges Unentschieden kann einer Mannschaft je nach Tabellensituation den Meistertitel sichern, die Klasse erhalten oder den Abstieg besiegeln. Auch unter diesem Aspekt werde ich untersuchen, ob die Neuregelungen den Arbeitslosen und der Wirtschaft tatsächlich helfen können oder ob die angebliche „1:1-Umsetzung“ eher nachteilige Auswirkungen haben wird.

¹ Die Abhandlung beruht auf der Antrittsvorlesung, die der Verfasser am 18. Juli 2003 an der Heinrich-Heine-Universität gehalten hat. Die Vortragsform wurde beibehalten.

² Verabschiedung des Ersten und Zweiten Gesetzes für moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt, beruhend auf den Gesetzentwürfen der Fraktionen von SPD und BÜNDNIS 90/Die Grünen, Drucksachen des Deutschen Bundestags 15/25 und 15/26, in der Fassung der Empfehlungen des Ausschusses für Wirtschaft und Arbeit, Drucksache des Deutschen Bundestags 15/77, am 15. November 2002.

³ *Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung* vom 24.11.2002, S. 2; *Frankfurter Allgemeine Zeitung* vom 25.11.2002, S. 13; zur Distanzierung weiterer Kommissionsmitglieder: Lembke (2003: 98) mit weiteren Nachweisen

⁴ Vgl. etwa: *e-balance* Nr. 3, 10/2002, abrufbar über <http://www.bundesregierung.de> (23.10.2003).

⁵ Vgl. dazu etwa die Pressemitteilung des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung vom 18. September 2002, S. 2.

Die Untersuchung gliedert sich in vier Teile. Den Ausgangspunkt bildet ein Überblick über die wesentlichen rechtlichen Rahmenbedingungen, die bisher für die Leiharbeit galten. Ihre weitere Liberalisierung war schon seit längerem gefordert worden, um Leiharbeiter flexibler einsetzen zu können.⁶ Daran knüpfen die Vorschläge der Hartz-Kommission an, deren Inhalte und Zielsetzungen im zweiten Teil erläutert werden. Der dritte Teil stellt die zur Umsetzung erlassenen Neuregelungen vor. Zum Abschluss werden diese Neuregelungen kritisch gewürdigt und bewertet.

Bisher geltende rechtliche Rahmenbedingungen der Leiharbeit

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Leiharbeit setzt seit 1972 das Arbeitnehmerüberlassungsgesetz, abgekürzt AÜG.⁷ Nach § 1 Abs. 1 S. 1 AÜG bedürfen Arbeitgeber, die als Verleiher Dritten (den Entleihern) Arbeitnehmer (die Leiharbeiter) gewerbsmäßig zur Arbeitsleistung überlassen wollen, einer Erlaubnis. Die Vorschrift enthält einerseits eine Legaldefinition, also eine Begriffsbestimmung der Leiharbeit, in sehr gedrängter Form. Andererseits stellt sie eine wesentliche Voraussetzung für die Rechtmäßigkeit der Leiharbeit auf, nämlich das Vorliegen einer Überlassungs- oder Verleiherlaubnis.

Rechtsbeziehungen der Beteiligten (Verleiher, Entleiher und Leiharbeiter)

Die Legaldefinition weist auf die Grundstruktur der gewerbsmäßigen Arbeitnehmerüberlassung hin. Es handelt sich um ein Dreiecksverhältnis: Beteiligt sind zunächst der Verleiher und sein Arbeitnehmer, der Leiharbeiter. Zwischen ihnen besteht als rechtliches Band das Leiharbeitsverhältnis, das durch den Abschluss eines Arbeitsvertrages begründet wird. Das ist der erste Schenkel des Dreiecks. Der Leiharbeitsvertrag weist die Besonderheit auf, dass sich der Leiharbeiter verpflichtet, seine Arbeitsleistung nicht oder nicht nur bei seinem Arbeitgeber zu erbringen, wie es § 613 S. 2 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) als Regelfall vorsieht, sondern bei wechselnden Entleihern, denen er von seinem Arbeitgeber zugewiesen wird.⁸ Der Elektriker, die Schreibkraft oder die technische Zeichnerin arbeitet nicht bei Manpower, Adecco oder einem anderen Zeitarbeitsunternehmen, sondern vier Monate bei der Firma A, dann acht Monate bei der B-GmbH und schließlich drei Monate bei der C-AG. Schließen die Einsätze bei den Entleihern nicht unmittelbar aneinander an, muss der Verleiher den Leiharbeiter auch für die Zwischenzeiten bezahlen. Das jedenfalls ist die Vorstellung des Gesetzgebers.⁹

Den zweiten Schenkel des Dreiecks bildet der Überlassungsvertrag. Dort vereinbaren der Verleiher und der Entleiher zunächst, welche Arbeitnehmer mit welchen Qualifikatio-

⁶ Vgl. nur Gesetzentwurf der Fraktion der CDU/CSU zur Flexibilisierung von Vorschriften des Arbeitnehmerüberlassungsgesetzes (AÜG) vom 22. Juni 1999, Drucksache des Deutschen Bundestags 14/1211: Verlängerung der höchstzulässigen Überlassungsdauer auf 36 Monate, Aufhebung des Synchronisationsverbots bei Tarifbindung des Verleihers, Beseitigung der Beschränkungen beim Abschluss befristeter Leiharbeitsverträge u. a.; dazu etwa Ulber (²2002: Einl. B Rz. 47).

⁷ Gesetz zur Regelung der gewerbsmäßigen Arbeitnehmerüberlassung (Arbeitnehmerüberlassungsgesetz – AÜG) = Art. 1 des Gesetzes zur Regelung der gewerbsmäßigen Arbeitnehmerüberlassung (Arbeitnehmerüberlassungsgesetz – AÜG) und zur Änderung anderer Gesetze in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. Februar 1995, Bundesgesetzblatt (BGBl.) I S. 185 (Neubekanntmachung des AÜG vom 7. August 1972).

⁸ Ausführlich zum Inhalt des Leiharbeitsvertrages: Boemke (2002: § 11 Rz. 19ff.) und Schüren in Schüren (²2003: Einl. Rz. 144ff.).

⁹ Näher zur rechtlichen Struktur der gewerbsmäßigen Arbeitnehmerüberlassung: Walker (1994: 295ff.).

nen der Entleiher für welchen Zeitraum benötigt – z. B. zwei Schreibkräfte für die Urlaubszeit vom 18. Juli bis zum 31. August oder sechs Schlosser und Mechaniker für ein Jahr zur Bewältigung eines größeren Auftrags.¹⁰ Der Verleiher verpflichtet sich, entsprechend geeignete und leistungsbereite Arbeitnehmer zur Verfügung zu stellen.¹¹ Im Gegenzug verspricht der Entleiher die Zahlung der vereinbarten Überlassungsvergütung. Sie muss einerseits die Personalkosten des Verleihers, seine weiteren Betriebskosten und die Gewinnspanne abdecken.¹² Andererseits darf sie nicht so hoch sein, dass sich der Einsatz für den Entleiher nicht mehr lohnt – die mit der Leiharbeit gewonnene Flexibilität darf nicht zu teuer werden.¹³

Die Alternative des Entleihers besteht darin, die benötigten Arbeitskräfte nicht zu entleihen, sondern sie befristet einzustellen. Im Vergleich zu einer solchen Einstellung spart er zunächst die Kosten der Personalsuche und -einstellung. Außerdem muss er im Fall von Krankheit, Schwangerschaft oder anderen Ausfallzeiten kein Entgelt fortzahlen, sondern kann vom Verleiher ohne Zusatzkosten Ersatzkräfte anfordern. Er trägt auch keine weiteren Lohnnebenkosten und muss keinen Erholungsurlaub gewähren. Schließlich entfällt das Risiko eines Kündigungsschutz- oder Entfristungsprozesses, wenn die Aushilfskräfte gegen die Beendigung ihres Arbeitsvertrages vorgehen.¹⁴

Bisher ging die Rechnung für Verleiher und Entleiher regelmäßig deshalb auf, weil der Verleiher seine Leiharbeitnehmer niedriger entlohnte als der Entleiher seine vergleichbaren Stammarbeitnehmer. Leiharbeitnehmer erhielten bei wenig anspruchsvollen Arbeitertätigkeiten durchschnittlich etwa 60 Prozent und bei qualifizierten Angestellentätigkeiten etwa 70 Prozent des Entgelts, das vergleichbare Stammbeschäftigte verdienten.¹⁵ Diese Differenz ließ genügend wirtschaftlichen Spielraum. Muss der Verleiher den Leiharbeitnehmern jetzt gemäß §§ 3 Abs. 1 Nr. 3, 9 Nr. 2 AÜG neuer Fassung während des Verleihs das gleiche Entgelt zahlen, schrumpft die Gewinnspanne erheblich. Darauf wird noch zurückzukommen sein.

Als dritter Schenkel des Dreiecks verbleiben die rechtlichen Beziehungen zwischen dem Entleiher und den Leiharbeitnehmern. Die Leiharbeitnehmer haben keinen Vertrag mit dem Entleiher. Sie werden ihm vom Verleiher zugewiesen, um ihre Arbeitsleistung nach seinen Weisungen in seinem Betrieb zu erbringen. Prägend ist daher einerseits der Leiharbeitsvertrag, aus dem sich die arbeitsrechtlichen Pflichten des Leiharbeitnehmers im Allgemeinen und seine Pflicht zur Arbeitsleistung beim jeweiligen Entleiher im Besonderen ergeben. Andererseits kommt es auf den Überlassungsvertrag zwischen Verleiher und Entleiher an. Dort wurden die Dauer und die Modalitäten des Leiharbeitnehmereinsatzes vereinbart.¹⁶

¹⁰ Zu den Erscheinungsformen der gewerbsmäßigen Arbeitnehmerüberlassung und den betroffenen Arbeitnehmern vgl. neben den Erfahrungsberichten der Bundesregierung z. B. Ulber (²2002: Einl. E Rz. 2ff.).

¹¹ Näher zu dieser Pflicht des Verleihers: Boemke (2002: § 12 Rz. 21ff.) und Schüren in Schüren (²2003: Einl. Rz. 260ff.).

¹² Vgl. zur Zusammensetzung der Überlassungsvergütung: Schüren in Schüren (²2003: Einl. Rz. 277) und Ulber (²2002: § 12 Rz. 16).

¹³ Zu den ökonomischen Funktionsbedingungen der Leiharbeit vgl. Rieble und Klebeck (2003: 23f.).

¹⁴ Zu diesen Vorteilen vgl. etwa: Hamann (2002: 16ff.) und Wank (2003b: 1, 4f.).

¹⁵ Vgl. Däubler (2003: 17) und Wank (2003a: 14, 16), jeweils mit weiteren Nachweisen.

¹⁶ Ausführlich zur Rechtsnatur und zum Inhalt der rechtlichen Beziehungen zwischen Entleiher und Leiharbeitnehmer: Schüren in Schüren (²2003: Einl. Rz. 84ff.), Boemke (2002: § 11 Rz. 130ff.) sowie Sandmann und Marschall (2003: Art. 1 § 9 Rz. 3ff.).

Beschränkungen der Überlassung

Verleiher und Entleiher unterliegen bei der gewerbsmäßigen Arbeitnehmerüberlassung zahlreichen Beschränkungen, die vor allem dem Schutz der Leiharbeitnehmer dienen. Sie sollen rechtliche Rahmenbedingungen für die Arbeitnehmer schaffen, die den Anforderungen eines sozialen Rechtsstaats genügen.¹⁷

Zunächst legt der eingangs zitierte § 1 Abs. 1 S. 1 AÜG fest, dass der Verleiher eine Überlassungserlaubnis benötigt. Damit werden die Verleiher der Kontrolle der Bundesanstalt für Arbeit unterstellt.¹⁸ Ohne Verleihererlaubnis sind sowohl der Überlassungsvertrag als auch der Leiharbeitsvertrag unwirksam, und zum Schutz des überlassenen Leiharbeitnehmers entsteht kraft gesetzlicher Fiktion ein Arbeitsverhältnis zum Entleiher.¹⁹ Das Risiko des Entleihers, Arbeitgeber der fremden Arbeitnehmer zu werden, soll illegalen Praktiken des Einsatzes von Fremdfirmenmitarbeitern entgegenwirken.²⁰

Der Einsatz von Leiharbeitnehmern wird bisher weiter dadurch eingeschränkt, dass sie demselben Entleiher nicht länger als 24 aufeinander folgende Monate überlassen werden dürfen.²¹ Diese Einsatzbefristung war von Beginn an als unnötiges Flexibilitätshemmnis im Streit. Die ursprünglich dreimonatige Höchstdauer war daher zunächst auf sechs, dann auf neun, dann auf zwölf und schließlich zum 1. Januar 2002 auf die jetzigen 24 Monate verlängert worden.²² Bei solchen längerfristigen Überlassungen muss der Verleiher seinem Leiharbeitnehmer ab dem 13. Einsatzmonat diejenigen Arbeitsbedingungen einschließlich des Arbeitsentgelts gewähren, die im Betrieb des Entleihers für vergleichbare Arbeitnehmer des Entleihers gelten.²³ Er muss seine Leiharbeitnehmer also mit den Stammarbeitnehmern des Entleihers gleich behandeln und ihnen vor allem das gleiche Arbeitsentgelt zahlen.²⁴ Das ist der Vorläufer des neuen, darüber hinausgehenden Gleichbehandlungsgrundsatzes beim Entgelt.

Eine weitere Beschränkung enthält das so genannte Synchronisationsverbot. Derzeit darf der Verleiher die Leiharbeitsverhältnisse grundsätzlich nicht so gestalten, dass sie nur für die Verleihzeiten bestehen – er darf Leiharbeitsverhältnis und Verleih nicht synchronisieren. Stattdessen muss er das übliche Arbeitgeberisiko tragen, ob er seinen Arbeitnehmer einsetzen und dadurch Gewinn erzielen kann oder nicht. Er muss den Leiharbeitnehmer auch für solche Zeiten bezahlen, in denen er ihn weder verleihen noch anderweitig beschäftigen kann. Ohne die Übernahme dieses Risikos wäre er nicht Arbeitgeber, sondern lediglich Arbeitsvermittler. Deshalb regelt das AÜG ausdrücklich ein Befristungsverbot,²⁵ eine Wiedereinstellungssperre²⁶ und das Verbot, die Dauer des Leiharbeitsverhältnisses auf den ersten Einsatz bei einem Entleiher zu beschränken²⁷. Darüber hinaus erfasst das

¹⁷ Begründung zum Entwurf des AÜG, Drucksache des Deutschen Bundestags VI/2303, S. 9f.

¹⁸ Vgl. Schüren in Schüren (²2003: § 1 Rz. 4).

¹⁹ Vgl. §§ 10 Abs. 1, 9 Nr. 1, 1 Abs. 1 S. 1 AÜG.

²⁰ Näher dazu: Boemke (2002: § 10 Rz. 5ff.), Schüren in Schüren (²2003: § 10 Rz. 18ff.) und Ulber (²2002: § 10 Rz. 4ff.).

²¹ Vgl. § 3 Nr. 6 AÜG.

²² Zu diesen Änderungen vgl. etwa: Schüren in Schüren (²2003: § 3 Rz. 1).

²³ Vgl. § 10 Abs. 5 AÜG.

²⁴ Zu den Voraussetzungen und zum Inhalt dieser Gleichbehandlung vgl. Boemke (2002: § 10 Rz. 115ff.), Schüren in Schüren (²2003: § 10 Rz. 274ff.) und Ulber (²2002: § 10 Rz. 86ff.).

²⁵ Vgl. §§ 3 Abs. 1 Nr. 3, 9 Nr. 2 AÜG.

²⁶ Vgl. §§ 3 Abs. 1 Nr. 4, 9 Nr. 3 AÜG.

²⁷ Vgl. § 3 Abs. 1 Nr. 5 AÜG.

Gesetz nach seinem Schutzzweck alle weiteren rechtlichen Gestaltungsformen wie z. B. die Gewährung unbezahlten Urlaubs oder nachträgliche Befristungsvereinbarungen, die ebenfalls das Leiharbeitsverhältnis und den Verleih synchronisieren sollen.²⁸

Wie die Einsatzbefristung wird auch das Synchronisationsverbot seit längerem als Beschäftigungshemmnis kritisiert. Daraufhin ist es 1997 gelockert worden²⁹ und erfasst seitdem nicht mehr einmalige, sondern nur noch wiederholte Synchronisationen³⁰. Außerdem hat das Bundesarbeitsgericht im Jahr 2000 entschieden, dass der Verstoß gegen das Synchronisationsverbot, wie die Überschreitung der 24-monatigen Einsatzbefristung, nicht mehr zu einem fingierten Arbeitsverhältnis mit dem Entleiher führt.³¹ Ohne diese spürbare Sanktion hat das Synchronisationsverbot viel von seiner praktischen Bedeutung verloren.³²

Verboten ist schließlich grundsätzlich die gewerbsmäßige Arbeitnehmerüberlassung in Betriebe des Baugewerbes für solche Arbeiten, die üblicherweise von Arbeitern verrichtet werden.³³ Das Verbot sollte die im Baubereich häufigen illegalen Einsätze unterbinden, den Sozialschutz der Arbeitnehmer verbessern und die Bauwirtschaft vor Billigkonkurrenz schützen. Auch diese Regelung wurde auf Druck der Wirtschaft liberalisiert. Seit 1994³⁴ ist die Leiharbeit im Baugewerbe zulässig, wenn dieselben Rahmen- und Sozialkassentarifverträge für die beteiligten Betriebe gelten.³⁵

Die kurze Aufzählung zeigt die wichtigsten, derzeit noch für die Leiharbeit geltenden Beschränkungen.³⁶ Außerdem macht sie deutlich, dass jedenfalls die Wirtschaft die Beschränkungen schon seit längerem für beschäftigungshemmend hält und dass der Gesetzgeber sie daher langsam, aber stetig gelockert hat. Hier knüpfen auch die Vorschläge der Hartz-Kommission an.

Vorschläge der Hartz-Kommission zu „PersonalServiceAgenturen“ und zur Leiharbeit

Peter Hartz, Arbeitsdirektor der Volkswagen AG, war der Vorsitzende einer 15-köpfigen Expertenkommission, die die Bunderregierung am 22. Februar 2002 einberufen hatte. Kurz vorher waren schwer wiegende Missstände bei der Bundesanstalt für Arbeit aufgedeckt worden. Die Hartz-Kommission sollte nun Vorschläge für den strukturellen Umbau

²⁸ Zum Synchronisationsverbot vgl. Schüren in Schüren (2003: Einl. Rz. 209ff., § 9 Rz. 65ff.).

²⁹ Durch Art. 63 des Gesetzes zur Reform der Arbeitsförderung (Arbeitsförderungs-Reformgesetz – AFRG) vom 24. März 1997, BGBl. I S. 594.

³⁰ Vgl. dazu: Feuerborn und Hamann (1997: 2530, 2531ff.).

³¹ Bundesarbeitsgericht (BAG) vom 28. Juni 2000, EzA § 1 AÜG Nr. 10, unter III der Gründe, mit insoweit ablehnender Anmerkung Feuerborn, ebenda unter Gliederungspunkt III mit weiteren Nachweisen, auch zur Gegenauffassung.

³² Vgl. Hamann (2003: 361, 365).

³³ Vgl. § 1b S. 1 AÜG.

³⁴ Die Liberalisierung erfolgte durch das Gesetz zur Änderung des Arbeitsförderungsgesetzes im Bereich des Baugewerbes vom 20. September 1994, BGBl. I S. 2456.

³⁵ Zum Gesetzeszweck und zu den Voraussetzungen des § 1b vgl. Hamann in Schüren (2003: § 1b Rz. 8ff. und 20ff.).

³⁶ Weitere Beschränkungen sind etwa die Voraussetzung des § 1 Abs. 2 i.V.m. § 3 Abs. 1 Nr. 1-6 AÜG, der zufolge es sich nicht um eine vermutete Arbeitsvermittlung handeln darf, die besonderen Unterrichts-, Hinweis- und Meldepflichten der Ver- und Entleiher gemäß § 11 und § 12 AÜG und die gesamtschuldnerische Haftung des Entleihers für die Sozialversicherungsbeiträge gem. § 28e Abs. 2 Sozialgesetzbuch (SGB) IV.

der Arbeitsverwaltung erarbeiten, um die Arbeitsvermittlung zu verbessern und die Arbeitslosigkeit zu senken.³⁷ Bereits sechs Monate später legte sie am 16. August 2002 ihren einstimmig verabschiedeten Abschlussbericht vor. Sie schlug 13 „Innovationsmodule“ vor, bei deren Umsetzung sie – nicht gerade bescheiden³⁸ – einen Abbau der Arbeitslosigkeit um zwei Millionen innerhalb von nur drei Jahren versprach. Neben der Umgestaltung der Arbeitsämter in so genannte JobCenter, der Zusammenführung von Arbeitslosen- und Sozialhilfe, der zum Unwort des Jahres 2002 gewählten „Ich-AG“ und weiteren Modulen sollten die „PersonalServiceAgenturen“ (PSA) zum Herzstück des Abbaus der Arbeitslosigkeit werden.³⁹

Die PSA sollten eine „integrationsorientierte Zeitarbeitsgesellschaft“ sein. Sie hatte das Ziel, „Einstellungsbarrieren zu überwinden und Arbeitslose mit einer neuen Form der vermittlungsorientierten Arbeitnehmerüberlassung schnell wieder in den ersten Arbeitsmarkt zu integrieren“. Die Kundenunternehmen sollten die zuvor arbeitslosen Arbeitnehmer für einen bestimmten Zeitraum als Leiharbeiter erproben können, um sie dann in ein dauerhaftes Arbeitsverhältnis zu übernehmen. Diese Arbeitnehmerüberlassung nannte die Kommission „Temp to Perm“. Der so beschriebene „Klebeeffekt“ sollte entscheidend zur Verringerung der Arbeitslosigkeit beitragen.⁴⁰ Neu war also vor allem die Mischung aus Leiharbeit und Arbeitsvermittlung, die bisher strikt getrennt waren.

Die PSA sollten in erster Linie von privaten Verleihern im Auftrag des neu strukturierten Arbeitsamtes und in enger Zusammenarbeit mit den neuen JobCentern betrieben werden. Eine wesentliche Voraussetzung war die Einbindung in tarifliche Strukturen, insbesondere der Abschluss von Tarifverträgen über die Entlohnung, die die PSA an ihre Leiharbeiter zahlen mussten.⁴¹ Erst dann sollten die Beschränkungen des AÜG aufgehoben werden, um die Beschäftigungspotentiale des Leiharbeitssektors ausschöpfen zu können. Die Deregulierung betraf vor allem das Synchronisationsverbot, das Verbot der Arbeitnehmerüberlassung im Baugewerbe und die Einsatzbefristung,⁴² also die gerade erläuterten Beschränkungen.

Gesetzliche Neuregelungen im Bereich der Leiharbeit durch das Erste Gesetz für moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt

So schnell wie die Kommission war auch der Gesetzgeber. Bereits wenige Wochen nach der Bundestagswahl und der Unterzeichnung des Koalitionsvertrages legten die Regierungsfractionen am 5. November 2002 die Entwürfe für ein Erstes und Zweites Gesetz für moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt vor.⁴³ Das erste Gesetz bedurfte nicht der Zustimmung des vom politischen Gegner beherrschten Bundesrates, das zweite Gesetz war dagegen zustimmungspflichtig. Beide Gesetze durchliefen dank straffer Terminierungen

³⁷ Vgl. Hartz-Kommission (2002: 12ff.).

³⁸ So Schüren in Schüren (²2003: Einl. Rz. 72e).

³⁹ Vgl. Hartz-Kommission (2002: 148ff.).

⁴⁰ Vgl. Hartz-Kommission (2002: 29, 147, 148ff.).

⁴¹ Vgl. Hartz-Kommission (2002: 149, 152, 153).

⁴² Vgl. Hartz-Kommission (2002: 147, 157).

⁴³ Verabschiedung des Ersten und Zweiten Gesetzes für moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt, beruhend auf den Gesetzesentwürfen der Fraktionen von SPD und BÜNDNIS 90/Die Grünen, Drucksachen des Deutschen Bundestags 15/25 und 15/26, in der Fassung der Empfehlungen des Ausschusses für Wirtschaft und Arbeit, Drucksache des Deutschen Bundestags 15/77, am 15. November 2002.

in Rekordzeit das Verfahren und wurden am 23. Dezember ausgefertigt sowie am 30. Dezember im Bundesgesetzblatt verkündet, damit sie in wesentlichen Teilen am 1. Januar 2003 in Kraft treten konnten.⁴⁴

Die Regelungen zur Leiharbeit finden sich im ersten Gesetz. Sie gelten zwar grundsätzlich bereits seit dem 1. Januar 2003, der wesentliche Teil der Reformvorschriften tritt gemäß § 19 AÜG neuer Fassung allerdings erst ein Jahr später in Kraft, sofern das Leiharbeitsverhältnis nicht einem nach dem 15. November 2002 geschlossenen Tarif unterliegt. Hier findet sich in abgewandelter Form der Tarifvorbehalt der Hartz-Kommission wieder. Die Übergangsfrist soll den Verleihunternehmen die Umstellung erleichtern.

Einrichtung von Personal-Service-Agenturen

Die Übergangsfrist gilt zunächst für die Personal-Service-Agenturen, die jedes Arbeitsamt einrichten muss.⁴⁵ Sie sollen, wie im Hartz-Konzept vorgesehen, eine Arbeitnehmerüberlassung zur Vermittlung von Arbeitslosen in Arbeit durchführen sowie ihre Beschäftigten in verleihfreien Zeiten qualifizieren und weiterbilden.⁴⁶ Die Agenturen sind in erster Linie durch Verträge mit erlaubt tätigen Verleihern zu errichten;⁴⁷ das ist die „Marktlösung“, die die Hartz-Kommission ebenfalls bevorzugt.⁴⁸ Sie setzt bis zum 31. Dezember 2003 voraus, dass die Arbeitsbedingungen und das Arbeitsentgelt der Leiharbeitnehmer durch einen Tarifvertrag geregelt werden.⁴⁹

Aufhebung von Beschränkungen

Die einjährige Übergangsfrist gilt, falls kein Tarifvertrag abgeschlossen wird, ferner für die Deregulierung der Arbeitnehmerüberlassung. Die Neuregelungen sehen wie der Hartz-Vorschlag vor, dass die Einsatzbefristung von 24 Monaten und das Synchronisationsverbot entfallen.⁵⁰ Bereits seit dem 1. April 2003 muss der Entleiher den Einsatz von Leiharbeitnehmern nicht mehr der Einzugsstelle für die Sozialversicherungsbeiträge melden.⁵¹ Auch das Verbot der Leiharbeit im Baugewerbe ist gelockert worden. Die Arbeitnehmerüberlassung ist jetzt gestattet, wenn allgemein verbindliche Tarifverträge gelten.⁵² Geblieben ist dagegen das Erfordernis einer Überlassungserlaubnis.

Diese Änderungen bedeuten lediglich eine Liberalisierung, aber keine umfassende Deregulierung der Leiharbeit. Das gilt vor allem für die Befristungsregelungen, die zum Synchronisationsverbot gehörten. Danach konnten Leiharbeitsverträge im Wesentlichen nur

⁴⁴ Erstes Gesetz für moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt vom 23. Dezember 2002, BGBl. I S. 4607, und Zweites Gesetz für moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt vom 23. Dezember 2002, BGBl. I S. 4621; zur Gesetzgebungsgeschichte vgl. etwa: Hümmerich *et al.* (2003: 7).

⁴⁵ Vgl. § 37c Abs. 1 S. 1 SGB III.

⁴⁶ Vgl. § 37c Abs. 1 S. 2 SGB III; näher dazu etwa: Reipen in Schüren (²2003: § 37c SGB III Rz. 8ff.); zum „Coaching“ und zur Weiterqualifizierung durch die PSA nach dem Hartz-Konzept vgl. Hartz-Kommission (2002: 154f.).

⁴⁷ Vgl. § 37c Abs. 2 SGB III.

⁴⁸ Näher dazu etwa: Reipen in Schüren (²2003: § 37c SGB III Rz. 14ff.) und Ulber (2003: 7, 13f.); zur Einrichtung der PSA nach dem Hartz-Konzept vgl. Hartz-Kommission (2002: 149ff.).

⁴⁹ Vgl. § 434g Abs. 5 SGB III.

⁵⁰ Streichung der §§ 3 Abs. 1 Nr. 3-5, 9 Nr. 2 und 3 AÜG alter Fassung

⁵¹ Streichung des § 28a Abs. 4 SGB IV

⁵² Vgl. § 1b S. 1 lit. a AÜG neuer Fassung; dazu Hamann in Schüren (²2003: § 1b Rz. 83ff.) und Ulber (2003: 7, 8f.).

dann befristet werden, wenn sich dafür aus der Person des Leiharbeitnehmers ein sachlicher Grund ergab.⁵³ Zulässig waren etwa Befristungen aus familiären Gründen, bis zur Aufnahme eines Studiums oder bis zum Antritt einer anderen Arbeitsstelle. Nicht möglich war dagegen z. B. die Befristung zur Erprobung.⁵⁴

Nach neuem Recht gelten die allgemeinen Befristungsregeln des Teilzeit- und Befristungsgesetzes (TzBfG).⁵⁵ Der Flexibilisierungsgewinn ist sehr begrenzt, weil nach § 14 Abs. 1 TzBfG auch Kurzzeitbefristungen grundsätzlich eines sachlichen Grundes bedürfen, wenn nicht die Möglichkeiten der sachgrundlosen Befristung bei Neueinstellungen⁵⁶ oder der „Altersbefristung“⁵⁷ genutzt werden können. So kann ein Verleiher vor allem nicht auf § 14 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 TzBfG zurückgreifen, der die Befristung erlaubt, wenn der betriebliche Bedarf an der Arbeitsleistung nur vorübergehend besteht. Zwar könnte man argumentieren, dass der betriebliche Bedarf des Verleihers regelmäßig nur vorübergehend für solche Zeiten besteht, in denen er seinen Arbeitnehmer verleihen kann. Bei diesem Normverständnis wäre die hundertprozentige Synchronisation möglich – der Verleiher könnte das Leiharbeitsverhältnis stets auf die Verleihzeiten befristen. Den vorübergehenden Bedarf an der Arbeitsleistung hat aber nur der Entleiher, nicht der Verleiher. Denn der Verleiher stellt den Leiharbeitnehmer nach der Konzeption des AÜG nicht nur für einen einzigen Einsatz, sondern für wechselnde Einsätze bei verschiedenen Entleihern ein. Er hat keinen bloß vorübergehenden Bedarf im Sinne von § 14 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 TzBfG, weil der Leiharbeitnehmer nach beendetem Einsatz bestimmungsgemäß zum nächsten Entleiher entsandt werden kann, um dort erneut einen zeitlich begrenzten Bedarf zu decken.⁵⁸

Grundsatz der Gleichbehandlung beim Entgelt: „equal pay“

Die am schärfsten kritisierte⁵⁹ Neuregelung ist das bereits erwähnte Gleichbehandlungsgebot beim Entgelt, der Grundsatz des „equal pay“. Er ist erst im Gesetzgebungsverfahren von den Gewerkschaften durchgesetzt worden.⁶⁰ Danach muss der Verleiher seinem Leiharbeitnehmer für die Zeit der Überlassung an einen Entleiher mindestens diejenigen wesentlichen Arbeitsbedingungen einschließlich des Arbeitsentgelts gewähren, die im Betrieb des Entleihers für einen vergleichbaren Arbeitnehmer des Entleihers gelten.⁶¹ Für die Dauer des Verleihs hat der Leiharbeitnehmer also vor allem Anspruch auf das Arbeitsentgelt, das ein vergleichbarer Stammarbeitnehmer des Entleihers erhält. Damit entfällt der

⁵³ Vgl. §§ 3 Abs. 1 Nr. 3, 9 Nr. 2 AÜG alter Fassung.

⁵⁴ Ausführlich Boemke (2002: § 3 Rz. 61ff.) und Schüren in Schüren (²2003: § 3 Rz. 102ff.).

⁵⁵ Gesetz über Teilzeitarbeit und befristete Arbeitsverträge (Teilzeit- und Befristungsgesetz – TzBfG) vom 21. Dezember 2000, BGBl. I S. 1966.

⁵⁶ Vgl. § 14 Abs. 2 TzBfG.

⁵⁷ Vgl. § 14 Abs. 3 TzBfG.

⁵⁸ Vgl. Schüren in Schüren (²2003: § 3 Rz. 231), Wank (2003a: 14, 21) und Däubler (2003: 17, 19); anderer Ansicht Ulber (2003: 7, 9); vgl. zu weiteren Befristungsgründen: Schüren in Schüren (²2003: § 3 Rz. 223ff., 235ff.).

⁵⁹ Vgl. Hümmerich *et al.* (2003: 7, 9ff.) sowie Rieble und Klebeck (2003: 23, 25ff.); vgl. ferner: Hamann (2003: 361, 365).

⁶⁰ So ausdrücklich die stellvertretende DGB-Vorsitzende Ursula Engelen-Käfer im Vorwort zu den DGB-Informationen zum Arbeits- und Sozialrecht 1/2003, S. 1; zu dem möglichen Motiv, dass es sich um eine „Gegenleistung“ für das Stillhalten der Gewerkschaften bei anderen, die Arbeitnehmer benachteiligenden Neuregelungen der Hartz-Gesetze handelt, vgl. Däubler (2003: 17, 24).

⁶¹ Vgl. §§ 3 Abs. 1 Nr. 3 S. 1, 9 Nr. 2 S. 1, 10 Abs. 4 AÜG neuer Fassung.

wesentliche Kostenvorteil der bisher billigeren Arbeitnehmerüberlassung – sie wird sich um geschätzte 30 bis 40 Prozent verteuern.⁶² Die Leiharbeit wurde pointiert als der einzig effektive Niedriglohnssektor des deutschen Arbeitsmarktes bezeichnet, der Geringqualifizierten, Langzeitarbeitslosen und anderen Problemgruppen den Marktzugang ermöglichte.⁶³ Auf diesen Kostenvorteilen baute auch der Hartz-Vorschlag auf, dem zufolge der Tariflohn, den die PSA nach der Probezeit zahlen musste, unter dem Arbeitsentgelt einer regulären Beschäftigung lag.⁶⁴

Der neue „equal pay-Grundsatz“ beseitigt nicht nur den bisherigen, für den Erfolg der Leiharbeit wesentlichen Kostenvorteil. Darüber hinaus bereitet seine Handhabung ganz erhebliche praktische Probleme.⁶⁵ Zunächst muss der Verleiher vom Entleiher erfahren, welche Arbeitnehmer seinem Leiharbeitnehmer vergleichbar sind und welches Entgelt sie erhalten. Die Informationspflicht des Entleihers sowie der Auskunftsanspruch des Leiharbeitnehmers⁶⁶ führen statt zu einer Deregulierung zu einer Mehrbelastung an Verwaltungsaufwand – ganz abgesehen davon, dass sich der Entleiher nicht unbedingt gerne in die Karten schauen lässt. Zu erheblichem Mehraufwand führt ferner die Pflicht des Verleihers, dem Leiharbeitnehmer bei jedem Einsatz erneut die wesentlichen Arbeitsbedingungen schriftlich nachzuweisen.⁶⁷

Schließlich besteht vor allem die Schwierigkeit, inhaltlich festzulegen, welche Arbeitnehmer des Entleihers vergleichbar sind (Vergleichsgruppe), welche Entgeltbestandteile in den Vergleich einzubeziehen sind und was zu den übrigen wesentlichen Arbeitsbedingungen gehört.⁶⁸ „Schreckgespenster“ sind Lohnnebenleistungen wie Weihnachtsgeld, Firmenwagen und Freiflüge. Sie verlieren allerdings weitgehend ihren Schrecken, weil sie meistens erst nach einer längeren Betriebszugehörigkeit gewährt werden, die ein Leiharbeitnehmer regelmäßig nicht erreicht.⁶⁹

Festzuhalten bleibt, dass der „equal pay-Grundsatz“ die Leiharbeit erheblich verteuert, dass seine praktische Anwendung erhebliche Probleme aufwirft und dass er Verleiher und Entleiher mit einem deutlichen bürokratischen Mehraufwand belastet. Den Ausweg eröffnet das Gesetz dadurch, dass die Tarifpartner auch nach unten abweichende Tarifverträge schließen können. Nicht tarifgebundene Verleiher und Leiharbeitnehmer können die Anwendung solcher tariflicher Regelungen vereinbaren.⁷⁰

Dieser Ausweg ist allerdings kein Königsweg, weil die Verhandlungsposition der Gewerkschaften erheblich stärker ist als die der Arbeitgeber.⁷¹ Kommt es nämlich zu keiner Tarifeinigung, gilt ab dem 1. Januar 2004 die geschilderte gesetzliche Regelung mit allen ihren Nachteilen. Das erinnert mich, um das Eingangsbild des Fußballs wieder aufzunehmen, an Fußballtreffen aus meiner Jugendzeit. Derjenige, der den Fußball mitbrachte, hat-

⁶² Vgl. Däubler (2003: 17, 21).

⁶³ Vgl. Rieble und Klebeck (2003: 23) mit weiteren Nachweisen.

⁶⁴ Vgl. Hartz-Kommission (2002: 152f.).

⁶⁵ Vgl. Hümmerich *et al.* (2003: 7, 10f.); weniger kritisch: Kokermoor (2003: 238, 240).

⁶⁶ Vgl. §§ 12 Abs. 1 S. 2 a. E., 13 AÜG neuer Fassung.

⁶⁷ Vgl. § 11 Abs. 1 S. 1 AÜG neuer Fassung, § 2 Abs. 1 Nachweisgesetz (NachwG); näher dazu: Feuerborn in Schüren (²2003: § 11 Rz. 35, 38ff.).

⁶⁸ Vgl. Hamann (2003: 361, 365f.), Hümmerich *et al.* (2003: 7, 11) und Lembke (2003: 98, 100f.).

⁶⁹ Näher dazu etwa: Schüren in Schüren (²2003: § 9 Rz. 185ff.).

⁷⁰ Vgl. §§ 3 Abs. 1 Nr. 3 S. 2, 9 Nr. 2 S. 2 AÜG neuer Fassung.

⁷¹ Hümmerich *et al.* (2003: 7, 10) sprechen sogar von einem „Tarifdiktat“; anderer Ansicht Däubler (2003: 17, 24).

te eine ähnlich starke Position: Entweder erhielt er bei der Mannschaftswahl die besseren Spieler, oder er ging mit seinem schönen Lederball wieder nach Hause. Hinzu kommt bei der Leiharbeit, dass der Organisationsgrad der Leiharbeiter sehr niedrig liegt. Leiharbeiterstarifverträge werden daher im Ergebnis weitgehend auf Außenseiter angewendet werden. Diese „schleichende“ oder faktische Allgemeinverbindlichkeit ist verfassungsrechtlich, vor dem Hintergrund der durch Art. 9 Abs. 3 GG garantierten Koalitionsfreiheit, sehr bedenklich.⁷²

Trotz der unterschiedlich starken Verhandlungspositionen haben der Bundesverband Zeitarbeit und die Tarifgemeinschaft der DGB-Gewerkschaften Ende Mai Mantel- und Entgelttarifverträge für die Zeitarbeit abgeschlossen, die am 1. Januar 2004 in Kraft treten. Der Entgelttarifvertrag sieht neun Vergütungsgruppen vor, die an die Qualifikation der Leiharbeiter anknüpfen. Die Stundensätze liegen zunächst zwischen 6,85 € und 15,50 €. Nach jährlichen Erhöhungen von 2,5 Prozent werden sie im Jahr 2007 zwischen 7,38 € und 16,69 € betragen. Auf die ursprünglich vorgesehenen Branchenzuschläge und die Abschläge für Langzeitarbeitslose wurde zu Gunsten einheitlicher Tarife verzichtet.⁷³ Die Tarifregelungen ersetzen in ihrem Anwendungsbereich die in der Praxis kaum handhabbare gesetzliche Neuregelung.

Bewertung der Neuregelungen

Die bisherigen Erläuterungen haben gezeigt, dass der Gesetzgeber zwar die meisten Beschränkungen der Leiharbeit aufgehoben hat. Insoweit hat er die Vorschläge der Hartz-Kommission unverändert „1:1“ umgesetzt. Die Deregulierung wird aber überlagert von der Einführung des „equal pay-Grundsatzes“, der mit den Hartz-Vorschlägen nichts zu tun hat, sondern von den Gewerkschaften durchgesetzt wurde. Inzwischen wird er mit europarechtlichen Vorgaben gerechtfertigt. So hat etwa Bundesminister Wolfgang Clement am 7. November 2002 vor dem Deutschen Bundestag behauptet, die Neuregelung sei dem Gleichbehandlungsgrundsatz nachgebildet, der im Entwurf für eine Richtlinie über die Arbeitsbedingungen von Leiharbeitern⁷⁴ vorgesehen ist.⁷⁵ Das AÜG nehme daher nur die Vorgaben des Richtlinienvorschlages vorweg.⁷⁶ Kritische Stimmen sprechen von einem „vorausgehendem Gehorsam“ des deutschen Gesetzgebers.⁷⁷

Derartige Berufungen auf den europäischen Gesetzgeber sind nicht neu. Sie erinnern ein wenig an die Entschuldigungen von Fußballern, dass die Mannschaft viel besser gespielt hätte, wenn der Schiedsrichter sie nicht durch Fehlentscheidungen daran gehindert hätte. Diese Ausrede ist – nicht immer, aber oft – so falsch wie die „Schuldzuweisung“ an den

⁷² Ausführlich dazu etwa: Rieble und Klebeck (2003: 23, 27ff.); vgl. auch: Hümmerich *et al.* (2003: 7, 9).

⁷³ Texte der Tarifverträge abrufbar über die Homepage des Bundesverbandes Zeitarbeit (<http://www.bza.de>); vgl. ferner: Schüren in Schüren (²2003: Einl. Rz. 72f, 72g).

⁷⁴ Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Arbeitsbedingungen von Leiharbeitern vom 20. März 2002, Dok. KOM(2002) 149 endg. – 2002/0072(COD), ABl. EG Nr. C 203 E vom 27. August 2002, S. 1ff., sowie geänderter Vorschlag vom 28. November 2002, Dok. KOM(2002) 701 endg. – 2002/0072 (COD); vgl. dazu: Feuerborn (2003: Rz. 103ff.) sowie Feuerborn in Schüren (²2003: Einl. Rz. 503c ff.); speziell zum Gleichbehandlungsgrundsatz vgl. Grapperhaus (2003: 39ff.); vgl. ferner: Thüsing (2002: 2218, 2219f.), Wank (2003a: 14, 17f.) und (2003b: 1, 10).

⁷⁵ Vgl. Lembke (2003: 98, 99f.), Rieble und Klebeck (2003: 23, 25), Ulber (2003: 7, 10) und Wank (2003a: 14).

⁷⁶ Vgl. Gaul und Otto (2002: 2486, 2487).

⁷⁷ Vgl. Lembke (2003: 98, 100).

europäischen Gesetzgeber. Politiker unterschlagen gerne, dass Regierungsmitglieder im Rat und Parteifreunde im Europäischen Parlament an den kritisierten Vorgaben mitgewirkt haben. Schon deshalb eignet sich der Europäische Gesetzgeber regelmäßig nur begrenzt als Sündenbock.

Im Fall der Leiharbeit kommt hinzu, dass die vorgeschlagene Richtlinie den nationalen Gesetzgeber gerade nicht zur Festlegung des Gleichbehandlungsgrundsatzes zwingt. Art. 5 Abs. 1 des Vorschlags sieht zwar den Grundsatz der Nichtdiskriminierung vor, der sich auch auf das Entgelt bezieht. Der Absatz 2 eröffnet den Mitgliedstaaten aber ausdrücklich die Möglichkeit, davon nach Anhörung der Sozialpartner abzuweichen, wenn Leiharbeiter einen unbefristeten Arbeitsvertrag mit dem Verleiher abgeschlossen haben und auch in der Zeit zwischen zwei Überlassungen bezahlt werden. Aus europarechtlicher Sicht ist der Grundsatz des „equal pay“ daher zwar möglich, aber keineswegs geboten. Auch die traditionelle Gestaltung des AÜG mit einem stabilen, die einzelnen Einsätze überdauernden Leiharbeitsverhältnis hätte den Vorgaben der Richtlinie entsprochen. Allerdings hätte dann das Synchronisationsverbot nicht aufgehoben werden dürfen.⁷⁸

Insgesamt ergibt die Bewertung der neuen AÜG-Vorschriften ein zwiespältiges Bild: Wegen des „equal pay-Grundsatzes“ kann man weder von einer Deregulierung im Arbeitsrecht noch von einer „1:1-Umsetzung“ der Hartz-Vorschläge im ursprünglichen Wortsinn sprechen. Auch ein Spitzenplatz in der Tabelle flexibler Leiharbeitsregelungen dürfte damit kaum zu erreichen sein. Schon die unveränderte Umsetzung der Hartz-Reformen hätte nach einem Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Arbeitsministerium nicht zum propagierten Abbau von zwei Millionen Arbeitslosen in drei Jahren geführt. Der „Klebeeffekt“ bei der vermittlungsorientierten Arbeitnehmerüberlassung wäre aufgrund schädlicher Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt und die Lohnpolitik wohl niedriger ausgefallen.⁷⁹ Da der Grundsatz der Entgeltgleichbehandlung zusätzlich die Kostenvorteile der Leiharbeit verringert, dürfte die beschäftigungsfördernde Wirkung eher noch geringer ausfallen.

Indessen bleibt positiv hervorzuheben, dass sich die Tarifpartner recht zügig auf einen im Grundsatz vernünftigen Tarifvertrag geeinigt haben. Den höheren Durchschnittsentgelten für Leiharbeiter steht gegenüber, dass die tariflichen Regelungen, anders als das Gesetz, praktisch handhabbar sind. Damit hat die Leiharbeit eine Zukunft und kann einen, wenn auch kleineren, Beitrag zum dringend notwendigen Abbau der Arbeitslosigkeit leisten. Mein Fazit lautet daher, dass das „1:1“ der Umsetzung nicht nur den Klassenerhalt, sondern womöglich einen Tabellenplatz im unteren Mittelfeld sichert. Dieses Verdienst gebührt allerdings nicht dem Gesetzgeber und den schlechten Gesetzesregelungen, die in der Praxis kaum anzuwenden sind, sondern den Tarifpartnern, die erst eine handhabbare Regelung geschaffen haben.

Bibliographie

BOEMKE, Burkhard. *Arbeitnehmerüberlassungsgesetz*. Heidelberg 2002.

DÄUBLER, Wolfgang. „Die neue Leiharbeit“, *Kritische Justiz* (2003), 17-24.

⁷⁸ Ähnlich: Wank (2003a: 14, 22 f.).

⁷⁹ Vgl. Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (2002: 2ff., 19).

- FEUERBORN, Andreas und Wolfgang HAMANN. „Liberalisierung der Arbeitnehmerüberlassung durch das Arbeitsförderungs-Reformgesetz“, *Betriebs-Berater* (1997), 2530-2535.
- FEUERBORN, Andreas. „Grenzüberschreitender Einsatz von Fremdfirmenpersonal“, in: Hartmut OETKER und Ulrich PREIS (Hrsg.). *Europäisches Arbeits- und Sozialrecht EAS*. Heidelberg 2003, B 2500.
- GAUL, Björn und Björn OTTO. „Gesetze für moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt“, *Der Betrieb* (2002), 2486-2491.
- GRAPPERHAUS, Ferdinand B. J. *Equal pay for temporary agency workers*. Deventer 2003.
- HAMANN, Wolfgang. *Fremdpersonal im Unternehmen*. Stuttgart 2002.
- HAMANN, Wolfgang. „Gewerbsmäßige Arbeitnehmerüberlassung“, *Juristische Ausbildung* (2003), 361-368.
- HARTZ-KOMMISSION. „Moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt“, *Bericht der Kommission*. Berlin 2002.
- HÜMMERICH, Klaus, Joachim HOLTHAUSEN und Dietmar WELSLAU. „Arbeitsrechtliches im Ersten Gesetz für moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt“, *Neue Zeitschrift für Arbeitsrecht* (2003), 7-14.
- KOKERMOOR, Axel. „Neuregelung der Arbeitnehmerüberlassung durch die Hartz-Umsetzungsgesetze“, *Neue Zeitschrift für Arbeitsrecht* (2003), 238-244.
- LEMBKE, Marc. „Die „Hartz-Reform“ des Arbeitnehmerüberlassungsgesetzes“, *Betriebs-Berater* (2003), 98-104.
- RIEBLE, Volker und Ulf KLEBECK. „Lohnleichheit für Leiharbeit“, *Neue Zeitschrift für Arbeitsrecht* (2003), 23-29.
- SANDMANN, Georg und Dieter MARSCHALL. *Arbeitnehmerüberlassungsgesetz (AÜG)*. Neuwied 2003. (Stand: Mai 2003)
- SCHÜREN, Peter (Hrsg.). *Arbeitnehmerüberlassungsgesetz*. München ²2003.
- THÜSING, Gregor. „Europäische Impulse im Recht der Arbeitnehmerüberlassung“, *Der Betrieb* (2002), 2218-2223.
- ULBER, Jürgen. *AÜG – Arbeitnehmerüberlassungsgesetz und Arbeitnehmer-Entsendegesetz*. Frankfurt am Main ²2002.
- ULBER, Jürgen. „Personal-Service-Agenturen und Neuregelung der Arbeitnehmerüberlassung“, *Arbeit und Recht* (2003), 7-15.
- WALKER, Wolf-Dietrich. „Rechtsverhältnisse bei der gewerbsmäßigen Arbeitnehmerüberlassung und Schadensersatzansprüche des Entleihers wegen Schlechtleistung“, *Archiv für die zivilistische Praxis* 194 (1994), 295-318.
- WANK, Rolf. „Der Richtlinienvorschlag der EG-Kommission zur Leiharbeit und das „Erste Gesetz für moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt“, *Neue Zeitschrift für Arbeitsrecht* (2003a), 14-23.
- WANK, Rolf. „Neuere Entwicklungen im Arbeitnehmerüberlassungsrecht“, *Recht der Arbeit* (2003b), 1-11.
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT BEIM BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT (Hrsg.). „Die Hartz-Reformen – ein Beitrag zur Lösung des Beschäftigungsproblems“. Gutachten vom 16.11.2002. Frankfurt am Main 2002.

Johanna Hey

Grundentscheidungen für ein neues Einkommensteuergesetzbuch

Reformbedarf

Das Steuerrecht befindet sich in Chaos und permanentem Umbruch. Dies gilt im Besonderen für die Besteuerung von Einkommen. Seit Jahren hetzt ein Änderungsgesetz das andere. Obwohl der Gesetzgeber sich keineswegs auf Randkorrekturen beschränkt, sondern recht unbekümmert Grundkoordinaten des Systems verschiebt, kommt aus vielen wahllosen Änderungen doch keine Reform¹ heraus. Der Gesetzgeber fühlt sich keinem Systemgedanken verpflichtet, sondern sucht in der Zwickmühle aus internationalem Steuerersatzwettbewerb einerseits und Haushaltsdefizit andererseits punktuell nach Möglichkeiten zur Verbreiterung der Bemessungsgrundlagen.

In dieser Situation wächst der Wunsch nach einem Befreiungsschlag, nach einer Fundamentalreform² der Einkommensteuer, wie sie seit Jahrzehnten gefordert wird. Erste Reformentwürfe existieren.³ Viel Aufmerksamkeit hat der von einer Arbeitsgruppe um Paul Kirchhof im Jahr 2001 vorgestellte *Karlsruher Entwurf*⁴ auf sich gezogen; wenig bekannt ist, dass Joachim Lang bereits 1993 im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen ein komplettes Steuergesetzbuch⁵ zur Beratung der osteuropäischen Transitionsländer ausformuliert hat.

Warum sind diese Entwürfe noch nicht umgesetzt? Dass wir einer Reform des Einkommensteuerrechts bedürfen, steht außer Frage. Angesichts dieses Befundes gehört es zu den großen Herausforderungen der Steuerrechtswissenschaft, Vorschläge für eine Erneuerung des Einkommensteuerrechts zu erarbeiten. Dabei haben in der Wissenschaft entwickelte Reformvorschläge jedoch nur dann überhaupt eine Chance auf Umsetzung, wenn sie das geltende Einkommensteuerrecht zum Ausgangspunkt und die ihm zugrunde liegende komplexe Wirklichkeit wirtschaftlicher Betätigung zur Kenntnis nehmen. Die Eleganz oder Knappheit eines Entwurfs mag auf den ersten Blick bestechen, muss sich aber die kritische Frage gefallen lassen, ob tatsächlich das gesamte Fallmaterial verarbeitet ist. Damit wird nicht neuer Kompliziertheit das Wort geredet, sondern lediglich vor übersteigerten Erwartungen in die Vereinfachungsfähigkeit des Steuerrechts gewarnt.

Welche Effizienzgewinne tatsächlich erzielt werden können, lässt sich erst dann beurteilen, wenn man die Leitlinien, an denen ein neues Einkommensteuergesetzbuch zu orientieren wäre, festgelegt hat.

¹ Vgl. Hey (1999b) („Steuerreformen“).

² Vgl. Lang (1987).

³ Vgl. Schutter (2001: 147).

⁴ *Karlsruher Entwurf* (2001); vgl. Kirchhof (2001: 913; 2002a: 3); Bareis (2002: 135ff.), Tipke (2002: 148ff.), Maiterth (2001: 1172ff.), Wassermeyer, (2001: 920ff.), Schutter (2001: 147ff.), Scheffler (2001: 904ff.).

⁵ Vgl. Lang (1993).

Maßstäbe eines Reformentwurfs

Prinzipienpluralismus

Um das derzeitige Rationalitätsdefizit zu überwinden, muss eine Reform der Einkommensteuer von steuersystematischen und (verfassungs)rechtlichen Prinzipien geleitet sein. Dabei kann in den Kernfragen relativ schnell Einigkeit erzielt werden. Dass ein Einkommensteuergesetz den Prinzipien der Rechtsstaatlichkeit und Gleichmäßigkeit in Rechtssetzung und Vollzug verpflichtet sein muss, dass das Existenzminimum freizustellen und das Übermaßverbot zu beachten ist, dass die Einkommensteuer entscheidungs- und inflationsneutral, zudem ergiebig, praktikabel und mit Europa- und Doppelbesteuerungsrecht kompatibel sein muss, steht außer Diskussion.⁶ Bei näherer Betrachtung indes sind diese Prinzipien keineswegs immer gleichgerichtet. Vielmehr müssen häufig gegenläufige Prinzipien zu einem schonenden Ausgleich gebracht werden. Hierin liegt die Hauptschwierigkeit jeder Reformarbeit, und hier bietet sich auch die Hauptangriffsfläche für Kritik. Dennoch muss sich ein Reformvorschlag, der den Anspruch erhebt, realitätsgerecht zu sein, gerade diesen Ausgleich zur Aufgabe machen. Die „reine Lehre“ mag zwar eine gewisse Ästhetik für sich beanspruchen, doch ist sie in ihrer Einseitigkeit zum Scheitern an der Realität verurteilt.

Gleichmäßige Erfassung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit

Fundamentalprinzip der Besteuerung und damit zentraler Gestaltungsmaßstab jeder Reform der Einkommensteuer ist das Leistungsfähigkeitsprinzip. Es gebietet, Steuerpflichtige mit gleicher wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit gleich hoch zu besteuern. Erst das Leistungsfähigkeitsprinzip ermöglicht die Materialisierung des allgemeinen Gleichheitssatzes im Steuerrecht. Eine gerechte Austeilung der Steuerlasten durch die Einkommensteuer setzt voraus, dass der Steuerpflichtige über die zur Steuerzahlung erforderliche Wirtschaftskraft verfügt.

Ungeeignet als Maßstab der Ausgestaltung der Einkommensteuer ist dagegen das Äquivalenzprinzip. Das staatliche Leistungsangebot ist allgemeine Rechtfertigung für die Erhebung von Steuern durch den Staat. Im Gegenzug zur Bereitstellung öffentlicher Güter ist der Staat berechtigt, die Bürger zur Finanzierung heranzuziehen.⁷ Zur Rechtfertigung einzelner Steuern, erst recht zur Rechtfertigung ihrer Ausgestaltung taugt das Äquivalenzprinzip hingegen nicht.⁸

Gewährleistung gleichmäßiger Rechtsanwendung

Gleichmäßigkeit der Besteuerung erfordert nicht nur Gleichheit im *Belastungsbefehl*, sondern auch im *Belastungserfolg*. Das Bundesverfassungsgericht leitet aus Art. 3 Abs. 1 Grundgesetz (GG) nicht nur die Rechtssetzungsgleichheit, sondern auch die Rechtsanwendungsgleichheit ab.⁹

⁶ Zu den tragenden Prinzipien der Besteuerung: Lang in Lang und Tipke (¹⁷2002), § 4; Tipke (²2000).

⁷ Vgl. zu den Ursprüngen, insb. in der Assekuranztheorie Mann (1937: 105ff.) und Hansjürgens (2001: 45ff., 208).

⁸ Vgl. Tipke (²2000: 228ff.).

⁹ Vgl. Bundesverfassungsgericht (BVerfG) vom 27. Juni 1991, BVerfGE 84, 239ff.

Gleichheit sowohl des rechtlichen als auch des tatsächlichen Belastungserfolges kann nur erreicht werden, wenn das materielle Einkommensteuerrecht eng mit dem Steuerverfahrensrecht verzahnt wird. Über Dokumentations- und Erklärungspflichten sowie Kontrollrechte muss sichergestellt werden, dass die gesetzlich angeordnete Einkommensteuer auch tatsächlich vollzogen werden kann.

Darüber hinaus kann das Gebot der Rechtsanwendungsgleichheit auf das materielle Steuerrecht zurückwirken, indem Einkommensbestandteile in der Erkenntnis, dass sich ein gleichmäßiger Steuervollzug mit verhältnismäßigen Mitteln nicht gewährleisten lässt, von vornherein von der Besteuerung ausgenommen werden. Dieser Gedanke liegt dem Sparerfreibetrag des § 20 Abs. 4 Einkommensteuergesetz (EStG) sowie der derzeit diskutierten 25-prozentigen Abgeltungssteuer auf Zinsen zugrunde. Will man sich an dieser Stelle nicht dem Vorwurf willkürlicher Steuerverschonungen und damit einer nicht gerechtfertigten Verletzung des soeben benannten Fundamentalprinzips gleichheitssatzkonformer Steuerlastausteilung aussetzen, müssen zunächst die Möglichkeiten der Erfassung sorgfältig ausgelotet werden, wobei wiederum Grenzen gesetzt sein können durch die Gebote der Praktikabilität und Effizienz einerseits, das Informationseingriffen Einhalt gebietende Übermaßverbot andererseits. Auch wird man von vornherein von der Besteuerung nicht rechtssicher zu erfassender Vermögenszuwächse (nicht realisierten Wertsteigerungen, *imputed income*) absehen müssen.

Tatbestandsmäßigkeit und Rechtssicherheit

Vor schwierige Aufgaben wird jede konkrete Gesetzgebungsarbeit ferner durch die Vorgaben des Rechtsstaatsprinzips gestellt. Das im Rechtsstaats- und Demokratieprinzip angesiedelte Gebot der Tatbestandsmäßigkeit der Besteuerung zwingt zu einer nach Möglichkeit lückenlosen Normierung aller besteuernswürdigen Sachverhalte. Andererseits lässt sich Rechtssicherheit, ebenfalls im Rechtsstaatsprinzip beheimatet, nur durch ein einfaches und vor allem verständliches Gesetz verwirklichen. Dabei handelt es sich um durchaus heterogene Anforderungen. Durch Knappheit vermittelte Übersichtlichkeit des Gesetzes verheißt nicht unbedingt bessere Verständlichkeit.¹⁰ Ohne Zweifel haben abstrakt gehaltene Generalklauseln¹¹ den vordergründigen Charme der Klarheit. Dem Steuerpflichtigen, der nicht über das theoretische Rüstzeug des hinter der Generalklausel stehenden Theoriegebäudes verfügt, wird die Subsumtion seines konkreten Einzelfalls unter die Generalklausel jedoch häufig schwerfallen. Der Verzicht auf deklaratorische Vorschriften mag der Verschlankung dienen, nicht aber dem Gesetzesverständnis des Adressaten. Sinnvoll dosiert und platziert, können deklaratorische Vorschriften dagegen zum Gesetzesverständnis beitragen.

Vereinfachung

Eine der zentralen Forderungen an eine Reform des (Einkommen)Steuerrechts ist die Vereinfachung. Die Gründe für die Kompliziertheit des geltenden Einkommensteuerrechts sind bekannt. Sie bestehen zu einem Großteil in Abgrenzungsfragen als Folge der unterschiedlichen Behandlung verschiedener Einkunftsarten. In der Rechtsprechungspraxis

¹⁰ Ausführlich hierzu Hey (2002a: 558ff.).

¹¹ Auf diesem Konzept basiert der *Karlsruher Entwurf* (2001).

weit verästelte „Institute“ wie die Betriebsaufspaltung oder den gewerblichen Grundstückshandel gäbe es nicht ohne den Dualismus der Einkunftsarten. Dies spricht nicht nur für die weithin konsentiertere Beseitigung des Einkünftedualismus. Gleichzeitig muss es eine Warnung sein, keine neuen Ungleichbehandlungen zu implementieren. So mögen – als typisierte Inflationsbereinigung oder im Hinblick auf die Vollziehbarkeit – auf den ersten Blick gute Gründe etwa für eine Unterscheidung zwischen kurz- und langfristigen Veräußerungsgewinnen oder für einen Sondersteuersatz auf Zinseinkünfte sprechen. Die durch derartige Steuergelände ausgelösten Gestaltungspraktiken – man denke nur an die Entwicklung hybrider Finanzierungsinstrumente zur Umqualifikation von Zinsen in Dividenden und umgekehrt – würden den Gesetzgeber jedoch dazu zwingen, alsbald das Gesetz durch Umgehungsvorschriften zu komplizieren.

Das Postulat der Einfachheit und Praktikabilität wirft des Weiteren die Frage nach Typisierungen und Pauschalierungen auf. Sollen Erwerbenaufwendungen nur pauschal abgezogen werden können, geht dies zu Lasten der Einzelfallgerechtigkeit, vermeidet aber, soweit die Pauschalierung/Typisierung unwiderlegbar¹² ist, Streit über die Abzugsfähigkeit und kann – mit Blick auf die Rechtsanwendungsgleichheit – zu einem gleichheitssatzkonformen Vollzug beitragen. Dennoch ist von derartigen Pauschalen abzusehen,¹³ da sie zum einen, um einigermaßen realitätsgerecht zu sein, stark differenzieren müssten, zum anderen Investitionsentscheidungen des Steuerpflichtigen verzerren. Im Übrigen würden differenzierende Pauschalen die Streitfälle lediglich von der Abzugsfähigkeit konkreter Einzelaufwendungen zu der Einordnung in die unterschiedlichen Abzugsklassen verlagern.

Berücksichtigung des Europarechts und des internationalen Steuerrechts

Im Zivilrecht werden mittlerweile viele Rechtsentwicklungen durch das Europarecht angestoßen und maßgeblich geprägt. Richtlinien geben hier oftmals relativ klare Vorgaben. Im Recht der direkten Steuern ist der Einfluss des Europarechts subtiler. Hier ist es der Europäische Gerichtshof, der den Angleichungsprozess vorantreibt und die Mitgliedstaaten mit oftmals spektakulären Entscheidungen zur Beachtung der Grundfreiheiten bei der Ausgestaltung ihrer nationalen Steuersysteme verpflichtet. Hieraus können sich gewichtige Restriktionen für die Entwicklung von Reformvorschlägen ergeben.

Grundentscheidungen

Definition des Einkommensteuerobjekts: Einkommensbegriff

Ohne Benennung des Leistungsfähigkeitsindikators bleibt das Leistungsfähigkeitsprinzip eine Leerformel.¹⁴ Deshalb muss am Anfang einer Einkommensteuerreform die Festlegung auf einen Einkommensbegriff stehen.

¹² Dagegen können widerlegbare Pauschalen, die im Wesentlichen die Funktion von Beweislastregeln haben, in gewissem Umfang vereinfachend wirken. Zum Optimierungsprozess zwischen Vereinfachungswirkung (Kostensparnis) und Steuerausfall vgl. Ruppe (1998: 60f.).

¹³ Hierzu grundlegend Ruppe (1998: 50ff.).

¹⁴ Zum Vorwurf der Inhaltsleere des Leistungsfähigkeitsprinzips: Gassner und Lang (2000).

a. Reineinkommen

Auf sicherem Terrain bewegt man sich mit den einkommensteuerrechtlichen Konkretisierungen des Leistungsfähigkeitsprinzips durch das objektive und subjektive Nettoprinzip. Die Einkommensteuer ist *Reineinkommensteuer*. Nach dem Nettoprinzip sind Erwerbsaufwendungen einerseits, existenznotwendige Lebenshaltungsaufwendungen andererseits von der Bemessungsgrundlage der Einkommensteuer abzuziehen. Dies macht das Wesen einer Einkommensteuer im Gegensatz zu einer *Objekt-* bzw. *Sollertragsteuer* aus.

b. Lebenseinkommen als Maßstab für den Zeitpunkt des steuerrechtlichen Zugriffs

Dagegen scheiden sich die Geister an der Frage, ob die Einkommensteuer Lebens- und Periodeneinkommen erfassen soll. Zwar wird, abgesehen von der prominenten Ausnahme Paul Kirchhofs,¹⁵ ganz überwiegend das Lebenseinkommen¹⁶ als der zutreffende Maßstab der Besteuerung gewertet. Das Periodizitätsprinzip wird als ein lediglich technisch-budgetäres Steuererhebungsprinzip aufgefasst. Es soll stetige Staatseinnahmen gewährleisten und verwirklicht für den Steuerpflichtigen Rechtssicherheit,¹⁷ soll aber nicht zu Belastungsunterschieden führen. Übersehen wird dabei jedoch, dass aus der Lebenszeitperspektive nicht nur ein zeitlich unbegrenzter Verlustvortrag oder eine Progressionsglättung zur Vermeidung von Zusammenballungseffekten folgen, sondern unterschiedliche Besteuerungszeitpunkte resultieren. Zur Verwirklichung der Lebenszeitperspektive darf Einkommen nicht bereits im Zeitpunkt seiner Entstehung, sondern erst im Zeitpunkt des Konsums, d. h. nachgelagert, besteuert werden. Vordergründig handelt es sich dabei nur um die Frage nach dem Besteuerungszeitpunkt. Ökonomisch bedeutet der spätere steuerliche Zugriff jedoch eine Steuerbefreiung der marktüblichen Verzinsung von Kapitaleinkommen.¹⁸ Diese Implikationen sind – zumindest in der Steuerrechtswissenschaft – nach wie vor weitgehend unbekannt. Das Prinzip nachgelagerter Besteuerung wird überwiegend auf die Erfassung von Alterseinkünften beschränkt¹⁹ und dann als ein Beitrag zur Förderung privater Altersvorsorge verstanden. Die Verengung auf die Alterseinkünfte verkennt aber, dass nur in einem System *umfassend* nachgelagerter Besteuerung Steuerpflichtige mit gleichem Lebenseinkommen unabhängig vom Zeitpunkt der Einkommensentstehung gleich besteuert werden. Nur in einem System umfassend nachgelagerter Besteuerung lässt sich zudem das Problem der Inflationsneutralität systemimmanent lösen.

c. Markteinkommen als beobachtbarer Reinvermögenszugang

Dass – sowohl im Interesse der Gleichmäßigkeit der Besteuerung als auch zur Beseitigung der zahllosen Abgrenzungsprobleme zwischen Gewinn- und Überschusseinkünften – der Dualismus von Reinvermögenszugangs- und Quellentheorie, an dem das Einkommensteuerrecht seit 1925 krankt, vollständig überwunden werden muss, darüber herrscht Konsens. Auch der Gesetzgeber bewegt sich seit 1999 in diese Richtung, indem er die Steuerfreiheit der Wertveränderungen des privaten Stammvermögens schrittweise abbaut²⁰ und das Einkommensobjekt stärker dem reinvermögenszugangstheoretischen Ideal annähert.

¹⁵ Insb. Kirchhof (1985: 319ff.).

¹⁶ Vgl. nur Tipke (1993: 668ff.).

¹⁷ Vgl. Homburg (²2000: 234).

¹⁸ Vgl. Dorenkamp (2003: 78).

¹⁹ Zugrunde liegt dieses Prinzip nachgelagerter Besteuerung bereits heute der so genannten Riesterrete (Abzug der Einzahlungen gemäß § 10a EStG, volle Versteuerung der Auszahlungen, § 22 Nr. 5 EStG).

²⁰ Verlängerung der Veräußerungsfristen in § 23 Abs. 1 Nr. 1 und 2 EStG auf zehn Jahre bzw. ein Jahr (Steu-

Über die Konsequenzen der Verwirklichung der auf von Schanz (1896) zurückzuführenden Reinvermögenszugangstheorie (*accretion theory*) herrscht aber ebenso Unklarheit wie über die Bedeutung der Markteinkommenstheorie für die Definition des Steuerobjekts. Wollte man der Einkommensteuer wirklich einen umfassenden Einkommensbegriff zugrunde legen, müsste man alle Vermögenszuwächse erfassen, gleich ob sie einmalig oder regelmäßig anfallen oder ob sie am Markt durch erwerbswirtschaftliches Handeln erzielt worden sind. Wird die Markteinkommenstheorie als „auf das Praktikable zurückgenommene Reinvermögenszugangstheorie“²¹ verstanden, so kommt ihr lediglich die Funktion zu, nicht marktoffenbare, d. h. *nicht beobachtbare*²² Vermögenswertsteigerungen aus dem Einkommensteuerobjekt auszugrenzen. Das sind zum einen *nicht realisierte* Wertsteigerungen,²³ zum anderen das so genannte *imputed income* (Schatteneinkommen).

Zu erfassen wäre hingegen jede Form privater oder staatlicher Unterhalts- und Transferzahlungen, auch wenn sie nicht am Markt erzielt sind.²⁴ Auf die Einbeziehung staatlicher Transfers und Unterhaltsleistungen könnte nur dann verzichtet werden, wenn gewährleistet wäre, dass derartige Transfers nur den existenznotwendigen – und damit ohnehin steuerfreien – Lebensbedarf abdecken.²⁵ Dies aber setzt eine präzise Verzahnung mit dem Sozialrecht voraus, die auch in Zukunft nicht realistisch ist.²⁶

Anzahl der Einkunftsarten

Bei einem aus der Reinvermögenszugangstheorie abgeleiteten *synthetischen* Einkommensteuerverständnis würde es nahe liegen, auf die Normierung von Einkunftsarten zu verzichten. Der Einkommensteuer würden dann alle einmaligen und laufenden Einkünfte unterliegen. Eine derartige Generalklausel verdeutlicht das Anliegen der einheitlichen Erfassung sämtlicher (realisierter) Vermögenszuwächse. Dennoch wird man es damit nicht bewenden lassen können. Zum einen kann eine beispielhafte Aufzählung einzelner Einkunftsbestandteile Zweifelsfragen der Abgrenzung zur nichtsteuerbaren Sphäre ausräumen. Einer derartigen deklaratorischen und ausdrücklich nicht abschließenden Umschreibung des Einkommensteuerobjekts bedient sich der US-amerikanische *Internal Revenue Code* in Section 61.

Zum anderen wird die Funktion der Normierung einzelner Einkunftsarten auch in Zukunft über das bloß deskriptive Moment hinausgehen, soweit einzelne Einkommensbestandteile weiterhin einer Sonderbehandlung unterzogen werden. Zwar wäre wenig gewonnen, wenn man zunächst einen umfassenden, reinvermögenszugangstheoretisch fundierten Einkommensbegriff postuliert, dann aber auf den folgenden Stufen der Einkommensermittlung, des Tarifs oder der Steuererhebung Sondervorschriften normiert. Ganz

erentlastungsgesetz (StEntlG) 1999/2000/2002 vom 24. März 1999 (Bundesgesetzblatt (BGBl.) I, S. 402) sowie schrittweise Absenkung der Wesentlichkeitsgrenze in § 17 EStG von 25 Prozent auf zehn Prozent (StEntlG 1999/2000/2002 vom 24. März 1999 (BGBl. I, S. 402) und nunmehr ein Prozent (Steuersenkungsgesetz (StSenkG) vom 23. Oktober 2000 (BGBl. I, S. 1433)).

²¹ Tipke (1993: 580).

²² Vgl. Homburg (²2000: 222) – als Kontrast zur *first-best* Lösung einer Fähigkeitsteuer.

²³ Die Verwirklichung der Reinvermögenszuwachstheorie wäre zwar sowohl unter Leistungsfähigkeitsaspekten als auch unter Neutralitätsgesichtspunkten (keine Verzerrung zwischen Halten und Verkauf von Wirtschaftsgütern) vorzugswürdig, das Problem permanenter Bewertung ohne Marktbeteiligung ist jedoch nicht lösbar.

²⁴ Ebenso Homburg (²2000: 222).

²⁵ Vgl. Kirchhof (1988: 25).

²⁶ Vgl. Tipke (1993: 586).

wird sich dies jedoch nicht vermeiden lassen. Allerdings ist entscheidend, wo die Differenzierung ansetzt. Solange Differenzierungen sich auf die Anwendung spezieller Steuererhebungsverfahren beschränken, etwa das Lohnsteuerverfahren, handelt man sich zwar Abgrenzungsschwierigkeiten ein, grundsätzlich aber keine Belastungsunterschiede. Erst wenn unterschiedliche Einkommensermittlungsmethoden mit der Folge einer nicht nur marginalen Verschiebung der Besteuerungszeitpunkte zur Anwendung gebracht werden oder gar für einzelne Einkommensbestandteile unterschiedliche Steuersätze angeordnet werden, wird der Erfolg eines umfassenden Einkommensbegriffs zunichte gemacht.

Auf die Abgrenzung der gewerblichen Einkünfte zu den anderen Einkunftsarten wird man nur dann verzichten können, wenn die Gewerbesteuer als Sonderlast gewerblicher Einkünfte entfällt und durch einen kommunalen Zuschlag zur Einkommen- und Körperschaftsteuer, der von allen Gemeindebürgern gleichermaßen erhoben wird, ersetzt wird.²⁷ Damit ist der Erfolg einer Beseitigung des Einkunftsartendualismus eng verknüpft mit dem Schicksal der Gewerbesteuer. Ihrer grundlegenden Erneuerung war man – erzwungen durch die Finanznot der Gemeinden – wohl noch nie so nahe wie im Moment.²⁸ Und doch mehren sich schon wieder die Anzeichen, dass die Chance nicht ergriffen werden wird, sondern es allenfalls zu einer Erstreckung auf freiberufliche Einkünfte kommen wird, was die Abgrenzungsprobleme im Rahmen der Einkommensteuer nicht lösen würde.

Verzicht auf Steuervergünstigungen – sinnvoller Einsatz von Vereinfachungsbefreiungen

Eine der zentralen Reformforderungen ist die Bereinigung des Einkommensteuerrechts von Steuervergünstigungen. Die negativen Effekte von in den Einkommensteuertatbestand eingebauten indirekten Subventionen sind hinlänglich bekannt.²⁹ Zudem ist Subventionsabbau über die erhoffte Vereinfachungswirkung und den Transparenzgewinn hinaus wichtiger Bestandteil der Konsolidierung der öffentlichen Haushalte. Konsequenterweise erscheint es daher, §§ 3f. EStG zu streichen. Doch § 3 EStG enthält bekanntermaßen einen derart inhomogenen Katalog unterschiedlichster Regelungszwecke,³⁰ dass jede einzelne der über 60 Nummern der Vorschrift daraufhin analysiert werden muss, ob sie verzichtbar ist. In einen Reformentwurf zu übernehmen wären sinnvolle Vereinfachungsnormen, wie etwa die Steuerbefreiung des vom Arbeitgeber geleisteten Werbungskostenersatzes (z. B. § 3 Nr. 16, 30-32 und 34 EStG) oder die Befreiung der von der beruflichen/betrieblichen Nutzung nur mit unverhältnismäßigem Aufwand zu trennenden privaten Internetnutzung (§ 3 Nr. 45 EStG).

Allerdings müssten sowohl die konstitutiven als auch die deklaratorischen Steuerbefreiungstatbestände an den erweiterten Einkommensbegriff angepasst sowie einkunftsartenspezifische Ungleichbehandlungen beseitigt werden. Zudem müsste der verbleibende Stoff des § 3 EStG neu strukturiert werden. (Deklaratorische) Vorschriften der Präzisierung des Einkommensteuerobjekts sollten von Vereinfachungszwecknormen separiert werden.

²⁷ Siehe hierzu Hey (2002b: 314ff.).

²⁸ Bis Mitte 2003 wird die vom Bundesministerium der Finanzen eingesetzte Arbeitsgruppe Kommunalsteuern hierzu einen Vorschlag unterbreiten, der dann umgehend in ein Gesetzgebungsverfahren einmünden soll.

²⁹ Vgl. Lang (1987: 34).

³⁰ Vgl. Lang in Lang und Tipke (¹⁷2002: 130ff.); von Beckerath in Kirchhof (²2002).

Einkommensermittlungsmethoden

Selbst wenn die quellentheoretische Verschonung der privaten Stammvermögensveränderungen im Rahmen der heutigen Überschusseinkünfte zugunsten einer umfassenden Veräußerungsgewinnbesteuerung aufgegeben wird, würde die Beibehaltung des Nebeneinanders von Betriebsvermögensvergleich einerseits, Einnahmen-/Überschussrechnung andererseits einen wesentlichen Faktor der Ungleichbehandlung der Einkunftsarten konservieren. Der zur Angleichung der Gewinnermittlung nach § 4 Abs. 1 EStG und § 4 Abs. 3 EStG von der Rechtsprechung entwickelte Grundsatz der Totalgewinnlichkeit³¹ negiert die aus unterschiedlichen Besteuerungszeitpunkten resultierenden Zinseffekte. Ihre Dimension wird deutlich, wenn man sich vor Augen hält, dass das in der Betriebsprüfung hoch streitige Thema der Angemessenheit von Rückstellungen nicht die Abzugsfähigkeit als solche, sondern lediglich den Zeitpunkt der Berücksichtigung von Aufwand betrifft.

Dies wirft die Frage auf, ob sich für alle Einkünfte eine einheitliche Ermittlungsmethode finden lässt. Diese wäre, da schon aus Praktikabilitätsgründen eine Ausweitung des Bestandsvergleichs ausscheidet, in einer Einnahme-/Überschussrechnung zu suchen. Inwieweit dies den Einstieg in eine echte *Cashflow*-Besteuerung nach sich ziehen würde, hinge davon ab, ob man statt Aktivierung von Anschaffungs- und Herstellungskosten mit nachfolgender zeitlich gestreckter Abschreibung (Modell des § 4 Abs. 3 EStG) den Sofortabzug zuließe. Vom theoretischen Standpunkt aus wäre eine echte *Cashflow*-Besteuerung nicht nur als Vereinheitlichungsmaßnahme zu begrüßen, sie wäre als nachgelagerte Besteuerung auch konsistent mit dem Lebenseinkommensprinzip.

Widerstand gegen eine Vereinheitlichung der Einkünfteermittlung ist vor allem von den Apologeten des in § 5 Abs. 1 S. 1 EStG niedergelegten Maßgeblichkeitsprinzips zu erwarten, auch wenn sich die Anknüpfung der Steuer- an die Handelsbilanz unter dem Druck der Internationalisierung der Rechnungslegung überlebt hat.³² Die Hinwendung der handelsrechtlichen Rechnungslegung zu IAS und US-GAAP aktualisiert lediglich die seit langem bekannte Disparität handelsrechtlicher und steuerrechtlicher Gewinnermittlungszwecke,³³ so dass es, selbst wenn man an der Gewinnermittlung durch Betriebsvermögensvergleich festhalten wollte, anstatt der punktuellen Durchbrechungen des Maßgeblichkeitsprinzips eines eigenständigen Steuerbilanzrechts bedürfte. Dann aber verliert der Betriebsvermögensvergleich als steuerliche Gewinnermittlungsmethode seine ursprüngliche Rechtfertigung als Vereinfachungsmaßnahme, so dass sich die Frage stellt, warum man am Dualismus der Einkünfteermittlung festhalten soll, wenn doch gleichzeitig klar ist, dass hierin auch bei Einebnung der verschiedenen Einkunftsarten eine Ursache fortbestehender Ungleichbehandlung läge.³⁴

Wie realistisch der Übergang zu einer reinen *Cashflow*-Besteuerung ist, hängt allerdings von ihrer technischen Umsetzung ab. Zwar scheint eine Einnahmen-/Überschussrechnung auf den ersten Blick einfach. Zu lösen wäre allerdings im Rahmen einer *Cashflow*-Besteuerung zum einen die Definition dessen, was in diesem Sinne „cash“ ist; zum anderen müssten Manipulationen zur Beeinflussung des Periodenergebnisses durch gezielte Steue-

³¹ Vgl. hierzu Drüen (1999).

³² Ebenso Wagner (2002: 1885f.).

³³ Vgl. Wagner (2002: 1885f.).

³⁴ Vgl. Tipke (2002: 164); Scheffler (2001: 912) weist aber anhand des *Karlsruher Entwurfs* (2001) nach, dass die Unterschiede deutlich reduziert werden können.

zung von Zu- und Abfluss verhindert werden. Zur Vermeidung starker Schwankungen im progressiven Tarif müsste zudem optional anstelle des Sofortabzugs der Anschaffungskosten die Möglichkeit der mehrjährigen Verteilung eingeräumt werden, wie sie derzeit für bestimmte Fälle in §§ 11a, b EStG vorgesehen ist. Möglicherweise liegt hier auch der Schlüssel für eine modifizierte Periodisierung, indem der Sofortabzug über § 6 Abs. 2 EStG hinaus deutlich ausgeweitet, die Bildung von Rücklagen nach § 6b EStG vereinfacht und bei größeren Anschaffungen an der Periodisierung festgehalten wird. Zudem sollte der Steuerpflichtige die freie Wahl haben zwischen Betriebsvermögensvergleich und Überschussrechnung.

Besteuerung von Veräußerungsgewinnen

Wenn man sich entsprechend dem reinvermögenszugangstheoretischen Ideal eine möglichst weitgehende Erfassung von Veräußerungsgewinnen zum Ziel setzt, so sind zwei Probleme zu lösen. Zum einen setzt das Gebot der Rechtsanwendungsgleichheit der Erfassung von Wertsteigerungen des privaten Gebrauchsvermögens Grenzen, zum anderen zwingt die Realisierung von über einen längeren Zeitraum angesammelten stillen Reserven zu einer Auseinandersetzung mit dem das Steuerrecht beherrschenden Nominalismus.

Dogmatisch lässt sich eine Steuerverschonung des privaten Gebrauchsvermögens nicht nur als erzwungene Kapitulation vor unter Beachtung der Privatsphäre des Steuerpflichtigen nicht lösbaren Vollzugsdefiziten begründen, sondern auch unter dem Aspekt, dass es sich hierbei um nicht steuerbare Wertveränderungen in der privaten Konsumsphäre handelt. Der Wertverzehr privater Konsumgüter ist einkommensteuerrechtlich irrelevanter Konsum. Schwieriger ist die Entscheidung, wie mit Wertsteigerungen privater Wirtschaftsgüter zu verfahren ist, auch wenn sie grundsätzlich die Ausnahme bilden werden. Konsequenz wäre es, sie ebenfalls von der Bemessungsgrundlage auszuschneiden. Indes kann die Abgrenzung zwischen privatem Gebrauchs- und privatem Erwerbsvermögen schwierig sein: Der Renoir an der Wand mag dem privaten Vergnügen (= Konsum) ebenso dienen wie der privaten Vermögensverwaltung (= Erwerb). Erfassungsprobleme und Abgrenzungsschwierigkeiten ließen sich pragmatisch lösen, indem außerhalb des Betriebsvermögens nur Grundvermögen und Wertpapiere der Besteuerung unterworfen werden, wobei im Rahmen einer Konsumgutlösung auch das privat bewohnte Eigenheim ausgenommen werden könnte.³⁵

Das zweite Problem liegt im Ausschluss der Erfassung inflationärer Scheingewinne. Die Wirkungen des steuerrechtlichen Nominalwertprinzips beschränken sich zwar nicht auf Veräußerungsgewinne, treten hier aber besonders deutlich zu Tage. Grundsätzlich gelöst wäre das Problem in einer strikt nachgelagerten Besteuerung im Sinne einer *Cashflow*-Gewinnermittlung, wenn Anschaffungs- und Herstellungskosten voll zum Abzug von der Bemessungsgrundlage zugelassen würden. Will man diesen Schritt nicht gehen, gibt es verschiedene Möglichkeiten der Inflationsberücksichtigung: Ähnlich § 6b EStG könnte der Veräußerungsgewinn steuerneutral auf ein Reinvestitionsgut übertragen werden. Damit käme man dem Prinzip nachgelagerter Besteuerung relativ nahe. Unmittelbarer wirken Mechanismen einer Inflationsbereinigung durch Indexierung. Abzulehnen sind dagegen grobe Typisierungen, wie etwa unterschiedliche Steuersätze nach Haltedauer. Zum einen

³⁵ Dies sieht bereits heute § 23 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 S. 3 EStG vor.

dürfte eine solche Lösung nicht auf private Veräußerungsgewinne beschränkt werden, will man sich nicht sofort neue Abgrenzungskonflikte einhandeln, zum anderen haben derartige Fristen verzerrende Wirkung auf die Entscheidung über Halten oder Veräußern eines Vermögensgegenstandes.

Besteuerung von Zinsen

Ähnlich gelagert sind die Probleme bei der Erfassung von Zinseinkünften. Das Vollzugsproblem wird hier noch verschärft durch die Mobilität von Kapitalvermögen. Das Drohbild der Kapitalflucht schränkt den Handlungsradius des Steuergesetzgebers so empfindlich ein, dass die – unter der Prämisse einer synthetischen Einkommensteuer zunächst nahe liegende – Vollbesteuerung von Zinseinkünften³⁶ nicht ohne weiteres durchsetzbar ist. Zwar lässt sich das Vollzugsdefizit durch Abschaffung des Bankgeheimnisses (§ 30a Abgabenordnung) sowie die Einführung eines Systems von Kontrollmitteilungen rein rechtlich beheben, die Verbringung von Kapital ins Ausland zum Zwecke der Steuerhinterziehung kann aber selbst durch Strafantrohung nicht wirkungsvoll verhindert werden. Auch der jüngst auf EU-Ebene errungene Zinskompromiss³⁷ wird das Problem nicht lösen – zum einen, weil das Phänomen der Kapitalflucht nicht an den Grenzen der Europäischen Union halt macht, zum anderen, weil die Koexistenz von Kontrollmitteilungen einerseits und gegenüber dem Einkommensteuerspitzensatz deutlich niedrigeren Quellenabzügen ohne Kontrollmitteilungen andererseits den Anreiz der Verlagerung von Kapital auch innerhalb der Europäischen Union nur bedingt reduziert.

Vor dem Hintergrund der verfassungsrechtlichen Vorgaben der Rechtsanwendungsgleichheit kann der Gesetzgeber das durch Kapitalflucht begründete Vollzugsdefizit hinnehmen, denn die territoriale Beschränkung seiner Hoheitsmacht ist unilateral nicht beeinflussbar und folglich das aus ihr resultierende Vollzugsdefizit nicht zurechenbar, soweit der Kapitalanlagestaat seine Mitwirkung bei der Informationsbeschaffung verweigert. Das Ergebnis ist jedoch unbefriedigend. Zwar würde auch das in das Ausland verbrachte Kapital dem deutschen Kapitalmarkt zur Verfügung stehen, das Besteuerungssubstrat wäre jedoch verloren. Eine Antwort auf das Problem sucht der Gesetzgeber derzeit mit einer niedrigen Abgeltungssteuer in Höhe von 25 Prozent – ein Modell, das auch im Ausland vielfach praktiziert wird.³⁸ Indes wäre ein derartiger Sondersteuersatz – abgesehen davon, dass das Ideal einer synthetischen Einkommensteuer mit gleichmäßiger Belastung aller Einkünfte verlassen wird – Quell zahlreicher neuer Abgrenzungsprobleme, insbesondere wenn die Abgeltungssteuer auf private Zinseinkünfte beschränkt würde.

Eine Lösung könnte auch hier in einem Einstieg in eine nachgelagerte Besteuerung liegen. Soweit der Steuerpflichtige bei Einzahlung in qualifizierte Sparkonten, die der Kontrolle des Finanzamtes unterliegen, den eingezahlten Betrag von der einkommensteuerrechtlichen Bemessungsgrundlage abziehen kann, wird der Anreiz zur Kapitalverlagerung ins Ausland derart abgeschwächt, dass auch die spätere Besteuerung der Zinsen bei Auszahlung eher toleriert werden wird. Nur auf diese Weise ließe sich gleichzeitig auch das Inflationsproblem lösen.

³⁶ Siehe z. B. den Vorschlag im *Karlsruher Entwurf* (2001), Begründung zu § 21 Abs. 1 Kommissionsentwurf.

³⁷ Müller (2003: 530f.).

³⁸ Siehe insbesondere die Österreichischen Endbesteuerung in Höhe von 25 Prozent auf Zinsen, die die Anonymität des Anlegers wahrt.

Besteuerung von Alterseinkünften

Einer grundlegenden Neuorientierung bedarf die Besteuerung von Alterseinkünften. Trotz der Rückbesinnung auf einen gewissen *judicial self-restraint* hat das Bundesverfassungsgericht mit seiner Rentenbesteuerungsentscheidung vom 6. März 2002³⁹ den Weg gewiesen für eine nachgelagerte Besteuerung von Alterseinkünften. Die Ungleichbehandlung von Pensionen und Sozialversicherungsrenten lässt sich anders nicht befriedigend beheben. Wie weit der Bereich nachgelagerter Besteuerung unter dem Aspekt der Altersvorsorge bzw. Zukunftssicherung gezogen wird, hängt indes wiederum maßgeblich vom Grundverständnis des Lebenseinkommensprinzips ab. Eine qualitativ auf bestimmte Vorsorgeverträge beschränkte oder quantitativ auf einen Höchstbetrag begrenzte Einführung der nachgelagerten Besteuerung bleibt hinter dem Ideal intertemporaler Neutralität zurück, kann aber aus Gründen der Finanzierbarkeit für den Staatshaushalt zumindest in der Übergangsphase geboten sein.

Dabei wirft die Einführung nachgelagerter Besteuerung schwierige Abstimmungsprobleme mit dem Internationalen und Europäischen Steuerrecht auf, wie sich bereits im Zusammenhang mit dem Altersvermögensgesetz anhand der so genannten Riesterreente⁴⁰ gezeigt hat. Die nachgelagerte Besteuerung basiert auf dem Grundprinzip intertemporaler Korrespondenz. Gesparte Einkommensanteile, die von der Einkommensteuer abgezogen werden konnten, müssen im Zeitpunkt des Entsparens der Einkommensteuer unterworfen werden. Verzieht der Steuerpflichtige nach Abzug der Einzahlungen, aber vor Besteuerung der Auszahlung ins (europäische) Ausland und endet hierdurch seine unbeschränkte Steuerpflicht in Deutschland, ergeben sich Probleme auf zwei Ebenen: Kennt der Zuzugsstaat keine nachgelagerte Besteuerung, so wird er nur die Erträge, nicht aber das steuerfrei gebildete Deckungskapital der Einkommensteuer unterwerfen mit der Folge so genannter „weißer Einkünfte“. Die eine Einmalbesteuerung gewährleistende Symmetrie des Abzugs der Einzahlungen bei voller Besteuerung der Auszahlungen wäre gestört. Dies ist eine Frage der kohärenten Belastung des Steuerpflichtigen. Aber selbst wenn sichergestellt wäre, dass auch der Zuzugsstaat neben den Erträgen die Kapitalrückzahlung der Besteuerung unterwirft, bleibt das Problem der gerechten zwischenstaatlichen Aufkommensverteilung. Der Zuzugsstaat, der nun sowohl Kapitalrückzahlung als auch Erträge besteuern kann, profitiert davon, dass der Wegzugsstaat durch seinen Steuerverzicht in der Ansparphase die Kapitalbildung finanziert hat. Dieser geht leer aus, obwohl der Steuerverzicht in der Ansparphase nur im Hinblick auf die Besteuerung in der Auszahlungsphase geleistet werden kann. Die in § 95 EStG im Rahmen der Riesterreente angeordnete Wegzugsbesteuerung ist also durchaus nachvollziehbar, aber ist sie auch europarechtskonform?⁴¹ Des Problems Lösung könnte darin liegen, nach Schaffung eines entsprechenden Tatbestandes in § 49 EStG Deutschland doppelbesteuerungsrechtlich auch im Fall des Wegzugs des Steuerpflichtigen im Rahmen beschränkter Steuerpflicht das Besteuerungsrecht auf Kapitalrückzahlung und Erträge bei Auszahlung zu sichern, das derzeit nach Art. 18 OECD-Musterabkommen beim Wohnsitzstaat liegt. Dies aber würde bedeuten, dass die über sechzig derzeit bestehenden Doppelbesteuerungsabkommen nachverhandelt werden müssten.

³⁹ BVerfG vom 6. März 2002, *Finanzrundschau* (2002: 391).

⁴⁰ Eingeführt durch Altersvermögensgesetz vom 26. Juni 2001, BGBl. I, 1310.

⁴¹ Hierzu ausführlich Dorenkamp (2003: 78, 230ff.).

Neuverhandlungen völkerrechtlicher Verträge sind jedoch langwierig und müssen in der Regel durch Zugeständnisse an anderer Stelle erkaufte werden.

Das Beispiel der Besteuerung der Alterseinkünfte zeigt, wie eng der Spielraum für eine Reform des nationalen Einkommensteuerrechts mittlerweile rechtlich durch den EG-Vertrag und faktisch durch das bestehende Netz der Doppelbesteuerungsabkommen umgrenzt ist.

Familienbesteuerung

Der in den letzten Jahren mit zunehmender Heftigkeit, aber letztlich mit immer gleichen, häufig emotional eingefärbten Argumenten geführte Streit⁴² um das Ehegattensplitting wirft ein Schlaglicht auf mögliche Konzeptionen einer Familienbesteuerung. Getreu dem Ziel, das Einkommensteuerrecht von Subventionszwecken freizuhalten, und zwar auch von gerechtfertigten, zu denen eine Familienförderung zur Verbesserung der intergenerativen Gesellschaftsstruktur sicherlich gehören würde, muss die Familienbesteuerung streng am subjektiven Nettoprinzip ausgerichtet werden.

Danach sind (zwangsläufig erwachsene) gesetzliche Unterhaltspflichten beim Unterhaltsverpflichteten von der Steuer abzuziehen, beim Empfänger zu versteuern (so genanntes Familienrealsplitting⁴³). Ein den Wertentscheidungen des Art. 6 Abs. 1 GG verpflichteter Steuergesetzgeber muss die vorgelagerte Entscheidung für Familie respektieren, auch wenn diese privat veranlasst ist und zumeist freiwillig getroffen wird. Der nachfolgenden gesetzlichen Unterhaltspflicht jedenfalls kann sich der Steuerpflichtige nicht entziehen. In Höhe dieser Unterhaltsleistungen ist nicht er, sondern der Unterhaltsberechtigte leistungsfähig. In einem weiteren Schritt muss die Einbeziehung privater Unterhaltsbezüge in die einkommensteuerrechtliche Bemessungsgrundlage abgestimmt werden mit der Abzugsfähigkeit der Unterhaltsleistungen beim Unterhaltsverpflichteten. Begrenzt man Unterhaltsabzüge im Rahmen eines Familienrealsplittings auf gesetzlich geschuldeten Unterhalt, dann darf auch nur dieser Unterhaltsbezug zur Einkommensteuer herangezogen werden. Weitergehende freiwillige Einkommenstransfers wären der Schenkungsteuer und nicht der Einkommensteuer zu unterwerfen.

Was nun das Ehegattensplitting angeht, so kann es als bewährte Typisierungsregelung⁴⁴ zur Abbildung der gemeinschaftlichen Partizipation der Ehegatten am Familieneinkommen beibehalten werden. Zwar bestehen in der intakten Ehe keine konkreten finanziellen Zahlungspflichten, indes verpflichtet § 1360 Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) die Ehegatten einander zum gemeinsamen Unterhalt. Das Familienrecht statuiert die Ehe als Erwerbs- und Verbrauchsgemeinschaft. Dies ist auch das Leitbild des Ehegattensplittings. Die in § 1360 BGB ausgesprochene Pflicht zu „angemessenem“ Unterhalt, also nicht nur zu einem Minimalunterhalt, spricht gegen anderweitige Typisierungen, wie etwa die Übertragung fester Beträge zwischen den Ehegatten, da sie eine mit der Realität unterschiedlicher Einkommensverhältnisse von Ehepaaren nicht vereinbare Durchschnittsverdienerehe unterstellt. Ohnehin ist der Splittingeffekt bei einem Einkommensteuertarif mit schnell einsetzender oberer Proportionalzone begrenzt.

⁴² Repräsentativ die Auseinandersetzung zwischen Vogel (1999: 201ff.) und Bareis (2000: 81ff.).

⁴³ Lang (1988: 650ff.).

⁴⁴ So etwa Seer (2001: 366ff.).

Besteuerung von Unternehmen

Abgesehen davon, dass die in erster Linie richterrechtlich ausgeformte Besteuerung der Personengesellschaft zu einem der komplexesten Felder des Einkommensteuerrechts zählt, kann eine Reform der Einkommensteuer die Besteuerung von Unternehmen nicht ausparen, schon deshalb nicht, weil als Minimum eine Aussage zum Verhältnis zwischen Einkommensteuer und Körperschaftsteuer getroffen werden muss. Hier ist zum einen die Frage zu beantworten, ob am geltenden Dualismus der Unternehmensbesteuerung festgehalten oder ein erneuter Anlauf in Richtung einer rechtsformneutralen Unternehmensbesteuerung⁴⁵ genommen werden soll. Zum anderen muss geregelt werden, ob und in welcher Weise im Rahmen der Einkommensbesteuerung von Beteiligungserträgen der Vorbelastung auf Unternehmensebene Rechnung getragen werden soll.

Nach geltendem Recht folgt die Besteuerung von Personengesellschaften dem Transparenzprinzip. Die Einkünfte der Mitunternehmer werden den Mitunternehmern anteilig und unmittelbar zugerechnet. Damit entfällt anders als bei Körperschaften die Unterscheidung zwischen (re)investierten und ausgeschütteten/entnommenen Gewinnen. Eine Abschichtung der Unternehmensebene findet nur im Rahmen der Körperschaftsteuer statt. Sie erlangt vor allem dann Bedeutung, wenn der Körperschaftsteuersatz wie derzeit mit 25 Prozent deutlich unter dem Einkommensteuersatz von 48,5 Prozent liegt.⁴⁶ Unter der Bedingung einer derartigen Steuersatzspreizung kann Rechtsformneutralität nur dann verwirklicht werden, wenn der niedrige Körperschaftsteuersatz zumindest optional allen Unternehmen offen steht. Während Personengesellschaften, wie dies im Ausland zum Teil geschieht, dem Körperschaftsteuerregime unterworfen werden könnten, müsste man für Einzelunternehmer eine modifizierte Lösung wählen, etwa ein einfaches Rücklagenmodell,⁴⁷ um ihnen nicht ein künstlich wirkendes Trennungsprinzip zu oktroyieren.

Für das Verhältnis zwischen Körperschaft-/Unternehmenssteuer und Einkommensteuer im Rahmen der Dividendenbesteuerung lässt sich unter Neutralitätsgesichtspunkten eine klare Aussage zugunsten eines Anrechnungsverfahrens treffen. Wie realistisch die Rückkehr zu diesem zum 1. Januar 2001 abgeschafften Verfahren ist, hängt jedoch zum einen davon ab, ob sich eine einfache Ausgestaltung finden lässt, die das System auch für die Massenanwendung praktikabel macht. Zum anderen müssen grenzüberschreitende Sachverhalte europarechtskonform in das Anrechnungsverfahren integriert werden. Hier liegt die ungleich größere Schwierigkeit.⁴⁸

Steuertarif

Die Reaktionen auf den Karlsruher Entwurf haben gezeigt, dass sich die öffentliche Wahrnehmung eines Einkommensteuergesetzesentwurfs zentral auf die Ausgestaltung des Einkommensteuertarifs und dort namentlich auf den Einkommensteuersatz konzentriert. Enthält man sich eines derartigen Vorschlags, muss man damit rechnen, dass ein

⁴⁵ Zum Scheitern des auf den *Brühler Empfehlungen* (1999) gründenden und später im StSenkG vom 23. Oktober 2000 (BGBl. I, S. 1433) umgesetzten Versuchs, die Rechtsformabhängigkeit der Unternehmensbesteuerung einzuebneten, vgl. Hey (1999a: 1192ff.).

⁴⁶ Dabei wird allerdings die die Steuersatzspreizung reduzierende Gewerbesteuerbelastung außer Acht gelassen.

⁴⁷ Vgl. das nicht verwirklichte Sondertarifierungsmodell der *Brühler Empfehlungen* (1999: 82).

⁴⁸ Hierzu Hey (1997).

Reformentwurf weniger öffentliche Beachtung findet. Dennoch sollte aus meiner Sicht am Tarif die rechtswissenschaftliche Reformarbeit enden.

Ohne Zweifel unterliegt auch der Einkommensteuertarif gewissen rechtlichen Bindungen. So folgt aus dem Gebot vertikaler Steuergerechtigkeit, dass der Tarifverlauf in sich schlüssig sein muss. Auch mehrt sich in der Wissenschaft berechtigte Kritik an der Grundentscheidung für einen progressiven Einkommensteuertarif.⁴⁹ Ein Proportionalsteuersatz würde erheblich zur Vereinfachung beitragen. Das Ehegattensplitting, der Progressionsvorbehalt für steuerfreie Einkünfte und die Fünftelungsregelung für außerordentliche Einkünfte wären – um nur ein paar Beispiele zu nennen – mit einem Proportionalsteuersatz obsolet. Auch würde ein (niedriger) proportionaler Tarif mit einem Schlag alle Probleme des Dualismus der Unternehmensbesteuerung beseitigen, wenn der Einkommensteuersatz dem Körperschaftsteuersatz entspräche. (Verfassungs)rechtlich wäre ein Proportionaltarif zulässig; aus Art. 3 Abs. 1 GG folgt kein Progressionsgebot.⁵⁰

Politisch ist ein proportionaler Einkommensteuertarif jedoch nicht gewollt. Dies mag man bedauern, doch es gibt gute Gründe, den Tarifverlauf, die Festlegung des Eingangs- und des Spitzensteuersatzes sowie den Grad der Progressivität der Politik zu überlassen. Zunächst ist es eine Frage des Respekts gegenüber dem demokratisch legitimierten Souverän. Des Weiteren würde sich jeder Tarifvorschlag dem Problem des Nachweises der Aufkommensneutralität aussetzen. Die Vorabbeurteilung der „finanziellen Auswirkungen“ von Gesetzesänderungen ist bereits bei Einzeländerungen fragwürdig, bei einer Fundamentalreform ist sie schlicht unmöglich. Eine Festlegung auf einen konkreten Tarif mit einem genau bezifferten Eingangs- und Spitzensteuersatz muss daher unterbleiben. Was wäre, wenn der vorgeschlagene Tarifverlauf kein ausreichendes Aufkommen erzielte, um die Reform aufkommensneutral umzusetzen? Dann bestünde, wenn nicht entweder andere Steuern erhöht oder neue Steuern eingeführt würden, die Gefahr, dass wiederum die Bemessungsgrundlage genutzt wird, um die benötigten Einnahmen zu erzielen. Hierfür ist aber bei einer folgerichtigen Ausgestaltung der Bemessungsgrundlage kein Raum mehr. Jeder Eingriff in die Bemessungsgrundlage würde den Rationalitätsgewinn einer fundamentalen Einkommensteuerreform in Frage stellen.

Ausblick

Zu den Grundentscheidungen für eine Reform des Einkommensteuerrechts gehört die Auseinandersetzung zwischen kapitalorientierter und konsumorientierter Besteuerung. Inter-temporal neutral und damit auch inflationsneutral kann ein Einkommensteuersystem nur dann sein, wenn es möglichst viele Elemente nachgelagerter Besteuerung enthält. Davon abgesehen wird man sich auf die zentralen verfassungsrechtlichen und steuersystematischen Vorgaben für den Entwurf eines Einkommensteuergesetzbuchs relativ schnell verständigen können. Im Detail der zu lösenden Einzelprobleme offenbart sich dann aber die ganze Sprengkraft widerstreitender Prinzipien. Dass eine Reform des Einkommensteuerrechts in einer *open economy* den schweren Spagat zwischen umfassendem Besteuerungsanspruch und Vollziehbarkeit zu bewältigen hat, dass zwischen Einzelfallgerechtigkeit und Praktikabilität ein Mittelweg zu suchen ist, darf jedoch nicht dazu führen, sich mit der Sys-

⁴⁹ Prononciert: Elicker (2000: 3).

⁵⁰ Tipke (²2000: 403); anders noch BVerfG vom 24. Juni 1958, BVerfGE 8, 51, 68 f. (Parteispenden).

temlosigkeit des geltenden Rechts abzufinden. Es mag nicht immer eine einzige Antwort für die durch die Besteuerungswirklichkeit aufgeworfenen Probleme geben, es mag die *first-best*-Lösung gelegentlich an Praktikabilitätsgrenzen stoßen – eine Verbesserung gegenüber der derzeitigen Regel- und Zügellosigkeit des Einkommensteuerrechts lässt sich allemal erzielen.

Bibliographie

- BAREIS, Peter. „Gebietet das Grundgesetz bei der Ehegattenbesteuerung die Missachtung ökonomischer Wirkungen?“ *Steuer und Wirtschaft* (2000), 81-90.
- BAREIS, Peter. „Zur Kritik am „Karlsruher Entwurf zur Reform des EStG“, *Steuer und Wirtschaft* (2002), 135-147.
- BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN (Hrsg.). *Brühler Empfehlungen*. Bonn 1999. (BMF-Schriftenreihe; 66)
- DORENKAMP, Christian. *Nachgelagerte Besteuerung von Einkommen*. Dissertation. Köln 2003.
- DRÜEN, Klaus-Dieter. *Periodengewinn und Totalgewinn*. Berlin 1999.
- ELICKER, Michael. „„Kritik der direkt progressiven Einkommensbesteuerung“. Plädoyer für eine „flache Steuer““, *Steuer und Wirtschaft* (2000), 3-17.
- GASSNER, Wolfgang und Michael LANG. *Das Leistungsfähigkeitsprinzip im Einkommen- und Körperschaftsteuerrecht*. Wien 2000.
- HANSJÜRGENS, Bernd. *Äquivalenzprinzip und Staatsfinanzierung*. Berlin 2001.
- HEY, Johanna. *Harmonisierung der Unternehmensbesteuerung in Europa*. Köln 1997.
- HEY, Johanna. „Die Brühler Empfehlungen zur Reform der Unternehmensbesteuerung“, *Betriebs-Berater* (1999a), 1192-1199.
- HEY, Johanna. „Steuerreformen“, in: Franz KLEIN (Hrsg.). *Lexikon des Rechts*. Neuwied u. a. 1999b, Gruppe 6/1410, 1-26.
- HEY, Johanna. *Steuerplanungssicherheit als Rechtsproblem*. Köln 2002a.
- HEY, Johanna. „Kommunale Einkommen- und Körperschaftsteuer“, *Steuer und Wirtschaft* (2002b), 314-325.
- HOMBURG, Stefan. *Allgemeine Steuerlehre*. München ²2000.
- KIRCHHOF, Paul. „Der verfassungsrechtliche Auftrag zur Besteuerung nach dem finanziellen Leistungsfähigkeitsprinzip“, *Steuer und Wirtschaft* (1985), 319-329.
- KIRCHHOF, Paul. *Gutachten F zum 57. Deutschen Juristentag*. München 1988.
- KIRCHHOF, Paul. *Karlsruher Entwurf zur Reform des Einkommensteuergesetzes*, Heidelberg 2001.
- KIRCHHOF, Paul. „Erläuterungen zum Karlsruher Entwurf zur Reform des Einkommensteuergesetzes“, *Deutsches Steuerrecht* 23 (2001), 913-917.
- KIRCHHOF, Paul. *EStG KompaktKommentar*. Heidelberg ²2002.
- LANG, Joachim. *Die einfache und gerechte Einkommensteuer. Ziele, Chancen und Aufgaben einer Fundamentalreform*. Köln 1987.
- LANG, Joachim. *Die Bemessungsgrundlage der Einkommensteuer*. Köln 1988.
- LANG, Joachim (Hrsg.). „Entwurf eines Steuergesetzbuchs“, in: Bundesministerium der Finanzen (Hrsg.). *Brühler Empfehlungen*. Bonn 1993. (BMF-Schriftenreihe; 49)

- LANG, Joachim und Klaus Tipke. *Steuerrecht*. Köln ¹⁷2002.
- MAITERTH, Ralf. „Karlsruher Entwurf zur Reform des Einkommensteuergesetzes“, *Betriebs-Berater, Zeitschrift für Recht und Wirtschaft* 56/2 (2001), 1172-1175.
- MANN, Fritz Karl. *Steuerpolitische Ideale*. Jena 1937.
- MUELLER, Jean. „Verabschiedung des so genannten Steuerpakets durch den ECOFIN-Rat“, *Internationale Wirtschafts-Briefe* (2003), 530-532.
- RUPPE, Hans Georg. „Steuergleichheit als Grenze der Steuervereinfachung“, *Deutsche Steuerjuristische Gesellschaft* 21 (1998), 29-65.
- SCHANZ, Georg von. „Der Einkommensbegriff und die Einkommensteuergesetze“, *Finanzarchiv* 13 (1896), 1-87.
- SCHEFFLER, Wolfram. „Auswirkungen des Karlsruher Entwurfs zur Reform des EStG auf die Steuerbilanz“, *Steuern und Bilanzen* (2001), 904-914.
- SCHUTTER, Ernst Georg. „Der Karlsruher Entwurf zur Reform des Einkommensteuergesetzes“, *Steuerwarte* (2001), 147-156.
- SEER, Roman. „Das Ehegattensplitting als typisiertes Realsplitting“, in: Walter DRENSECK und Roman SEER (Hrsg.). *Festschrift H. W. Kruse*. Köln 2001, 357-375.
- TIPKE, Klaus. *Die Steuerrechtsordnung*. Bd. I. Köln ²2000; Bd. II-III. Köln 1993.
- TIPKE, Klaus. „Der Karlsruher Entwurf zur Reform der Einkommensteuer“, *Steuer und Wirtschaft* (2002), 148-175.
- VOGEL, Klaus. „Besteuerung von Ehegatten und Verfassungsrecht“, *Steuer und Wirtschaft* (1999), 201-226.
- WAGNER, Franz W. „Welche Kriterien sollten die Neuordnung der steuerlichen Gewinnermittlung bestimmen?“ *Betriebs-Berater* (2002), 1885-1891.
- WASSERMAYER, Franz. „Anmerkungen zum Karlsruher Entwurf zur Reform des Einkommensteuergesetzes“, *Deutsches Steuerrecht* (2001), 920-924.

Martin Morlok

**Was kümmern den Staat die Parteifinanzen?
Leitlinien einer Verfassungstheorie der
Parteienfinanzierung¹**

Einführung

Parteienfinanzierung ist offensichtlich ein skandalträchtiges Thema, nicht nur in Deutschland. Die bestehenden staatlichen Vorschriften werden immer wieder verletzt und geben Anlass für politische Skandale, aber auch für den Ruf nach einer Verschärfung der Gesetze. So wurde denn auch unlängst in Deutschland das Parteiengesetz zu den die Finanzen betreffenden Passagen novelliert und um Strafbestimmungen erweitert.² Gleichwohl ist bereits wieder von „Regelungsdefizite[n] des neuen Parteispendenrechts“³ die Rede. Das Bemühen um eine gute Regelung der Parteifinanzen, vor allem um eine Regelung, die auch tatsächlich beachtet wird, scheint dem Kampf gegen Windmühlen gleich: Illegales Geld findet immer seinen Weg zu den politischen Parteien.

Angesichts dessen ist es angezeigt, grundsätzlich über Sinn und Zweck einer staatlichen Regulierung der Parteifinanzen nachzudenken. Parteien sind „frei gebildete, im gesellschaftlich-politischen Bereich wurzelnde Gruppen“⁴, die in den Bereich der institutionalisierten Staatlichkeit hineinwirken, aber selbst nicht zu diesem Bereich gehören.⁵ Weshalb kümmert sich dann der Staat überhaupt um die Parteifinanzen? Weshalb gibt er Geldmittel an die Parteien und weshalb wird auch die private Finanzierung gesetzlich geregelt und kontrolliert? Anders als bei anderen staatlichen Regulierungen – idealtypisch bei den Kernnormen des Strafrechts –, gibt es bei der Parteienfinanzierung keine quasi-natürlichen Intuitionen, die nach einer rechtlichen Überformung der Parteienfinanzierung rufen oder nach einem Verbot bestimmter Aktivitäten verlangen, wie etwa bei Diebstahl oder Mord. Anstatt immer wieder mit Verstößen gegen die rechtlichen Bestimmungen über die Parteienfinanzierung konfrontiert zu werden und letztlich vergeblich hinter den neuesten Tricks der Praxis herzulaufen, bietet sich – jedenfalls auf den ersten Blick – an, von einer rechtlichen Regulierung der Parteienfinanzierung abzusehen und damit entsprechend dem gesellschaftlichen Charakter der Parteien deren Finanzierung aus dem rechtlichen Regiment zu entlassen. Tatsächlich wirken die Normen über die Parteienfinanzierung ja kriminogen: Sie schaffen erst die Möglichkeit des Unrechts und kreieren den Anlass für

¹ Der Autor ist Direktor des Instituts für Deutsches und Europäisches Parteienrecht und Parteienforschung und Inhaber des Lehrstuhls für Öffentliches Recht, Rechtsstheorie und Rechtssoziologie.

² Achstes Gesetz zur Änderung des Parteiengesetzes vom 28. Juni 2002, Bundesgesetzblatt (BGBl.) I, 2268ff.

³ Battis und Kersten (2003: 655)

⁴ Bundesverfassungsgerichtsentscheide (BVerfGE) 56 (101); 44, 124 (145); 104, 287 (298); ständige Rechtsprechung.

⁵ BVerfGE 20, 56, (100 f.); 85, 264 (Leitsatz 1 und 283ff.).

Skandale. Weshalb unterwirft das staatliche Recht also die Parteienfinanzierung überhaupt seinem Regelungszugriff?

Notwendigkeit politischer Parteien und damit deren Finanzierung

Demokratie heißt Beeinflussbarkeit. Eine demokratische Verfassung installiert Institutionen und Verfahren, um die Herstellung der verbindlichen staatlichen Entscheidungen durch das Volk maßgeblich beeinflussen zu lassen. Wahlen und Parlamente bilden die zentralen Input-Strukturen einer parlamentarischen Demokratie. Parteien sind Organisationen, die sich spezialisiert haben auf die Wahrnehmung dieser institutionalisierten Input-Strukturen des Staatsapparates. Ohne ihre Tätigkeit wäre die wirksame Benutzung dieser Input-Strukturen kaum möglich. Die Parteien erfassen dazu die Interessen und Überzeugungen der Bürger, aggregieren sie und formulieren konkrete politische Ziele. Weiter geht es dann um die bestmögliche Durchsetzung dieser Interessen und Überzeugungen in den institutionalisierten staatlichen Entscheidungsprozessen, um das Betreiben des politischen Systems und dabei die Verfolgung der eigenen Ziele.

In einer so ausgestalteten politischen Ordnung sind politische Parteien unverzichtbare Elemente. Demgemäß kommt eine parlamentarische Demokratie aller Erfahrung nach nicht ohne Parteien aus. Sie sind notwendige Organisationen, um einerseits das Volk handlungsfähig werden zu lassen und andererseits den Staatsapparat auch entsprechend dem Prinzip der Volkssouveränität vom Volk her beeinflussbar zu halten. Die verfassungsrechtlich – in Deutschland in Art. 21 Grundgesetz (GG) – erfolgte Anerkennung der Rolle der Parteien ist deshalb Ausdruck einer realistischen Einschätzung.

Die vielfältigen Parteiaktivitäten verursachen Kosten; die Parteien brauchen Geld. Die finanzielle Unterstützung der Parteien durch Bürger, sei es durch Mitgliedsbeiträge, sei es durch Spenden, ist ein Mittel ihres parteipolitischen Engagements und als solches eine unaufgebbare Dimension der Einflussnahme auf die Politik und auch rechtlich geschützt. Der Finanzbedarf der Parteien kann aber auch ein Einfallstor für illegitime Einflussnahme auf die Parteien bilden und die Möglichkeit begründen, politische Entscheidungen finanziell bestimmen zu können. Die Finanzierung der Parteien bedarf also eines genaueren Blickes.

Normative Vorgaben für die Finanzierung der Parteien

Staatliche Gewährleistung eines funktionierenden Parteiwesens

Die Erfüllung der Parteifunktionen in einer freiheitlichen Demokratie hängt von vielfältigen Voraussetzungen ab, sie ist in mehrfacher Hinsicht – auch in finanzieller – gefährdet. Ein Verfassungsstaat, der ein funktionstüchtiges Parteiwesen als Demokratie notwendig anerkennt, übernimmt damit auch eine Mitverantwortung des Staats für diese Voraussetzung einer parlamentarischen Demokratie. So betrachtet stellt der Parteienartikel des Grundgesetzes (Art. 21 GG) nicht nur ein Recht der Parteien und ebenso seiner Mitglieder dar, etwa auf freie Parteigründung und politische Betätigung, sondern bildet auch eine institutionelle Garantie des Parteiwesens. Sie ist auch als eine *Funktionsgarantie* des Staats zu verstehen: Der Staat hat das Seine zu tun, um die Erfüllung der Parteifunktionen sicherzustellen und die Rahmenbedingungen hierfür zu optimieren. Art. 21 GG begründet

also eine *Gewährleistungsverantwortung*⁶. Das Parteiwesen ist damit eine „Pflichtaufgabe“ des Verfassungsstaats, auch wenn das noch nicht präjudiziert, in welcher Weise die Funktionssicherung des Parteiwesens am besten geschieht.

Verfassungsrechtliche Direktiven für die staatliche Regulierung der Parteien

Die staatliche Regulierung des Parteiwesens hat die Erfüllung der Parteifunktionen zu gewährleisten. Das Recht soll es also ermöglichen, dass die Bürger über die Parteien frei und gleich die Politik beeinflussen können. Dies soll durch mehrere rechtliche Garantien geleistet werden, die allesamt in Art. 21 GG enthalten sind. Der Verfassungsstatus der Parteien ist einer der Freiheit, der Gleichheit, der Öffentlichkeit und der inneren Demokratie.⁷ Die *Freiheit* der Parteien soll es den Bürgern ermöglichen, ungehindert von staatlichen Einschränkungen die Politik zu bestimmen und damit auch die staatlichen Entscheidungen zu legitimieren. Die *Gleichheit* betrifft das Verhältnis der Parteien untereinander wie auch zwischen den Bürgern und soll Niemandem eine privilegierte Stellung erlauben. Die *Öffentlichkeit des Parteigeschehens* betrifft die Relation zum Bürger. Der Bürger als der letzte Bezugspunkt zur Demokratie soll wissen, wie es um die einzelnen Parteien steht. Die *innere Demokratie* in den Parteien ist notwendig, damit sie auch tatsächlich als Instrumente der Volkssouveränität wirken – und nicht nur Werkzeuge in der Hand von Führungscliquen sind.

Alle vier Status haben in ihrer Verschränkung auch Bedeutung für die Regulierung der Parteienfinanzierung. Das allgemeine Gebot demokratischer Öffentlichkeit wird für die Parteien spezifiziert durch die besondere Pflicht zur öffentlichen Rechenschaftslegung über ihre Finanzen in Art. 21 I 4 GG. Das Gebot der Egalität verlangt, die Parteienfinanzierung Regeln zu unterwerfen, die die Chancengleichheit für alle Bürgerinnen und Bürger sicherstellen. Die Freiheit der Parteien und auch das Gebot der Staatsfreiheit der Parteien schließen eine staatliche Einflussnahme auf Sach- oder Personalentscheidungen über die Parteienfinanzierung aus.

Besondere Bedeutung kommt dabei der Chancengleichheit der Bürger zu. Grundnorm der Demokratie ist – jedenfalls seit 1789 – die Gleichheit der Bürger. Demzufolge sollen alle Bürger die gleiche Chance haben, den staatlichen Entscheidungsprozess zu beeinflussen, gleichviel, ob sie viel oder wenig Vermögen oder Einkommen haben, über welche Bildung sie verfügen oder ob sie gesellschaftlich angesehen sind oder nicht. Die klassische Formel für diese Chancengleichheit bei der politischen Einflussnahme lautet: „One man one vote“. Das gleiche Wahlrecht bildet aber nur den formalisierten Höhepunkt dieser *egalitären Ausgestaltung* der politischen Willensbildungsprozesse. Der institutionalisierte politische Willensbildungsprozess – die Input-Strukturen – sind auf Förderung der Chancengleichheit auszurichten. Neben dem normativen Postulat der Gleichheit der Menschen hat diese Chancengleichheit auch den Charakter einer politischen Klugheitsregel: Wenn der Staat von allen Bürgern Gehorsam gegenüber den Gesetzen verlangt, so ist dieser Anspruch nur aufrechtzuerhalten, wenn bei der Herstellung dieser Gesetze im demokratischen Verfahren alle Bürger gleichermaßen mitwirken können. Die politische Chancengleichheit ist also nicht nur eine abstrakte Forderung der Gerechtigkeit, sondern

⁶ Vgl. das Konzept eines Gewährleistungsrechts für die Erfüllung von Verwaltungsaufgaben, wie es entwickelt wurde von Vosskuhle (2003: 304ff.).

⁷ Vgl. Hesse (201995: Rn. 172ff.) und Morlok (1998: Rn. 46f.).

sie entspricht auch dem tatsächlichen Stand der Selbstbestimmungsansprüche der Bürger in der bestehenden politischen Kultur. Strikte Beachtung der Chancengleichheit wird auch vom Wettbewerbscharakter der Parteiendemokratie verlangt.⁸ Der Wettbewerb kann seine heilsame Wirkung nur entfalten, wenn er fair und chancengleich verläuft und auch auf Dauer gegen Verzerrungen geschützt wird. Endlich kann auch der theoretische Gesichtspunkt ins Feld geführt werden, dass ein politischer Prozess, der für seine Ergebnisse die Vermutung des Gemeinwohls in Anspruch nimmt, durch Offenheit der Teilnahme und Gleichheit der Teilnahmemöglichkeit gekennzeichnet sein muss.

Politische Chancengleichheit in einer Gesellschaft der Ungleichheit

Die formale rechtliche Gleichstellung der Bürger genügt allerdings nicht, um deren Chancengleichheit auch Wirklichkeit werden zu lassen. Es bedarf weiterer Absicherungen, damit die Bürger auch tatsächlich politische Chancengleichheit genießen. Die politische Chancengleichheit ist nämlich durch die gesellschaftliche Ungleichheit in verschiedener Hinsicht bedroht, etwa im Hinblick auf Bildung, Vermögen, soziale Kontakte oder Reputation. Eine freiheitliche Gesellschaft produziert unvermeidlich Unterschiede; dies ist auch wünschenswert, weil Ungleichheit als Folge der Entfaltung der verschiedenen Fähigkeiten und Eigenschaften eine Gesellschaft bereichert. Aus dieser Ungleichheit, die sich in den verschiedenen Dimensionen entwickelt, resultieren aber auch unterschiedliche gesellschaftliche Potentiale der Einflussnahme auf die Politik.

Das Prinzip der politischen Chancengleichheit verpflichtet den Staat zu Maßnahmen, um das ungehinderte Übersetzen gesellschaftlicher in politische Ungleichheit zu verhindern. So darf finanzielle Stärke nicht ohne weiteres ummünzbar sein in politische Abhängigkeit. Diese Notwendigkeit zu gleichheitssichernden Maßnahmen besteht nicht nur gegenüber finanziellen Ressourcen, sondern gegenüber sämtlichen Dimensionen der Ungleichheit, etwa gegenüber organisatorischer Kraft oder Medienmacht. In einer der Chancengleichheit verpflichteten Demokratie bedarf es also der Vorkehrungen, um gesellschaftliche Vorzugsstellungen daran zu hindern, gesellschaftliche in politische Macht zu verwandeln. Politische Chancengleichheit besteht nur in dem Maße, in dem gesellschaftliche Ungleichheit nicht in politische Macht übersetzt werden kann. Politische Macht folgt aus dem Stimmzettel und darf nicht aus außerpolitischen gesellschaftlichen Umständen abzuleiten sein. Insofern muss in einer egalitären Demokratie die Politik gegenüber der Gesellschaft in einem bestimmten Maße abgeschottet sein. Anders formuliert: Gesellschaftliche Einflüsse auf die Politik müssen neutralisiert werden.⁹ Dies ist eine These, die auf den ersten Blick unpopulär wirkt. Der Parteipolitik wird ja gerade vorgeworfen, sie koppele sich von der Gesellschaft ab. Ohne auf die Berechtigung dieses Vorwurfs hier einzugehen, ist festzuhalten, dass der politische Willensbildungsprozess nur dann einigermaßen chancengleich ablaufen kann, wenn die Politik gegenüber anderen Lebensbereichen abgeschirmt wird. Systemtheoretiker sprechen hier von Ausdifferenzierung. Ob dies in anderer Hinsicht beklagenswerte Konsequenzen hat, ist in einer gesonderten Diskussion zu erörtern.

Eine solche relative Isolierung der Politik ist auch aus einem anderen Grund nötig: Die staatliche Steuerung der Gesellschaft – die wesentliche Funktion der Politik – verfolgt das Ziel, die Bedürfnisse der verschiedenen gesellschaftlichen Teilbereiche in eine miteinan-

⁸ Vgl. Morlok (2003: 408ff.).

⁹ Vgl. Morlok (2001: 65ff.).

der verträgliche Ordnung zu bringen. Diese Kompatibilisierung darf aber nicht bestimmten Interessen von vornherein bessere Durchsetzungsmöglichkeiten gewähren.

Die politische Chancengleichheit ist, so betrachtet, Voraussetzung für die Erfüllung der Grundfunktion der Politik.

Normative Postulate der rechtlichen Regulierung der Parteifinzen

Rechtliche Regulierung tut Not

Aus dieser Erkenntnis ist als erstes Postulat abzuleiten, dass sich der Staat mit den Mitteln des Rechts der Parteienfinanzierung annehmen muss. Es gibt eine staatliche Verantwortung für die Parteienfinanzierung, die unbedingt durch eine rechtliche Überformung der Finanzierungspraktiken zu erfüllen ist und gegebenenfalls auch den Einsatz von Steuermitteln verlangt.

Das Ziel dieser staatlichen Regulierung besteht darin, die normativ richtige Funktionserfüllung der Parteien zu sichern, d. h. also: Das Recht soll es ermöglichen, dass die Bürger ungeachtet ihrer tatsächlichen Ungleichheiten frei und chancengleich über die Parteien die Politik beeinflussen können.

Staatsleistungen an die Parteien sind nötig

Damit die Interessen und Überzeugungen von Wohlhabenden nicht von vornherein aussichtsreicher am politischen Wettbewerb teilnehmen als diejenigen wenig Begüterter, ist auch eine Staatsfinanzierung der Parteien geboten – zumindest zu einem Teil.¹⁰ Diejenigen, die über weniger Finanzmittel verfügen, sollen nicht von vornherein in der politischen Auseinandersetzung deutlich chancenärmer sein. Deshalb sollte den Parteien aus Steuermitteln eine finanzielle Ausstattung zuerkannt werden. In diesem Umfang kann die Politik unabhängig von der Macht der Finanzen Eigenständigkeit gewinnen und Chancengleichheit sichern.

Erhaltung der Staatsfreiheit trotz Staatsfinanzierung

Finanzielle Zuwendungen sind immer mit der Gefahr verbunden, dass der Geber Einfluss auf den Nehmer nimmt („Wer bezahlt, bestellt auch!“). Eben dies war ja das Ausgangsproblem, um den Staat überhaupt bei der Parteienfinanzierung in Anspruch nehmen zu können: nämlich zu verhindern, dass private Geldgeber untunlichen Einfluss auf die Parteien nehmen und damit politische Macht aus dem Geldbeutel und nicht aus der Wahlurne kommt. Die Gefahr einer Einflussnahme besteht aber auch gegenüber dem Staat. Staatsfinanzierung der Parteien darf deshalb nicht zu ihrer Abhängigkeit vom Staat führen, was in der Praxis eine Abhängigkeit von denjenigen politischen Kräften bedeuten würde, die gerade an der Macht sind.

Der *Modus der Staatsfinanzierung* muss deshalb so ausgestaltet werden, dass die Gefahr einer politischen Einflussnahme ausgeschlossen ist. Daher müssen den Parteien Rechtsansprüche auf staatliche Mittel begründet werden, deren Umfang sich nach klar fixierten Kriterien bemisst. Jede Art von Ermessen ist auszuschließen.

¹⁰ Vgl. Stricker (1998) und Morlok (1998: Rn. 44).

Begrenzung der staatlichen Leistungen an die Parteien

Aus der staatlichen Verantwortung für die Erfüllung der Parteifunktionen ergibt sich nicht nur die Notwendigkeit einer staatlichen Parteienfinanzierung, sondern auch das Gebot zu ihrer Begrenzung. Die Parteien sind Instrumente, um den Staat nach den Präferenzen der Bürger zu beeinflussen. Diese Funktion können sie nur erfüllen, wenn sie von den Bürgern abhängig bleiben. Ein zu großes Maß an Staatsfinanzierung, gar eine totale Alimentation, würde es den Parteien erlauben, ein Eigenleben zu führen und sich nicht mehr nach den Wünschen der Bürger richten zu müssen. Deshalb ist es ratsam, dass Parteien nur einen Teil ihrer notwendigen Mittel aus dem öffentlichen Haushalt erhalten und sich den anderen Teil beim Bürger erarbeiten müssen. Der Bürger will erst von der Programmatik und der alltäglichen Arbeit einer Partei überzeugt sein, ehe er ihr Geld gibt. Die finanzielle Abhängigkeit hält die Partei sensibel für die Wünsche der Bürger. Das deutsche Recht sieht daher vor, dass die Parteien höchstens die Hälfte ihrer Einnahmen aus staatlichen Quellen erhalten.¹¹ Insofern besteht eine *relative Obergrenze* der Staatsfinanzierung.¹²

Besondere Bedeutung der Chancengleichheit

- (a) Das Leitprinzip der staatlichen Regulierung der Parteienfinanzierung ist die Chancengleichheit. Sie umfasst mehrere Aspekte. Zunächst sind zwei Gewährleistungen der Chancengleichheit auseinander zu halten: Zum einen genießen die Parteien als *Organisationen* dieses Recht, zum anderen aber auch die *individuellen Bürger*. Grundlegend ist dabei das Recht des einzelnen Bürgers auf chancengleiche politische Betätigung¹³ und auf Beeinflussung des politischen Entscheidungsprozesses zur bestmöglichen Durchsetzung der eigenen Interessen und Überzeugungen. Dieses Recht kann durch und in Parteien verfolgt werden – Parteien sind in dieser Perspektive Instrumente der Bürger zur politischen Betätigung. Zum anderen kann dieses Recht aber auch auf anderen als den parteipolitischen Wegen verfolgt werden, etwa in Wählervereinigungen, Bürgerinitiativen, Demonstrationen und sonstigen Aktivitäten zur politischen Einflussnahme. So betrachtet stellt sich dem Parteienrecht auch die Aufgabe, die Chancengleichheit der politischen Einflussnahme, die nicht über die Parteien läuft, gegenüber dem parteipolitischen Weg zu sichern. Insofern sind auch Privilegien der Parteien zu verhindern.
- (b) Gleichheit im Bereich der politischen Parteien heißt *Gleichheit der Chance*, nicht Gleichheit im Ergebnis. Die Rechtsordnung und die Staatsleistungen dürfen deshalb die unterschiedliche Stärke der Parteien, die sich aus dem Bürgerzuspruch ergibt, nicht verändern und nicht nivellieren. Die im politischen Prozess errungenen relativen Wettbewerbspositionen sind von Rechts wegen zu beachten.¹⁴ Kriterien für die Zuweisung staatlicher Mittel müssen daher solche des Erfolges beim Bürger sein. In erster Linie bietet sich der Wahlerfolg an: Je mehr Stimmen eine Partei erhält, desto mehr staatliche Mittel stehen ihr zu. Um Mitnahmeeffekte durch Gruppierungen auszuschließen, die sich als Partei bezeichnen, aber keine ernstlichen politischen Anstrengungen unternehmen, wird die Zuerkennung von Staatsmitteln an einen Mindesterfolg geknüpft.

¹¹ Vgl. § 18 V 1 Parteigesetz (PartG).

¹² BVerfGE 85, 264 (287 f.).

¹³ Vgl. Kißlinger (1998: 88ff.).

¹⁴ BVerfGE 20, 56 (118); 41, 399 (414); 73, 40 (88); 85, 264 (297).

Dieses Quorum darf nicht zu hoch angesetzt werden, damit auch kleine Parteien eine realistische Chance auf Staatsgelder haben, um mit Aussicht auf Erfolg am Wettbewerb teilnehmen zu können. Eine niedrige Mindesterfolgsquote, um in den Genuss von Staatsleistungen zu kommen, ist insbesondere deshalb wichtig, weil so der *Zutritt zum Wettbewerb* offen gehalten werden kann. Dabei ist nicht nur der Wettbewerb durch tatsächlich existierende Konkurrenten wichtig, sondern auch der virtuelle Wettbewerb in dem Sinne, dass die „Marktzutrittschancen“ so niedrig sind, dass die bisher erfolgreichen Wettbewerber damit rechnen müssen, von neuen Parteien herausgefordert zu werden, wenn sie keine befriedigenden Leistungen anbieten.¹⁵

(c) Ein anderer Aspekt der Chancengleichheit und ihrer Sicherung betrifft die steuerliche Behandlung der privaten Finanzierung der Parteien. Die Steuerabzugsfähigkeit von Beiträgen oder Spenden an eine Partei muss eng begrenzt sein. In der Steuerabzugsfähigkeit liegt nämlich eine indirekte staatliche Parteienfinanzierung, die diejenigen Bürger, die viel Geld für die von ihnen bevorzugte Partei geben können, besser behandelt und im Ergebnis bevorzugt als weniger vermögende Bürger. Die Steuerabzugsfähigkeit für Parteispenden in größerem Umfang würde gleich in mehrfacher Hinsicht die politische Chancengleichheit verletzen:

- Zum einen würden diejenigen Parteien bevorzugt, die finanzkräftige Kreise ansprechen und deren Anhängerschaft zu mehr Spenden in der Lage ist.¹⁶
- Zum Zweiten würden auch die *Bürger* ungleich behandelt. Politisches Engagement in Form von Geldgeben würde gegenüber dem Einsatz von Zeit und Arbeitskraft steuerlich begünstigt.
- Endlich bedeutet eine Steuerabzugsmöglichkeit von Parteispenden insofern eine Ungleichheit der Bürger, als derjenige, der wegen seines hohen Einkommens einer hohen Progression in der Einkommensbesteuerung unterliegt, für eine Spende gleichen Umfangs mehr staatliche Steuerverschonung genießt als jemand mit geringerem Einkommen und entsprechend niedrigerem Steuersatz. Die steuerliche Begünstigung privater Leistungen an eine Partei muss also möglichst progressionsneutral sein.

Auch private Finanzzuwendungen müssen rechtlich reguliert sein

Die Chancengleichheit aller Bürger und die Selbständigkeit der Politik gegenüber Wirtschaft und Gesellschaft verlangt die Regulierung auch privater Zuwendungen an die Parteien. Diese rechtliche Kontrolle der Finanzzuflüsse an die Parteien aus dem gesellschaftlichen Bereich kennt verschiedene Aspekte und läuft über mehrere Instrumente, die hier nur im Überblick zu nennen sind. Am weitesten gehen Verbote für Parteispenden bestimmter

¹⁵ Vgl. Morlok (2003: 432ff.). Die derzeit bestehende Regelung sieht einen Wahlerfolg von fünf Prozent bei einer Europa- oder Bundestagswahl oder ein Prozent bei einer Landtagswahl vor, siehe Einzelheiten § 18 IV PartG. Nach Art. 3 des Achten Gesetzes zur Änderung des Parteiengesetzes, der erst am 1. Januar 2005 in Kraft treten soll, wird das Stimmenquorum auf Länderebene auf fünf Prozent heraufgesetzt, es sei denn, die Partei hat in drei der jeweils letzten Landtagswahlen mindestens ein Prozent der abgegebenen Stimmen erreicht („Drei-Länder-Quorum“). Diese Bestimmung wird zurzeit vom Bundesverfassungsgericht auf ihre Verfassungsmäßigkeit überprüft.

¹⁶ BVerfGE 8, 51 (56ff.); 24, 300 (957ff.); 85, 264 (312ff.).

Art, so etwa das Verbot, Parteispenden ausländischer Herkunft anzunehmen, um damit eine Steuerung der Politik durch fremde Mächte zu verhindern. Nachgedacht werden muss auch über ein Verbot von Spenden juristischer Personen. Der Gesichtspunkt der politischen Chancengleichheit legt ein solches Verbot nahe, weil andernfalls diejenigen privilegiert wären, die nicht nur über ihr individuelles Vermögen verfügen können, sondern auch über das von Organisationen. Die Verfügungsberechtigten über Organisationsmittel gewinnen damit durch finanzielle Mittel multiple Einflussmöglichkeiten auf die Politik. Demgegenüber ist daran zu erinnern, dass in der Demokratie die Beeinflussung der Politik über das Wahlrecht eben auf natürliche Personen beschränkt ist und dass demgemäß die Parteien Vereinigungen von Bürgern sind, nicht aber von Organisationen.¹⁷ Mindestens an eine Obergrenze für Spenden von Organisationen sollte ernstlich gedacht werden.

Das geltende Recht kennt kein solches Verbot und auch keine derartige Obergrenze für Parteispenden. Dafür ist die Erfahrung ins Feld zu führen, dass die Parteienfinanzierung überaus anfällig ist für ein Umgehen oder eine Verletzung staatlicher Verbote. Angesichts dessen stellt es eine vertretbare gesetzgeberische Entscheidung dar, keine solchen Obergrenzen oder Verbote für Spenden juristischer Personen einzuführen und sich darauf zu beschränken, größere Spenden durch die Pflicht zur Offenlegung der öffentlichen Kontrolle zu unterwerfen (siehe nächster Abschnitt). Eine andere Möglichkeit, den Einfluss privater Mittel auf die Politik dadurch zu begrenzen, dass der Finanzbedarf der Parteien in Gestalt von Ausgabenbegrenzungen limitiert wird, wurde in anderen Ländern versucht, hat sich dort aber als wenig erfolgreich erwiesen; zu leicht lassen sich solche Ausgabenbegrenzungen umgehen.

Öffentlichkeit der Parteifinzen als zentrales Regelungsinstrument

Die Verpflichtung zur Offenlegung der Finanzen ist das zentrale Instrument unseres Rechts zur Bekämpfung der bei der Parteienfinanzierung aus privaten Quellen bestehenden Gefahren. Art. 21 I 4 des Grundgesetzes verpflichtet die Parteien, über ihre Einnahmen, ihre Ausgaben wie über ihr Vermögen Rechenschaft abzulegen. Die dadurch geschaffene Publizität soll die ungebremste Übersetzung finanzieller Macht in politische Macht hindern. Mit der Offenlegung ihrer Einkünfte sollen finanziell begründete Abhängigkeiten einer Partei durch das Publikum kontrollierbar werden. Wenn der Bürger weiß, von welcher Seite eine Partei erhebliche Finanzmittel erhält, kann er sich fragen, ob diese Unterstützung die Partei dem Geldgeber über Gebühr verpflichtet – und ob sie daher möglicherweise anderen Interessen gegenüber nicht mehr frei handeln kann. Zugespitzt: Die Macht des vielen Geldes soll über die Offenlegung kontrollierbarer und ausbalancierbarer sein. Die gleichzeitige Pflicht zur öffentlichen Rechenschaftslegung für alle Einnahmen, das Vermögen sowie die Ausgaben eröffnet außerdem Kontrollmöglichkeiten; schwarze Kassen werden deutlich erschwert.

Innerparteiliche Demokratie und Parteifinzen

Mit schwarzen Kassen ist ein weiterer zu beachtender Punkt angesprochen: Über die Finanzen einer Partei muss in demokratisch gewählten Gremien entschieden werden. Die innerparteiliche Demokratie erfasst auch die Finanzentscheidungen, soll sie Wirklichkeit

¹⁷ Vgl. § 2 I 2 PartG.

werden. Schwarze Kassen, über die nur eine Clique von Eingeweihten Bescheid weiß und disponieren kann, sind ein illegitimes Machtinstrument. Deshalb müssen alle Mitglieder Zugang zu den finanz erheblichen Informationen ihrer Partei haben.

Technische Empfehlungen zur rechtlichen Ausgestaltung der Parteienfinanzierung

Das Parteienrecht ist eine heikle Materie. Wie das Recht der Politik überhaupt hat es die Aufgabe, den Kampf um die Macht zu kanalisieren. Im Kampf um die Macht wird oft mit harten Bandagen gekämpft, die shakespeareschen Königsdramen haben dem beispielhaft Ausdruck gegeben. Das Verletzungsrisiko bei den Bestimmungen über die Parteienfinanzierung hat auch damit zu tun, dass beide Seiten versucht sind, das Recht zu verletzen, die Geldgeber wie die Empfänger des Geldes. Wer die Politik mit seinem Geld beeinflussen will, sieht sich darin ungern gehindert. Umgekehrt ist auch den Parteipolitikern die Zuwendung von Finanzmitteln nur allzu lieb. Angesichts der starken Motive, die im Kampf um die Macht wirken, gilt es, das Augenmerk auch auf die technische Ausgestaltung der rechtlichen Regeln der Parteienfinanzierung zu lenken, damit auch diese möglichst Beachtung finden. Die normative Richtigkeit ist deshalb zu ergänzen um Regeln der verfassungsoptimierenden Klugheit. Einige solcher Empfehlungen seien hier genannt:

- Die die Parteifinanzien regelnden Normen sollten *möglichst einfach* sein. Die Wahrnehmbarkeit, Beachtbarkeit und damit Befolgbarkeit des Rechts wird hierdurch gestärkt. Dies gilt auch im Blick darauf, dass das Parteienrecht in aller Regel von juristischen Laien, also auch vom einfachen Parteimitglied, verstanden und angewendet werden soll.
- Benachbart ist die Forderung, das Parteienrecht solle *möglichst formal* ausgestaltet sein und sich auch in der Interpretations- und Anwendungspraxis um Formalität bemühen. Damit soll die neutrale Rolle des Rechts gegen politisch motivierten Missbrauch und interessierte Interpretation gesichert werden. Die Formalität bei der Handhabung des Parteienrechts soll solche Spielräume begrenzen.
- Damit zusammen hängt die *Kontrollierbarkeit* der Parteien am Maßstab des Rechts. Je weniger kompliziert und je formaler Rechtsvorschriften sind, desto einfacher ist die Feststellung, ob sie beachtet wurden oder nicht.
- Das Recht der Parteienfinanzierung ist – wie beschrieben – in ständiger Gefahr, nicht beachtet zu werden. Dabei sollte darauf Acht gegeben werden, dass die Regeln zur Parteienfinanzierung möglichst schwer umgangen werden können. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, beispielsweise gemeinnützige Organisationen, die (unlimitierte oder jedenfalls sehr großzügige) Steuervergünstigungen erhalten, von der Parteienfinanzierung auszuschließen: Diese Organisationen wurden und werden als illegale Spendenwaschanlagen benutzt, weil auf diesem Weg die Begrenzung der steuerlichen Abzugsfähigkeit für Spenden an Parteien umgangen werden kann.
- Die Parteienfinanzierung stellt nur einen Ausschnitt aus dem Feld der Politikfinanzierung dar. In funktionellem Zusammenhang mit der Finanzierung der Parteien stehen

die Abgeordnetendiäten, die Fraktionsfinanzierung, die Mittel an die Jugendorganisationen der Parteien und Ähnliches. Eine wirksame Regulierung der Parteienfinanzierung ist nur zu erreichen, wenn der *Gesamtbereich der Politikfinanzierung* in den Blick genommen wird und keine Nebenwege in der Parteienfinanzierung unreglementiert bleiben.

- Angesichts der Anfälligkeit der Parteienfinanzierung für Rechtsverstöße spielen wirksame *Sanktionen* eine wichtige Rolle. Solche sollten zunächst die Partei treffen, die gegen die einschlägigen Bestimmungen verstoßen hat. Auch wenn konkretes Handeln immer durch Individuen geschieht, so ist das Handeln innerhalb einer Organisation doch vom organisationellen Kontext bestimmt. Die Mitgliedschaft in der Partei baut die entscheidenden Motive für ein bestimmtes Handeln auf. Die legalen Handlungen sollen der Partei Vorteile bringen, etwa einen Wahlsieg; auf diese Ziele ist das Handeln der Parteimitglieder in dieser Rolle zugleich intentional ausgerichtet. Die Vorteile der Partei als Organisation stellen sich unmittelbar ein; mittelbar können von einem Erfolg der Partei selbstverständlich auch die individuellen Mitglieder profitieren. Demgemäß ist es nur richtig, wenn die Sanktionen für ein Fehlverhalten bei der Parteienfinanzierung eben der Partei als Organisation auferlegt werden. Dort, wo die tatsächlichen Vorteile eines Rechtsverstößes erwachsen oder jedenfalls erwachsen sollen, müssen die auferlegten Kosten dieses Fehlverhaltens spürbar sein. Damit werden dort auch Anreize geschaffen, auf rechtmäßiges Handeln der Mitglieder hinzuwirken und Kontrollen durchzuführen.
- Verstöße gegen die Bestimmungen des Parteienrechts sollten mit so empfindlichen Sanktionen bedacht werden, dass es sich für eine Partei nicht lohnt, darauf zu spekulieren, man werde mit einer finanziellen Unregelmäßigkeit im Normalfall nicht erwischt werden, und falls dies doch geschehe, sei der Schaden nicht so groß. Um eine solche Kalkulation unattraktiv werden zu lassen, sollten einer Partei Strafzahlungen in mehrfacher Höhe des unter Rechtsverstoß vereinnahmten Geldes auferlegt werden.
- Die Abschreckung ist auszudehnen. Geboten sind auch die Handelnden persönlich treffende Sanktionen. Der Gesetzgeber hat jetzt auch zu den Mitteln des Strafrechts gegriffen.¹⁸ Dafür sprechen zwei gute Gründe: Zum einen wird in weiten Kreisen der Bevölkerung die Ernsthaftigkeit eines rechtlichen Gebots oder Verbots in Abhängigkeit von der Strafbewehrung gesehen. Was nicht mit Strafe bedroht ist, wird als Rechtsgebot minderen Ranges angesehen. Die Strafdrohung für eine Verletzung des Parteienfinanzierungsrechts stärkt in dieser Betrachtung dessen *symbolische Wirksamkeit*. Von unmittelbar praktischer Bedeutung ist die mit der Strafbarkeit einhergehende Pflicht zur Verfolgung und Aufklärung von Verstößen durch die *Staatsanwaltschaft*. Damit ist ein erheblicher Zuwachs an Kontrolle erreicht.
- Das politische Leben befindet sich in ständiger Dynamik. Auch deshalb ist nicht damit zu rechnen, dass eine ein für alle Mal geeignete Regulierung der Finanzierung der Politik gefunden wird. In diesem dynamischen Feld ist die ständige Beobachtung des Geschehens geboten, das Recht muss hier besonders *lernbereit* sein. Dazu zählt auch, den relativen Erfolg und Misserfolg einer gesetzlichen Regelung zu untersuchen und

¹⁸ Vgl. § 31 e PartG.

diese gegebenenfalls zu revidieren. Das Recht der Parteienfinanzierung dürfte den Charakter einer immer wieder zu reformierenden Materie haben.

Wie auch immer das Recht ausgestaltet wird, es wird nicht zuverlässig zu verhindern sein, dass auch künftig beim Kampf um die politische Macht Geld in illegaler, die politische Chancengleichheit verletzender Weise eingesetzt werden wird. Das ist kein Grund, in Resignation zu verfallen. Es ist soziologisch betrachtet hochgradig unwahrscheinlich, dass finanzielle Macht nicht versucht, sich in politischen Einfluss zu transformieren. Eben weil man dies weiß, hat man die einschlägigen Normen aufgestellt. Wenn die Menschen Engel wären, bräuchte man keine Gesetze. Wenn tatsächlich diese Gesetze hin und wieder verletzt werden, so stellt eine dem Recht angemessene realistische Anthropologie dies von vornherein in Rechnung. Rechtsverstöße sind im Bereich der Parteienfinanzierung so betrachtet ein normaler Vorgang. Sie sind ein zu minimierendes Übel, aber kein Anzeichen einer grundsätzlichen Verderbtheit der politischen Ordnung. Auf die Einhaltung der rechtsstaatlichen Grenzen des Kampfes um die Macht zu achten, bleibt eine Aufgabe der Juristen wie der kritischen Öffentlichkeit.

Damit sind auch die Grenzen der Wirksamkeit des Rechts anzusprechen. Das menschliche Handeln wird nicht vollständig, nicht einmal wesentlich von den Normen des Rechts bestimmt. Ethische, vor allem soziale Normen bestimmen das Handeln in der Regel stärker. Die normativen Gebote der Parteienfinanzierung werden nur dann wirksam, wenn sie in eine lebenskräftige politische *Kultur* eingehen. Die Gründe, die für eine rechtliche Regulierung der Parteienfinanzierung sprechen, betreffen die Legitimität einer Demokratie in ihrem Kern. Die Normen der politischen Finanzierung sind damit legitimationskritisch – werden sie nicht beachtet, leidet die Legitimation der politischen Ordnungen erheblich. Genau deshalb müssen die Grundregeln der Parteienfinanzierung auch als Standards der politischen Kultur gepflegt werden.

Bibliographie

- BATTIS, Ulrich und Jens KERSTEN. „Regelungsdefizite des neuen Parteispendenrechts“, *Juristenzeitung* 13 (2003), 655-662.
- HESSE, Konrad. *Grundzüge des Verfassungsrechts der Bundesrepublik Deutschland*. Heidelberg²⁰1995.
- KISSLINGER, Andreas. *Das Recht auf politische Chancengleichheit*. Baden-Baden 1998.
- MORLOK, Martin. „Kommentierung zu Art. 21“, in: Horst DREIER (Hrsg.): *GG-Kommentar*. Bd. 2. Tübingen 1998.
- MORLOK, Martin. „Lob der Parteien“, in: Karl Peter NEUMANN und Dian SCHEFOLD (Hrsg.). *Jahrbuch der Juristischen Gesellschaft Bremen*. Bd. 2. Bremen 2001, 53-75.
- MORLOK, Martin. „Parteienrecht als Wettbewerbsrecht“, in: Peter HÄBERLE, Martin MORLOK und Vassilios SKOURIS (Hrsg.). *Festschrift Tsatsos zum 70. Geburtstag*. Baden-Baden 2003, 408-447.
- STRICKER, Gregor. *Der Parteienfinanzierungsstaat*. Baden-Baden 1998.
- VOSSKUHLE, Andreas. „Beteiligung Privater an der Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben und staatliche Verantwortung“, in: *Veröffentlichungen der Vereinigung der Deutschen Staatsrechtslehrer*. Bd. 62. Berlin 2003, 266-335.

Karl Heinz Spatschek

Das Graduiertenkolleg „Hochtemperatur-Plasmaphysik“

Struktur des Graduiertenkollegs

Das Graduiertenkolleg „Hochtemperatur-Plasmaphysik“ startete am 1. Januar 1995. Eine offizielle Eröffnungsfeier mit starker internationaler Beteiligung fand am 21. April 1995 im Schloss Mickeln statt. Die Begutachtung des ersten Fortsetzungsantrags für die zweite Förderperiode erfolgte im Rahmen eines Berichtskolloquiums am 20. Juni 1997 im Heinrich-Heine-Saal der Universität Düsseldorf. Die Begutachtung des zweiten (und nach den Regeln der DFG letzten) Fortsetzungsantrags erfolgte schriftlich. Jedesmal war der Bewilligungsbescheid positiv. Die Bewilligung umfasste 14 Graduiertenstipendien und ein Postdoktorandenstipendium. Das Graduiertenkolleg endet am 31. Dezember 2003, wobei u.U. noch eine kurze Auslaufphase möglich sein könnte.

Das an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf angesiedelte Graduiertenkolleg schließt – und das ist sicher eine Besonderheit – Gruppen der benachbarten Universitäten in Bochum, Essen und Wuppertal mit ein. Hervorzuheben – und in Anbetracht des Themas Hochtemperatur-Plasmaphysik mit seinem Bezug zur Fusionsforschung sogar eine zwingende Notwendigkeit – ist die Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich.

Durch die besondere Konstellation der nordrhein-westfälischen Universitäten zusammen mit dem Forschungszentrum Jülich und dessen Einbettung in die internationale Fusionsforschung war es möglich, sowohl anwendungsrelevante Arbeiten aus der Fusionsforschung als auch experimentelle und theoretische Grundlagenuntersuchungen durchzuführen, zu verbinden und in die Ausbildung eines qualifizierten Nachwuchses einzubringen. Darüber hinaus erlaubten Kooperationen mit niederländischen und belgischen Kollegen, das Spektrum zu erweitern und zu ergänzen. Diesbezüglich wurden – mit der Unterstützung des „Euroregional Club for High-Temperature Plasmaphysics“ – Kooperationsvereinbarungen ausgehandelt.

Im Graduiertenkolleg Hochtemperatur-Plasmaphysik arbeiteten in den letzten acht Jahren regelmäßig und gleichzeitig fast 40 Doktorandinnen und Doktoranden im Jahr, wobei ca. ein Drittel durch das Stipendienprogramm gefördert wurde.

Die Vernetzung innerhalb des Kollegs, mit den entsprechenden Synergieeffekten, war von Anfang an die zentrale organisatorische Aufgabenstellung. Das Graduiertenkolleg hat – speziell in der Lehre – ein eigenes Profil entwickelt. Darüber hinaus war es auch wichtig, die Doktorandinnen und Doktoranden, die an den hier geförderten verschiedenen wissenschaftlichen Themen arbeiteten, zusammenzubringen, damit jede(r) von der Expertise der anderen Gruppe profitieren konnte und die eigenen Erkenntnisse den Kolleginnen und Kollegen zur Verfügung stellte. Bei der Verwirklichung dieser Ziele hat sich das jährliche Treffen des gesamten Graduiertenkollegs im Physikzentrum in Bad Honnef als der entscheidende Kristallisationspunkt herausgestellt. An zwei Tagen wurden jeweils die Projekte und ihre Fortschritte im Plenum diskutiert und sämtliche das Graduiertenkolleg insgesamt betreffende Fragen angesprochen. Begünstigt durch diese zentrale Veranstaltung

entwickelten sich viele neue Strukturen und Kontakte, die hier nicht alle im Einzelnen aufgeführt werden können. Die Leitung des Graduiertenkollegs hat sich größte Mühe gegeben, ein breites und aktuelles Lehrangebot zu erstellen, das auf die Bedürfnisse der Stipendiatinnen und Stipendiaten und der Kollegiatinnen und Kollegiaten zugeschnitten ist, die Intensität der Ausbildung verstärkt, jedoch nicht promotionsverlängernd wirkt.

Das Graduiertenkolleg arbeitete mit vielen ausländischen Partnern zusammen. Ein formelles Abkommen wurde mit dem Eindhovener „Centre for Plasma Physics and Radiation Technology“ abgeschlossen, das ein ähnliches Kolleg betreibt. Bei der Einrichtung des Graduiertenkollegs war der damals existierende Sonderforschungsbereich 191 „Physikalische Grundlagen der Niedertemperaturplasmen“ (der 2001 endete) sehr hilfreich. Nicht zuletzt hat die konzentrierte Arbeit in dem Graduiertenkolleg dazu geführt, dass die DFG mit Beginn des Jahres 2003 den neuen Sonderforschungsbereich 591 „Universelles Verhalten gleichgewichtsferner Plasmen: Heizung, Transport und Strukturbildung“ eingerichtet hat.

Überblick über die wissenschaftlichen Fragestellungen

Hochtemperatur-Plasmaphysik und Energieforschung

In der Sonne sorgt die Kernverschmelzung für den Energiegewinn, so dass die Sonne trotz Abstrahlung in einem Zustand des stabilen (stationären) hydrostatischen Gleichgewichts verbleibt. Energie durch Kernverschmelzung leichter Kerne erreichen wir wegen des Minimums der Kurve für die Bindungsenergie pro Nukleon.

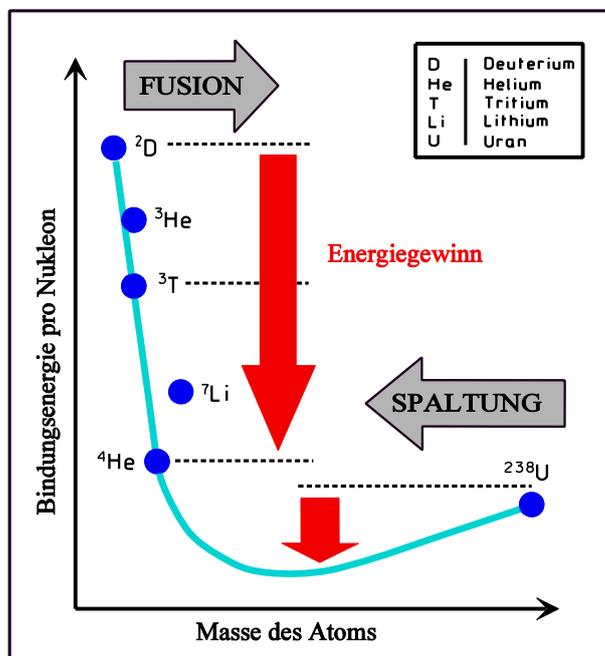


Abb. 1: Qualitativer Verlauf der Bindungsenergie pro Nukleon in Abhängigkeit von der Masse des Atoms.

In der Abbildung 1 ist dieser Zusammenhang, der einerseits Energiegewinn durch Fusion und andererseits Energiegewinn durch Spaltung erlaubt, qualitativ dargestellt. Bei der kontrollierten Kernfusion auf der Erde will man die Deuterium-Tritium Verschmelzung zu

Helium (plus Neutron) nutzen. Dass man diese Reaktion, z. B. im Gegensatz zur Deuterium-Deuterium Verschmelzung, hier nutzen will, liegt hauptsächlich an dem niedrigeren Wirkungsquerschnitt. Deuterium kann man aus Meerwasser gewinnen. Das Tritium muss aus ${}^6\text{Li}$ gebrütet werden. Man kann die positive Perspektive der kontrollierten Kernfusion daran veranschaulichen, dass nur wenige Liter Meerwasser und einige Steine (für das Deuterium bzw. Lithium) nötig sein werden, um den Energieverbrauch einer vierköpfigen Familie für ein Jahr sicherzustellen.

Kernfusion benötigt hohe Temperaturen, um die abstoßende Coulomb-Barriere der geladenen Teilchen zu überwinden. Deshalb wird Kernfusion zur Hochtemperatur-Plasmaphysik gezählt. Dem alternativen Bereich, der Niedertemperatur-Plasmaphysik, werden meistens die Anwendungen in der Plasmatechnologie zugeordnet. In der Praxis ist die Unterscheidung oft nicht so ausschließlich, wie es die Bezeichnungen nahelegen. Erstens sind die Begriffe hoch bzw. niedrig relativ. Temperaturen von 5000 Grad Celsius erscheinen bei alltäglichen Anwendungen hoch; dabei sind sie für Plasmen eher niedrig. Grob charakterisiert man mit dem Begriff Hochtemperatur-Plasma solche Teilchensysteme, die im vollständig ionisierten Zustand vorliegen. Dagegen spielen bei Niedertemperatur-Plasmen die Ionisations- und Anregungsprozesse von Neutralteilchen eine entscheidende Rolle. Trotzdem lassen sich die Bereiche oft nicht eindeutig trennen. Eine Maschine wie das Tokamak-Experiment TEXTOR in Jülich beinhaltet beide Aspekte: Das Zentrum (Plasmakern) ist heiß und vollionisiert; dort sollen in Fusionsmaschinen die Verschmelzungsprozesse stattfinden. Der Wandbereich ist kalt; das Plasma ist dort nur teilweise ionisiert. Kaltes Material aus dem Wandbereich kann in den Plasmakern eindringen (z. B. als so genannte Verunreinigungen), und umgekehrt strömen heiße Teilchen aus dem Inneren in die kalte Randschicht. Wir erkennen, dass in physikalisch realistischen Systemen in der Regel beide Bereiche, Hoch- wie Niedertemperatur, eine Rolle spielen; das Graduiertenkolleg trug dem Rechnung.

Die Grundlagenforschung hat die Aufgabe, die prinzipiellen physikalischen Phänomene, die in Plasmen (makroskopisch oder mikroskopisch) auftreten können, zu untersuchen und (experimentell wie theoretisch) Methoden zu ihrer Analyse bereitzustellen. Dazu entwickelt sie Modelle, die in der Regel durch starke Idealisierungen geprägt sind. Idealisierungen sind solange gerechtfertigt, wie es darauf ankommt, den entscheidenden Effekt in einem bestimmten Parameterbereich herauszukristallisieren. Modelle wurden beispielsweise für einzelne Instabilitäten in Hochtemperatur-Plasmen entwickelt. Projektforschung wie die Kernfusion muss die Fülle der Erscheinungen und deren Wechselwirkungsmöglichkeiten erfassen. Das Plasma erscheint hier nicht als ein idealisiertes Modell, sondern als komplexes System. Das macht die Hochtemperatur-Plasmaforschung einerseits spannend, andererseits aber auch kompliziert. Das Zusammenwirken in komplexen Systemen kann man nur dann sinnvoll untersuchen, wenn man einen Überblick über die Effekte in Teilbereichen hat. Grundlagenforschung ist zweckfreier Erkenntnisgewinn; die Ergebnisse müssen der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden und den selbst gesteckten Qualitätskriterien der *scientific community* gerecht werden. Bei finanziell aufwändiger Grundlagenforschung fordert die Gesellschaft als Finanzier, Anwendungsmöglichkeiten zu eröffnen. Deshalb braucht in unserer Gesellschaft, bei aller Skepsis gegenüber Eingriffen von außen, die Grundlagenforschung, und das trifft auch auf die Plasmaphysik zu, Zielvorstellungen, die sich in Projekten artikulieren. Kontrollierte Kernfusion zur Energieversorgung

ist eine solche Zielvorstellung. Die Fusionsforschung liefert eine Fülle von wichtigen und interessanten Ergebnissen von hoher Präzision, die anderweitig nicht verfügbar wäre und der Grundlagenforschung umgekehrt wieder zugute kommt.

Die Natur demonstriert uns, dass Fusion ein über Milliarden von Jahren stabiler Prozess ist, der sich wie ein Thermostat selbst unkompliziert und robust regelt. Der von der Kernspaltung bekannte GAU mit einer Reaktorschmelze in kürzester Zeit durch eine Kettenreaktion ist bei einem Fusionskraftwerk, wie es die Sonne darstellt, prinzipiell unmöglich. Die mehr oder minder seit Jahrmillionen gleichbleibende Sonnenstrahlung gibt davon – für uns lebenswichtig – eindringlich Zeugnis. Auf unserer Erde besteht die Schwierigkeit hauptsächlich darin, die Flamme zum kontrollierten Brennen zu entfachen, und weniger darin, sie, falls sie einmal brennt, stabil weiter zu erhalten. Die Problematik des Zündens liegt an einer grundsätzlichen Konzeptabänderung. Auf unserer (astronomisch gesehen kleinen) Erde stehen uns nicht die riesigen Maßstäbe zur Verfügung, die einen Einschluss durch Gravitation ermöglichen. Deshalb werden die Konzepte des Trägheits-einschlusses (Stichwort „Laserfusion“) und des magnetischen Einschlusses (Stichwörter „Stellarator“ sowie „Tokamak“, wobei insbesondere der Name Stellarator auf die enge Verknüpfung mit der Energiegewinnung in Sternen hinweist) verfolgt. Der Einschluss auf kleineren Skalen wirft neue Fragen auf, die theoretisch wie experimentell detailliert untersucht werden müssen. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass dabei viele neue Methoden (in Diagnostik, Materialforschung und Strahlung-Materie-Wechselwirkung, um einige aus dem experimentellen Bereich zu nennen, bzw. in Stabilitätsanalyse, Turbulenzforschung, nichtlinearer Dynamik und Transporttheorie, um einige aus dem theoretischen Bereich zu nennen) entwickelt und erfunden werden müssen, die dann auch Ausstrahlung in eine Vielzahl der benachbarten Disziplinen haben.

Hochtemperatur-Plasmaphysik und Astrophysik

Ohne Zweifel hat die moderne Plasmaphysik ihre Wurzeln in der Astrophysik. Die ersten drei Minuten unserer Weltallgeschichte sind durch die Dynamik eines Quark-Gluonen-Plasmas mit Hadronen- und Leptonenära sowie der Bildung von Wasserstoff und Helium geprägt. Aber auch heute befindet sich noch mehr als 99 Prozent der gesamten bekannten Materie im natürlichen Plasmazustand. Nicht so hier auf unserer Erde, wo wir über Sonnenstrahlung, Polarlichter, ionosphärische Störungen, Wechselwirkungen des Sonnenwindes mit unserer Magnetosphäre usw. nur indirekt etwas von natürlichen Plasmaeffekten mitbekommen. Um so stärker sind in unserem unmittelbaren Lebensbereich künstlich erzeugte Plasmen in Anwendungen auf dem Vormarsch: von der Leuchtstoffröhre bis zur Chipproduktion, vom Plasmakristall bis zur Beschichtungstechnik, und nicht zuletzt von der Glimmentladung zur Fusionsmaschine. Von der Natur lernen ist die Devise, die in der Hochtemperatur-Plasmaforschung zu großen Erfolgen beigetragen hat.

Die Hochtemperatur-Plasmaforschung ist nötig, um die verschiedensten astrophysikalischen Erscheinungen zu verstehen. In diesem Zusammenhang gibt es bei Hochtemperatur-Plasmen, die generell als komplexe Vielteilchensysteme angesehen werden können, noch spannende Grundsatzfragen; erwähnt sei nur das solare Neutrino-Problem. Die Astrophysiker haben ein Standardmodell der Sonne entwickelt, das einen Großteil der Erscheinungen gut erklärt, sich in vielen Bereichen aber auf qualitative Aussagen beschränken muss. Das ist verständlich, können wir doch die Sonne nicht gut diagnostizieren. Sie ist zu weit ent-

fernt, und ihr Inneres ist für unsere Messinstrumente nicht zugänglich. Große Anstrengungen, sei es durch direkte Beobachtungen oder indirekte Schlüsse aus Modellen, sind hier auch zukünftig nötig, zählen doch Fortschritte in der Sonnenforschung von alters her zu den erstrebenswertesten Erkenntniszielen der Menschheit.

Viele astrophysikalische Plasmen sind von Magnetfeldern beeinflusst. Erinnert sei an die Sonnenkorona, die Erdmagnetosphäre, an Pulsare und intergalaktische Magnetfeldkonfigurationen. Man könnte nun meinen, dass sich die Situation wesentlich anders als bei einer überschaubaren Apparatur wie einem Tokamak darstellt. Das ist aber prinzipiell gar nicht so unterschiedlich. Es gibt in Analogie zu terrestrischen Experimenten erfolgversprechende Ansätze, insbesondere durch numerische Modellierung, ungelöste Grundlagenprobleme zu lösen. Der magnetische Einschluss wird in terrestrisch toroidalen Anordnungen realisiert. Er basiert im Wesentlichen auf der Existenz so genannter geschlossener magnetischer Flächen. Das sind Flächen, die von Magnetfeldlinien gebildet werden. Magnetische Flächen wirken bezüglich des Teilchen- und Energieeinschlusses isolierend, da die Bewegung senkrecht zum Magnetfeld wesentlich gehemmter erfolgt als parallel zu den Magnetfeldlinien. Die Frage ist jedoch, ob tatsächlich magnetische Flächen existieren (ein nicht-triviales mathematisches Problem), welche physikalischen Prozesse mögliche magnetische Flächen aufbrechen, usw. Dabei zeigt die Zerstörung magnetischer Flächen durchaus ambivalente Aspekte. Für den Einschluss sind geschlossene Flussflächen wichtig, für die Energie- und Ascheabfuhr kann ein kontrolliertes Aufbrechen der Flächen andererseits aber wiederum hilfreich sein. Und schon sind wir bei einem aktuellen Arbeitsschwerpunkt der Hochtemperatur-Plasmaforschung, die aufs Engste mit akademischer Grundlagenforschung verknüpft ist und den Dynamischen Ergodischen Divertor in Jülich nutzt. Aus der Sicht der Grundlagenforschung sind vier Dinge besonders interessant: Erstens handelt es sich bei den magnetischen Feldlinien um ein so genanntes Hamiltonsches System, das integrabel oder nicht-integrabel sein kann. Zweitens realisiert das Plasmagefäß des Tokamak einen Torus, wie er (in verallgemeinerter Form) von Mathematikern zur Charakterisierung der Dynamik nichtlinearer Systeme verwandt wird. Drittens liefert uns die Messung in einem Tokamak-Querschnitt in physikalisch anschaulicher Form einen so genannten Poincaré-Schnitt. Und letztlich verursacht der Einfluss der Teilchen den Übergang zur dissipativen Situation. Nehmen wir alle vier Aspekte zusammen, so befinden wir uns bereits mitten in dem aufstrebenden Bereich der Nichtlinearen Dynamik, mit der Konstruktion und Analyse symplektischer Abbildungen, der Frage nach dem Einsatz und der Kontrolle von Chaos, den physikalischen Eigenschaften partiell chaotischer Systeme, der Möglichkeit fremdartiger Attraktoren usw.

Der Experimentator sagt uns, dass ein global stabiler Einschluss nur in bestimmten Operationsbereichen auftritt. Gemeint sind z. B. bestimmte Dichte- und Temperaturbereiche in Wandnähe. Diese auf den ersten Blick etwas technisch anmutende Aussage beinhaltet in Wirklichkeit die gesamte Fülle mathematisch orientierter Stabilitätsanalysen. Die Methoden, die zum Verständnis der Operationsbereiche eines magnetisch eingeschlossenen Plasmas entwickelt werden, unterscheiden sich zunächst einmal nicht grundsätzlich von denen, die für die Stabilität eines Sterns hilfreich sind. Aus der Mathematik bekannte Variationsprinzipien, die aufwändig weiterentwickelt wurden, haben sich bewährt. Dass heute Tokamak-Maschinen stabil betrieben werden können, hängt zweifelsohne mit den Fortschritten der analytischen und numerischen Stabilitätsanalyse zusammen. Die Tatsa-

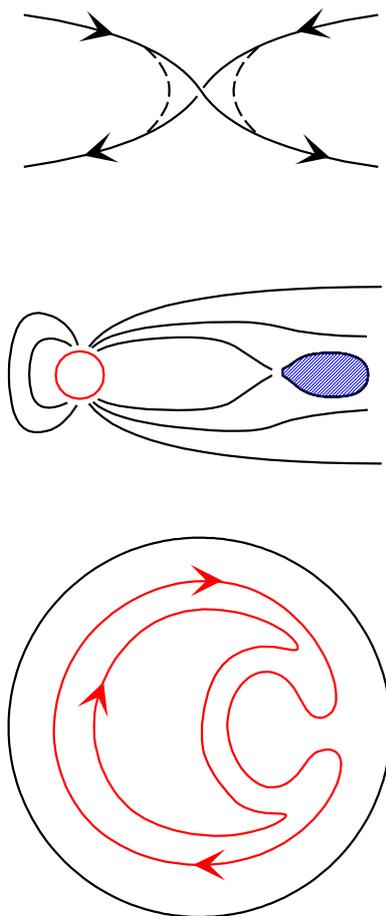


Abb. 2: Änderungen der Magnetfeldtopologie nach dem Prinzip der *Tearing*-Instabilität (oben) und in der Magnetosphäre der Erde bzw. in Tokamak-Experimenten.

che, dass mittlerweile große MHD¹-Codes zum Design komplizierter Spulenordnungen eingesetzt werden, wie z. B. bei der Konstruktion des Stellarators Wendelstein 7X in Greifswald, ist ein weiteres Zeugnis für den grandiosen Erfolg der grundlagenorientierten Stabilitätsanalyse. Während die gefährlichsten, d. h. die großskaligen und schnellsten Instabilitäten heute gut unter Kontrolle sind, scheinen Mikroinstabilitäten bei Plasmaanordnungen unausweichlich zu sein. Aufgrund der vielen Freiheitsgrade und mannigfachen Quellen freier Energie eines inhomogenen Plasmas gibt es einen Zoo von Instabilitäten, der bestens katalogisiert ist. Viele Instabilitäten sind aus astrophysikalischen Beobachtungen bekannt, aber mindestens genau so viele wurden erst in den Laborexperimenten entdeckt. Letztere sind wiederum für viele bis dahin unverstandene Beobachtungen in Weltraum-Plasmen verantwortlich. Als ein Beispiel solcher Ähnlichkeiten sei die *Tearing*-Instabilität genannt, die einerseits bei der Dynamik unserer Magnetosphäre eine große Rolle spielt, andererseits in Tokamak-Plasmen zu einer Veränderung der Magnetfeldtopologie führen kann. Abbildung 2 zeigt von oben nach unten das Prinzip der *Tearing*-Instabilität und ihr Auftreten in der Erdmagnetosphäre sowie in einem Tokamak.

¹ Magnetohydrodynamik

Transport und Turbulenz

Mikroinstabilitäten haben aber noch viel weitreichendere Folgen als bislang angedeutet. Sie sind die Ausgangspunkte für turbulentes Plasmaverhalten. Die Turbulenz stellt – übergreifend über viele Gebiete der Physik – wahrscheinlich den wichtigsten ungeklärten Bereich der klassischen Physik dar. Turbulenz begegnet uns im Alltag beim Wetter, in Strömungen oder beim Fliegen. Nicht immer sind die Auswirkungen der Turbulenz so augenscheinlich wie bei diesen Beispielen. Turbulente Plasmen äußern sich im Wesentlichen in einem anomalen Transportverhalten. Und das ist gravierend für Fragestellungen der Hochtemperatur-Plasmaphysik, versucht man doch durch magnetische Isolation das klassische Transportverhalten drastisch zu reduzieren. Klassischer Transport wird durch Stöße – man spricht auch von individuellen Zweier-Stößen – zwischen den Teilchen verursacht. Turbulente Fluktuationen bringen eine neue Qualität in die stochastische Dynamik der Teilchen. In Analogie zu den individuellen Zweierstößen können kollektive Fluktuationen zu effektiven Stößen und damit zu einer drastischen Erhöhung des Transports senkrecht zu den magnetischen Flächen führen. Turbulente Spektren wurden in den verschiedensten Apparaturen gemessen; die Hochtemperatur-Plasmaphysik liefert zurzeit mit die beste Diagnostik und die aussagekräftigsten Ergebnisse in diesem Bereich. Auch die Theorie ist weit fortgeschritten. Die „Weak turbulence theory“ und die „Renormalized turbulence theory“ sind Meilensteine auf dem Weg zum endgültigen Verständnis der komplizierten nichtlinearen Dynamik mit sehr vielen angeregten Freiheitsgraden.

Überhaupt sei an dieser Stelle eine allgemeine Bemerkung erlaubt. Unser naturwissenschaftlich orientiertes Denken ist vielfach noch immer von zwei Paradigmen geprägt: Linearität und Gleichgewicht. Aus Linearität resultiert die Vorhersagbarkeit durch Extrapolation. Nichtlineare Prozesse sind für unvorhersehbare abrupte Veränderungen verantwortlich, die lineare Extrapolationen zu unangemessenen Chartanalysen degradieren. Ähnlich verhält es sich bei unserem Verständnis für Zustände von Systemen. Die aus der Gleichgewichtsthermodynamik bekannten adiabatischen Parameteränderungen geben zwar in vielen Fällen Zustandsänderungen richtig wieder, sie führen aber zu falschen Beschreibungen, wenn sich Systeme schnell und gleichgewichtsfern entwickeln. Hochtemperatur-Plasmaforschung wird so zur Grundlagenforschung komplexer nichtlinearer Systeme außerhalb des thermodynamischen Gleichgewichtes, mit enormem Potential im Erkenntnisgewinn, der auch für andere Systeme wünschenswert ist.

Gesamtbilanz

Forschung muss kreativ sein und ist daher immer für Überraschungen gut. Bei allen gut gemeinten Zielvorstellungen und verstärkten Wechselwirkungen ist eigentlich auch ein Kriterium für gute Forschung, dass sie Ergebnisse produziert, die unerwartet sind, überhaupt nicht in das bisherige Konzept passen und ihre wesentlichen Anwendungen ganz woanders erfahren. Die Geschichte all dieser Überraschungen müsste ein Pflichtkapitel in allen Richtlinien für Forschungsförderung sein. Glücklicherweise konnten unsere Doktorandinnen und Doktoranden viele neue und teils faszinierend überraschende Grundlagenresultate erzielen, die in über hundert Veröffentlichungen dokumentiert sind. Das Sekretariat des Graduiertenkollegs im Institut für Theoretische Physik der Heinrich-Heine-Universität stellt Interessierten gern die Liste der Veröffentlichungen zur Verfügung.

Manfred Grieshaber

**August-Wilhelm Alfermann, Michael Bott, Karl-Erich Jaeger,
Wolfgang Kläui, Hermann Sahn, Heinrich Strotmann, Hanns Weiss,
Peter Westhoff und Günter Wulff**

Das Graduiertenkolleg „Molekulare Physiologie: Stoff- und Energieumwandlung“

Die Überlebensfähigkeit von Organismen hängt entscheidend davon ab, wie sie auftretende Veränderungen der Umwelt wahrnehmen und mit welchen physiologischen und biochemischen Mechanismen sie darauf reagieren. Nur wenn sie sich an ihre Umwelt anpassen, können sie überleben und sich vermehren bzw. fortpflanzen. Die Anpassung eines Phänotyps an eine gegebene oder sich ändernde Umwelt wird gleichermaßen von Bakterien, Pflanzen und Tieren gefordert und spiegelt sich unter anderem in den Reaktionen des Stoffwechsels, in Transportphänomenen und in den Wegen der Energiebereitstellung wider. Die Mitglieder des Graduiertenkollegs „Molekulare Physiologie: Stoff- und Energieumwandlung“ widmen sich mit ihren Doktorandinnen und Doktoranden dieser Thematik. Die Themen ihrer Dissertationen werden zunächst unter dem Aspekt der grundlegenden und zweckfreien Forschung konzipiert. Die technische Anwendung wird dann verfolgt, wenn die Ergebnisse eine industrielle oder medizinische Verwertbarkeit erkennen lassen.

Neben ihren ureigenen Themen, mit deren Bearbeitung die Graduierten eine Fragestellung der Physiologie und Biochemie von Bakterien, Pilzen und Tieren beantworten oder ein grundlegendes biologisches Phänomen modellartig chemisch simulieren, sollen die Stipendiatinnen und Stipendiaten sich in zusätzlichen Studien den weiterführenden Fragestellungen des Kollegs widmen. So wurden in den vergangenen acht Jahren aus diesem Kolleg 57 Graduierte (30 Doktorandinnen und 27 Doktoranden) mit meist recht speziellen Dissertationen promoviert. Alle Promovierten sind, soweit sich ihre Spuren verfolgen lassen, in der freien Wirtschaft oder an einer Hochschule tätig.

Molekulare Mechanismen der Stoffumwandlung

Viele Bakterien, unter anderem auch das aus der großtechnischen Herstellung der Aminosäure und des Geschmackverstärkers Glutamat bekannte *Corynebacterium glutamicum*, erkennen Umweltänderungen mit ihren so genannten Zweikomponenten-Signaltransduktionssystemen, die aus zwei modular aufgebauten Proteinen, einer Sensorkinase und einem Antwortregulator bestehen. Erkennt die Rezeptordomäne der Sensorkinase einen Reiz (z. B. Citrat, das Salz der Zitronensäure), so wird ein Histidinrest in der Transmitterdomäne des Proteins autophosphoryliert. Die Phosphorylgruppe wird anschließend auf einen Aspartatrest in der Empfängerdomäne des Antwortregulators übertragen und aktiviert bzw. deaktiviert dieses Protein, das in der Regel als Transkriptionsregulator fungiert

(Abb. 1 A). *Corynebacterium glutamicum*, ein gram-positives Bodenbakterium, besitzt 13 verschiedene Zweikomponentensysteme für die Interaktion mit seiner Umwelt. Die spezifischen Funktionen dieser Systeme werden von Michael Bott und seinen Stipendiatinnen Tanja Gerharz und Mirja Wessel mittels der funktionellen Genomanalyse aufgeklärt. Dazu werden Deletionsmutanten konstruiert und ihre Eigenschaften mit denen des Wildtypstammes verglichen. Besonders hilfreich ist dabei die DNA-Chip-Analyse, die es erlaubt, Unterschiede in der Genexpression gleichzeitig für alle ca. 3.000 Gene dieses Bakteriums zu bestimmen. Aber auch die gezielte Suche nach einem bestimmten Phänotyp der Mutanten führte zum Erfolg. Mittlerweile konnten für mehrere Zweikomponentensysteme klare Hinweise auf ihre physiologischen Funktionen gewonnen werden. So erkennt z. B. das PhoS-PhoR-System Phosphat-Mangelbedingungen und induziert ein hochaffines Phosphat-Aufnahmesystem sowie Enzyme und Transportproteine, die der Zelle organische Phosphatquellen, wie z. B. Glycerin-3-phosphat, zur Verfügung stellen.¹ Das CitA-CitB-System erkennt die Anwesenheit von Citrat im Medium und induziert einen Citrattransporter, der es der Zelle ermöglicht, diese Kohlenstoffquelle aufzunehmen und zu verwerten.² Die Stipendiatin Mirja Wessel konnte zeigen, dass der Antwortregulator CgtR4 essentiell für *C. glutamicum* ist und fand Hinweise dafür, dass dieses Protein eine Rolle bei der generellen Stressantwort spielt.

Aber nicht nur Glutamat, sondern auch andere Aminosäuren wie L-Lysin werden mittels *Corynebacterium glutamicum* industriell hergestellt. Diese Aminosäuren werden zur Verbesserung der Qualität von Grundnahrungsmitteln und Futtermitteln eingesetzt. Sie sind von großer wirtschaftlicher Bedeutung; ihr Bedarf nimmt stetig zu, und zurzeit werden mehr als $1,5 \times 10^6$ Tonnen Aminosäuren mikrobiell produziert. Während des Syntheseprozesses verwertet *Corynebacterium glutamicum* billige Zucker und wandelt diese in wertvolle Aminosäuren um (Abb. 1 B). Die Doktorandinnen und Doktoranden Andre Drysch, Nicole Kennerknecht, Sören Petersen, Eva Radmacher, Petra Simic, Corinna Stansen und Andrea Veit um Hermann Sahn konnten am Institut für Biotechnologie mit modernen Methoden der Molekularbiologie Bakterienstämme entwickeln, bei denen die Regulationsmechanismen der Synthesewege ausgeschaltet sind, wodurch die gewünschten Aminosäuren von den Bakterien in großen Mengen synthetisiert und ausgeschieden werden. Dabei gilt das besondere Interesse der Untersuchung von intrazellulären Metabolitflüssen,³ den Grundlagen zur Zellwandsynthese und den Transportprozessen von Aminosäuren. Kürzlich gelang es der Stipendiatin Nicole Kennerknecht, den Exportcarrier der essentiellen Aminosäure L-Isoleucin zu identifizieren und zu charakterisieren.⁴ Er besteht aus zwei Proteinen, deren Bildung auf der Expressionsebene durch einen Regulator kontrolliert wird. Überraschenderweise liegen in den Genomsequenzen vieler Bakterien und Archaea Gene vor, die für sehr ähnliche Transportproteine kodieren. Offensichtlich ist diese neuartige Proteinfamilie weit verbreitet und am Transport kleiner hydrophober Substanzen beteiligt.

Nicht immer sind Enzyme, so wie sie natürlicherweise in einem Organismus vorkommen, für den technischen Einsatz gut geeignet. Ein besonderes Beispiel bearbeiten Su-

¹ Vgl. Ishige *et al.* (2003).

² Vgl. Gerharz *et al.* (2003).

³ Vgl. Petersen *et al.* (2003).

⁴ Vgl. Kennerknecht *et al.* (2002).

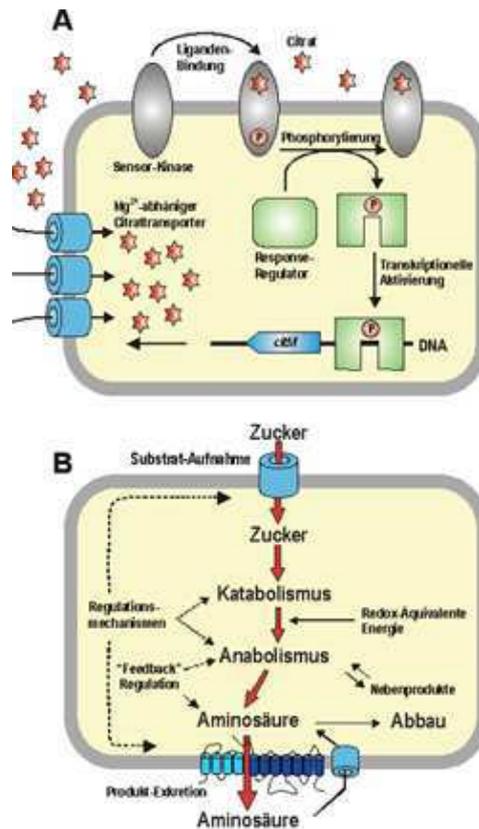


Abb. 1: (A) Modell der Wirkungsweise für das CitAB-Zweikomponentensystem von *Corynebacterium glutamicum*. Die Sensorkinase bindet Citrat und gibt die Information in das Zellinnere weiter, wo die Transkription der DNA aktiviert wird und zur Expression des Citrattransporters führt. (B) Relevante Prozesse bei der Synthese einer Aminosäure aus extern angebotenem Zucker in *C. glutamicum*.

sanne Aileen Funke und ihr Doktorvater Karl-Erich Jaeger. Sie interessieren sich für ein Enzym, das niedermolekulare Substanzen unterscheiden kann, die zwar in ihrer Zusammensetzung identisch sind, sich aber nicht miteinander zur Deckung bringen lassen; sie verhalten sich wie Bild und Spiegelbild. Man bezeichnet solche Substanzen als Enantiomere, die auch unter pharmakologisch interessanten Verbindungen auftreten. Meist ist aber nur ein Enantiomer wirksam und es muss deshalb in reiner Form isoliert werden. Die biokatalytische Produktion enantiomerenreiner Komponenten gewinnt sowohl für die chemische als auch für die pharmazeutische Industrie immer mehr an Bedeutung. Für die Herstellung dieser Substanzen verwendet man ebenfalls Enzyme. Leider ist die Enantioselektivität von Enzymen gegenüber biotechnologisch interessanten, aber meist unnatürlichen Substraten häufig gering. Die neue Methode der gerichteten Evolution kann jedoch benutzt werden, die Eigenschaften eines Enzyms nach den biotechnischen Erfordernissen zu optimieren. Hierbei werden zufällige Mutationen in das entsprechende Gen des Enzyms eingefügt und nachfolgend mit einer geeigneten Suchmethode in einer Bibliothek aus Enzymvarianten diejenigen mit der gewünschten Eigenschaft identifiziert.⁵ In dem von der Stipendiatin Susanne Aileen Funke bearbeiteten Projekt soll die Enantioselektivität der

⁵ Jaeger *et al.* (2001).

Lipase aus *Bacillus subtilis* für die asymmetrische Hydrolyse des Modells substrates *meso*-1,4-Diacetoxy-2-cyclopenten verbessert werden. Als Produkte dieser Reaktion entstehen chirale Alkohole, die massenspektroskopisch voneinander unterschieden werden können, weil ein deuteriummarkiertes Modells substrat verwendet wird. Durch den Einsatz zufälliger Mutagenesemethoden allein konnte das Enzym aber nur unzureichend optimiert werden.⁶ Daher wurde ein neuer Ansatz für die gerichtete Evolution enantioselektiver Enzyme gewählt. Mit der Lipase A von *Bacillus subtilis* wurde eine komplette Sättigungsmutagenese durchgeführt, wobei jede einzelne in der Lipase A vorhandene Aminosäure gegen die verbleibenden 19 anderen in Lebewesen vorkommenden Aminosäuren ausgetauscht wurde. Im anschließenden Screening konnten verschiedene Lipase A-Varianten mit einer gesteigerten Enantioselektivität gegenüber dem Modells substrat identifiziert werden. Diese Varianten werden zurzeit mit einer neu entwickelten Methode miteinander rekombiniert, um die Enantioselektivität weiter zu steigern. Die so erhaltenen enantioselektiven Enzyme werden gereinigt, biochemisch charakterisiert, kristallisiert und ihre Röntgenstruktur aufgeklärt.

Während die Mechanismen der Anpassung an die Umwelt bei Bakterien meist nur von Mikrobiologen erkannt werden, sind bei Pflanzen viele dieser Reaktionen auch für den Laien auffällig und leicht zu beobachten. Wenn die Sonneneinstrahlung während der Mittagshitze zu groß wird, stellt der Stachellattich (*Lactuca serriola*) seine Blätter so, dass sie kaum von den Sonnenstrahlen getroffen werden. In der Wüste bilden manche Gewächse gar keine Blätter aus und sparen das wenige, in verdickten Sprossen gespeicherte Wasser. Dornen und Stacheln schützen viele Pflanzen vor Fress- und Pflückfeinden. Manche Wiesenpflanzen, wie das Jakobskreuzkraut (*Senecio jacobaea*) oder der Eisenhut (*Aconitum napellus*), meidet das Vieh. Offensichtlich sind diese Blumen giftig. Zu den äußerst wirkungsvollen Schutzeinrichtungen der Pflanzen gehören aber nicht nur Gifte, sondern auch Signalstoffe, die über die Luft oder das Wasser abgegeben werden. Lockstoffe ziehen Insekten als Bestäuber an, Abwehrstoffe verhindern die Besiedlung des eine Pflanze umgebenden Areals mit anderen Gewächsen. Viele dieser chemischen Verbindungen werden als so genannte sekundäre Pflanzenstoffe in speziellen und komplizierten Stoffwechselwegen synthetisiert. Seit Jahrhunderten werden sie in der Medizin verabreicht.

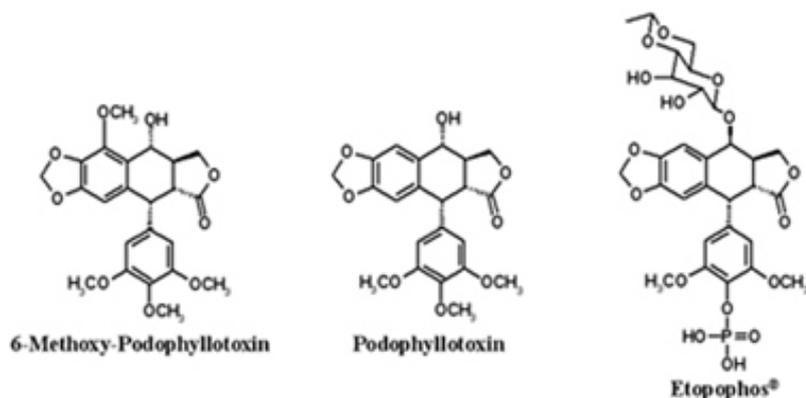


Abb. 2: Lignane aus dem Weißen Lein (*Linum album*) und ein semisynthetisches Derivat des Podophyllotoxins Etopophos[®].

⁶ Vgl. Funke *et al.* (2003).



Abb. 3: Der Weiße Lein. Eine Pflanze mit Blüten und Zellsuspensionskulturen (rechts).

Auch heute noch sind Pflanzen oft die einzige Rohstoffquelle für wichtige Arzneistoffe. So stammen mehrere der in der Tumorthherapie verwendeten Substanzen aus Pflanzen, wie z. B. das Podophyllotoxin. Es wird, weil die chemische Synthese zu teuer ist, aus den Wurzelstöcken der in Asien beheimateten Maiapfelpflanze (*Podophyllum hexandrum*) isoliert. Da man jedoch diese Pflanze bisher nicht anbauen kann, sind ihre Bestände bedroht.

A. W. Alfermann untersucht deshalb mit den Stipendiatinnen Katja Federolf, Alexandra Henges und Cosima von Heimendahl sowie dem Stipendiaten Jörg Windhövel die Biosynthese von Podophyllotoxin und seinen Derivaten in Zellkulturen (Abb. 2). Hierzu haben sie Zellsuspensions- bzw. Wurzelkulturen des im Iran beheimateten Weißen Leins (*Linum album*, Abb. 3) etabliert, die innerhalb von zwei Wochen bis ein Prozent Podophyllotoxin bzw. über 2,5 Prozent 6-Methoxypodophyllotoxin akkumulieren. Der Maiapfel dagegen braucht über zwei Jahre, bis in seinen Wurzeln der Arzneistoffgehalt vergleichbar hoch ist.

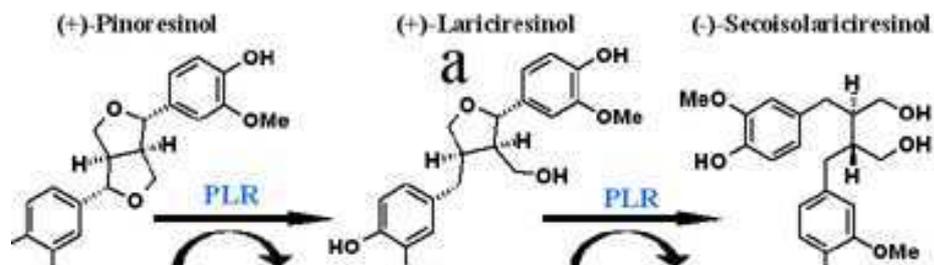


Abb. 4: Die von der Pinoresinol-Lariciresinol-Reduktase (PLR) katalysierten Reaktionen, die zur Synthese von (-)-Secoisolariciresinol führen.

Zusätzlich wird nach den an der Biosynthese beteiligten Enzymen bzw. deren Genen gesucht. So beschäftigt sich Cosima von Heimendahl mit einem wichtigen Schritt zu Beginn der Podophyllotoxinbiosynthese, nämlich der Reduktion von Pinoresinol über Lariciresinol zu Secoisolariciresinol (Abb. 4). Inzwischen wurde die cDNA des beteiligten Gens in ein Bakterium transferiert, das jetzt wie der Weiße Lein aus Pinoresinol das Secoisolariciresinol bilden kann. Ein weiterer Schritt in der Biosynthese des Podophyllotoxins kann durch die Desoxypodophyllotoxin-7-hydroxylase katalysiert werden. Diesen Reaktionsschritt bearbeitet Katja Federolf. Ziel dieser Untersuchungen ist es, die an der Podophyl-

lotoxinbiosynthese beteiligten Gene in den Zellkulturen zu überexprimieren und dadurch die Produktausbeuten weiter zu steigern.⁷

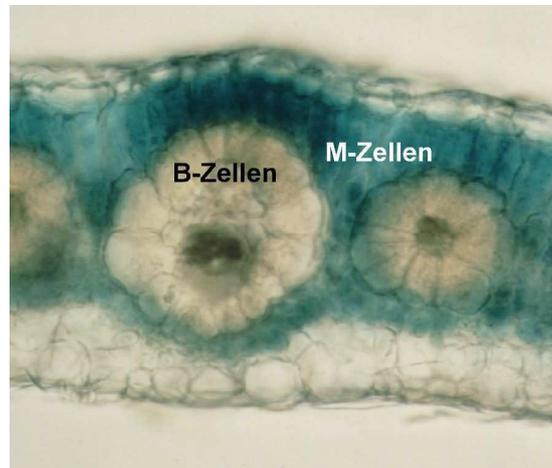


Abb. 5: Querschnitt durch das Blatt einer transgenen C_4 -Pflanze (*Flaveria bidentis*).

Die Steuerregion (Promotor) des Gens für die C_4 -PEP-Carboxylase bewirkt eine mesophyllspezifische (M-Zellen) Expression eines Farbgens, was zu einer blauen Anfärbung der entsprechenden Zellen führt. Das Farbgen ist nicht in den Bündelscheidenzellen (B-Zellen) des Blattes aktiv.

C_4 -Pflanzen wie die verschiedenen Hirsen, das Zuckerrohr (*Saccharum officinarum*) und der Mais (*Zea mays*) in seiner Urform (Teosinte) sind typische Vertreter der Flora heißer und trockener Standorte. Diese Pflanzen zeichnen sich gegenüber unseren „normalen“ C_3 -Pflanzen durch eine sehr effiziente Art der Photosynthese aus. Sie können hohe Lichtstärken ausnützen und gleichzeitig sparsam mit Wasser umgehen. Damit sind sie hervorragend an ihre Standorte angepasst. Die Photosynthese der C_4 -Pflanzen ist deshalb so effizient, weil sie arbeitsteilig organisiert ist: Nicht jede Blattzelle beherrscht das gesamte Repertoire der Photosynthese, sondern die einzelnen Module sind komplementär auf zwei unterschiedliche Zelltypen, die so genannten Mesophyll- bzw. Bündelscheidenzellen, aufgeteilt (Abb. 5). C_4 -Pflanzen trifft man in vielen, nicht näher miteinander verwandten Gruppen der Blütenpflanzen an. Sie sind also mehrmals unabhängig voneinander aus C_3 -Vorläuferpflanzen hervorgegangen. Diese mehrfache und parallele Entstehung der C_4 -Photosynthese legt nahe, dass nur relativ wenige genetische Veränderungen erforderlich waren, um eine C_3 - in eine C_4 -Pflanze umzuwandeln. Dem entspricht, dass alle Enzyme der Photosynthese keine Neuerfindungen sind, sondern in anderer Form im Stoffwechsel der C_3 -Pflanzen bereits vorkommen.

Gemeinsam mit Peter Westhoff beschäftigen sich die Graduierten Meryem Akyildiz, Sascha Engelmann und Udo Gowik mit dem Eingangsenzym der C_4 -Photosynthese, der Phosphoenolpyruvat-Carboxylase. Sie wollen herausfinden, welche Veränderungen dieses Enzym und sein zugehöriges Gen im Verlaufe der Evolution erfahren haben, um der neuen Aufgabe gerecht zu werden.⁸ Zur Lösung dieser Fragestellung haben sich die Wissenschaftler des Instituts für Entwicklungs- und Molekularbiologie der Pflanzen die Pflan-

⁷ Vgl. Fuss (demnächst) und Molog *et al.* (2001).

⁸ Vgl. Svensson *et al.* (2003) und Bläsing *et al.* (2000).

zengattung *Flaveria* ausgesucht, die in ihrem Formenkreis nicht nur C₃- und C₄-Arten, sondern auch ein reichhaltiges Spektrum von Pflanzen mit intermediärer Photosynthese enthält. Offensichtlich ist die Evolution in dieser Gattung in Richtung C₄-Photosynthese noch nicht abgeschlossen. *Flaveria* stellt daher ein ausgezeichnetes System für diese evolutionsbiologischen Studien dar.

Udo Gowik hat in seiner Doktorarbeit untersucht, welche Schaltersequenzen in der Steuerregion des Phosphoenolpyruvat-Carboxylase-Gens dafür verantwortlich sind, dass dieses Gen ausschließlich in den Mesophyllzellen des Blattes abgelesen wird. Er konnte zeigen, dass nur vier Basenpaare im Gen der Phosphoenolpyruvat-Carboxylase dafür verändert werden müssen. Und genau sie fehlen in der Steuerregion des Phosphoenolpyruvat-Carboxylase-Gens der C₃-Pflanze. Wenige Mutationen reichen also aus, um die Ablesespezifität eines Gens drastisch zu verändern. Meryem Akyildiz und Sascha Engelmann wollen nun herausfinden, wie dieser Unterschied von nur vier Nukleotiden von der Ablesemaschinerie überhaupt erkannt wird.

Molekulare Mechanismen der Energieumwandlungen

Die Bereitstellung von Energie ist eine grundlegende Funktion des Stoffwechsels aller Organismen. Als Energiequellen können reduzierte anorganische Verbindungen, das Licht der Sonne oder nieder- bzw. hochmolekulare, reduzierte organische Verbindungen dienen. Gleichgültig, ob die Organismen autotroph oder heterotroph sind, sie alle wandeln die aufgenommene Energie in die Energie des Adenosintriphosphats (ATP) um. In diesem Graduiertenkolleg stehen die sauerstoffunabhängige (anaerobe) Energiegewinnung, die sauerstoffabhängige (aerobe) Energiegewinnung, die so genannte Atmungskettenphosphorylierung sowie die chemolithoheterotrophe Energiegewinnung aus Schwefelwasserstoff im Mittelpunkt des Interesses mehrerer Arbeitsgruppen.

Eine der einfachsten Formen der Energieumwandlung erfolgt in der Glykolyse, die in allen Organismen vorkommt. In diesem Stoffwechselweg wird die Energie, die bei der Oxidation von Traubenzucker gewonnen wird, transient über ein Acyl- bzw. ein Enolphosphat gespeichert und in je einer anschließenden Reaktion zur ATP-Bildung abgerufen. Diese äußerst ineffiziente Energiegewinnung genügt nur, um kurzfristig und schnell ATP, z. B. in keimenden Pflanzen oder während einer Kampf- und Fluchtreaktion von Tieren, bereitzustellen. Der Grund dafür liegt in der gleichzeitigen Akkumulation der Endprodukte dieser Gärungen in Form reduzierter organischer Verbindungen, zu denen das Ethanol der Hefe, die verschiedenen Opine bei vielen wirbellosen Tieren und Laktat, das Salz der Milchsäure bei Insekten, Krebstieren und Wirbeltieren, gehören. Außerdem ist dieser so genannte fermentative Stoffwechsel immer mit einer Protonenproduktion verbunden, die zu einer funktionsbeeinträchtigenden Ansäuerung der Gewebe führt.

Trotzdem überleben viele Tiere in ihrer ökologischen Nische für längere Zeit ohne Sauerstoff. Zu ihnen gehören vor allem die Magen-Darm-Parasiten. Aber auch in anderen Lebensräumen sind Tiere gelegentlichem oder andauerndem Sauerstoffmangel ausgesetzt. Solche Biotop sind z. B. eisbedeckte Teiche und Tümpel oder die Gezeitenzonen der Meere. Tiere, die in letzterem Biotop entweder im Sediment oder an der Oberfläche exponiert leben, müssen sich bei Ebbe tief in das Sediment eingraben bzw. ihre Schalen hermetisch schließen, um der Austrocknung oder dem Fraßdruck der Feinde vorzubeugen. Sie können jedoch dann als wasseratmende Tiere bei Niedrigwasser keinen Sauerstoff

mehr aus der Luft aufnehmen. In dieser Zeit gewinnen z. B. der Wattwurm (*Arenicola marina*), die Miesmuschel (*Mytilus edulis*) oder die Auster (*Ostrea edulis*) anfänglich ihre Energie aus der Glykolyse, wobei sie die Endprodukte (Opine und Laktat) akkumulieren. Wenn der Sauerstoffmangel länger andauert, wird in einer verkürzten Atmungskette in den Mitochondrien ATP gewonnen, wobei Succinat, Acetat und Propionat als weitere Endprodukte der Energieumwandlung akkumulieren bzw. ausgeschieden werden.⁹ Aufgrund dieser Fähigkeit können die Tiere längere Zeit auf dem Trockenen überleben und sind deshalb auch leicht über weite Strecken zu den Fischgeschäften des Binnenlandes zu verschicken. Die Evolution der Vielfalt der Opine und die ihre Synthese katalysierenden Opindehydrogenasen sowie der unter längerfristigem Sauerstoffmangel ablaufende Energiestoffwechsel bei marinen wirbellosen Tieren werden von Ulrike Hergert, Frank Janssen und Andre Müller in der Arbeitsgruppe von Manfred Grieshaber untersucht.

Einige der in der Gezeitenzone der Meere lebenden Tiere, insbesondere solche, die sich in das Sediment eingraben, müssen sich nicht nur an einen temporären Sauerstoffmangel, sondern auch an Schwefelwasserstoff (H_2S) anpassen, dessen Gestank nach faulen Eiern jeder Wattwanderer sicher schon gerochen hat. Schwefelwasserstoff ist für alle Lebewesen sehr toxisch. Trotzdem können mehrere Tierarten H_2S tolerieren und teilweise dessen Energiegehalt verwenden. Gemeinsam mit Susanne Völkel, Stephanie Wohlgemuth und weiteren Mitarbeiterinnen konnte Manfred Grieshaber nachweisen, dass der Wattwurm Schwefelwasserstoff in den Mitochondrien zu Thiosulfat oxidiert und damit gleichzeitig entgiftet.¹⁰ Die gebildeten Elektronen werden über den Ubichinonpool in die Atmungskette der Mitochondrien eingeschleust und die frei werdende Energie wird zu ATP umgewandelt. Tiere, die diesen Mechanismus besitzen, können also Energie in einem chemolithoheterotrophen Stoffwechsel gewinnen.¹¹

Vermutlich wird die Oxidation von Schwefelwasserstoff zu Thiosulfat durch ein membranständiges, mitochondriales Enzym, die Sulfid-Chinon-Oxidoreduktase (SQR), katalysiert (Abb. 6). Die Aktivität des Enzyms wurde bislang an intakten Würmern, isoliertem Hautmuskelschlauchgewebe und isolierten Mitochondrien von *Arenicola marina* nachgewiesen. Eine Reinigung des Enzyms ist bislang jedoch nicht gelungen. Auch die Gensequenz der SQR von *A. marina* ist unbekannt. Detaillierte biochemische Untersuchungen an Prokaryoten beschreiben jedoch die Eigenschaften der SQR aus dem α -Proteobakterium *Rhodobacter capsulatus*, dem Cyanobakterium *Oscillatoria limnetica* und aus dem grünen Schwefelbakterium *Chlorobium limicola*. Aus einer Reihe weiterer Organismen sind Gensequenzen beschrieben, die auf die Anwesenheit schwefelwasserstoffoxidierender Enzyme hinweisen.¹²

Überraschenderweise kommt die SQR unter den Eukaryoten viel häufiger vor, als bisher vermutet wurde. Vielleicht handelt es sich bei diesem Enzym um ein Relikt aus einer Zeit, in der Schwefelwasserstoff vor allem im Meerwasser weit verbreitet war. Neuere geochemische Untersuchungen belegen tatsächlich hohe Sulfidkonzentrationen im Tiefseewasser während der Zeit zwischen 1 bis 2 Milliarden Jahren vor der Gegenwart. In jener Epoche der Erdgeschichte war die biologische Sulfatreduktion bzw. die anaerobe Methanoxidi-

⁹ Vgl. Grieshaber *et al.* (1994).

¹⁰ Vgl. Grieshaber und Völkel (1998).

¹¹ Vgl. Doeller *et al.* (2001).

¹² Vgl. Griesbeck *et al.* (2000).

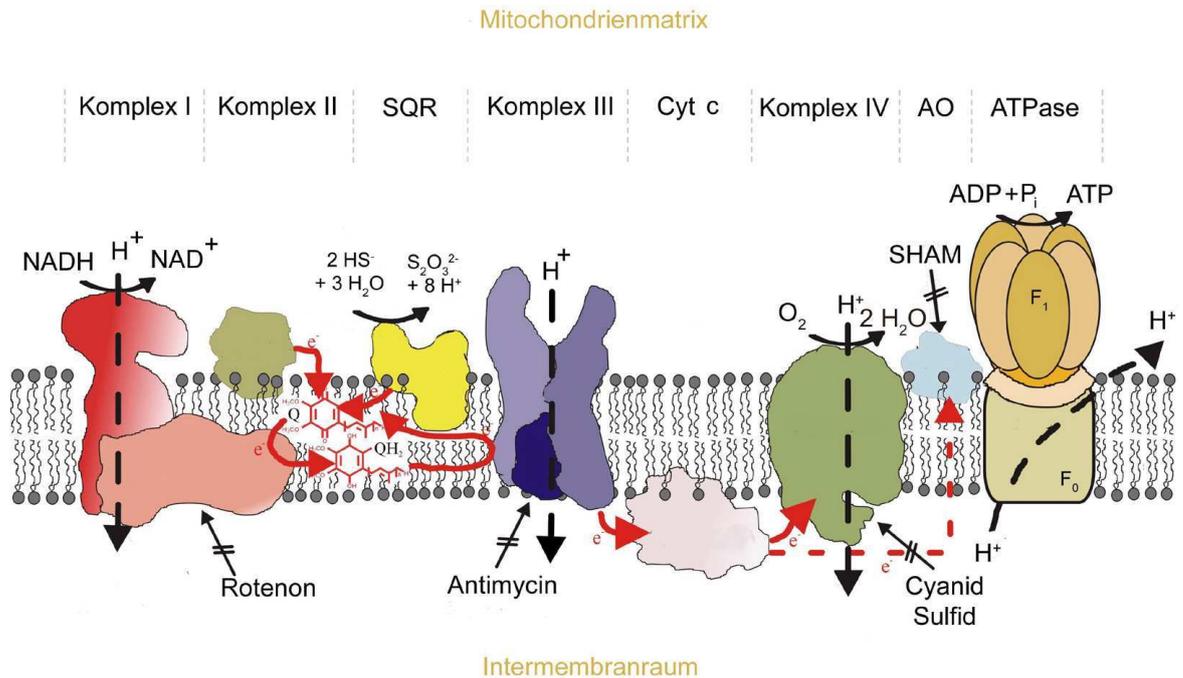


Abb. 6: Schematische Darstellung der mitochondrialen Komplexe der Atmungskette und der Sulfid-Quinone-Oxidoreduktase. Der wahrscheinliche Elektronenfluss, der aus der Oxidation von Schwefelwasserstoff zu Thiosulfat resultiert, ist mit roten Pfeilen dargestellt.

on bei gleichzeitiger Reduktion von Sulfat zu Schwefelwasserstoff global verbreitet.¹³ Als Folge waren mit Ausnahme ihres Oberflächenwassers die Meere hypoxisch und im hohen Maße sulfidisch. Da der Ursprung und die frühe Diversifizierung der Eukaryoten in genau jener Zeit stattfand, müssen die Eukaryoten von Anfang an und bis in relativ späte Phasen ihrer Evolution beträchtlichen Sulfidkonzentrationen gewachsen gewesen sein. Somit ist die SQR, wahrscheinlich auch das Enzym von *A. marina*, ein biochemisches Relikt aus der frühen hypoxischen und sulfidischen Phase der Eukaryotenevolution.¹⁴

Ursula Theißen versucht mit ihrem Doktorvater William Martin, das für die SQR von *A. marina* kodierende Gen zu isolieren. Anschließend möchte sie es in SQR-Mutanten von *S. pombe* heterolog exprimieren, um so das Enzym von *A. marina* funktionell charakterisieren zu können. Zu diesem Zweck soll die Sequenzkonservierung in eukaryotischen SQR-Genen gezielt genutzt werden, um heterologe Sonden für die Isolierung der SQR aus *A. marina* zu gewinnen. Des Weiteren soll in biochemischen und molekularen Arbeiten untersucht werden, ob der fakultativ anaerobe Einzeller *Euglena gracilis* ebenfalls das SQR-Gen besitzt. Bei erfolgreichem Ausgang sollen die geplanten Arbeiten sowohl Einblicke in die Biochemie der Energiegewinnung von Eukaryoten aus rezenten hypoxischen Habitaten als auch in die anaerobe Vergangenheit der eukaryotischen Abstammungsgemeinschaft gewähren.

Mit der Anreicherung von photosynthetisch gebildetem Sauerstoff in der Atmosphäre nutzen viele Organismen die hohe Energieausbeute, die bei der sauerstoffabhängigen Oxidation ihrer Nahrung gewonnen werden kann. Das System der oxidativen Phosphorylie-

¹³ Vgl. Boetius *et al.* (2000).

¹⁴ Vgl. Tielens *et al.* (2002), Martin und Russell (2003) und Theissen *et al.* (2003).

rung, das in den Mitochondrien der Zellen lokalisiert ist, katalysiert über hochkomplizierte Enzymkomplexe die Synthese von ATP, das unter Ausnutzung einer transmembranen, elektrochemischen Potentialdifferenz von Protonen über einen mechanischen Energiewandlungsschritt gebildet wird (Abb. 7).

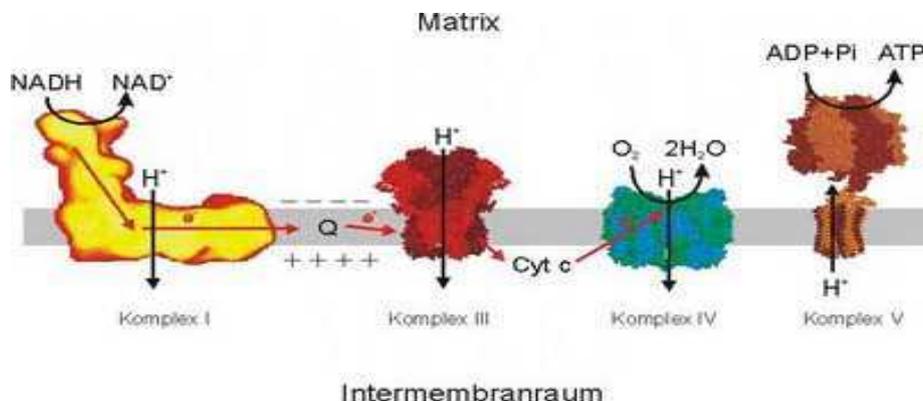


Abb. 7: Die wichtigsten Enzymkomplexe des mitochondrialen Systems der oxidativen Phosphorylierung. Die drei Atmungsketten-Komplexe I, III und IV verbinden den energetisch bergab gerichteten Transport von Elektronen (e^-) von NADH auf Sauerstoff (O_2) unter Bildung von Wasser (H_2O) mit der Verschiebung von Protonen (H^+) von der negativ zur positiv geladenen Seite der Membran. Die Atmungskettenkomplexe sind damit Erzeuger eines transmembranen Protonenpotentials. Der ATPase-Komplex V ist der hauptsächliche Verbraucher dieses Potentials, indem er mit Hilfe der Energie der rückströmenden Protonen über proteinmechanische Prozesse ATP synthetisiert. Während von den Komplexen III, IV und V hoch aufgelöste Strukturen bekannt sind und die Arbeitsweise der Komplexe heute auf atomarer Ebene beschreibbar ist, gibt es zu Komplex I noch keine molekularen Strukturdaten. Der Grund dafür liegt in der enormen Größe (eine Million Dalton) und in dem komplexen Aufbau (mehr als 40 Proteinuntereinheiten mit mehr als acht verschiedenen prosthetischen Gruppen) dieses Enzymkomplexes.

Hanns Weiss und seine Stipendiatinnen und Stipendiaten Anke Abelmann, Thorsten Borgs, Benedikt Brors, Lars Kintscher und Vassiliki Tsalastra untersuchen den Komplex I der mitochondrialen Atmungskette. Dass der erste Komplex als einziger noch nicht kristallisiert und auf atomarer Ebene beschrieben ist, liegt in seiner hohen Molmasse von annähernd einer Million Dalton und seinem äußerst komplexen Aufbau aus mehr als 40 verschiedenen Proteinuntereinheiten, an denen wenigstens acht verschiedene prosthetische Gruppen gebunden sind. Die Untereinheiten sind in Form von zwei elektronenmikroskopisch unterscheidbaren Teilen organisiert, die wegen ihrer L-förmigen Anordnung peripherer Arm und Membranarm genannt werden. Durch Genausschaltung wurden Mutanten des Pilzes *Neurospora crassa* gewonnen, die entweder nur den peripheren oder nur den Membranarm bilden können. Beide Arme konnten so getrennt isoliert werden. Es gelang, Kristalle des Membranarms zu züchten, und in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biologische Strukturformforschung am Forschungszentrum Jülich wurde mit der Röntgenstrukturanalyse begonnen.¹⁵

Die ATP-Synthasen der mitochondrialen und bakteriellen oxidativen Phosphorylierung sowie der pflanzlichen photosynthetischen Phosphorylierung sind die eigentlichen Ener-

¹⁵ Vgl. Schulte *et al.* (1999), Friedrich *et al.* (2000) und Rasmussen *et al.* (2001).

giewandler. Sie nutzen die transmembrane elektrochemische Potentialdifferenz von Protonen, die beim respiratorischen bzw. photosynthetischen Elektronentransport aufgebaut wird, und treiben damit die endergone Synthese von ATP aus ADP und Phosphat. Viele Resultate deuten darauf hin, dass die Transformation einen mechanischen Energieumwandelungsschritt beinhaltet. Die ATP-Synthasen bestehen aus einem membrandurchspannenden Teil F_0 und dem katalytischen Teil F_1 . F_0 ist aus mindestens drei verschiedenen Untereinheiten, F_1 aus fünf verschiedenen Untereinheiten mit der Zusammensetzung $\alpha_3\beta_3\gamma\delta\varepsilon$ aufgebaut. Die 3D-Strukturen des mitochondrialen, bakteriellen und plastidären F_1 wurden atomar aufgelöst, die Struktur des F_0 -Bereiches ist dagegen noch unzureichend aufgeklärt (Abb. 636).

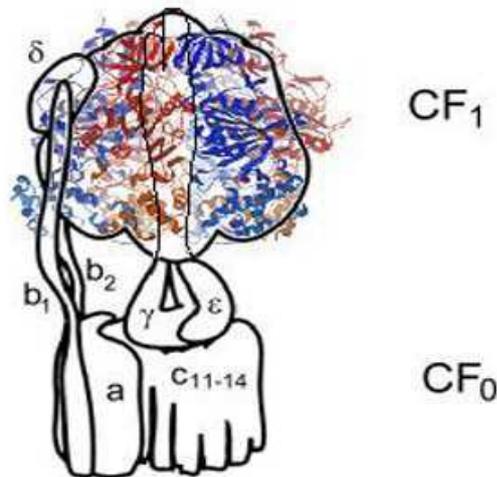


Abb. 8: Strukturmodell der Chloroplasten-ATP-Synthase. Der farbig dargestellte CF_1 -Teil wurde durch Röntgenkristallographie von Georg Groth (Institut für Biochemie der Pflanzen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf) aufgelöst.¹⁷ Die drei α -Untereinheiten sind blau, die drei β -Untereinheiten rot gezeichnet. Die zentrale Struktur, bestehend aus den Untereinheiten γ , ε und dem Zylinder aus elf bis 14 c-Untereinheiten, sollen den Rotor ausmachen.

Die drei α -Untereinheiten und die drei β -Untereinheiten, auf denen sich die drei katalytischen Zentren befinden, sind zu einem hexagonalen Ring zusammengeschlossen. Im Zentrum befindet sich, einer Achse gleich, die Untereinheit γ . Am isolierten F_1 konnte gezeigt werden, dass die Hydrolyse von ATP eine Rotation der γ -Untereinheit in dem $\alpha_3\beta_3$ -Hexagon bewirkt. Umgekehrt wird angenommen, dass die Rotation von γ die Bildung von ATP bewirkt. Der antreibende Motor soll aus stationären („Stator“) und rotierenden Teilen („Rotor“) von F_0 bestehen (Abb. 636). Der Rotor soll durch den Fluss von Protonen entlang der Potentialdifferenz angetrieben werden.¹⁸

Die im Graduiertenkolleg von Heinrich Strotmann und der Stipendiatin Korolina Zientek sowie den Stipendiaten Marco Rost und Markus Berns durchgeführten Forschungsarbeiten befassen sich mit strukturellen und mechanistischen Fragen, die die oben dargestellte Hypothese kritisch beleuchten sollen. Zum einen wird untersucht, welche Proteindomänen die Verbindung zwischen den Teilkomplexen F_0 und F_1 herstellen und welcher

¹⁷ Vgl. Groth und Pohl (2001).

¹⁸ Vgl. Junge *et al.* (1997).

Art die Wechselwirkungen sind. Zum anderen wird versucht, durch gezielte Mutagenese Strukturelemente zu identifizieren, die sensibel für Bewegungsvorgänge im Zusammenhang mit der Energieübertragung sein können. So bewirkt beispielsweise eine Verbiegung der axialen γ -Untereinheit eine starke Einschränkung der Funktion, oder in den β -Untereinheiten im Bereich der katalytischen Stellen der Austausch eines einzigen Glycins, das offenbar als Scharnier fungiert, gegen ein Alanin den Verlust der energetischen Koppelung.¹⁹

Obwohl nach gängiger Lehrbuchmeinung Fettsäuren bei Pilzen und Tieren im Cytosol und bei Pflanzen in Plastiden synthetisiert werden, entdeckten vor einigen Jahren Hanns Weiss und seine Graduierten Benedikt Brors, Verena Haupt und Angela Schlitt gemeinsam mit anderen Arbeitsgruppen, dass Mitochondrien von Tieren, Pilzen und Pflanzen auch eine eigenständige Fettsäuresynthese besitzen. Folglich ist dieses Zellorganell nicht nur für die Energiegewinnung zuständig. Eine weitere wichtige Funktion der Mitochondrien und der in ihnen lokalisierten Fettsäuresynthese ist auch die Bereitstellung von Liponsäure. Ausgangspunkt für die Aufklärung dieses mitochondrialen Synthesewegs war der Nachweis eines mitochondrialen Acylcarrierproteins, das einerseits an der Synthese von Liponsäure beteiligt ist und andererseits als Untereinheit des Komplex I der Atmungsketten fungiert. Durch Analyse der Genomsequenz des Hyphenpilzes *Neurospora crassa* und mittels gentechnischer Methoden wurden weitere Enzyme der mitochondrialen Fettsäuresynthese identifiziert. Ungeklärt ist nach wie vor, in welcher Beziehung die beiden Funktionen des Acylcarrierproteins in der Fettsäuresynthese und der Atmungskette stehen. Während in Tieren und Pflanzen mehrere mitochondriale Acylcarrierproteine vorkommen, wurde in Pilzen bisher nur je eines identifiziert.²⁰

Während die Biologen des Graduiertenkollegs die in der belebten Natur vorkommenden Mechanismen der Stoff- und Energieumwandlung untersuchen, versuchen die Kollegen des Faches Chemie, Verbindungen zu synthetisieren, die modellartig die Struktur und den Reaktionsmechanismus von aktiven Zentren von Enzymen darstellen.

Das Ziel von Günter Wulff und seinen Stipendiaten Andrea Biffis, Dirk Kaspar, Michael Grün, Marco Emgenbroich, Byong-Oh Chong und Karsten Knorr ist der Aufbau von Analogen des aktiven Zentrums von Antikörpern und Enzymen mit Hilfe des molekularen Prägens. Hiermit sollten sich synthetische Katalysatoren herstellen lassen, die ähnlich günstige Eigenschaften wie natürliche Enzyme besitzen, darüber hinaus aber deutlich stabiler und besser zugänglich sind. Dazu wird in Gegenwart eines geeigneten Matrizenmoleküls (einer Schablone) und polymerisierbarer funktioneller Gruppen eine vernetzende Polymerisation durchgeführt. Nach Entfernen der Matrize hinterbleibt im Polymer ein Abdruck von spezifischer Gestalt und mit funktionellen Gruppen in definierter Anordnung. Polymere dieser Art können nicht nur als Enzymmodelle benutzt werden, sondern auch als selektive Adsorbentien, Chemosensoren oder künstliche Antikörper.²¹ Enzymmodelle können durch Prägen mit stabilen Übergangszustandsanalogen einer Reaktion erhalten werden, wenn geeignete Haft- und Katalysegruppen eingebracht werden.²² Solche Katalysatoren besitzen eine bemerkenswerte Aktivität und Selektivität. So konnten Katalysatoren

¹⁹ Vgl. Rost (2001) und Berns (2000).

²⁰ Vgl. Schulte und Weiss (1999), Schulte (2001) und Schulte *et al.* (2002).

²¹ Vgl. Wulff (1995).

²² Vgl. Wulff (2002).

erhalten werden, die einen optischen Antipoden ganz bevorzugt umsetzen. Sie zeigen also, wie z. B. die Lipase A, Enantioselektivität. Auch konnten Mikrogele hergestellt werden, die löslich sind und ähnliche Dimensionen wie natürliche Enzyme besitzen.

Zink spielt in der Biochemie eine herausragende Rolle. Man kennt über 300 zinkhaltige Enzyme, von denen die meisten zur Klasse der Hydrolasen gehören. Es kann sowohl Tertiär- und/oder Quartärstrukturen stabilisieren als auch aktiv an katalytischen Prozessen teilnehmen. So katalysieren Zinkenzyme der Carboanhydrase-Familie die reversible Hydratation von CO_2 . Das aktive Zentrum besteht aus einem Zinkion, das tetraedrisch von drei Histidinen (Abb. 9) und einem Wasser- oder Hydroxid-Liganden koordiniert ist.

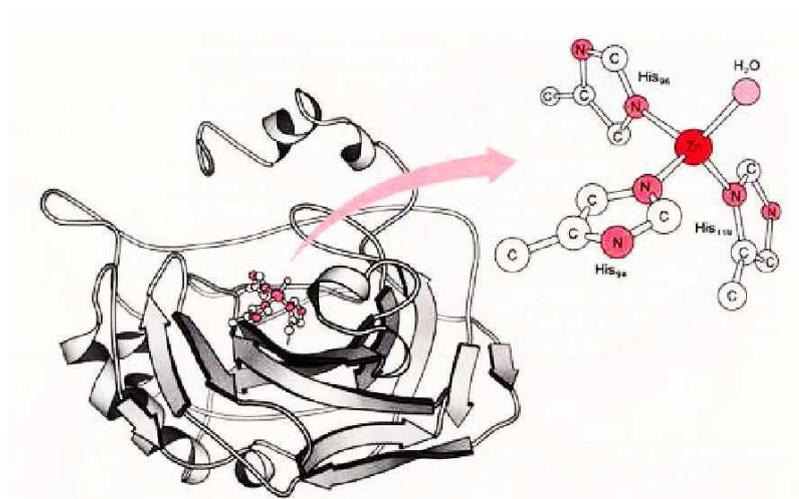


Abb. 9: Struktur der Carboanhydrase und die atomare Darstellung des aktiven Zentrums des Enzyms. Das Zinkion ist tetraedrisch von drei Histidinen und einem Wasser- oder Hydroxid-Liganden koordiniert.

Wolfgang Kläui und die Kollegiaten Peter Kunz und Martin Berghahn versuchen, Modellverbindungen zu synthetisieren, die eben diese Umgebung um das zentrale Zink nachahmen. Zu den erfolgreichsten Liganden gehören die von ihnen erstmals synthetisierten Tris(pyrazolyl)methansulfonate, eine Klasse von neuen Liganden, die den vielverwendeten Tris(pyrazolyl)boraten nachempfunden sind, aber im Gegensatz zu jenen in wässrigen Lösungsmitteln löslich sind. Sie zeigen eine flexible Koordinationschemie und bilden Strukturen, wie sie in dinuklearen Zinkenzymen (z. B. Phospholipase C) vorkommen.²³ Des Weiteren konzentrieren sie sich auf funktionale Modellverbindungen von Zinkenzymen. So ist es gelungen, Zinkkomplexe von Liganden der neuen Tris[2-isopropylimidazol-(4)5-yl]phosphan-Klasse zu synthetisieren, die die Hydrolyse aktivierter Ester in wässrigen Lösungsmitteln katalysieren.²⁴

²³ Vgl. Kläui *et al.* (im Druck).

²⁴ Vgl. Kunz *et al.* (demnächst).

Bibliographie

- BERNS, M. *Mutagenese konservierter Domänen der β -Untereinheit der Escherichia coli F_0F_1 -ATPase*. Dissertation. Düsseldorf 2000.
- BLÄSING, O. E., P. WESTHOFF und P. SVENSSON. „Evolution of C_4 -phosphoenolpyruvate carboxylase in Flaveria, a conserved serine residue in the carboxyl-terminal part of the enzyme is a major determinant for C_4 -specific characteristics“, *Journal of Biological Chemistry* 275 (2000), 27917-27923.
- BOETIUS, A., K. RAVENSCHLAG, C. J. SCHUBER, D. RICKERT, F. WIDDEL, A. GLESEKE, R. AMANN, B. B. JORGENSEN, U. WITTE und O. PFANNKUCHE. „A marine consortium apparently mediating anaerobic oxidation of methane“, *Nature* 407 (2000), 623-626.
- DOELLER, J. E., M. K. GRIESHABER und D. W. KRAUS. „Chemolithoheterotrophy in a metazoan tissue: thiosulfate production matches ATP demand in ciliated mussel gills“, *Journal of experimental Biology* 204 (2001), 3755-3764.
- FRIEDRICH, T., B. BRORS, P. HELLWIG, L. KINTSCHER, T. RASMUSSEN, D. SCHEIDE, U. SCHULTE, W. MÄNTELE und H. WEISS. „Characterisation of two novel redox groups in the respiratory NADH:ubiquinone oxidoreductase (complex I)“, *Biochimica et Biophysica Acta* 1459 (2000), 305-309.
- FUNKE, S. A., A. EIPPER, M. T. REETZ, N. OTTE, W. THIEL, G. VAN POUDEROYEN, B. W. DIJKSTRA, K.-E. JAEGER und T. EGGERT. „Directed evolution of an enantioselective *Bacillus subtilis* lipase“, *Biocatalysis and Biotransformation* 21 (2003), 67-73.
- FUSS, E. „Lignans in plant cell and organ cultures: An overview“, *Phytochemistry Reviews* (demnächst).
- GERHARZ, T., S. REINELT, S. KASPAR, L. SCAPOZZA und M. BOTT. „Identification of basic amino acid residues important for citrate binding by the periplasmic receptor domain of the sensor kinase CitA“, *Biochemistry* 42 (2003), 5917-5924.
- GRIESBECK, Ch., G. HAUSKA und M. SCHÜTZ. „Biological sulfide oxidation: Sulfide-quinone reductase (SQR), the primary reaction“, *Recent Research Developments in Microbiology* 4 (2000), 179-203.
- GRIESHABER, M. K., I. HARDEWIG, U. KREUTZER und H.-O. PÖRTNER. „Physiological and biochemical adaptations to hypoxia in invertebrates“, *Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology* 125 (1994), 43-148.
- GRIESHABER, M. K. und S. VÖLKELE. „Animal adaptations for tolerance and exploitation of poisonous sulfide“, *Annual Reviews of Physiology* 60 (1998), 33-53.
- GROTH, G. und E. POHL. „Protein Structure and Folding - The structure of the chloroplast F_1 -ATPase at 3.2 Å resolution“, *Journal of Biological Chemistry* 276 (2001), 1345-1352.
- ISHIGE, T., M. KRAUSE, M. BOTT, V. F. WENDISCH und H. SAHM. „The phosphate starvation stimulon of *Corynebacterium glutamicum* as determined by DNA microarray analyses“, *Journal of Bacteriology* 85 (2003), 4519-4529.
- JAEGER, K.-E., T. EGGERT, A. EIPPER und M. T. REETZ. „Directed evolution and the creation of enantioselective biocatalysts“, *Applied Microbiology and Biotechnology* 55 (2001), 519-530.
- JUNGE, W., H. LILL und W. ENGELBRECHT. „ATP synthase: an electrochemical transducer with rotary mechanics“, *Trends in Biochemical Sciences* 22 (1997), 420-423.

- KENNERKNECHT, N., H. SAHM, M. R. YEN, M. PATEK, M. H. SAIER JR. und L. EGGELING. „Export of L-isoleucine from *Corynebacterium glutamicum*: a two-gene-encoded member of a new translocator family“, *Journal of Bacteriology* 184 (2002), 3947-3956.
- KLÄUI, W., M. BERGHAIN, W. FRANK, G. J. REISS, T. SCHÖNHERR, G. RHEINWALD und H. LANG. „Tris(pyrazolyl)methanesulfonates, more than just analogues of tris(pyrazolyl)borate ligands: N,N,N-, N,N,O- and other coordination modes“, *European Journal of Inorganic Chemistry* 11 (2003), 2059-2070.
- KUNZ, P. C., G. J. REISS, W. FRANK und W. KLÄUI. „A novel water soluble tripodal imidazolyl ligand as model for the tris histidine motif of zinc enzymes: Nickel, cobalt and zinc complexes and a comparison to metal binding in carbonic anhydrase“, *European Journal of Inorganic Chemistry* (demnächst).
- MARTIN, W. und M. RUSSELL. „On the origins of cells: a hypothesis for the evolutionary transitions from abiotic geochemistry to chemoautotrophic prokaryotes, and from prokaryotes to nucleated cells“, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 358 (2003), 59-85.
- MOLOG, A. G., U. EMPT, S. KUHLMANN, W. VAN UDEN, N. PRAS, A.-W. ALFERMANN und M. PETERSEN. „Deoxypodophyllotoxin 6-hydroxylase, a cytochrome P450 monooxygenase from cell cultures of *Linum flavum* involved in the biosynthesis of cytotoxic lignans“, *Planta* 214 (2001), 288-294.
- PETERSEN S., A. A. DE GRAAF, L. EGGELING, M. MÖLLNEY, W. WIECHERT und H. SAHM. „In vivo quantification of parallel and bidirectional fluxes in the anaplerosis of *Corynebacterium glutamicum*“, *Journal of Biological Chemistry* 275 (2000), 35932-35941.
- RASMUSSEN, T., D. SCHEIDE, B. BRORS, L. KINTSCHER, H. WEISS und T. FRIEDRICH. „Identification of two tetranuclear FeS clusters on the ferredoxin-type subunit of NADH:ubiquinone oxidoreductase (complex I)“, *Biochemistry* 40 (2001), 6124-6131.
- ROST, M. *Untersuchungen über die Rolle der Untereinheit γ im Mechanismus der Energietransduktion in der Escherichia coli ATP-Synthase*. Dissertation. Düsseldorf 2001.
- SCHULTE, U. und H. WEISS. „Structure, function and biogenesis of respiratory NADH:ubiquinone oxidoreductase (complex I)“, in: S. PAPA, F. GUERRIERI und J. M. TAGER (Hrsg.). *Frontiers of cellular bioenergetics. Molecular Biology, Biochemistry and Physiopathology*. London 1999.
- SCHULTE, U., V. HAUPT, A. ABELMANN, W. FECKE, B. BRORS, T. RASMUSSEN, T. FRIEDRICH und H. WEISS. „A reductase/isomerase subunit of mitochondrial NADH:ubiquinone oxidoreductase (complex I) carries an NADPH and is involved in the biogenesis of the complex“, *Journal of Molecular Biology* 292 (1999), 569-580.
- SCHULTE, U. „Biogenesis of respiratory complex I.“, *Journal of Bioenergetics and Biomembranes* 33 (2001), 205-212.
- SCHULTE, U., I. BECKER, H. W. MEWES und G. MANNHAUPT. „Large scale analysis of sequences from *Neurospora crassa*“, *Journal of Biotechnology* 94 (2002), 3-13.
- SVENSSON, P., O. E. BLÄSING und P. WESTHOFF. „Evolution of C₄-phosphoenolpyruvate carboxylase“, *Archive of Biochemistry and Biophysics* 414 (2003), 180-188.
- THEISSEN, U., M. HOFFMEISTER, M. K. GRIESHABER und W. MARTIN. „Single eubacterial origin of eukaryotic sulfide:quinone oxidoreductase, a mitochondrial enzyme conserved from the early evolution of eukaryotes during anoxic and sulfidic times“, *Molecular Biology and Evolution* 20 (2003), 1564-1574.

- TIELENS, A. G. M., C. ROTTE, J. VAN HELLEMOND und W. MARTIN. „Mitochondria as we don't know them“, *Trends in Biochemical Sciences* 27 (2002), 564-572.
- WULFF, G. „Enzyme-like catalysis by molecularly imprinted polymers“, *Chemistry Reviews* 102 (2002), 1-27.
- WULFF, G. „Molekulares Prägen (Imprinting) in vernetzten Materialien mit Hilfe von Matrizenmolekülen – auf dem Weg zu künstlichen Antikörpern“, *Angewandte Chemie* 107 (1995), 1958; „Molecular imprinting in cross-linked materials with the aid of molecular templates – A way towards artificial antibodies“, *Angewandte Chemie International Edition* 34 (1995), 1812-1832.

Guido Reifenberger

Das Graduiertenkolleg „Pathologische Prozesse des Nervensystems: Vom Gen zum Verhalten“

Zusammenfassende Darstellung

Das neurowissenschaftliche Graduiertenkolleg (GK) 320 „Pathologische Prozesse des Nervensystems: Vom Gen zum Verhalten“ besteht seit Februar 1997. Es bildet zusammen mit dem Sonderforschungsbereich 194 „Struktur und Dysfunktion im Nervensystem“ und dem neurobiologischen Forschungsschwerpunkt „Mechanismen normaler und gestörter Hirnfunktionen“ des Biologisch-Medizinischen Forschungszentrums (BMFZ) die Grundlage des neurowissenschaftlichen Schwerpunkts an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Als Nachfolger von Prof. Dr. H. Luhmann (Institut für Neuro- und Sinnesphysiologie), der auf den Lehrstuhl für Physiologie an der Universität Mainz berufen wurde, übernahm Prof. Dr. G. Reifenberger (Institut für Neuropathologie) zum 1. Januar 2002 das Amt des Sprechers des GK. Stellvertretender Sprecher ist Prof. Dr. H. W. Müller (Neurologische Klinik, Molekulare Neurobiologie). Er folgte Prof. Dr. O. Witte (Neurologische Klinik), der auf den Lehrstuhl für Neurologie an der Universität Jena berufen wurde. Im Jahr 2002 wurde der Antrag des GK 320 auf eine dritte Förderperiode vom 1. Februar 2003 bis zum 31. Januar 2006 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) positiv beschieden. Insgesamt stellt die DFG für die dritte Förderperiode Mittel für elf Doktorandenstipendien und zwei Postdoktorandenstipendien zur Verfügung. Erstmals wurden zusätzlich Mittel für Forschungsstudierende bewilligt, denen dadurch die Möglichkeit eröffnet werden soll, sich in den Arbeitsgruppen (AGs) des Kollegs mit der neurowissenschaftlichen Forschung vertraut zu machen und eigenständiges wissenschaftliches Arbeiten zu erlernen. Am GK 320 sind insgesamt zwölf neurowissenschaftliche AGs beteiligt, von denen drei der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät (Genetik, Physiologische Psychologie, Physikalische Biologie), acht der Medizinischen Fakultät (C. & O. Vogt-Institut für Hirnforschung, Medizinische Mikrobiologie, Neurologie, Neuropathologie, Neuro- und Sinnesphysiologie, Physiologische Chemie I) und eine der Kernforschungsanlage Jülich (Institut für Medizin) angehören.

Forschungsprogramm

Das Forschungsprogramm des GK beinhaltet wissenschaftliche Untersuchungen zu normalen und gestörten Funktionen des Nervensystems mit Hilfe moderner molekularbiologischer, biochemischer, zellbiologischer, neuroanatomischer, *in vivo* und *in vitro* neurophysiologischer und verhaltensphysiologischer Methoden sowie der funktionellen Bildgebung. Das Forschungsprogramm ist dabei auf drei Schwerpunkte konzentriert (Tabelle 1). Der erste Forschungsschwerpunkt umfasst Untersuchungen zu den pathophysiologischen

Grundlagen von entzündlichen, tumorösen und degenerativen Veränderungen des Nervensystems. Das bearbeitete Krankheitsspektrum reicht hierbei von Infektionen wie der Toxoplasmose-Encephalitis (AG Reichmann) über Entmarkungskrankheiten mit autoimmuner Pathogenese (Multiple Sklerose, Guillan-Barré-Syndrom) (AG Hartung/Kieseier), den glialen Tumoren des Gehirns bis hin zu neurodegenerativen Erkrankungen (AG Reifenberger), insbesondere den durch Prionen verursachten transmissiblen spongiformen Enzephalopathien, z. B. BSE und Creutzfeld-Jakob-Krankheit (AG Riesner, AG Korth). In den Arbeitsgruppen von Prof. Dr. H.-P. Hartung und PD Dr. B. Kieseier (Neurologische Klinik), Prof. Dr. G. Reifenberger und Dr. C. Korth (Institut für Neuropathologie), Frau PD Dr. G. Reichmann (Institut für Medizinische Mikrobiologie) und Prof. Dr. D. Riesner (Institut für Physikalische Biologie) werden dabei jeweils grundlegende molekulare und zelluläre Mechanismen bearbeitet, die an der Entstehung der einzelnen Krankheiten ursächlich beteiligt sind und auch übergreifende Bedeutung für das Verständnis anderer Erkrankungen des Nervensystems haben.

Im zweiten Forschungsschwerpunkt des GK werden in den Arbeitsgruppen von Prof. Dr. H. Sies und PD Dr. L.-O. Klotz (Institut für Physiologische Chemie I), Frau Prof. Dr. E. Knust (Institut für Genetik) und Prof. Dr. H. W. Müller (Neurologische Klinik) mit biochemischen, genetischen, molekularbiologischen und zellbiologischen Methoden wissenschaftliche Fragestellungen zum Mechanismus der Toxizität von Schwermetallionen auf Hirnzellen (AG Klotz/Sies), zur Pathogenese der lichtinduzierten Netzhautdegeneration am *Drosophila*-Modell der Retinitis pigmentosa 12 (AG Knust) sowie zur neuronalen Differenzierung und funktionellen Charakterisierung von neuronalen Vorläuferzellen bearbeitet, die *in vitro* aus Nabelschnurblut-Stammzellen transdifferenziert wurden (AG Müller). In letztgenanntem Projekt werden dabei hochaktuelle Ansätze der Stammzellbiologie und der rekonstruktiven Neurobiologie aufgegriffen, die interessante Perspektiven im Hinblick auf die Reparatur traumatischer Läsionen des Zentralen Nervensystems (ZNS) bieten.

Der dritte GK-Forschungsschwerpunkt beschäftigt sich mit den Entstehungsmechanismen physiologischer und pathophysiologischer Aktivität im Gehirn und deren Kartierung sowie funktioneller Bedeutung, insbesondere im Hinblick auf verhaltensbiologische Aspekte. Dieser Schwerpunkt wird von den Arbeitsgruppen von Prof. Dr. A. K. Engel (Institut für Medizin im Forschungszentrum Jülich), Prof. Dr. H. Haas (Institut für Neuro- und Sinnesphysiologie), Prof. Dr. J.P. Huston/Dr. T. Steckler (Institut für Physiologische Psychologie) und PD Dr. R. Kötter/ Prof. Dr. K. Zilles (C. & O. Vogt-Institut für Hirnforschung) getragen. Neben neurophysiologischen, neuroanatomischen und verhaltensbiologischen Methoden kommen in den Forschungsprojekten dieses Bereichs auch moderne Verfahren der funktionellen Bildgebung zur Anwendung. Außerdem werden mit Hilfe spezieller mathematischer und statistischer Methoden integrative neurowissenschaftliche Datenbanken zur Erforschung von Struktur-Funktions-Beziehungen im Gehirn entwickelt sowie die Verarbeitung und Ausbreitung pathophysiologischer Aktivität in der Großhirnrinde anhand von Computermodellen untersucht.

Studienprogramm

Das Studienprogramm des GK 320 bietet medizinischen Doktorand(inn)en und naturwissenschaftlichen Doktorand(inn)en der Fächer Biologie, Chemie, Physik und Psychologie

<p>Pathophysiologische Grundlagen von entzündlichen, neoplastischen und degenerativen Erkrankungen des Nervensystems</p> <p>T-Zell-unabhängige Funktionen Hirn-Dendritischer Zellen (Reichmann)</p> <p>Die Rolle von Matrix Metalloproteinasen bei Myelinisierung und Nervenzell-Schwannzell-Interaktionen (Hartung/Kieseier)</p> <p>Mechanismen der Neurodegeneration durch pathologisch gefaltete Proteine am Beispiel der Prionerkrankungen (Korth/Reifenberger)</p> <p>Molekulare Grundlagen der malignen Progression von Gliomen (Reifenberger)</p> <p>Wechselwirkungen der zellulären und krankheitsassoziierten Form des Prion-Proteins (Riesner)</p>
<p>Mechanismen der zellulären Differenzierung und Signaltransduktion bei hereditären, toxischen und traumatischen ZNS-Läsionen</p> <p>Rolle des Phosphoinositid-3-Kinase/Akt-Signalweges in der Reaktion von Astrocyten auf Schwermetallionen (Klotz/Sies)</p> <p>Zellpolarität und retinale Differenzierung bei <i>Drosophila</i> (Knust)</p> <p>Neuronale Differenzierung, funktionelle Charakterisierung und Transplantation multipotenter Stammzellen aus Nabelschnurblut in das Rattenhirn (Müller)</p>
<p>Pathophysiologische Aktivität im ZNS: Entstehungsmechanismen und funktionelle Auswirkungen</p> <p>Physiologische und pathophysiologische Bedeutung neuronaler Synchronisationsprozesse (Engel)</p> <p>Das histaminerge System im Gehirn und Verhalten der frei beweglichen Ratte (Haas)</p> <p>Einfluss neurogenetischer Interventionen im Mausmodell auf neurophysiologische und behaviorale Parameter (Huston/Steckler)</p> <p>Integration von Rezeptor- und Konnektivitätsdaten in Computermodele pathophysiologischer Erregungsausbreitung im Primatenkortex (Kötter/Zilles)</p>

Tabelle 1: Forschungsschwerpunkte des GK 320

eine interdisziplinäre theoretische und praktische Ausbildung für eine spätere wissenschaftliche Tätigkeit in den experimentellen und klinischen Neurowissenschaften. Mediziner können im Rahmen des GK-Studienprogramms modernste naturwissenschaftliche Techniken erlernen und Naturwissenschaftlern werden klinische Aspekte und Anwendungen ihrer Arbeiten dargestellt. Das GK bildet somit grundlagenorientierte Mediziner und Naturwissenschaftler mit einem starken klinischen Hintergrund in den Neurowissenschaften aus. Die Berufsaussichten für eine spätere Tätigkeit an einem universitären oder außeruniversitären Forschungsinstitut, in der forschungsorientierten vorklinischen oder klinischen Medizin oder in der angewandten industriellen Forschung (z. B. BioTech) sind mit einer derartigen Ausbildung überdurchschnittlich gut.

Dieses Ausbildungsziel wird durch ein gut strukturiertes Lehrangebot und eine enge wissenschaftliche Betreuung der Doktorand(inn)en bei der Durchführung ihrer Arbeit realisiert. Zur theoretischen Ausbildung der Doktorand(inn)en werden eine von den Arbeitsgruppenleitern und anderen Hochschullehrern der Heinrich-Heine-Universität getragene wöchentliche Ringvorlesung, Gästekolloquien und ein mehrtägiges Jahresarbeitstreffen durchgeführt. Eine Übersicht über die vom GK in den letzten Jahren durchgeführten Veranstaltungen sowie das jeweils aktuelle Veranstaltungsprogramm findet sich auf der

Homepage des Kollegs unter <http://www.uni-duesseldorf.de/Neuro-Kolleg/>. Zusätzlich werden von den Doktorand(inn)en mitorganisierte Fortbildungsveranstaltungen zu übergreifenden Themen, darunter u. a. ein Kommunikations- und Präsentationstraining sowie Seminare zu den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis, zum Verfassen von wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Forschungsanträgen veranstaltet. Die Doktorand(inn)en des Kollegs haben zudem die Möglichkeit, ihre Kenntnisse durch Gastaufenthalte in externen wissenschaftlichen Labors im In- und Ausland zu erweitern.

Datum	Ort	Veranstaltung
29.5.01	Düsseldorf	Lehrerfortbildung „Neurowissenschaften in der gymnasialen Oberstufe“
6.7.01	Göttingen	Satellitensymposium „Neuroplasticity“ auf der Göttinger Neurobiologen-Tagung
11.-13.7.01	Düsseldorf	Methodenkurs „Methods of Behavioral Neurophysiology“ (Prof. Huston)
24.-28.9.01	Düsseldorf	Methodenkurs „Neurale Genexpression“ (Prof. Müller)
25.5.02	Düsseldorf	Ganztägiger Kurs in Rhetorik und wissenschaftlicher Präsentation
11.-12.7.02	Düsseldorf	Internationales Symposium des neurowissenschaftlichen GK 320 und des SFB 194 „Synaptic Transmission, Modulation and Plasticity“
17.-19.7.02	Düsseldorf	Methodenkurs „Methoden der Verhaltensneurophysiologie“ (Prof. Huston)
23.-27.9.02	Düsseldorf	Methodenkurs „Neurale Genexpression“ (Prof. Müller)
25.11.02	Düsseldorf	Fortbildung „Tierschutzrechtliche Bestimmungen für die tierexperimentelle Forschung“ (Frau Dr. Treiber, TVA Düsseldorf)
29.-30.11.02	Walberberg	Jahrestreffen des neurowissenschaftlichen GK 320
9.-10.12.02	Jülich	Methodenkurs „Einführung in die Elektroenzephalographie (EEG): Datenaufnahme und Signalanalyse“ (Prof. Engel)

Tabelle 2: Methodenkurse und Fortbildungsveranstaltungen des GK 320 in den Jahren 2001-2002

Überregional werden vom GK 320 in Kooperation mit den anderen neurowissenschaftlichen Graduiertenkollegs und der Neurowissenschaftlichen Gesellschaft fachspezifische Fortbildungskurse, Workshops zu übergeordneten Themen und spezielle Methodenkurse angeboten. Der Sprecher des GK 320 ist der Koordinator dieser Kurse, die über Poster, die Fachzeitschrift *NeuroForum* und über das Internet bekannt gegeben werden.¹ Arbeitsgruppen des GK 320 führten und führen dabei u. a. Methodenkurse zu den folgenden Themen durch (vgl. Tabelle 2): „Neurale Genexpression“ (Prof. Dr. H.-W. Müller), „Methoden der Verhaltensneurophysiologie“ (Prof. Dr. J. P. Huston), „Einführung in die Elektroenzephalographie (EEG): Datenaufnahme und Signalanalyse“ (PD Dr. A. K. Engel, Dr. S. Deubener) sowie „Methoden der Mutationsanalyse“ (Prof. Dr. G. Reifenberger). Zusätzlich

¹ Vgl. <http://www.uni-duesseldorf.de/Neuro-Kolleg/NeuroGRKs/main.htm>.

organisiert das GK in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Versuchstierkunde Fortbildungsveranstaltungen zum Thema „Tierschutzrechtliche Bestimmungen für die tierexperimentelle Forschung“ (Frau Dr. A. Treiber).

Dieses umfassende Angebot an theoretischen und praktischen Veranstaltungen garantiert eine forschungsorientierte Ausbildung der Doktorand(inn)en, wie sie in ihrer inhaltlichen und methodischen Vielseitigkeit in den einzelnen AGs allein nicht realisiert werden kann.

Zwischenbilanz

Nach einem Förderzeitraum von sechs Jahren kann das GK 320 auf eine beeindruckende positive Zwischenbilanz verweisen. Bislang wurden insgesamt 26 Doktorand(inn)en sowie vier Postdoktorand(inn)en durch Stipendien des GK gefördert. Zusätzlich haben 29 aus anderen Mitteln finanzierte Doktorand(inn)en als Kollegiat(inn)en am Ausbildungsprogramm des Kollegs teilgenommen. Das Durchschnittsalter der Doktorand(inn)en zum Zeitpunkt des Eintritts in das GK lag bei 26 Jahren. Die allermeisten Doktorand(inn)en konnten ihre Promotionsarbeit innerhalb von drei Jahren erfolgreich und mit sehr guter Benotung abschließen. Die ehemaligen Stipendiat(inn)en und Kollegiat(inn)en haben nach Beendigung ihrer Promotion Anstellungen in verschiedenen Wirtschaftsbereichen gefunden (Pharma, IT, Consulting usw.) oder sind als Postdocs in der akademischen Wissenschaft verblieben. Eine frühere Kollegiatin hat eine Biotechnologie-Firma gegründet. Durch das GK wurden in den letzten Jahren sowohl bestehende Kooperationen zwischen den beteiligten Arbeitsgruppen intensiviert als auch neue, teilweise interfakultäre Gemeinschaftsprojekte etabliert. Da der SFB 194 „Strukturveränderung und Dysfunktion des Nervensystems“ nach 12-jähriger Förderung im Dezember 2002 ausgelaufen ist, wird dem GK 320 eine wichtige Funktion als Keimzelle für einen neu zu beantragenden neurowissenschaftlichen Sonderforschungsbereich zukommen.

Zugangsvoraussetzungen

Das GK 320 ist mit einer detaillierten Darstellung des Forschungs- und Ausbildungsprogramms im Internet vertreten (<http://www.uni-duesseldorf.de/Neuro-Kolleg/>). Interessenten können sich über diese Homepage bestens informieren und sich mit dem Sprecher des GK oder gezielt mit den am GK beteiligten Hochschullehrern in Verbindung setzen. Zugangsvoraussetzung für das GK ist ein erfolgreicher Diplomabschluss in den Fächern Biologie, Chemie, Humanbiologie, Physik oder Psychologie bzw. für Humanmediziner das 1. Staatsexamen. Weiterhin sollten sich die Kollegiat(inn)en durch überdurchschnittlich gute Studienleistungen und eine kurze Studiendauer auszeichnen. Die Bewerber(innen) für ein Doktorandenstipendium sollten im Regelfall nicht älter als 28 Jahre sein. Die Bereitschaft zur aktiven Mitarbeit im GK ist Voraussetzung. Die Bewerbungsunterlagen sollen neben den üblichen Unterlagen auch eine kurze Darstellung des Bewerbers über geplante Forschungstätigkeiten und über die erwarteten Ausbildungsziele enthalten.

Johannes Laudage

Das Graduiertenkolleg „Europäische Geschichtsdarstellungen“

Das Forschungsziel

Am 16. Januar 2003 war es soweit: Im Beisein von Wissenschaftsministerin Hannelore Kraft konnte Rektor Gert Kaiser das erste Graduiertenkolleg der Philosophischen Fakultät eröffnen. Den Festvortrag hielt Otto Gerhard Oexle, der Direktor des Max-Planck-Instituts für Geschichte. Sein Thema lautete: „Begriff und Experiment. Überlegungen zum Verhältnis von Natur- und Geschichtswissenschaft“. Es ging also darum, mit Hilfe eines wissenschaftsgeschichtlichen Rückblicks einen Strukturvergleich zwischen historischen und naturwissenschaftlichen Erkenntnismethoden anzustellen. Damit wurde ein Problem angeschnitten, das auch für das neue Kolleg von zentraler Bedeutung ist. Denn dieses Kolleg verfolgt eine doppelte Zielsetzung: Es will auf der einen Seite den Diskurs über den Standort der Geschichte im Kanon der Wissenschaften vorantreiben. Auf der anderen Seite sollen die Ergebnisse dieser Reflexion aber auch für die empirische Einzelforschung nutzbar gemacht werden. Im Zentrum des Forschungsinteresses stehen deshalb alle Formen, in denen europäische Geschichte erzählt und konstruiert wurde, und zwar von der Antike bis zur Gegenwart.

Diesem ehrgeizigen Forschungsziel entspricht es, dass am Kolleg sowohl Historiker und Literaturwissenschaftler als auch Kunsthistoriker und Philosophen beteiligt sind. Denn es soll ja nicht nur darum gehen, Kontinuitätslinien und Brüche aufzuzeigen, von denen historisches Denken und Erzählen in Europa von Anfang an bestimmt waren. Es kommt auch darauf an, die Gebundenheit von Geschichtsdarstellungen an Texte, Bilder und Quellen herauszuarbeiten, also drei Leitbegriffe der Literatur-, Kunst- und Geschichtswissenschaft zu reflektieren, um narrative, analysierende und argumentierende Methoden klarer voneinander abheben zu können. Letztlich muss dabei das gesamte Spektrum von Faktoren diskutiert werden, von denen Geschichtsbilder beeinflusst werden. Zur Debatte stehen also nicht mehr und nicht weniger als die Grundlagen historischer Erkenntnis, deren Rückbindung an empirisch überprüfbare Phänomene, aber auch die Medien, Methoden und Funktionen europäischer Geschichtserinnerung. Dabei muss die Bedeutung des so genannten *linguistic turn* für die Erforschung narrativer Vergangenheitsbilder genauso zur Sprache kommen wie die Rechtfertigungsstrategien moderner Historiker, die immer noch glauben, beschreiben zu können, „wie es eigentlich gewesen“¹ ist.

¹ So eine berühmte Formulierung Leopolds von Ranke aus dem Jahre 1824, hier zitiert nach: Hardtwig (1990: 45).

Die aktuelle Diskussion

Der Hintergrund dieses neuen Forschungsvorhabens ist rasch skizziert: Man streitet sich seit mittlerweile 20 Jahren darüber, worin das Wesen historischer Darstellungen besteht. Dabei haben sich zwei Extrempositionen herausgebildet:

Auf der einen Seite wird die Möglichkeit, Geschichte mit Wahrheitsanspruch darzustellen, durch den Hinweis negiert, dass alle Geschichte bloßes Produkt derjenigen sei, die sie schildern: Geschichte ist demnach wesentlich Erzählung, und man macht sie sich so zurecht, wie man sie haben will.² Jede historische Darstellung ist also fiktional, weil sie von den Grundformen der Rhetorik geprägt wird; aber sie ist auch deshalb fiktional, weil der Glaube an eine gleichsam neutrale Darstellung der Vergangenheit eine reine Illusion darstellt. „Geschichte“ ist demzufolge vor allem ein Produkt des Erkenntnissubjekts, sie „ist Wachs in den Händen des Historikers. Er formt sie, wie er will“³. Denn das Vergangene, so diese Auffassung weiter, sei lediglich ein leerer Raum, der erst durch die Phantasie und Erzählkunst des Historikers mit Leben gefüllt werde. Die solcherart konstruierten Vergangenheitsbilder könnten allerdings nur vorgeben, mit der Vergangenheit selbst identisch zu sein, denn alle Quellenzitate, Fußnoten und sonstigen Verweise seien nichts als eine Parade von Signifikanten, verkleidet als Sammlung von Fakten – ein Schwindel, der lediglich einen ‚Wirklichkeitseffekt‘ erzeugen könne, in Wahrheit aber nur vom Historiker als Text geschaffen und präsentiert werde.⁴ In dieser Auffassung gerät somit alles zum ‚Text‘. Fakten und Fiktionen sind nicht mehr zu unterscheiden. Die Bedeutung eines Textes (und damit auch die von Geschichte) aber konstituiert sich nur und ausschließlich in den jeweils individuellen Sinnstiftungen. Geschichte und Literatur sind demnach nicht mehr voneinander zu unterscheiden: „Die ‚Vergangenheit‘ löst sich in Literatur auf“⁵.

Auf der anderen Seite der Skala steht ein trotz allen ‚postmodernen‘ Zweifels unerschütterlicher Glaube an Fakten und an die Möglichkeit, aus ihnen Wirklichkeit rekonstruieren zu können. Gestützt auf die Überzeugung, dass es eine vergangene Wirklichkeit jenseits der Texte gebe, dass sprachliche Zeichen einen Bezug zur materiellen Wirklichkeit besäßen und dass deshalb Sprache auch Dinge beschreiben könne, die außerhalb ihrer selbst liegen, wird hier die Möglichkeit verteidigt, Vergangenen eine Bedeutung beizugeben, die nicht bloß fiktionale Konstruktion der Historiker sei. Obwohl dabei zugegeben wird, dass es nicht nur eine einzige Wahrheit über das Vergangene gebe, wird doch die These aufrechterhalten, dass historische Quellen eine Integrität an sich besäßen, die es tatsächlich ermögliche, für sich selbst zu sprechen. Unter historischen Fakten versteht diese Auffassung demzufolge „Dinge, die in der Geschichte geschehen sind und die als solche anhand der überlieferten Spuren überprüft werden können“⁶. Nur wenig modifiziert durch ‚postmodernes Denken‘ bewahrt sich hier also der Glaube an eine Form fast objektiver Darstellung von Geschichte.

² Vgl. dazu grundlegend: White (1990) und (1991), zuletzt auch Jaeger (2003).

³ Fried (1996: 305).

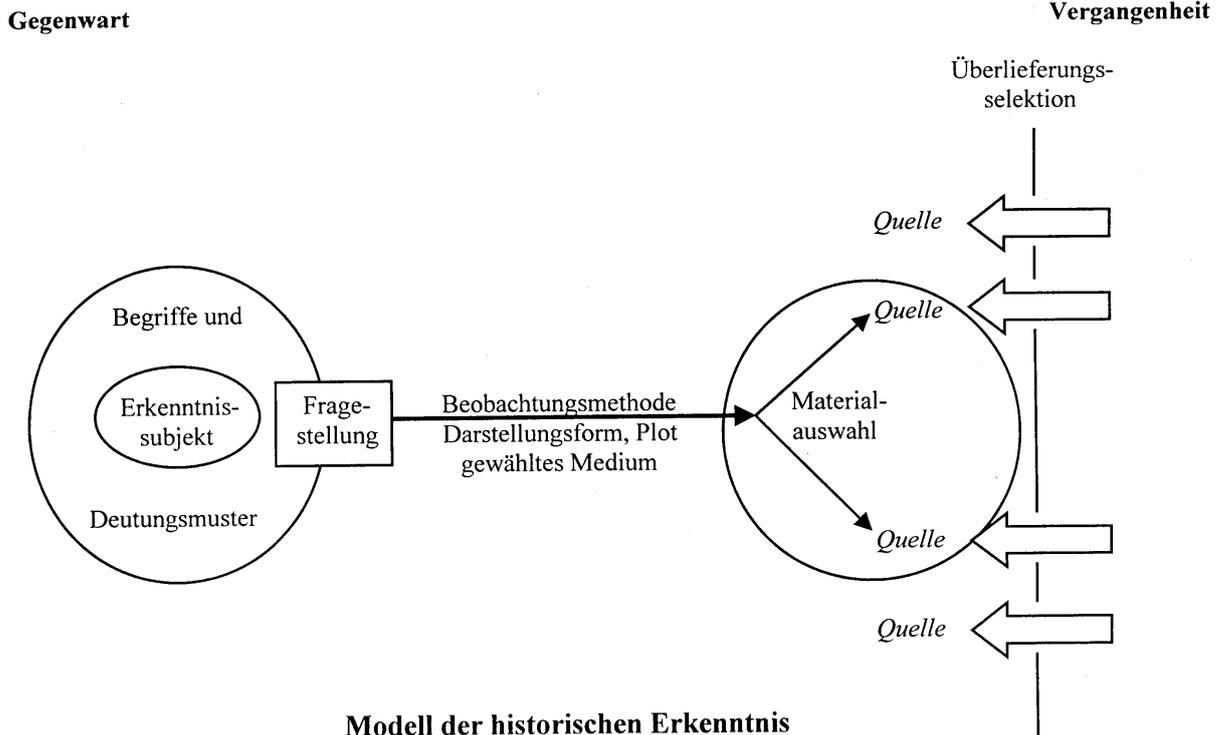
⁴ Vgl. dazu etwa: Barthes (1977) und Munslow (1997).

⁵ Spiegel (1992: 197).

⁶ Evans (1999: 79).

Der Lösungsversuch

Um diese Diskussion zu entkrampfen, wird im Kolleg ein neues Modell der historischen Erkenntnis diskutiert, das, ähnlich wie die Überlegungen von Oexle⁷, deutliche Anleihen am Kritizismus Immanuel Kants macht. Auf diese Weise soll es gelingen, sich ganz auf die empirisch überprüfbare Erscheinungswelt zu konzentrieren. Das neue Modell versteht sich also als Vermittlungsversuch zwischen ‚positivistischer Faktengläubigkeit‘ und ‚postmoderner Beliebigkeit‘. Denn: Es gibt kein Subjekt ohne Objekt, kein Objekt ohne Subjekt, und das lässt sich durch ein einfaches Schaubild veranschaulichen.



Dieses Schaubild zeigt uns den Historiker und sein Erkenntnisobjekt. Man merkt jedoch gleich, dass er es nicht etwa mit der Vergangenheit selbst zu tun hat, sondern mit Quellen. Diese Quellen aber sind empirisch überprüfbares Material, Überlieferungsträger, von denen man annimmt, dass sie aus der Vergangenheit stammen, sozusagen die Bausteine der Geschichte. Nun ergibt aber ein Haufen von Bausteinen noch kein fertiges Haus, und genauso verhält es sich auch in der Geschichtswissenschaft. Die Vergangenheitskonstruktionen der Historiker sind niemals einfache Gegenstandsabbildung, sondern haben es auch ganz entscheidend mit dem Erkenntnissubjekt zu tun. Der Historiker muss nämlich stets bestimmte Fragestellungen entwickeln, sein Erkenntnisinteresse formulieren, entsprechende Beobachtungsmethoden festlegen, über die Materialauswahl entscheiden und anschließend mit Hilfe eines „Bauplans“ ein „Haus“ errichten. Dabei hat er die Wahl zwischen verschiedenen Darstellungsformen. Je nachdem, wie er diese Faktoren zueinander in Beziehung setzt, fällt das Aussehen des „Hauses“ aus. Aber nie ist es mit der Vergangenheit selbst identisch, denn der „Bauplan“ bleibt immer an das Material, an die Beobachtungsmethoden und die Deutungsmuster, Begriffe und Erfahrungen der eigenen Zeit gebunden. Außerdem verbietet es schon die bloße Trümmerhaftigkeit der Überlieferung, von einer

⁷ Vgl. dazu: Oexle (1999) und (2003).

echten Rekonstruktion vergangener Wirklichkeit zu sprechen. Historiker sollten es sich daher angewöhnen, ihre Produkte lediglich als „Repräsentation“ der Vergangenheit zu bezeichnen.

Ähnlich wie in der Quantenphysik wird der Gegenstand also nach diesem Modell auch in der Geschichtswissenschaft erst dadurch konstituiert, dass Historiker ihn mit einem bestimmten Verfahren beobachten. Historische Erkenntnis ist demnach nicht absolut, sondern relativ, denn sie hängt ab von Standort und Methode des Betrachters. Etwas zugespitzt kann man sagen, dass sie aus Hypothesenwissen besteht, das anhand von Quellen überprüft werden kann. „Begriff und Experiment“ sind also auch in der Geschichte, um mit Max Weber zu sprechen, „die großen Mittel alles wissenschaftlichen Erkennens“⁸. Nicht nur Heisenbergs berühmte „Bahn“ eines Teilchens, auch die historische Tatsache „entsteht erst dadurch, dass wir sie beobachten“⁹. Deshalb kommt es nicht zuletzt darauf an, in jedem Einzelfall die Konstruktionsbedingungen zu markieren, die zu einem bestimmten Ergebnis geführt haben.

Die praktischen Konsequenzen

Dieses Modell lässt sich auch auf die Erforschung außerwissenschaftlicher Geschichtsbilder übertragen. Aber man hat dabei stets zu beachten, dass sie die Referenzen viel freier wählen können als die historische Wissenschaft. Ein Dichter oder Künstler hat durchaus das Recht, missliebige Überlieferungsträger einfach auszublenden, der Historiker aber ist verpflichtet, sich mit ihnen auseinander zu setzen. Seine Materialauswahl erfolgt also nicht willkürlich, sondern bleibt an bestimmte Regeln gebunden. So ist „Geschichte“ zwar durchaus „Wachs in den Händen des Historikers“¹⁰, aber nicht beliebig modellierbar. Denn Historiker erzählen nicht bloß Geschichte, sie konstruieren sie auch. Der Unterschied zwischen einem historischen Roman und einer wissenschaftlichen Abhandlung besteht also nicht etwa im Gegenstand – er besteht in der Methode. Nur eine Analyse der Arbeitstechnik erlaubt es, die verwendete Legierung zu bestimmen und die Wirkursachen zu benennen, die zu einem bestimmten Geschichtsbild geführt haben.

Dennoch können die Fragerichtungen recht unterschiedlich sein: Einem Kunsthistoriker kann es zum Beispiel darauf ankommen, den Einfluss der Darstellungsmedien zu erforschen, der Philosoph möchte vielleicht wissen, inwieweit die Historiographie selbst als Medium für ein bestimmtes Geschichts- und Zeitverständnis gelten kann, den Philologen interessiert der Plot eines Vergangenheitsbildes oder das identitätsstiftende Aneignungsinteresse seines Autors und der Historiker möchte gar die Plausibilität moderner Vergangenheitskonstruktionen überprüfen. Alle diese Fragestellungen sind berechtigt, und man könnte sie noch um viele erweitern. Das aber soll hier nicht geschehen, ich möchte mich vielmehr mit einem Einzelbeispiel begnügen. Es betrifft einen Vorgang, der die europäische Geschichte auf das Nachhaltigste beeinflusst hat – gemeint ist die Entstehung Deutschlands und des deutschen Volkes. Sie ist bislang stets unter der Fragestellung nach dem Verhältnis von Reichsbildung und Ethnogenese behandelt worden. Lange Zeit hat

⁸ Weber (⁷1988: 596).

⁹ Heisenberg (1927: 185); zur Sache selbst vgl. auch: Heisenberg (1994: 283f.) sowie von Meyenn (⁵1990), besonders S. 66 mit dem Hinweis, die neue Physik beschreibe nicht die Natur an sich, sondern „die Natur, die unserer Fragestellung und unseren Methoden ausgesetzt ist“.

¹⁰ Fried (1996: 305).

man dabei gemeint, das deutsche Volk habe um 900 herum aus Zusammengehörigkeitsgefühl das deutsche Reich gegründet.¹¹ In jüngerer Zeit argumentiert man meist umgekehrt, verweist darauf, dass sich die Menschen des 10. Jahrhunderts noch gar nicht als „Deutsche“ verstanden hätten und datiert die Entstehung des deutschen Volkes deshalb gut 150 bis 200 Jahre später.¹²

Beide Interpretationsmodelle beruhen jedoch erkennbar auf anachronistischen Deutungsmustern. Das zuerst vorgestellte Modell arbeitet mit der romantischen Vorstellung, dass die Völker organisch gewachsene Blutsgemeinschaften sind, deren geschichtliche Identität und Zusammengehörigkeitsgefühl sich jahrhundertlang zurückverfolgen lassen.¹³ Die jüngere Forschungsansicht stützt sich dagegen auf den Nationsbegriff der französischen Spätaufklärung und definiert den Begriff des Volkes in etwa so, wie es schon Diderot in seiner berühmten *Encyclop*

grquedie getan hat: als „kollektiven Ausdruck, dessen man sich bedient, um eine größere Anzahl von Menschen zu bezeichnen, die ein bestimmtes, durch feste Grenzen abgegrenztes Gebiet bewohnen und ein und derselben Regierung gehorchen“¹⁴. „Ethnogenetische Folgen“, so bilanzierte man im Jahre 1994, „ergaben sich [erst] aus der Dauerhaftigkeit der politischen Formation, so dass der Schritt [. . .] zum supragentilen Bewusstsein eines deutschen Volkes denkbar weit sein musste“¹⁵. Nicht mehr: „Ein deutsches Volksbewusstsein schickt sich an, einen deutschen Staat zu gestalten“¹⁶ lautete jetzt das Fazit, sondern: „Für Deutschland steht jedenfalls außer Frage, dass ganz wie in Frankreich der Staat das deutsche Volk geschaffen hat“¹⁷.

In krassem Gegensatz dazu erscheint aber der mittelalterliche Volksbegriff vom Problem der Herrschaftsbildung weitgehend abgelöst, und damit wird deutlich, wie wichtig es ist, auf die Deutungsmuster des jeweiligen Erkenntnisobjekts zu achten. Zwar begegnen wir in den Quellen immer wieder *gentes*, *populi* oder *nationes*, die einen König oder Herzog haben. Aber dies ist für den Volksbegriff keineswegs konstitutiv. „Volk“ wird vielmehr in erster Linie als Abstammungsgemeinschaft definiert, die sich entweder auf einen bestimmten Ursprung zurückführen lässt oder sich zumindest wegen einer identitätsstiftenden Eigenart von einem anderen Volk abgespalten hat (Isidor von Sevilla). Der Herkunft, den Sitten, dem Recht und der Sprache wird dabei besondere Bedeutung zugesprochen.¹⁸ So erscheint es möglich, auch Gemeinschaften ohne eigene politische Strukturen den Rang von Völkern zuzuerkennen, und gerade die Ethnogenese der Deutschen ist dafür ein Musterbeispiel. Sie vollzog sich nämlich ausschließlich in den Köpfen der Menschen, und wir kennen sogar ihren mutmaßlichen Urheber: Es ist ein Siegburger Mönch der Salierezeit.¹⁹

¹¹ Vgl. dazu das kritische Resümee bei Haller (1962: 17-27); in die Einzeldiskussion einfühend: Kämpf (1956), Schieffer (1973: 11-19), Fleckenstein (1987) sowie Hlawitschka (1988).

¹² Wegweisend wurde dafür Brühl (1990); vgl. dazu: die Rezension Schneidmüller (1992).

¹³ Vgl. dazu: Böckenförde (1961); zuletzt auch Geary (2002), besonders S. 25-52.

¹⁴ Diderot (1780: 221); zur Interpretation vgl. vor allem: Weis (1986).

¹⁵ Ehlers (1994: 83); vgl. Schneidmüller (1997: 22).

¹⁶ Schlesinger (1941: 465) [ND in Kämpf (1956: 102)].

¹⁷ Brühl (1990: 715).

¹⁸ Vgl. dazu: Isidor von Sevilla (1911), lib. IX, 2.1 und Regino von Prüm (1890: xx)

¹⁹ Vgl. dazu grundlegend: Thomas (1991).

Im mittelhochdeutschen Annolied, einem Werk aus den Jahren 1080 bis 1085,²⁰ findet sich der älteste Beleg für einen Ursprungsmythos der Deutschen, und auch von den „diutischi lande“ (V. 112) oder von „diutsche lant“ (V. 274) ist dort zum ersten Mal die Rede. Julius Caesar, so heißt es, habe die „diutischi liuti“ (V. 474) zu einer Handlungseinheit zusammengeführt. Er hat dabei freilich nicht etwa das deutsche Reich gegründet, sondern sich nur die Einheit der Sprache zunutze gemacht. Deutsch sprechen – „diutischi sprechin“ (V. 316) – wird damit zum identitätsstiftenden Faktor für die Gemeinschaft der Schwaben, Bayern, Sachsen und Franken. Am Anfang stand also die ‚Sprachnation‘.

Dieser Mythos wurde im Mittelalter oft wiederholt.²¹ Den Ausgangspunkt jedoch bildete nicht etwa „die Dauerhaftigkeit der politischen Formation“²², sondern eine aktuelle Herausforderung. Von Papst Gregor VII. und anderen mit dem Ausdruck „regnum Teutonicum“ konfrontiert,²³ sahen sich die „diutischi man“ (V. 479) oder „liuti“ (V. 474) veranlasst, ihren Platz im Römischen Reich zu verteidigen. Sie erfanden deshalb die Handlungsgemeinschaft der Deutsch Sprechenden, die wegen ihrer Tapferkeit schon von Julius Caesar mit der Sitte des Ihrzens geehrt worden seien (vgl. V. 471 f.). Deutschland und das deutsche Volk entstanden also gleichsam über Nacht; ihre Geburt diente der Legitimation des römischen Kaisertitels. Die „diutischi liuti“ erfuhren damit, wieso ihre Könige Cäsaren hießen oder – um es mit den Worten des Annoliedes zu sagen – warum „noch hiude künige heizzint keisere“ (V. 270).

Das Europaprofil

Damit wird es Zeit, zum Europaprofil des Kollegs überzuleiten, doch dazu bedarf es einer kurzen Vorbemerkung: Unter dem Begriff der „europäischen Geschichte“ versteht das Kolleg die bewusst in den Blick genommene, gedeutete und zur Darstellung gebrachte Geschichte Europas und seiner Menschen²⁴. Es wendet sich damit einem Gegenstand zu, der in besonderer Weise durch seine Vieldeutigkeit gekennzeichnet ist. Denn: Europa, was ist das? Ein geographischer Begriff? Eine politische Leitidee? Ein Kulturraum? Diese Frage haben sich schon ganze Generationen von Wissenschaftlern gestellt, und sie soll hier nicht ein weiteres Mal im Sinne der ein oder anderen Pointierung entschieden werden. Das Kolleg hat sich daher entschlossen, den Begriff möglichst offen zu halten und sich nicht auf die Dogmata der Politiker einzulassen, sondern Europa lediglich als geographischen Raum in den Köpfen der Menschen zu definieren, der durch eine verstärkte Binnenkommunikation gekennzeichnet ist. Die Grenzen dies Raumes sind damit keineswegs festgelegt, und sie scheinen sich auch ständig verändert zu haben; bestenfalls über die Zugehörigkeit bestimmter Zentren und Kernregionen herrschte Einvernehmen.

Ein Zweites kommt hinzu: Der bestimmende Grundzug der europäischen Geschichte ist nicht etwa die Einheit, sondern eine in ihren Formen wechselnde Vielfalt. Ginge das Kolleg somit von der Vorstellung aus, es müsse die verschiedenen Arten europäischer Geschichtsdarstellung unter dem Leitmotiv einer kontinuierlichen Gesamtentwicklung interpretieren,

²⁰ Nellmann (²1979); zur Datierung: Thomas (1977).

²¹ Vgl. dazu: Thomas (1991: 255-258).

²² Wie Anm. 15.

²³ Vgl. dazu: Müller-Mertens (1970), besonders S. 182ff., und Thomas (1991), S. 265 und S. 267.

²⁴ Diese Begriffsbildung stellt natürlich eine reine Konvention dar, knüpft aber bewusst an die oben skizzierten Überlegungen zu den Bedingungen historischer Erkenntnis an.

so müsste es bald seine Arbeit einstellen: Zu vielfältig sind die Rupturen, Neuansätze und Sonderentwicklungen, als dass es sich lohnen würde, den Versuch einer Bestandsaufnahme zu unternehmen. Selbst darüber, was es heißt, europäische Geschichte darzustellen, kann es eigentlich nur den Minimalkonsens geben, dass es bedeutet, in Europa oder auf Europa bezogen historisch zu erzählen. Der Gegenstand gleicht also gewissermaßen einer Amöbe mit ständig wechselnder Gestalt: Je nachdem, aus welcher Perspektive und von wem berichtet wird, ergibt sich ein neues Gebilde.²⁵

Das Forschungsprogramm

Vor diesem Hintergrund liegt klar auf der Hand, dass sich das Arbeitsprogramm des Kollegs nicht etwa am Verlauf der europäischen Geschichte orientieren kann. Es muss sich vielmehr auf bestimmte Leitfragen konzentrieren, die für die Erforschung europäischer Vergangenheitsbilder von besonderer Bedeutung sind.

Die erste dieser Leitfragen ist die nach den Medien der historischen Erinnerung; sie muss in allen Teilprojekten gleichermaßen erörtert werden. ‚Historische Erinnerung‘ wird dabei als heuristische Kategorie verstanden, die als weit gespannter Rahmen literarische Quellen ebenso einschließen soll wie historiographische Werke, Malerei, Architektur oder Bildhauerei. Damit soll letztlich die gesamte europäische Memorialkultur in den Blick genommen werden; die konkret untersuchten Fragen sollen nur als exemplarische Fälle für generelle Strukturen und individuelle Gestaltungsspielräume dienen.

Die zweite Leitfrage des Kollegs betrifft das Spannungsfeld von Faktizität und Fiktionalität. Geplant ist dabei ein auf empirischer Basis geführter Dialog darüber, welche weiterführenden Impulse sich aus einer Kombination von fachspezifischen Fragestellungen aus Geschichte, Kunstgeschichte, Literaturwissenschaften und Philosophie ergeben können. Die Thematik ist also vornehmlich darauf ausgerichtet, die in der praktischen Forschungsarbeit immer noch dominierende sektoralgeschichtliche Engführung zugunsten multiperspektivischer Untersuchungsmethoden zu überwinden, um auf diese Weise zu transdisziplinären Verstehensansätzen gelangen zu können. Damit wird bezweckt, das in jüngster Zeit mit Recht erhobene Postulat einer umfassenden Historisierung der in der Geschichtstheorie so kontrovers geführten Debatte über den Zusammenhang von Fakten und Fiktionen bei der Produktion von Vergangenheitsbildern zumindest paradigmatisch einzulösen.

Die dritte Leitfrage richtet sich an die Funktionen geschichtlicher Erinnerung. Dabei geht das Kolleg davon aus, dass es sich nicht nur lohnt, die Themen, Motive und Darstellungsabsichten der Autoren zu erforschen, sondern auch ihre Adressaten und die kultur- und anthropologischen Voraussetzungen ihres Schaffens in den Blick zu nehmen. Der Faktor Identitätsstiftung erscheint somit nicht als einer unter vielen, sondern als der gemeinsame Bezugspunkt fast aller Formen historischer Darstellung. Ob es um Einzelne oder Gruppen geht, ob Nationen erschaffen oder supranationale Räume konstruiert werden – immer wieder steht für Autor und Rezipienten das Interesse im Mittelpunkt, sich Sinn stiftend von den Anderen in der sie umgebenden Außenwelt abzugrenzen und der jeweils zur Darstellung gebrachten Geschichte einen legitimierenden Gegenwartsbezug zuzuweisen.

²⁵ Vgl. dazu einführend: Schieder (³1992); Hecker (1991); Duchhardt und Kunz (1997); Köpke und Schmelz (1999); Schmale (2001); Borgolte (2002).

Insgesamt ist damit beabsichtigt, einen Beitrag zu jener anthropologischen Wende zu leisten, die sich anschickt, nicht abstrakte Strukturen, sondern den Menschen selbst als Einzel- und Gruppenwesen in den Schnittpunkt aller Entwicklungslinien zu stellen. Dies führt zu einem Paradigmenwechsel, der die Vielfalt des Besonderen und den Pluralismus der Darstellungsformen auf eine Weise verstehen lässt, die mit einer vorwiegend strukturgegeschichtlichen Betrachtungsweise nicht zu erreichen wäre. Ohne sich auf die Dogmen postmoderner Theorien festlegen zu wollen soll das Graduiertenkolleg daher dem Zweck dienen, neue Formen des Zugangs zu einem Standardthema – den Modi, Gegenständen und Funktionen europäischer Geschichtsdarstellungen – zu erörtern. Dass das Wort „europäisch“ dabei recht weit gefasst wird und zunächst nur im Sinne von in Europa entstanden oder auf Europa bezogen definiert werden kann, hat seinen Grund in der Sache. Denn Europa war bis ins 15. Jahrhundert hinein – ja bei vielen Autoren noch weit darüber hinaus – vor allem ein geographischer Begriff: Er bezeichnete einen Erdteil, den man von Asien und Afrika unterschied, nicht eine politische Leitidee. Diese seit langem erforschte und nur in den Akzentsetzungen umstrittene Begriffsgeschichte verbietet es von selbst, im Rahmen eines von der Antike bis in die Gegenwart reichenden Untersuchungszeitraums nach einem Europagedanken *avant la lettre* zu fragen. Was hingegen möglich erscheint ist der Versuch, die historisch gewachsene Vielfalt europäischer Geschichtsdarstellungen entwicklungsgeschichtlich verständlich zu machen und in eine anthropologische Dimension zu rücken. Genau hier liegt die Aufgabe, die sich das Kolleg gestellt hat.

Bibliographie

- BARTHES, Roland. *Image, Music, Text*. New York 1977 [frz. Original 1968].
- BÖCKENFÖRDE, Ernst-Wolfgang. *Die deutsche verfassungsgeschichtliche Forschung des 19. Jahrhunderts. Zeitgebundene Fragestellungen und Leitbilder*. Berlin 1961.
- BORGOLTE, Michael. *Europa entdeckt seine Vielfalt. 1050-1250*. Stuttgart 2002. (Handbuch der Geschichte Europas; 3)
- BRÜHL, Carlrichard. *Deutschland-Frankreich. Die Geburt zweier Völker*. Köln und Wien 1990.
- Das Annolied*. Herausgegeben und übersetzt von Eberhard NELLMANN. Stuttgart² 1979.
- DIDEROT, Denis. „Nation“, in: M. DIDEROT (Hrsg.) *Encyclopédie, ou Dictionnaire Raisonné des sciences, des arts et des métiers. Par une société des gens de lettres*. Bd. 22. Bern und Lausanne 1780, 221-222.
- DUCHHARDT, Heinz und Andreas KUNZ (Hrsg.). „Europäische Geschichte“ als historiographisches Problem. Mainz 1997. (Veröffentlichungen des Instituts für Europäische Geschichte Mainz. Abteilung Universalgeschichte; Beiheft 42)
- EHLERS, Joachim. *Die Entstehung des deutschen Reiches*. München 1994. (Enzyklopädie deutscher Geschichte; 31)
- EVANS, Richard J. *Fakten und Fiktionen. Über die Grundlagen historischer Erkenntnis*. Frankfurt am Main und New York 1999 [engl. Original 1997].
- FLECKENSTEIN, Josef. *Über die Anfänge der deutschen Geschichte*. Opladen 1987.
- FRIED, Johannes. „Wissenschaft und Phantasie. Das Beispiel der Geschichte“, *Historische Zeitschrift* 263 (1996), 291-316.
- GEARY, Patrick J. *Europäische Völker im frühen Mittelalter. Zur Legende vom Werden der Nationen*. Frankfurt am Main 2002.

- HALLER, Johannes. *Die Epochen der deutschen Geschichte*. [1923] ND Stuttgart 1962.
- HARDTWIG, Wolfgang (Hrsg.). *Über das Studium der Geschichte*. München 1990.
- HECKER, Hans (Hrsg.). *Europa. Begriff und Idee. Historische Streiflichter*. Bonn 1991.
- HEISENBERG, Werner. „Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik. Mit 2 Abbildungen“, *Zeitschrift für Physik* 32 (1927), 172-199.
- HEISENBERG, Werner. „Über die Grundprinzipien der ‚Quantenmechanik‘ [1927]“, in: Karl VON MEYENN (Hrsg.) *Quantenmechanik und Weimarer Republik*. Braunschweig und Wiesbaden 1994, 283-284.
- HLAWITSCHKA, Eduard. *Von der großfränkischen zur deutschen Geschichte. Kriterien der Wende*. München 1988.
- ISIDOR VON SEVILLA. *Etymologiarum sive originum libri XX*. Herausgegeben von Wallace M. LINDSAY. Oxford 1911.
- JAEGER, Stephan. „Erzähltheorie und Geschichtswissenschaft“, in: Vera und Ansgar NÜNNING (Hrsg.). *Erzähltheorie – transgenerisch, intermedial, interdisziplinär*. Trier 2003, 237-263.
- KÄMPF, Hellmut (Hrsg.). *Die Entstehung des deutschen Reiches (Deutschland um 900)*. Darmstadt 1956. (Wege der Forschung; 1)
- KÖPKE, Wulf und Bernd SCHMELZ (Hrsg.). *Das gemeinsame Haus Europa. Handbuch zur europäischen Kulturgeschichte*. München 1999.
- MEYENN, Karl VON. „Die Entwicklung der philosophischen Ideen seit Descartes im Vergleich zu der neuen Lage in der Quantentheorie“, in: Karl VON MEYENN. *Physik und Philosophie*. Stuttgart ⁵1990, 61-79.
- MÜLLER-MERTENS, Eckhard. *Regnum Teutonicum. Aufkommen und Verbreitung der deutschen Reichs- und Königsauffassung im früheren Mittelalter*. Wien u. a. 1970.
- MUNSLOW, Alan. *Deconstructing History*. London 1997.
- OEXLE, Otto Gerhard. „Im Archiv der Fiktionen“, *Rechtshistorisches Journal* 18 (1999), 511-525.
- OEXLE, Otto Gerhard. „Von Fakten und Fiktionen. Zu einigen Grundsatzfragen der historischen Erkenntnis“, in: Johannes LAUDAGE (Hrsg.). *Von Fakten und Fiktionen. Mittelalterliche Geschichtsdarstellungen und ihre kritische Aufarbeitung*. Köln u. a. 2003, 1-42. (Europäische Geschichtsdarstellungen; 1)
- VON PRÜM Regino. „Epistula ... ad Hathonem archiepiscopum missa“ in: Regino VON PRÜM, *Chronicon cum continuatione Treverensi*. Herausgegeben von Friedrich KURZE. Hannover 1890, xix-xx. (MGH SS rer. Germ. in us. schol.; 50)
- SCHIEDER, Theodor. „Begriff und Probleme einer europäischen Geschichte“, in: Theodor SCHIEDER (Hrsg.). *Handbuch der europäischen Geschichte 1*. Stuttgart ³1992, 1-17.
- SCHIEFFER, Theodor. *Die deutsche Kaiserzeit (900-1250)*. Frankfurt am Main 1973.
- SCHLESINGER, Walter. „Kaiser Arnulf und die Entstehung des deutschen Staates und Volkes“, *Historische Zeitschrift* 163 (1941), 457-470.
- SCHMALE, Wolfgang. *Geschichte Europas*. Köln u. a. 2001.
- SCHNEIDMÜLLER, Bernd. „Rezension zu Carlrichard Brühl, *Deutschland-Frankreich. Die Geburt zweier Völker*“, *Rheinische Vierteljahresblätter* 56 (1992), 259-363.
- SCHNEIDMÜLLER, Bernd. „Die mittelalterlichen Konstruktionen Europas. Konvergenz und Differenzierung“, in: DUCHHARDT und KUNZ (1997), 5-24.

- SPIEGEL, Gabrielle M. „History and Post-Modernism“, *Past & Present* 135 (1992), 194-208.
- THOMAS, Heinz. „Bemerkungen zu der Datierung, Gestalt und Gehalt des Annoliedes“, *Zeitschrift für deutsche Philologie* 96 (1977), 34-61.
- THOMAS, Heinz. „Julius Caesar und die Deutschen. Zu Ursprung und Gehalt eines deutschen Geschichtsbewusstseins in der Zeit Gregors VII. und Henrichs IV.“, in: Stefan WEINFURTER (Hrsg.). *Die Salier und das Reich* 3. Sigmaringen 1991, 245-277.
- WEBER, Max. *Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre*. Herausgegeben von Johannes WINKELMANN. Tübingen ⁷1988.
- WEIS, Eberhard. „Zur Bedeutung von Absolutismus und Revolution für den französischen Nationalstat und das französische Nationalbewusstsein“, in: Otto DANN (Hrsg.). *Nationalismus in vorindustrieller Zeit*. München 1986, 101-112. (Studien zur Geschichte des 19. Jahrhunderts; 14)
- WHITE, Hayden. *Die Bedeutung der Form. Erzählstrukturen in der Geschichtsschreibung*. Frankfurt am Main 1990 [engl. Original 1987].
- WHITE, Hayden. *Die historische Einbildungskraft im 19. Jahrhundert in Europa*. Frankfurt am Main 1991 [engl. Original 1973].

Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V.

Othmar Kalthoff

Jahresbericht 2002

Die Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (GFFU) konnte im Jahr 2002 wiederum einen namhaften Betrag für die Förderung von Forschung und Lehre zur Verfügung stellen. Insgesamt wurden im Berichtsjahr 1.785.747,30 € für die Unterstützung wissenschaftlicher Projekte gezahlt. Davon entfielen 119.675,91 € auf Eigenmittel der Freundesgesellschaft (Vermögenserträge, Spenden und Beiträge der 405 Mitglieder), 634.840,85 € auf Bewilligungen der 14 durch die GFFU betreuten Stiftungen, 45.653,08 € auf die Cécile und Oskar Vogt-Institut für Hirnforschung GmbH, deren alleinige Gesellschafterin die GFFU ist, sowie 985.577,46 € auf treuhänderisch verwaltete Drittmittel.

Allerdings konnte sich auch die GFFU den Folgen des negativen wirtschaftlichen Umfeldes nicht ganz entziehen. Aufgrund des weiter gesunkenen Zinsniveaus verminderten sich auch die Vermögenserträge entsprechend, so dass die Gesamtausgaben für Fördermaßnahmen gegenüber dem Vorjahr um ca. 23,9 Prozent zurückgingen, womit jedoch immerhin noch das Ergebnis des Jahres 2000 übertroffen wurde. Hinzu kommt ein Abschreibungsbedarf auf Wertpapiere, der sich trotz recht konservativer Anlagepraxis (relativ geringer Aktienanteil, dabei Konzentration auf internationale Standardwerte) leider nicht vermeiden ließ. Bei unveränderter Börsenschwäche wäre dadurch auch der Förderungsspielraum der kommenden Jahre noch eingeschränkt. Gleichwohl ist zu hoffen, dass die GFFU nach wie vor in vielen Fällen wirksam helfen kann, wo wegen fehlender staatlicher oder sonstiger Mittel wichtige Vorhaben sonst nicht verwirklicht werden könnten. Denn oftmals drohen förderungswürdige Vorhaben an verhältnismäßig kleinen Finanzierungslücken zu scheitern. Gerade in derartigen Fällen und nur ausnahmsweise in spektakulären Großprojekten sieht die GFFU ihr ureigenstes Betätigungsfeld.

Unverändert großen Wert legt die Freundesgesellschaft auf wenig Bürokratie und ausgeprägtes Kostenbewusstsein. Das wird ihr nicht zuletzt durch die großzügige finanzielle und personelle Unterstützung seitens der Commerzbank und der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Winterhager Heintges Stützel Laubach GmbH erleichtert.

Einige von der GFFU verwaltete Stiftungen konnten 2002 ihre Kapitalbasis – teilweise kräftig – verbessern. Das gilt insbesondere für die Heigl-Stiftung, der aus dem Nachlass des verstorbenen Ehepaares Prof. Dr. Franz Heigl und Prof.'in Dr. Annelise Heigl-Evers ein Betrag von ca. 1,1 Mio. € zufloss. Daraus ergeben sich ganz neue Möglichkeiten für diese bisher kleine Stiftung, ihren Zweck (Förderung der Forschung auf dem Gebiet der psychotherapeutischen Medizin, insbesondere der Psychoanalyse) effizient zu erfüllen. Eine weitere Erbschaft in Höhe von ca. 150.000 € kam der Hedwig und Waldemar Hort Stipendienstiftung zugute, die schwerpunktmäßig Stipendien an Studierende vergibt bzw. die Universitätsbibliothek unterstützt. Schließlich stockte auch der Stifter und Namensgeber das Kapital der Dr.-Günther-Wille-Stiftung um nochmals rund 25.000 € auf jetzt mehr als 250.000 € auf.

Traditionsgemäß vergibt die GFFU in jedem Jahr eine Reihe von wissenschaftlichen Preisen. Im Berichtsjahr gab es folgende Preisverleihungen:

- Der mit 10.000 € dotierte „Preis der Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf“ ging an den Physiker PD Dr. Christos N. Likos, Institut für Theoretische Physik der Heinrich-Heine-Universität, für seine Habilitationsschrift.
- Der mit 12.500 € ausgestattete „Reinhard- und Emmi-Heynen-Preis“ wurde an Dr. Bernhard Homey, Hautklinik der Heinrich-Heine-Universität, vergeben.
- Den Heinz-Ansmann-Preis für AIDS-Forschung in Höhe von 12.500 € erhielt Prof. Dr. Volker ter Meulen (Würzburg).
- Den Forschungspreis der Dr.-Günther-Wille-Stiftung (5.000 €) teilten sich Dr. Bernhard Homey (Hautklinik der Heinrich-Heine-Universität) und Dr. Anja Müller (Klinik für Strahlentherapie und Radiologische Onkologie der Heinrich-Heine-Universität).

Gemeinsame Einrichtungen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Jochen Riks und Irmgard Siebert¹

Neue Dienstleistungen der Universitäts- und Landesbibliothek

Vorbemerkung

Im *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2001*, das nach längerer Unterbrechung als erster Band Neuer Folge erschien, hat die Universitäts- und Landesbibliothek (ULB) ihre Aufgaben, ihre Struktur und ihre mittelfristigen Ziele dargestellt.² In diesem zweiten Beitrag möchte sie – entsprechend der Idee, dass das Jahrbuch auch „als Gedächtnisort der Innovationen und des Fortschritts [. . .]“³ diene –, ihre im Jahre 2002 neu entwickelten und bereitgestellten Dienstleistungen der universitären Öffentlichkeit zusammenhängend vorstellen und für eine spätere Aufzeichnung ihrer eigenen Geschichte aufbewahren. Im Mittelpunkt der Aktivitäten standen 2002 die Einführung des Bibliotheksverwaltungssystems „Aleph 500“, die einen Innovationsschub im Bereich Service auslöste, die Neugestaltung des Web-Auftritts, die Einrichtung eines Medien- und Dokumentenservers und die Vermehrung der elektronischen Angebote.

Bibliotheksverwaltungssystem Aleph 500

Das Jahr 2002 stand in der ULB ganz im Zeichen der Einführung des neuen integrierten Bibliotheksverwaltungssystems Aleph 500. Im Januar wurde die Erwerbung der Monografien und Zeitschriften auf das neue System umgestellt, im September die Ausleihe und Fernleihe. Die Katalogisierung war bereits im Zuge der Implementierung von Aleph im Verbund durch das Hochschulbibliothekszentrum (HBZ) in Köln im April 2000 migriert, so dass für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dieser Abteilung nur wenige Veränderungen entstanden.

Die Einführung von Aleph 500 erfolgte im Rahmen eines Konsortiums gemeinsam mit den Universitätsbibliotheken Duisburg, Essen, Hagen, Siegen und Trier. Dadurch konnte beim Hersteller des Produkts, der Firma Ex Libris in Hamburg, eine deutliche Rabattierung erreicht werden. Die Kosten für Hard- und Software, Schulungen und Beratungen beliefen sich insgesamt auf ca. 770.000 €. Da der von der ULB im Herbst 2000 gestellte Antrag

¹ Für die redaktionelle Bearbeitung dieses Artikels danken wir Dr. Anneke Thiel.

² Vgl. Siebert (2002b).

³ Kaiser (2002: 9).

auf Finanzierung im Rahmen des Hochschulbauförderungsgesetzes positiv entschieden worden war, wurden 83 Prozent der Kosten vom Land Nordrhein-Westfalen und vom Bund getragen; 17 Prozent der Gesamtsumme entfielen auf die Heinrich-Heine-Universität.

Durch die lange, gute Vorbereitung – bereits im Herbst 2000 wurden eine Projektmanagementgruppe unter Leitung des DV-Dezernenten sowie fünf sachbezogene Arbeitsgruppen eingerichtet – und das große Engagement vieler Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter verlief die Migration, von den Nutzerinnen und Nutzern nahezu unbemerkt, relativ reibungslos. Wirklich gravierende Probleme traten zu keiner Zeit auf, obgleich die ULB sich in Bezug auf die Ausleihe für die risikoreichere Variante des Umstiegs, die komplette Migration der sehr sensiblen Personen- und Ausleihdaten, anstelle des auch möglich gewesenem mehrmonatigen Parallelbetriebs des alten und neuen Systems entschieden hatte.

Zu der umsichtigen Vorbereitung gehörte auch die intensive Schulung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Allein 41 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Zentralbibliothek und der Fachbibliotheken wurden in der Anwendung des Erwerbungsmoduls geschult, 19 andere erlernten die Bedienung des Ausleih- und Fernleihmoduls.

Die Umstellung auf ein modernes, nationalen und internationalen Standards entsprechendes Bibliotheksverwaltungssystem stellte ein dringendes Desiderat dar, um das hohe Niveau der Dienstleistungen der ULB zu erhalten und zeitgemäß auszubauen. In den einzelnen Abteilungen der ULB waren vor der Migration unterschiedliche, bereits insuffiziente DV-Systeme im Einsatz – zum Teil proprietäre Entwicklungen, die völlig unabhängig voneinander arbeiteten. In der Pflege und Wartung waren diese Systeme sehr aufwändig, da sie auf verschiedenen Hardware- und Software-Plattformen basierten und von verschiedenen Herstellern stammten. Das noch auf DOS basierende Ausleihsystem „Babsy“ war bereits völlig veraltet und wurde schon seit langem nicht mehr weiterentwickelt. Den ständig steigenden Anforderungen an eine moderne Ausleihverwaltung und ein kostensparendes Benachrichtigungssystem war es nicht gewachsen: Moderne Module, wie zum Beispiel eine automatische Fernleihkomponente, waren nicht integrierbar.

Verbesserte Dienstleistungen des Benutzerkatalogs

Mit der Einführung des neuen, leistungsfähigen Bibliotheksverwaltungssystems konnte die Bibliothek zahlreiche interne Prozesse rationalisieren und ihre bisherigen Dienstleistungen optimieren. Am deutlichsten zeigt sich das an der Verbesserung des Benutzerkatalogs. Während vor der Umstellung auf Aleph 500 zwei Kataloge mit unterschiedlicher Oberfläche und Syntax angeboten werden mussten, um das komplette Spektrum der Dienstleistungen zu präsentieren, werden jetzt alle Angebote in einem Katalog gebündelt. Früher mussten für die Aktualisierung die Daten aus der Verbunddatenbank des HBZ offline eingespielt werden, was günstigstenfalls in einem Zwei-Wochen-Turnus geschah, jetzt bietet die ULB ihren Nutzerinnen und Nutzern einen tagesaktuellen Katalog an. Dieser enthält nun das gesamte Medienangebot der Bibliothek unabhängig von der physischen Form und der Mediengattung. Das heißt, anders als vor der Migration sind zum Beispiel auch alle Zeitungen und elektronischen Ressourcen inklusive der direkten Verlinkung auf die Volltexte enthalten. Darüber hinaus weist der Katalog auch Medien nach, die gerade erst beim Buchhändler bestellt wurden oder sich noch im bibliotheksinternen Geschäftsgang befinden, also inventarisiert oder katalogisiert werden. Dieser frühe Nachweis noch nicht zur Ausleihe bereitstehender Medien unterstützt zum einen sehr wirkungsvoll die

Koordinierung der Erwerbung und damit die Vermeidung doppelter Bestellungen. Zum anderen erspart der Hinweis auf bestellte, gerade eingegangene oder beim Buchbinder befindliche Werke den Nutzerinnen und Nutzern unnötige Erwerbungsanschläge oder Fernleihbestellungen. Zudem fordern die Nutzer seit langem Informationen darüber, ob ein Medium überhaupt ausleihbar ist oder nicht. Dies war vor der Umstellung nur direkt am Standort in Form eines eingestempelten Hinweises erkennbar; jetzt enthält bereits der OPAC-Eintrag diese Information, was insbesondere für Recherchen und Bestellungen vom heimischen Arbeitsplatz aus wichtig und sinnvoll ist. Aktueller und vollständiger ist auch der Nachweis von Zeitschriften. Durch die Führung eines so genannten „Online-Kardex“ werden Informationen über den Eingang von Zeitschriftenheften in den OPAC übernommen, so dass diejenigen, die darauf angewiesen sind, stets den aktuellsten Forschungsstand ihres Faches zu kennen, sich ohne Hilfe der Bibliothekare, ohne zeitaufwändige Nachfragen, jederzeit, auch von zu Hause aus, kundig machen können.

Die Online-Fernleihe

Die Implementierung von Aleph 500 war auch Voraussetzung für die Einführung der Online-Fernleihe im Herbst 2002; das alte Ausleihsystem Babsy hätte den hierfür erforderlichen Austausch von Daten zwischen Verbund- und Lokalsystem nicht unterstützt. Neu gegenüber der vorangegangenen Praxis ist, dass Fernleihbestellungen jetzt nicht mehr nur elektronisch aufgegeben, sondern auch elektronisch an Bibliotheken weitergeleitet und bearbeitet werden. Dadurch wird in den meisten Fällen eine deutliche Verkürzung der Lieferzeit erreicht, die Nutzerinnen und Nutzer erhalten die gewünschten Medien wesentlich schneller als in der Vergangenheit. Darüber hinaus ist es möglich, den Weg einer Bestellung zu verfolgen und festzustellen, an welche Bibliothek die Bestellung gerichtet wurde bzw. wann mit einer positiven Erledigung zu rechnen ist. Der Fernleihvorgang ist also insgesamt transparenter und schneller und damit kundenfreundlicher gestaltet worden. Ein weiteres Plus ist, dass Bestellungen nicht nur im Anschluss an eine Recherche im Online-Katalog, sondern auch im Anschluss an eine thematische Suche in Fachdatenbanken aufgegeben werden können.

Web-Auftritt

Bereits seit 1995 bietet die ULB Fachinformationen und Informationen über ihre Serviceangebote im World Wide Web an. Seit diesem Zeitpunkt ist sowohl die Zahl der angebotenen Seiten als auch die der Benutzer stetig gestiegen. Zurzeit sind über 500 Dokumente verfügbar; die Zugriffe liegen bei etwa drei Millionen pro Jahr. Das WWW-Angebot präsentierte sich dem Benutzer seit 1995 in einem unveränderten Layout, obgleich die Vermehrung der Informationen zu einer sehr heterogenen Struktur mit einem hohen Anteil an redundanter Information geführt hatte. Durch die Verteilung auf verschiedene physikalische Server und den Einsatz mehrerer Betriebssysteme und Programmiersprachen wurde die Pflege der Seiten immer aufwändiger. Da auch das Design schon lange nicht mehr zeitgemäß war, schien eine Neustrukturierung des gesamten Angebots unumgänglich. Ziele dieser Umstrukturierung waren die softwaregestützte Fortführung der Web-Präsenz, ein einheitliches Layout, Ausbaufähigkeit und eine möglichst kostengünstige Umsetzung. Im

Interesse eines besseren Handlings für die Nutzerinnen und Nutzer sollten die Seiten übersichtlicher gestaltet und die Navigation erleichtert werden.

Zur Umsetzung bot sich der Einsatz eines Web-Content-Managementsystems an. Nach gründlichen Vorüberlegungen kamen dafür entweder ein auf Microsoft Frontpage oder ein auf ZOPE basierendes System in Frage. Die Frontpage-Lösung als Teil des aktuellen Microsoft .net-Frameworks bietet einerseits den Vorteil guter Einbindung in vorhandene Desktopanwendungen sowie den Support durch Hersteller und Drittanbieter, andererseits handelt es sich um ein proprietäres System ohne echte Multiuserfähigkeiten, für das neben hohen Softwarekosten auch die Anschaffung eines eigenen Servers unter Windows 2000 notwendig gewesen wäre. Bei dem Open-Source-Produkt ZOPE handelt es sich um einen in der Programmiersprache Python entwickelten Web-Application-Server, der für alle gängigen Betriebssysteme verfügbar ist. Ein Grundgedanke von ZOPE ist die Erweiterbarkeit durch externe Produkte (*Applications*), gefördert durch die freie Verfügbarkeit der Programmquellen, der API-Dokumentation und der zugrunde liegenden Sprache Python. So verwundert es nicht, dass mittlerweile mehr als 700 ZOPE-Produkte existieren, deren überwiegende Mehrheit ebenfalls frei im Internet verfügbar ist. ZOPE und insbesondere Python können als Vorzeigeobjekte der Open-Source-Gemeinde angesehen werden, eine stetige Weiterentwicklung und Anpassung an neue Technologien ist somit sichergestellt.

Aus diversen Gründen hat sich die ULB nach umfangreichen Tests für ZOPE entschieden: Erstens bietet ZOPE bereits in seiner Grundfunktionalität die Möglichkeit, Webseiten dynamisch durch Formatvorlagen (*Templates*) zu erstellen, so dass Layout und Inhalt voneinander getrennt gepflegt werden können. Das hat den Vorteil, dass die Webseitenredakteure nur noch mit der Erstellung der Inhalte befasst sind, während das vorgegebene Design ohne individuellen Gestaltungsaufwand einen harmonischen Gesamteindruck erzeugt. Zweitens verfügt ZOPE über ein fein abstimmbares Rechte- und Rollensystem, so dass einerseits jedem Redakteur eigene Bereiche überantwortet, andererseits Zugriffe von außen strikt reglementiert werden können, wie es etwa für den Betrieb eines geschützten Intranets unabdingbar ist. Drittens ist zu nennen, dass das Universitätsrechenzentrum (URZ) bereits seit Anfang 2002 ZOPE auf einem SUN-Enterprise-Server installiert hat, den die ULB ohne weiteren Aufwand mitbenutzen kann. Somit entfielen die Kosten für die Anschaffung und der personelle Aufwand für den Betrieb eines eigenen Servers. Insgesamt konnte die Umsetzung durch Partizipation an dem im URZ vorhandenen Know-how beschleunigt werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass das gesamte System mittels eines normalen Web-Browsers, wie er heutzutage auf allen Rechnern zu finden ist, via HTTP bedient werden kann. Die Installation zusätzlicher Software für die Redakteure ist daher nicht notwendig.

Bei der Umsetzung des neuen WWW-Angebots der ULB wurde der gesamte Inhalt neu gegliedert und in einer hierarchischen Verzeichnisstruktur abgebildet. Weiterhin wurden alle gut strukturierbaren Informationen, zum Beispiel Mitarbeiter- und Telefonlisten, in einer SQL-Datenbank abgelegt, um Redundanzen so weit wie möglich zu vermeiden. Dadurch verringert sich der Pflegeaufwand, und die Daten auf den Webseiten sind immer aktuell. Die neue Verzeichnisstruktur spiegelt sich nun auch in der Navigation wider, die aus einer statischen Hauptnavigation im Seitenkopf und einer dynamischen Subnavigationsleiste im linken Seitenbereich besteht. Diese Subnavigation passt sich den jeweils angezeigten Inhalten an. Sie unterstützt nicht nur ein einfaches Handling, sondern trägt auch

entscheidend zur Übersichtlichkeit bei, da der Besucher stets erkennen kann, in welchem Bereich er sich gerade aufhält. Die Programmierung der Navigationsleisten wurde, genau wie das Design, einmalig für die gesamte Site umgesetzt und ist so für den Redakteur einer Seite völlig transparent. Durch diese „Zentralisierung“ können spätere Anpassungen ohne größeren Aufwand bewerkstelligt werden. Dieser Fall konnte bereits anhand der Einführung eines neuen *Corporate Design* der Heinrich-Heine-Universität im Netz getestet werden: Die dazu notwendigen Änderungen des Designs waren innerhalb kürzester Zeit realisiert und damit für alle Seiten innerhalb des ZOPE-Servers aktiv.

Die Resonanz auf das neue System bei den Redakteuren der Website ist durchgängig positiv. Die Einarbeitung wurde durch hausinterne dreistündige Schulungen erleichtert, in denen das Konzept erläutert und erste Schritte unter Anleitung vollzogen wurden. Da der Umgang mit ZOPE einem einheitlichen und übersichtlichen Konzept folgt, waren alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter relativ schnell mit dem System vertraut und empfanden es durchweg als angenehmes und erleichterndes Hilfsmittel zur Pflege ihrer Inhalte.

Die Freischaltung des neuen Web-Designs der ULB erfolgte am 12. Mai 2003, drei Tage vor Redaktionsschluss für diesen Beitrag. Über die Resonanz bei den Nutzerinnen und Nutzern kann daher noch nicht berichtet werden. Wir sind jedoch zuversichtlich, dass die größere Transparenz der Form und der Inhalte gut angenommen werden wird.

Einrichtung und Betrieb eines Dokumenten- und Medienservers

Die Krise der wissenschaftlichen Informationsversorgung veranlasst immer mehr Hochschulen, über die Gründung eines eigenen Verlages nachzudenken, durch den die eigenverlegerischen Tätigkeiten der Fakultäten und zentralen Einrichtungen gebündelt werden. Bibliotheken können immer weniger der weltweit wachsenden wissenschaftlichen Publikationen kaufen, weil ihre Etats von den rapide steigenden Preisen der STM-Zeitschriften (Science, Technology, Medicine) aufgezehrt werden. Deshalb befürwortet die Hochschulrektorenkonferenz in ihrer jüngsten Empfehlung zur Neuausrichtung des Informations- und Publikationssystems der deutschen Hochschulen⁴ als infrastrukturelle Maßnahme den Auf- und Ausbau von Hochschulservern für das elektronische Publizieren von und die Versorgung mit wissenschaftlichen Medien. Die ULB und das URZ der Heinrich-Heine-Universität planen daher den gemeinsamen Betrieb eines Dokumenten- und Medienservers, um allen Angehörigen der Hochschule die Nutzung elektronischer Kommunikation und Publikation zu ermöglichen. Die spezifischen Vorteile der elektronischen Publikation liegen u. a. in der direkten, ortsunabhängigen Verfügbarkeit, den geringeren Publikationskosten und der Möglichkeit, Multimediaelemente, Bild- und Tonmaterial sowie Hyperlinks einzubinden. Durch die Koordinierung der Hochschulaktivitäten und Anbindung an die zentralen Einrichtungen können einerseits eine den technischen Möglichkeiten entsprechende längerfristige Archivierung unter einer dauerhaften WWW-Adresse, die gezielte Wiederauffindbarkeit durch Verzeichnung im Online-Katalog der Bibliothek und eine weltweite Verfügbarkeit durch Berücksichtigung internationaler Standards (*Open Archives Initiative, Dublin Core*) bei den Erschließungsdaten erreicht werden.

Für die Akzeptanz eines Dokumenten- und Medienservers sind darüber hinaus die Etablierung alternativer Bewertungsformen zur Qualitätssicherung der Veröffentlichungen

⁴ Hochschulrektorenkonferenz (2002).

und ein einfaches technisches Handling für die Autoren erforderlich. Für nicht publikationsreife bzw. nur lokalen Lehr- und Studienzwecken dienende Materialien wird die Möglichkeit zur Bildung geschlossener Benutzergruppen vorgesehen. Die bereitzustellenden Inhalte umfassen grundsätzlich alle an der Heinrich-Heine-Universität produzierten Dokumente und Medien, insbesondere Aufsätze, Proceedings, Dissertationen und Habilitationen, E-Learning-Materialien, die *Schriftenreihe der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf* und das *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf*. Sofern auf eine Veröffentlichung in etablierten Publikationsorganen nicht verzichtet werden soll, ist mit den Verlagen zu vereinbaren, ob sie einer gleichzeitigen, zeitlich verzögerten oder einer auf bestimmte Nutzergruppen beschränkten Sekundärpublikation auf dem Dokumentenserver der Heinrich-Heine-Universität zustimmen.

E-Learning

Es ist Aufgabe der Bibliotheken, Medien aller Art – konventionelle und elektronische – zu erwerben, zugänglich zu machen und zu archivieren. Die Produktion wissenschaftlicher Ergebnisse ist Aufgabe der Wissenschaftler. In einem Fall durchbricht die ULB diese tradierte Form der Arbeitsteilung. Zusammen mit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität arbeitet sie im Rahmen eines Projekts der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) an der Entwicklung, Distribution und Evaluation einer hypermedialen Lernumgebung „Physik für Mediziner“.⁵ Diese Kooperation hat bundesweit Modellcharakter und könnte für den Bereich der Neuen Medien in Zukunft zum Standard werden. Die Lernumgebung zeichnet sich durch ein innovatives technisches und didaktisches Konzept aus und hebt sich insbesondere durch ein hohes Maß an Interaktivität von anderen computergestützten Lernsystemen desselben Inhaltsbereiches ab. Seit dem Sommersemester 2001 wird sie im Rahmen von Feld- und Laborstudien in der Medizinerausbildung in Düsseldorf praktisch erprobt. Schon jetzt zeigt sich, dass Studierende die durch die Online-Nutzung mögliche Flexibilisierung der Lernzeiten ausgesprochen gut annehmen. Nur ca. 27 Prozent der gesamten Nutzungszeit entfallen auf die üblichen Vorlesungs- und Praktikumszeiten, wohingegen ca. 30 Prozent außerhalb der Bibliotheksöffnungszeiten liegen. Daraus lässt sich schließen, dass dieses Angebot, das Arbeiten vom eigenen PC aus ermöglicht, den Bedürfnissen der Studierenden sehr entgegenkommt und ganz wesentlich zur Akzeptanz beiträgt. Das Produkt wurde auf zahlreichen Messen und Kongressen sowie im Rahmen von zwei Workshops, die die Projektträger in der ULB veranstalteten, bekannt gemacht. Auf der Basis eines kürzlich erstellten Businessplans und persönlicher Schreiben an die Studiendekane der Medizinischen Fakultäten in Deutschland wird auch der praktische Einsatz außerhalb Düsseldorfs vorangetrieben.

Alles online?

Die ULB hat im Vergleich zu anderen Bibliotheken sehr früh mit der elektronischen Verzeichnung ihrer Neuerwerbungen begonnen. Die naturwissenschaftlichen Bestände sind seit 1972, die geistes- und sozialwissenschaftlichen Bestände seit 1981 DV-gestützt katalogisiert worden und können weltweit bequem von jedem PC-Arbeitsplatz aus recherchiert werden. Der von der Vorgängereinrichtung, der ehemaligen Landes- und Stadtbibliothek,

⁵ Vgl. dazu: Siebert (2002a).

übernommene wissenschaftlich wertvolle Bestand im Umfang von etwa 500.000 Bänden war jedoch lange nur durch einen in der Zentralbibliothek aufgestellten Zettelkatalog zugänglich. Je mehr die Online-Katalogisierung fortschritt und die Benutzer sich daran gewöhnten, fiel dieser Katalogsplit – der Unterschied zwischen einem an einen physischen Ort gebundenen Nachweisinstrument und den flexibel nutzbaren modernen elektronischen Katalogen – negativ ins Gewicht. Daher wurden in vielen Bibliotheken Ende der 1980er, Anfang der 1990er Jahre so genannte Retrokonversionsprojekte initiiert, deren Ziel es war, die alten Zettelkataloge in die modernen OPACs zu überführen, damit der Nutzer in einem Schritt die gesamte am Ort verfügbare Literatur ermitteln kann. Zwischen 1993 und 1997 rekatalogisierte die ULB mit eigenen Kräften 350.000 Bände aus dem Freihandbestand der Zentralbibliothek sowie der Fachbibliotheken Philosophie und Romanistik. Danach planten und realisierten die über umfangreiche Altbestände verfügenden Bibliotheken Aachen, Bonn, Dortmund, Düsseldorf, Köln und Münster zusammen mit dem HBZ und mit vorbildlicher finanzieller Unterstützung des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung ein gemeinsames Konversionsprojekt, das es ermöglichte, noch effizienter vorzugehen. Unter anderem mit Unterstützung studentischer Hilfskräfte konnte die ULB durch diese zweite Maßnahme weitere 420.000 Bände retrokonvertieren. Insgesamt sind zurzeit etwa 80 Prozent ihres Bestandes elektronisch nachgewiesen. Der Online-Katalog der ULB weist jetzt eine Million Titel in ca. 1,5 Millionen Bänden nach. Enthalten sind alle Bestände der Zentralbibliothek und der Fachbibliotheken seit 1981, 770.000 Bände des Altbestandes, außerdem Zeitschriften, CDs, CD-ROMs, Videos, DVDs und Kunstobjekte. Trotz großer personeller Probleme arbeiten auch jetzt noch mehrere Mitarbeiter der ULB an der Vollendung dieses sehr ehrgeizigen Projekts. Bei den verbliebenen Titeln handelt es sich in den meisten Fällen jedoch um sehr schwierige, stets zurückgestellte Aufnahmen, die nicht mehr von Hilfskräften erfasst werden können. In absehbarer Zeit werden also *alle* Bestände der ULB von jedem PC-Arbeitsplatz aus weltweit komfortabel nach formalen und inhaltlichen Kriterien in einem einzigen Katalog recherchierbar sein.

Handschriftenfragmente im Internet

Bei einer Bestandssichtung im Tresor der ULB entdeckte ein Mitarbeiter Ende 2001 unter den 1.500 bislang schlecht verzeichneten handschriftlichen Fragmenten aus dem frühen achten bis 16. Jahrhundert unbekanntes frühmittelalterliches Material. Rasch stellte sich heraus, dass der wissenschaftliche Wert dieses Fundus in diametralem Gegensatz zu seinem Bekanntheitsgrad und der Verzeichnungssituation steht: Er enthält mehrheitlich unbekannte Überlieferungen mittelalterlicher Texte aus fast allen geisteswissenschaftlichen Disziplinen. Zu nennen wären unter anderen klassische, mittellateinische, romanische und germanische Philologie, Patrologie, Liturgik, Kanonistik, römisches Recht, Hagiographie, Philosophie, Musikwissenschaft, Kunst- und Kulturgeschichte, aber auch Judaistik und Gräzistik. Besonders zu betonen ist die paläographische Bedeutung der Dokumente mit Blick auf die insulare Schriftkultur des achten Jahrhunderts. Im Rahmen einer Pressekonferenz informierte die ULB die Öffentlichkeit über diesen Fund, dessen Bedeutung dann in zahlreichen regionalen und überregionalen Zeitungen sowie im *Magazin der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf*⁶ breit dargestellt wurde. Auch wissenschaftliche Interpreta-

⁶ Vgl. Zechiel-Eckes (2002a).

tionen sind bereits publiziert⁷ bzw. befinden sich in Vorbereitung. Der Fund ist so bedeutend, dass die DFG Ende 2002 Mittel für die Inventarisierung, inhaltliche Erschließung, Digitalisierung und Präsentation im World-Wide-Web bewilligte. In naher Zukunft wird also weltweit über die Düsseldorfer Handschriftenfragmente geforscht werden können.

Fach im Focus: neue Vorlesungsreihe der ULB

Im angloamerikanischen Umfeld ist die Vermittlung von *Information Literacy* seit langem als Bestandteil der Hochschullehre etabliert. Auch in Deutschland wird diese Fähigkeit inzwischen als eine wesentliche Schlüsselqualifikation erkannt, die im Rahmen des Studiums zu vermitteln ist. Eine Studie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung hat erhebliche Defizite in diesem Bereich sowohl bei den Studierenden als auch bei den Lehrenden festgestellt.⁸

Aus diesem Grund startete die ULB eine neue Initiative und bot im Wintersemester 2002/2003 eine Vorlesungsreihe mit dem Titel „Fach im Focus“ an. In diesem Rahmen gaben die Fachreferentinnen und Fachreferenten in ein- bis zweistündigen Veranstaltungen Einführungen in die wichtigsten elektronischen Rechercheinstrumente ihres Faches. Die Resonanz auf dieses Angebot, das durch Plakatierung, persönliche Schreiben an die Fakultäten und über den Newsletter der ULB bekannt gemacht wurde, war sehr unterschiedlich. Sie reichte von einem Teilnehmer im Fach Mathematik bis zu 35 Teilnehmern im Fach Rechtswissenschaft. Generell lässt sich sagen, dass das Interesse an den Einführungen für die Geistes- und Sozialwissenschaften größer war als das an den Einführungen für die Naturwissenschaften, was einerseits auf die höheren Studierendenzahlen und andererseits darauf zurückzuführen ist, dass der Umgang mit den elektronischen Medien für die Naturwissenschaftler wohl bereits selbstverständlicher ist. Fächer, die im ersten Zyklus noch nicht berücksichtigt werden konnten, wie zum Beispiel die Wirtschaftswissenschaften, die Pharmazie, die Biologie und die Kunstwissenschaften, werden wegen großer Nachfrage im Sommersemester 2003 bzw. im Wintersemester 2003/2004 integriert. Mit Hilfe von Bewertungsbögen, die am Ende der Veranstaltungen von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern ausgefüllt werden, wird die Konzeption laufend den Bedürfnissen der Nutzerinnen und Nutzer angepasst werden.

Der Erfolg dieses neuen Angebots der ULB hängt u. a. ab von der Einsicht der Studierenden, dass gute Kenntnisse auf dem Gebiet der Informationsrecherche eine Schlüsselqualifikation sowohl für ihren Studienerfolg wie für ihre berufliche Karriere darstellen. Die bisherige Erfahrung zeigt jedoch, dass diese letztlich unverbindlichen Angebote der Bibliotheken nicht in ausreichendem Maße angenommen werden. Besser wäre es, das Erlernen und Erarbeiten der notwendigen Kenntnisse und Techniken nach dem Vorbild der Universitäten Freiburg und Münster in den Studienordnungen als Pflichtveranstaltungen zu verankern, damit sie systematisch und überprüfbar angeeignet werden. Die Schaffung neuer Bachelor- und Masterstudiengänge an der Philosophischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität bietet dazu gerade jetzt eine einmalige Chance.

⁷ Vgl. Zechiel-Eckes (2002a), (2002b) und (2003).

⁸ Vgl. dazu ausführlicher: Siebert (2002b: 365).

Virtuelle Fachbibliotheken und Informationsverbünde

Die Versorgung von Forschung und Lehre mit Literatur erfolgt in Deutschland traditionellerweise auf der Basis eines kooperativen Netzwerks lokaler, regionaler und nationaler Einrichtungen. Die lokalen Hochschulbibliotheken sind für die Grundversorgung ihrer Wissenschaftler zuständig, während die Spitzenversorgung durch die Sammelschwerpunktbibliotheken sichergestellt werden soll, die mit Unterstützung der DFG hochspezielle und ausländische monografisch und periodisch erscheinende Literatur erwerben, die dann per Fernleihe an jedem Ort bereitgestellt werden kann. Für die Versorgung anwendungsnaher und praxisorientierter Gebiete wie der Ingenieurwissenschaften, der Landbauwissenschaften, der Wirtschaftswissenschaften und der Medizin wurden darüber hinaus zentrale Fachbibliotheken aufgebaut. Die Bedeutungszunahme der digitalen Medien sowie die gestiegenen Anforderungen an Aktualität und Verfügbarkeit haben die DFG schon 1998 veranlasst, aufbauend auf den etablierten Sondersammlungsstrukturen die Bildung Virtueller Fachbibliotheken anzuregen, deren Aufgabe es ist, elektronische Zugriffs-, Bestell- und Liefermöglichkeiten für fachrelevante Materialien und Informationen der DFG-Sondersammelgebiete zu konzipieren, die von jedem beliebigen Wissenschaftlerarbeitsplatz in Deutschland aus genutzt werden können. Von ihrem Ziel, einen gesicherten Zugriff auf *alle* relevanten gedruckten und elektronischen Ressourcen zu bieten, sind die meisten Virtuellen Fachbibliotheken zurzeit noch weit entfernt.

Die Verbesserung des Zugangs zu weltweit verteilter digitaler Information ist auch das erklärte Ziel der Fachinformationspolitik der Bundesregierung. In der Studie „Zukunft der wissenschaftlichen und technischen Information in Deutschland“ hat sie den konkreten Handlungsbedarf klären lassen und unter dem Titel „Information vernetzen – Wissen aktivieren“ die Eckpunkte der künftigen Förderpolitik dargestellt.⁹ Ausgehend von den analysierten Bedürfnissen der Nutzerinnen und Nutzer nach einem umfassenden und ungehinderten Informationszugang zu möglichst einfachen Bedingungen (*One-Stop-Shopping*) fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) seit Anfang 2000 den Aufbau von fachbezogenen Informationsverbänden, die im Kern darauf ausgerichtet sind, im Zuge einer fachbezogenen Informationsrecherche in einschlägigen Nachweissystemen auch den direkten Zugang zum elektronischen Volltext zu ermöglichen. Realisiert werden soll dieses Angebot zunächst für die Wirtschaftswissenschaften und die Wirtschaftspraxis (ECONDOC),¹⁰ für Naturwissenschaft und Technik (GETINFO),¹¹ für Medizin (MEDPILOT)¹² sowie für Bildung, Sozialwissenschaften und Psychologie (INFOCONNEX).¹³

Um lokal wirklich sinnvoll eingebunden und genutzt werden zu können, ist es erforderlich, dass diese zentralen Informationsangebote mit Verfügbarkeitsrecherchen verknüpft werden, die auch auf die lokalen Bestände verweisen. Sie müssen darüber hinaus stärker modular konzipiert werden, damit sie in lokale Fachsichten integriert werden können. Sie müssen transparent sein in Bezug auf ihr inhaltliches Profil, um – wenigstens mittelfristig kalkulierbar – lokale Ressourcen verlässlich zu ersetzen.

⁹ Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung (2002a) und (2002b).

¹⁰ Vgl. <http://www.econdoc.de>.

¹¹ Vgl. <http://www.getinfo-doc.de>.

¹² Vgl. <http://www.MedPilot.de>. Förderung durch die DFG im Rahmen des Aufbaus einer Virtuellen Fachbibliothek für Medizin.

¹³ Vgl.: <http://www.infoconnex.de>.

Die ULB beobachtet diese Aktivitäten der DFG und des BMBF, informiert ihre Klientel regelmäßig über die Entwicklung und stellt wichtige Links im Rahmen der Düsseldorfer Virtuellen Bibliothek fachlich gegliedert zur Nutzung bereit.

Verlängerung der Öffnungszeiten

In den Monaten Juni bis August 2001 wurden in der ULB sowie in 14 anderen Universitätsbibliotheken in Nordrhein-Westfalen in einem bislang einmaligen Projekt 12.500 Besucher nach ihrer Zufriedenheit mit den Dienstleistungen der jeweiligen Bibliothek befragt. Die ULB erzielte bei dieser Umfrage insgesamt ein sehr gutes Ergebnis. Besonders hervorgehoben wurden von den Nutzerinnen und Nutzern die hohe Qualität des Schulungsangebots, die schnelle Bereitstellung der Magazinbücher, die Transparenz der Kataloge sowie die Kompetenz der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Bemängelt wurden von über 40 Prozent der studentischen Benutzer die zu geringen Öffnungszeiten der Zentralbibliothek. Gewünscht wird eine frühere Öffnung (8 statt bisher 9 Uhr), eine längere Öffnung in den Abendstunden an den Wochentagen Montag bis Freitag (22 statt bisher 20 Uhr) und eine längere Öffnung am Wochenende. Da den Öffnungszeiten eine hohe Bedeutung für die Gesamtzufriedenheit mit den Dienstleistungen zukommt, wird die Bibliothek diesen Wünschen nachkommen. Sie wird ab August 2003 ihre Öffnungszeiten mit Hilfe eines Wach- und Schließdienstes abends bis 22 Uhr und samstags bis 18 Uhr verlängern. Darüber hinaus wird die ULB erstmals seit ihrem Bestehen auch sonntags von 13 bis 20 Uhr geöffnet sein. Insgesamt bedeutet dies eine Erhöhung der Öffnungszeiten um 22 Stunden pro Woche, das sind 35 Prozent mehr im Vergleich zum bisherigen Angebot. Die Bibliothek ist davon überzeugt, dass dies ein wichtiger Beitrag zur Verkürzung der Studienzzeit wie zur Steigerung der Attraktivität des Studien- und Forschungsstandortes Düsseldorf sein wird. Der 600.000 Medien umfassende Freihandbestand der Zentralbibliothek und die DV-Arbeitsplätze, die Zugang zu 150 Datenbanken, elektronischen Zeitschriften und Internet-Fachinformationen bieten, können so viel intensiver und länger genutzt werden.

Bibliographie

- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (Hrsg.). *Information vernetzen – Wissen aktivieren. Strategisches Positionspapier zur Zukunft der wissenschaftlichen Information in Deutschland*. Bonn 2002a. <http://www.dl-forum.de/Foren/Strategiekonzept/index.asp>.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (Hrsg.). *Zukunft der wissenschaftlichen und technischen Information in Deutschland. Schlussbericht*. Bonn 2002b. <http://www.dl-forum.de/Foren/Strategiekonzept/index.asp>
- HOCHSCHULREKTORENKONFERENZ (Hrsg.). *Zur Neuausrichtung des Informations- und Publikationssystems der deutschen Hochschulen*. Bonn 2002. <http://www.hrk.de/beschluesse/2821.htm>.
- SIEBERT, Irmgard (Hrsg.). *Kooperative Entwicklung einer hypermedialen Lernumgebung durch Universitätsbibliothek und Fachbereich. Vorträge eines Workshops in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf, 6. und 7. Dezember 2001*. Düsseldorf 2002a. (Schriften der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf; 36)
- SIEBERT, Irmgard. „Die Universitäts- und Landesbibliothek – Aufgaben, Leistungen, Struktur und Ziele“, in: Gert KAISER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2001*. Düsseldorf 2002b, 361-372.

- ZECHIEL-ECKES, Klaus. „Von Leimabdrücken und Märtyrerschicksalen. Unbekannte Schätze im Tresor der Universitäts- und Landesbibliothek gefunden“, *Magazin der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf* 1 (2002a), 14f.
- ZECHIEL-ECKES, Klaus. „Vom armarium in York in den Düsseldorfer Tresor. Zur Rekonstruktion einer Liudger-Handschrift aus dem mittleren 8. Jahrhundert“, *Deutsches Archiv für Erforschung des Mittelalters* 58 (2002b), 193-203.
- ZECHIEL-ECKES, Klaus. „Unbekannte Bruchstücke der merowingischen Passio S. Iusti pueri (BHL 4590c)“, *FRANCIA. Forschungen zur westeuropäischen Geschichte* 30/1 (2003), S. 1-8

Bianca Di Piazza, Rüdiger E. Scharf und Jonas Ulrich

Universitätsorchester und UniChor

Das Universitätsorchester (Jonas Ulrich, Pressesprecher)

Wer sich während der Vorlesungszeit an einem Donnerstag gegen 18.45 Uhr dem Hörsaal 3A nähert, kann beobachten, wie junge Leute aus verschiedenen Richtungen herbeiströmen und mit ihren unterschiedlich geformten Instrumentenkoffern im Hörsaal verschwinden. Bald darauf mischen sich in das Stimmengewirr hinter den Hörsaaltüren die Geräusche scharrender Stühle, das Geklapper von Notenständern sowie die ersten Töne noch heiserer Blasinstrumente und sich warm fidelnder Bögen. Wenn es dann allmählich wieder still wird und plötzlich der erste Akkord erklingt, hat die Probe des Universitätsorchesters der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf begonnen. Tutti-Proben, d. h. Proben, in denen das gesamte Orchester zusammen spielt, finden an den meisten Donnerstagabenden statt. Gilt es jedoch, schwierig zu intonierende Bläsersätze oder halbsbrecherische Streicherpassagen zu bewältigen, üben die einzelnen Instrumentengruppen auch in gesonderten Stimmproben.

An der Zusammenstellung des Programms kann sich jeder Mitspieler am Ende des jeweils vorangegangenen Semesters beteiligen. Steht einmal fest, welche Stücke gespielt werden, hat der Notenwart dafür zu sorgen, dass schon bei der ersten Probe auf jedem Pult die richtigen Noten liegen. So standen im letzten Jahr die 5. Sinfonie von Sergej Prokofjef, das Doppelkonzert von Brahms für Violine und Violoncello, das Violinkonzert von Khatchaturian, die Reformationssinfonie von Mendelssohn-Bartholdy, die Haffner-Sinfonie von Mozart und die 1. Sinfonie von Arvo Pärt auf dem Programm.

Aber nicht nur das Notenmaterial ist zu beschaffen, auch Probenräume müssen bestellt, Konzertplakate und Programmhefte geschrieben und gedruckt, Sponsoren begeistert, Probenwochenenden und Konzertreisen organisiert werden. Die dafür vorgesehenen Ämter werden auf der Orchesterversammlung vergeben. Hier besprechen die Amtsinhaber und die übrigen Orchestermitglieder auch alle anderen organisatorischen Angelegenheiten, und sie wählen die Präsidentin oder den Präsidenten. Nur durch diese zusätzliche, nicht musikalische Arbeit einiger Orchestermitglieder können die Campuskonzerte und die Konzertreisen überhaupt erst stattfinden.

Doch wie entstand das Universitätsorchester, und wie vollzog es seine ersten Gehversuche?

Alles begann an einem Sommertag im Jahre 1987. Das Kulturreferat hatte zu einer offenen Veranstaltung eingeladen. Da wurden die Finger zum Jazz geschnipst, die Haare zum Blues geschüttelt und die Gliedmaßen zum Rock verrenkt, und mittendrin war plötzlich zarte Kammermusik zu hören: zwischen Lautsprecherboxen und Mikrofonständern hatten sich fünf Studierende mit einem Klavierquintett von Mozart hervorgewagt. Sie fanden durchaus Gehör, ja sogar Begeisterung. In den darauf folgenden Tagen betrachteten einige Kommilitonen ihre Instrumente mit anderen Augen, erweckten sie schließlich zu neuem

Leben und schlossen sich den fünf Musikern an, um sich das kommende Wintersemester mit Harmonien und Melodien gemeinsam zu verschönern.

Aus einem Streichquintett war ein Kammerorchester geworden. Nun konnte man sich nicht mehr spontan zu Hause treffen, um die in der privaten Notenbibliothek aufgestöberten Stücke zu spielen; und so begannen zwei engagierte Musiker, sich um Notenmaterial und einen größeren Probenraum zu kümmern. Man war sich zudem einig, dass das heranwachsende Ensemble jemanden brauchte, der den Klangzauber von Harmonien heraufbeschwören und Rhythmen im Zaum halten konnte. „Das kann bestimmt meine Schwester“, hatte da eine Bratscherin als Zwischenruf gewagt. Die Schwester, Silke Löhr, reiste aus Köln an, wo sie Musik und Mathematik studierte, und übernahm die musikalische Leitung des Düsseldorfer Universitätsorchesters.

Bereits ein Jahr nach jenem denkwürdigen Jazz-, Blues-, Rock- und Mozartkonzert, nämlich im Juli 1988, dirigierte Silke Löhr den ersten öffentlichen Auftritt des neuen Orchesters und schwang von da an den Taktstock auf dem Düsseldorfer Universitätscampus. Nun standen die Notenständer nicht mehr vereinzelt zwischen Verstärkern und Mikrofonen, sondern bevölkerten den Platz, den ein vollbesetztes Orchester beansprucht. Nicht nur die zuhörenden Studierenden waren begeistert, auch die Professoren sparten nicht mit Applaus. Doch Applaus allein sichert nicht die Existenz eines Orchesters. Und weil die Professoren das wussten und die Wiederbelebung der akademischen Tradition eines Universitätsorchesters aktiv unterstützen wollten, übernahm der damalige Dekan der Medizinischen Fakultät, Professor Hopf, selbst die Schirmherrschaft über das Universitätsorchester. Durch Verbindung zu Rektorat, Universitätsverwaltung und Professorenschaft konnten Türen geöffnet werden. Es zeichnete sich bald ab, dass weitere Wege zur Finanzierung der rasch ansteigenden Aktivitäten des Orchesters gefunden werden mussten. So entwickelte sich 1988 aus der Schirmherrschaft die Gründung eines als gemeinnützig anerkannten Fördervereins und damit die Möglichkeit der Einwerbung von Spenden, ohne die vor allem die inzwischen zahlreichen Auslandsreisen nicht hätten finanziert werden können. Bereits 1989 unternahm das Universitätsorchester seine erste Konzertreise zur Partneruniversität nach Nantes. Es folgten Reisen nach Warschau, Wien, Norderney, Prag, Budapest, Padua, Zürich, Barcelona, Israel und Polen. 2002 reiste das Orchester nach Helsinki und in die baltischen Staaten und führte insgesamt vier Konzerte auf. Bei diesem Aufenthalt erlebten die Musizierenden die außerordentliche Gastfreundlichkeit eines Chors aus Tartu, Estland, der nicht nur zahlreich bei einem der Konzerte vertreten war, sondern dem Orchester einen unvergesslichen Empfang mit estnischen Volksliedern bot.

Sein zehnjähriges Bestehen beging das Orchester 1998 mit einem großen Jubiläumskonzert und einer Ausstellung. Dass der Rektor, Professor Kaiser, dem Orchester bei dieser Gelegenheit die Ehrenmedaille der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf verlieh, war eine besondere Art von Applaus für die jungen Musiker. Hervorgehoben werden kann in diesem Zusammenhang die Verleihung des Titels einer „Akademischen Musikdirektorin“ an Silke Löhr durch den Rektor der Heinrich-Heine-Universität, der das bisherige Engagement der Dirigentin unterstreicht.

Silke Löhr hat seit ihrer Übernahme des Dirigats zahlreiche Meisterkurse besucht. Schließlich wurde der Deutsche Musikrat auf sie aufmerksam und ermöglichte ihr die Teilnahme an mehreren Kursen des Deutschen Dirigentenforums. Einen weiteren Preis erarbeitete sie sich 1991 auf dem Dirigentenforum Hamm/Westfalen. Im selben Jahr begann

Silke Löhr im niederländischen Utrecht ein Studium als Dirigentin. Ihr Examen bestand sie dort 1994 mit Auszeichnung, ein Jahr später absolvierte sie ihr Konzertexamen. Dass Silke Löhr 1999 den Förderpreis des Landes Nordrhein-Westfalen für junge Künstler gewann, in der Spielzeit 1999/2000 Stipendiatin der „Orchesterakademie der Bergischen Symphoniker Remscheid-Solingen e.V.“ war und bei großen Maestros (so bei Kurt Masur, Sir Simon Rattle und Peter Eötvös) Dirigierkurse besuchte und Unterricht nahm, zeigt, wie zielstrebig, kontinuierlich und erfolgreich sie um den Ausbau ihrer Fähigkeiten bemüht ist, von denen das Universitätsorchester heute in großem Maße profitiert.

Der UniChor (Bianca Di Piazza, Präsidentin)

Gegründet wurde der UniChor im Jahr 1989 auf Initiative zweier Studierender der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Die Sängerinnen und Sänger trafen sich regelmäßig zu Proben, stellten jedoch bald fest, dass eine professionelle Leitung unabdingbar für das musikalische Gelingen des Chors sein würde. So kam es, dass Silke Löhr, die zu dieser Zeit schon erfolgreich mit dem Universitätsorchester arbeitete, auch die Leitung des UniChors übernahm. Während der UniChor damals lediglich aus etwa 20 Mitgliedern bestand, variiert seine Größe heute je nach Repertoire zwischen 100 (bei großen Oratorien) und 40 Sängern (bei A-capella- oder Renaissance-Programmen). Überwiegend handelt es sich hierbei um Studierende aus allen Fakultäten, aber auch Mitarbeiter der Universität und des Klinikums sind vertreten. Das erste Konzert des UniChors fand im Februar 1991 statt. Auf dem Programm standen u. a. das Zigeunerleben von Robert Schumann und der Liebesliederzyklus von Johannes Brahms. Seit diesem ersten Auftritt werden regelmäßig zu Semesterende Konzerte auf dem Campus aufgeführt.

Inzwischen hat sich der UniChor einen beachteten Platz in der Düsseldorfer Kulturlandschaft erobert und ist regelmäßig in Kirchen und Konzertsälen der Stadt zu hören. Auch Auftritte in umliegenden Städten wie Köln, Duisburg, Xanten, Mülheim, Wuppertal und Ratingen sind inzwischen fester Bestandteil der Konzertprogramme. Einen Höhepunkt erlebte der UniChor zusammen mit dem Universitätsorchester bereits 1994 mit der Aufführung des Requiems von Fauré in Walbeck bei Geldern. Dieser Auftritt beider Ensembles vertiefte die freundschaftlichen Beziehungen zwischen Chor und Orchester und führte zu weiteren gemeinsamen Projekten, so zu einem Konzert in der Düsseldorfer Tonhalle im November 2001, bei dem UniChor und Universitätsorchester gemeinsam das Requiem von Dvorák aufführten.

Doch nicht nur in Düsseldorf und im Rheinland, auch auf nationaler Ebene konnte der UniChor seine Projekte verwirklichen. Eine erste Konzertreise führte ihn 1995 in die neuen Bundesländer. In Jena, im Havelberger Dom und im Kloster Heiligengrabe wurden Konzerte gegeben. Ein Jahr später reisten die Sängerinnen und Sänger mit Zelt und Fahrrad durch Frankreich und traten in verschiedenen Kirchen entlang der Loire auf. Einen weiteren Höhepunkt bildete 1997 das Konzert des Düsseldorfer UniChors im berühmten Ratzeburger Dom während einer Reise durch Norddeutschland. Zusammen mit dem Universitätsorchester ging es dann 1998 – mit insgesamt 130 Musikern – nach Barcelona. Hier in der katalanischen Hauptstadt wurden vier Aufführungen der Messe Nr. 3 in f-Moll von Anton Bruckner zu Gehör gebracht.

Vor solcherlei Höhepunkten im Musikleben steht freilich konzentrierte und regelmäßige Probenarbeit. Deshalb probt der UniChor während des Semesters regelmäßig einmal

pro Woche. Häufig sind Stimmproben und zusätzliche Proben während der Ferien erforderlich, gerade, wenn es darum geht, einem Stück den letzten musikalischen Schliff zu geben. Vor allem entsteht das konzertreife, homogene und qualitativ überzeugende Klangbild erst durch konzentrierte und engagierte Arbeit der Chormitglieder und der Dirigentin bei den Probenwochenenden, die einmal pro Semester in einer nahe gelegenen Jugendherberge stattfinden. Hierbei wird der Tagesablauf durch Proben in einzelnen Stimmgruppen sowie Tutti-Proben bestimmt. Die intensive Arbeit auf diesen Probenwochenenden trägt dazu bei, dass sich die einzelnen Chormitglieder untereinander kennen lernen. Denn nur, wenn sich die Sängerinnen und Sänger wirklich als Gemeinschaft begreifen, kann ein harmonischer Klangkörper entstehen.

Maßgeblich unterstützt werden die Aktivitäten durch den Förderverein des Universitätsorchesters und Chors der Heinrich-Heine-Universität e.V., in den der UniChor im März 1995 aufgenommen wurde. Ohne finanzielle Hilfe und organisatorischen Beistand würden sich die Planung von Probenarbeit, Konzertauftritte und Chorreisen viel schwieriger gestalten. Mehrmals im Jahr treffen sich daher Dirigentin und Mitglieder von Chor und Orchester mit dem Vorstand des Fördervereins und erörtern die zukünftigen Projekte der beiden Ensembles. Dabei berichten Silke Lühr und die Studierenden über den Stand der Probenarbeit, über vorgesehene Programme und Aufführungen, vor allem aber über die Planungen künftiger Konzertreisen. Gerade solche Aktivitäten werden im Hinblick auf ihre Finanzierbarkeit mit den Mitgliedern des Vorstands abgestimmt.

2002 war für den UniChor ein sehr ereignisreiches und zugleich erfolgreiches Jahr. Zunächst gab es im Februar zwei Semesterabschlusskonzerte, die im Konrad-Henkel-Hörsaal auf dem Campus und in der Basilika in Düsseldorf-Gerresheim stattfanden. Das Programm reichte von Monteverdi und Rossini über Distler bis zu Schumann und Brahms. Im Rahmen von vier Sommerkonzerten wurden Oratorien, die *Missa Papae Marcelli* von Palestrina und die *Messe solenne* von Langlais, im Kloster Mülheim-Saarn, im Kloster Knechtsteden, in der Hauptkirche in Mönchengladbach-Rheydt und in St. Peter in Düsseldorf-Bilk aufgeführt. Mit diesem Repertoire unternahm der UniChor im September 2002 eine Konzertreise nach England. Neben der Besichtigung von Städten, alten Abbeys und der zauberhaften Landschaft der Dales standen fünf Konzerte auf dem Programm. In Saltaire, der Howden Cathedral, dem Beverley Minster, der Toll-Gawel Church (Beverley) und in Headinly St. Columba (Leeds) ließ der UniChor ein begeistertes Publikum zurück. Es wurden Einladungen für das nächste Jahr ausgesprochen und Freundschaften geschlossen. Die zahlreichen Konzertauftritte auf der nur zehntägigen Reise waren zwar recht anstrengend, doch wurden die Chormitglieder durch die Resonanz auf den Auftritt im eindrucksvollen York Minster für ihre Mühen entschädigt: Akustik und Atmosphäre des York Minster waren wie geschaffen für die *Messe* von Palestrina, deren Harmonien auch die entlegentesten Winkel der Kirche zu erreichen schienen. Gleich nach dieser Konzertreise begann der Chor mit den Proben für die beiden Weihnachtskonzerte, die in St. Antonius in Düsseldorf-Oberkassel und im Konrad-Henkel-Hörsaal auf dem Campus zu Gehör gebracht wurden. Gemeinsam mit dem Universitätsorchester wurden Bachs *Magnificat* in D-Dur und der erste Teil seines Weihnachtsoratoriums vor einem zahlreichen und begeisterten Publikum aufgeführt.

Auch für die Zukunft sind wieder Gemeinschaftsprojekte von UniChor und Universitätsorchester geplant. So steht im November 2003 „Ein Deutsches Requiem“ (op. 45) von

Johannes Brahms auf dem Programm. Bereits im Juli wird der Chor dieses Oratorium in der Version für zwei Flügel und Pauken aufführen.

Förderverein des Studentenorchesters und Chors der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. (Rüdiger E. Scharf)

Der Eindruck ist imposant: Wer anlässlich eines Neujahrsempfangs des Rektors unser Universitätsorchester unter Leitung von Silke Löhr und seine Solisten gehört hat, wer erleben darf, wie beigeistert und begeisternd hier musiziert wird, ist hingerissen. Und wenn der UniChor bei Weihnachts- oder Semesterabschlusskonzerten in großer Besetzung als stimmungswaltiger Klangkörper auftritt, kann man bei solchen Hörerlebnissen schon ins Schwärmen geraten.

Doch täuschen wir uns nicht: Bei aller Virtuosität und Verve dieser jugendlichen Musizierfreude sind beide Ensembles, Orchester und Chor, „zarte Gebilde“, die unsere stete Fürsorge und Unterstützung brauchen. Diese Aufgabe hat der Förderverein des Universitätsorchesters und Chors übernommen. Er gewährt „flankierende“ Hilfestellung und Beratung bei der Vorbereitung von Aufführungen und Konzertreisen, die auf Initiative der Studierenden geplant werden. Dabei trägt der Vorstand des Fördervereins Sorge dafür, dass entsprechend der Satzung alle Mitgliedsbeiträge und Spenden ausschließlich und unmittelbar für das Musizieren von Orchester und Chor eingesetzt werden.

Mit Freude haben wir erlebt, welche Entwicklung Universitätsorchester und UniChor unter Silke Löhr genommen haben und in welcher Weise beide Musikensembles unser Campusleben fakultätsübergreifend bereichern. Und es darf uns durchaus mit Stolz erfüllen, wenn Orchester und Chor als musikalische Botschafter der Heinrich-Heine-Universität im In- und Ausland auftreten. Derartige Aktivitäten haben freilich ihren Preis: Die jährlichen Fixkosten (Anschaffung von Noten und Instrumenten, Finanzierung von Probenwochenenden, Druck von Plakaten und Programmen, Gagen für Solisten) betragen inzwischen 18.000 €!

Trotz hoher Eigenbeteiligung der musizierenden Studentinnen und Studenten und trotz eines Zuschusses, den das Rektorat jährlich für Konzertreisen gewährt, sind jedes Mal erhebliche Anstrengungen erforderlich, um entstehende Finanzierungslücken zu schließen. Deshalb gilt mein herzlicher Appell an alle Leserinnen und Leser dieses Jahrbuchs: Werden Sie Mitglied im Förderverein und tragen Sie dazu bei, dass Universitätsorchester und UniChor weiterhin unser Leben bereichern und musikalische Botschafter der Heinrich-Heine-Universität bleiben. Der Mitgliedsbeitrag beträgt jährlich 12 €.

Dass bisher Mitglieder der Medizinischen Fakultät im Förderverein „überrepräsentiert“ sind, mag mit der spezifischen „Anamnese“ bei der Entstehung von Orchester und Chor und bei der Gründung eben dieses Fördervereins zusammenhängen. Ich bin gewiss, dass Professorinnen und Professoren sowie Dozentinnen und Dozenten der anderen Fakultäten, aber auch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Verwaltung von Universität und Klinikum, des Pflegedienstes und der technischen Einrichtungen ebenso musikbegeistert sind.

Vorstand des Fördervereins:

Univ.-Prof. Dr. Adolf Hopf (Ehrenvorsitzender), Univ.-Prof. Dr. Rüdiger E. Scharf, F.A.H.A. (1. Vorsitzender), Univ.-Prof. Dr. Jürgen Schrader (2. Vorsitzender), Univ.-Prof. Gerd E. K. Novotny, Ph. D. (Kassenwart), Sylvia Loesch (Schriftführerin)

Geschäftsstelle:

C. u. O. Vogt-Institut für Hirnforschung,
Universitätsklinikum,
Postfach 101007,
40001 Düsseldorf,
Tel.: (0211) 81-11555; Fax: (0211) 81-12336;
E-Mail: hi777@uni-duesseldorf.de

Bankverbindung:

Deutsche Bank PGK Düsseldorf, BLZ 300 700 24, Konto-Nr. 23 00 317

Geschichte der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Max Plassmann und Karoline Riener

Die ersten Jahre der Universität Düsseldorf (1965-1970) – Von der „schleichenden“ Gründung bis zum Namensstreit

Die Erforschung des Menschen „in seiner materiellen, biologischen, seelischen, geistigen und kulturellen Wirklichkeit“¹ sei das auf Interdisziplinarität ausgelegte Programm der 1965 gegründeten Universität Düsseldorf, schrieb Alwin Diemer, Rektor von 1968 bis 1970 und wichtige Gestalt der Gründerjahre der heutigen Heinrich-Heine-Universität, um die es im Folgenden gehen soll. Es ist lohnend zu verfolgen, wie dieser moderne Ansatz in Zeiten großer Konflikte und Reformbestrebungen im deutschen Hochschulwesen umgesetzt wurde, wie eine neue Universität aus der Keimzelle einer Medizinischen Akademie entstand und sich daran machte, ihren Platz in der Hochschullandschaft einzunehmen und zu behaupten.²

In den frühen 1960er Jahren sah sich das Gesundheitssystem der Bundesrepublik mit einem erheblichen Ärztemangel konfrontiert, dem man nur durch einen forcierten Ausbau der Ausbildungskapazitäten entgegensteuern konnte. Die Medizinische Akademie Düsseldorf, die sich nicht allein schon lange als wichtige Ausbildungsstätte für Mediziner in den klinischen Semestern profiliert hatte, sondern sich ebenfalls schon länger um eine Ausweitung ihres Lehrangebots auf die vorklinischen Semester bemühte,³ geriet dabei wie selbstverständlich in den Blick des Wissenschaftsrates, der ihren Ausbau zu einer Universität empfahl.⁴

Auch die Landesregierung hatte den Ausbau der Akademie ins Auge gefasst. 1962 wurde die zuvor städtische Akademie in staatliche Finanzierung übernommen.⁵ Die weitere Förderung durch das Land konnte seitdem erwartet werden. Konkret wurden die Planungen aber erst im Mai 1964, als der Kultusminister Paul Mikat in einer außerordentlichen

¹ Universitätsarchiv Düsseldorf 7/ 4, 397: Alwin Diemer, „Entwurf eines Berichts über den Aufbau der Universität Düsseldorf“, o.D. [1966/67].

² Zur Orientierung unverzichtbar: Schadewaldt (1966) und (1973) sowie Hüttenberger (1986).

³ Vgl. Plassmann (2002).

⁴ Bundesarchiv Koblenz B 247, 16: Empfehlung Gründungsausschuss des Wissenschaftsrates, 19.5.1961.

⁵ Vgl. Düwell (1996: 18).

Sitzung des Akademischen Rates über Ausbaumöglichkeiten sprach.⁶ Demnach herrschte Konsens, die Medizinische Akademie zu einer Universität mit einer Medizinischen, einer Mathematisch-Naturwissenschaftlichen und einer Philosophischen Fakultät auszubauen. Der Minister vertrat dabei den Plan einer „schleichenden Gründung“;⁷ die er als Gegensatz zur „Verwirklichung eines großen Universitätsplanes“⁸ verstand. Für einen solchen benötige man langfristig finanzielle und personelle Planungssicherheit, die angesichts der Haushaltslage nicht gegeben sei. Das Konzept einer „schleichenden Gründung“ war also die Reaktion auf das Fehlen von Mitteln, die neue Universität in einem großen Wurf auszubauen. Viel mehr als einen bloßen Namenswechsel mit der Zusage, langsam aber sicher den Etat und die Stellen für die neuen Fakultäten bereitzustellen, konnte die Akademie politisch zunächst nicht erreichen. Vor allem aus dieser Einsicht heraus stimmte der Akademische Rat den Vorschlägen dennoch zu. Nun machte sich Mikat daran, sein Konzept der Universitätsgründung umzusetzen, was sich bis zum Ende des folgenden Jahres hinzog.

Im November 1965 besuchte eine Abordnung des Wissenschaftsrates die Medizinische Akademie, die jetzt kurz vor der Umwandlung in eine Universität stand. Diese kam trotz der jahrelangen Vorüberlegungen zum 16. November 1965 letztlich so überraschend, dass kein systematischer Aufbauplan bestand, den man in den kommenden Jahren hätte umsetzen können. Vielmehr hatte umgekehrt, wie die Begehungsguppe des Wissenschaftsrates feststellte, erst der „Beschluss, die Medizinische Akademie zur Universität auszubauen, [...] eine Vielzahl von Planungsüberlegungen zur Folge“⁹. Die starke Erweiterung der Medizinischen Fakultät sowie der fast völlige Neuaufbau einer Naturwissenschaftlichen und einer Philosophischen Fakultät liefen also parallel zur Planung dieses Prozesses ab.¹⁰ Noch im März 1965 wusste das Kuratorium der Medizinischen Akademie nur von Andeutungen des Kultusministeriums, „in Kürze einen Kabinettsbeschluss dahingehend herbeizuführen“¹¹, eine Philosophische Fakultät aufzubauen. Um einen in aller Ruhe geplanten Akt handelte es sich dabei also keineswegs, zumal auch im Vorgespräch zwischen Mikat und Akademischem Rat 1964 von den Geisteswissenschaften mehr perspektivisch als konkret die Rede gewesen war. Insbesondere aufgrund der unklaren Vorstellungen, die bezüglich dieser neuen Philosophischen Fakultät vorgetragen wurden, empfahl der Wissenschaftsrat, ihren Aufbau zurückzustellen, sich also zunächst voll und ganz der Medizin und den Naturwissenschaften zu widmen. Diesem völligen Verzicht auf die Geisteswissenschaften setzte Düsseldorf ein Konzept der „Ecklehrstühle“¹² entgegen, von denen ausgehend die Philosophische Fakultät nach und nach entstehen sollte. Konkret dachte man an zunächst 13 geisteswissenschaftliche Lehrstühle, die bis 1970 einzurichten seien. Weitere 17 Lehrstühle sollten bis 1982 folgen. Gleichzeitig trug man dem Wissenschaftsrat die offensichtlich realitätsferne Vorstellung vor, erst 1978 die Zahl von 190 Studierenden geistes-

⁶ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 2, 149: Protokoll der außerordentlichen Sitzung des Akademischen Rates am 25.5.1964.

⁷ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 2, 149: Protokoll der außerordentlichen Sitzung des Akademischen Rates am 25.5.1964.

⁸ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 2, 149: Protokoll der außerordentlichen Sitzung des Akademischen Rates am 25.5.1964.

⁹ Bundesarchiv Koblenz B 247, 29: Vermerk der Begehungsguppe, 14.2.1966.

¹⁰ Vgl. Gattermann (2000: 19).

¹¹ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 2, 76: Protokoll Kuratorium, 24.3.1965.

¹² Bundesarchiv Koblenz B 247, 29: Vermerk der Begehungsguppe, 14.2.1966.

wissenschaftlicher Fächer zu erreichen. Kurz: Form und Umfang des Aufbaus der Philosophischen Fakultät lagen noch weitgehend im Dunkeln, als der Startschuss fiel.

Konkreter äußerte man sich zu den Planungen im medizinischen Bereich, wobei man auf Überlegungen der vorhergehenden Jahre zurückgreifen konnte. In drei Stufen sollte hier bis 1975 eine Zahl von 1.960 Studierenden erreicht werden, die von 45 Lehrstühlen betreut werden sollten. An zusätzlichen Schwerpunkten – neben den bisher gepflegten wie Kardiologie oder Endokrinologie – sollten Aphasie, Neonatologie und ein Zentrum für Verbrennungskrankheiten gefördert werden, womit der wissenschaftliche Schwerpunkt der Universität insgesamt mittelfristig allein bei der Medizin lag, die aber vorerst auch allein dazu in der Lage war, überhaupt derartige Schwerpunkte zu pflegen.¹³ Der Ausbau der Naturwissenschaften, bei dessen Planung ebenfalls auf frühere Überlegungen zurückgegriffen werden konnte,¹⁴ sollte in vier Stufen bis 1982 erfolgen. Für jenes Jahr rechnete man mit 1.800 Studierenden und 35 Lehrstühlen. Dass diese Zahlen – maximal wurden 5.000 Studierende erwartet – dem Druck der Studienanfänger der kommenden Jahrzehnte nicht standhalten konnten, ist den Planern des Jahres 1965 kaum vorzuwerfen. Diese – aus heutiger Sicht – Fehleinschätzung ist neben der sich zum Teil überschlagenden hochschulpolitischen Entwicklung auch dem Konzept der „schleichenden Gründung“ geschuldet, deren markantestes Merkmal ja gerade das Fehlen eines Plans aus einem Guss war. Bewusst wurde in Düsseldorf auf die Etablierung eines Gründungsausschusses verzichtet, der ein Konzept für den Aufbau ausgearbeitet hätte. Insofern bildete das Düsseldorfer Beispiel durchaus einen Sonderfall, der vor allem in den finanziellen Rahmenbedingungen seine Begründung fand: Die Landesregierung hätte voraussichtlich keiner Festlegung großer finanzieller Mittel auf den Standort Düsseldorf zugestimmt, die mit der Billigung eines feststehenden Ausbauplanes verbunden gewesen wäre. Daher war es notwendig, kleine Schritte zu machen, für jede Ausbaustufe Einzelanträge zu stellen und auf günstige Gelegenheiten zu warten, um größere Schritte voranzukommen.¹⁵

Die „schleichende Gründung“ war also der einzige politisch durchsetzbare Weg zur Universitätsgründung, aber mit nicht unerheblichen Nachteilen verbunden. Die verfügbaren Mittel hinkten von Beginn an dem Bedarf hinterher, wodurch immer wieder Planungen über den Haufen geworfen und Provisorien eingerichtet werden mussten. Als z. B. mit der Berufung von Erwin Kreyszig das Mathematische Institut ins Leben gerufen wurde, existierte dieses vorerst räumlich nur virtuell: Die Universitätsverwaltung gab gegenüber der Presse an, dass das Institut noch nicht untergebracht sei und Kreyszig daher von Zeit zu Zeit telefonisch seinen Aufenthaltsort bekannt gebe.¹⁶ Der Bau der benötigten Gebäude auf dem heutigen Campus war in mehreren Schritten bis 1982 geplant und sollte von einem auf 25 Jahre angelegten Ausbauprogramm der bis 1973 noch städtischen Kliniken begleitet werden. Zunächst aber waren die meisten neu gegründeten Institute und Seminare noch jahrelang über Düsseldorf verteilt in angemieteten Räumen untergebracht,¹⁷ etwa in der Kavalleriestraße, in der Ulenbergstraße, in der Mettmanner Straße, in der Cecilienallee und im DAG-Haus an der Haroldstraße.

¹³ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 6, 89: Aktenvermerk Rektorat, 22.1.1965.

¹⁴ Vgl. Schadewaldt (1966: 136f.).

¹⁵ Vgl. Gattermann (2000: 23).

¹⁶ Vgl. *Düsseldorfer Nachrichten* vom 31.8.1967.

¹⁷ Universitätsarchiv Düsseldorf 7/ 4, 443: Aktenvermerk Staatshochbauamt, 31.8.1967 (mit anliegenden Plänen).

Die junge Universität musste sich also mit großer Flexibilität und Kreativität auf die schwierige Zeit der Provisorien und des ständigen, mit immer neuen Planungsänderungen verbundenen Aufbaus einstellen, um den Herausforderungen gewachsen zu sein. Dass sich dabei manche Erwartung nicht erfüllte, steht auf einem anderen Blatt. Es kam beispielsweise nicht zur Einrichtung eines Lehrstuhls für Homöopathie oder eines Instituts für Friedenspädagogik,¹⁸ was zeigt, dass bei aller Flexibilität der Ausbau nicht ungesteuert verlief. Das war allein schon wegen der konkurrierenden Ansprüche der Fächer auf die Jahr für Jahr neu einzurichtenden Stellen notwendig, denn alle Wünsche konnten nicht befriedigt werden. So gab es für 1968 Bedarfsanmeldungen für zwölf H 1a-Dozenturen bei drei verfügbaren Stellen, und Bedarfsanmeldungen für 79 H 1-Assistenzen standen 27 Stellen gegenüber.¹⁹ Das zu enge Korsett des Stellenplans behinderte den Ausbau der Universität also nicht unbeträchtlich. Doch Personal nutzte wenig ohne die Gebäude für seine Unterbringung. Auch deren Bau verzögerte sich immer wieder stark, weil die beantragten Mittel nicht oder nicht schnell genug zur Verfügung standen. Erst im September 1967 wurde der erste Spatenstich im neu zu erschließenden Südbereich des Campus gefeiert. Ob, wie es bisweilen in der lokalen Presse angedeutet wurde, der Ausbau Düsseldorfs bewusst zugunsten der völligen Neugründungen Bochum und Bielefeld vernachlässigt wurde,²⁰ kann hier nicht geklärt werden. Möglicherweise wirkte sich die Gründung Düsseldorfs als Ausbau einer schon lange vorhandenen Keimzelle negativ aus, denn die Erweiterung einer bestehenden Einrichtung war weder so prestigeträchtig noch mit so unabweisbar notwendigen Investitionen verbunden, wie eine Gründung auf der grünen Wiese.

Trotz allem schritt jedoch der Ausbau in den ersten Jahren kontinuierlich mit immer neuen Berufungen in allen Fakultäten voran.²¹ Die „schleichende“ Form der Universitätsgründung erwies sich dabei nicht nur als nachteilig. Denn dem Nachteil der mangelnden Planungssicherheit kann man den Vorteil großer Flexibilität entgegenhalten, mit der die noch junge Universität den hochschulpolitischen Entwicklungen der ersten Jahre begegnen konnte. Es gab in vielen Bereichen noch keine verkrustete Hochschulverfassung, die wie anderswo in schweren Auseinandersetzungen den Erfordernissen der neuen Zeit angepasst werden musste.²² Weder die Universität insgesamt noch die einzelnen Fakultäten oder auch die Studierendenschaft verfügten 1966 über eine Satzung, Verfassung oder Grundordnung, die der neuen Lage entsprochen hätte. Die Diskussion insbesondere über die Verfassung der Universität insgesamt wurde jedoch zunächst zurückgestellt. Sie zu führen, wäre angesichts der noch unklaren Vorstellungen über die zu erreichende Struktur tatsächlich zu diesem Zeitpunkt verfrüht gewesen. Sie war auch zunächst nicht nötig, da es sich bei der Universitätsgründung ja formal nur um die Umbenennung und Erweiterung einer seit langem bestehenden Hochschule handelte, deren Normen und Verfahrensordnungen folglich weiterhin Gültigkeit hatten. Mit diesem Argument konnte man die Verfassungsdiskussion bis 1968/70 verschieben, obwohl sehr schnell deutlich wurde, dass insbesondere Verfahrensordnungen, die in der noch kleinen Medizinischen Akademie funktionierten, unter den sich rasch verändernden Verhältnissen einer wachsenden Universität mit mehreren Fakultäten an die Grenzen ihrer reibungslosen Umsetzbarkeit stießen.

¹⁸ Vorschläge und Anträge dazu in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 5, 23 und 30 und 188.

¹⁹ Alle Zahlen nach einer Aufstellung aus dem Jahr 1967, Universitätsarchiv Düsseldorf 7/ 4, 395.

²⁰ So z. B. *Rheinische Post* vom 20.9.1967 und *Düsseldorfer Nachrichten* vom 20.9.1967.

²¹ Siehe dazu die Übersicht bei Schadewaldt (1973: 126-165).

²² Universitätsarchiv Düsseldorf 4/ 3, 132; Protokoll Philosophische Fakultät, 15.4.1969.

Auch die Fakultäten und die einzelnen Institute gaben sich erst nach und nach Satzungen und Geschäftsordnungen. Dabei war durchaus Spielraum für Ansätze, die Forderungen, die andernorts an die Demokratisierung der Hochschulstruktur gerichtet wurden, gar nicht erst entstehen ließen oder ihnen die Spitze nahmen.²³ Auf der anderen Seite – darauf wies Peter Hüttenberger schon 1986 hin – verhinderte der Traditionskern der „alten“ Medizinischen Fakultät ein Überborden der Reformideen im Anschluss an „Modetorheiten“²⁴ der späten 1960er Jahre, so dass die Universität Düsseldorf mit ihrer Verbindung von Alt und Neu strukturell besser als manche nur alte oder nur junge Hochschule dazu geeignet war, die Probleme dieser Zeit zu meistern.

Da zunächst die Zahl der natur- und geisteswissenschaftlichen Lehrstühle gering war, wurden sie von 1966 bis 1969 in einer kombinierten Naturwissenschaftlichen-Philosophischen Fakultät zusammengefasst. Als Dekan zeichnete der Physiker Jan van Calker verantwortlich. In der Praxis ergab sich ein kollegiales Miteinander mit dem Philosophen Alwin Diemer, der in Fragen des geisteswissenschaftlichen Teils der Fakultät federführend wurde. Diese Konstellation begünstigte den interdisziplinären Ansatz, wie ihn Diemer mit der Fokussierung der Tätigkeit der Wissenschaften aller Zweige auf die gemeinsame Frage nach dem Menschen und seinen materiellen, geistigen und körperlichen Lebensumständen umschrieben hatte. Ganz allgemein erwies sich das anfangs sehr enge Miteinander von Natur- und Geisteswissenschaftlern in einer einzigen Fakultät als fruchtbar nicht nur im Bereich der Kontaktpflege, sondern auch bei der Beschäftigung mit Angelegenheiten sonst fremder Fächer, die zwangsläufig etwa im Bereich der Berufungen stattfand. Hilfreich für ein interdisziplinäres Klima war es auch, dass die Mediziner die Natur- und Geisteswissenschaften ausdrücklich als „Nebendisziplinen“²⁵ der Medizin ansahen, dass also die neuen Fakultäten zunächst hauptsächlich der Verbesserung der Medizinerausbildung dienen sollten und daher nicht so sehr als Konkurrenz, sondern eher als sinnvolle Ergänzung angesehen werden konnten. Dass diese Perspektive der Gründung der neuen Fächer einen gewissen An Schub und eine Lobby in der alten Fakultät gab, liegt auf der Hand, – ebenso jedoch, dass die neuen Fakultäten mittelfristig ein eigenes Profil gewinnen mussten.²⁶

Es waren aber nicht so sehr diese Probleme, die der jungen Universität bundesweite Aufmerksamkeit brachten. Diese entstand vielmehr aus dem Streit um ihre Benennung. Hier bündelten sich viele der Schwierigkeiten, die in den ersten Jahren zu bewältigen waren, weshalb auch eine kursorische Universitätsgeschichte nicht darauf verzichten kann, sie zu diskutieren. Der Konflikt wurde auf mehreren Ebenen ausgetragen: auf der der Generationen, der der erwarteten fachlichen Fokussierung, der der inneruniversitären Spannungen bei der Ausgestaltung einer neuen Verfassung sowie schließlich auf der Ebene des Verhältnisses der Universität zu Staat und Öffentlichkeit in der Frage der Hochschulautonomie.

Wegen der Vielschichtigkeit der Problematik wird im Folgenden darauf verzichtet, den Namensstreit über die ersten fünf Jahren hinaus zu verfolgen, zumal der Stand der Sicherung der einschlägigen Quellen zwar neue Einsichten, aber keine abschließende Beurteilung erlaubt.

²³ Siehe z. B.: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 5, 8: Protokoll Kuratorium, 6.2.1968.

²⁴ Hüttenberger (1986: 24).

²⁵ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 2, 149: Protokoll der außerordentlichen Sitzung des Akademischen Rates am 25.5.1964. Siehe dazu auch: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 2, 76: Protokoll Kuratorium, 12.2.1964. Vgl. Hüttenberger (1986: 19f.).

²⁶ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 6, 116: Entwurf eines Memorandums zum Universitätsausbau, o.D. (1967).

Anfänglich war die Frage der Benennung nicht mehr als ein Gedankenspiel: Sie tauchte in der Presse zugleich mit den Berichten über die Umwandlung der Medizinischen Akademie in eine Universität auf.²⁷ Der Düsseldorfer Oberstadtdirektor Gilbert Just schlug vor, die Universität nach Heinrich Heine zu benennen. Ebenfalls in der Presse genannt wurde „Jan-Wellem-Universität“ – ein Vorschlag, der angeblich aus dem Künstlermilieu stammte.²⁸

Von einer ernsthaften Debatte kann man zu diesem Zeitpunkt jedoch nicht ausgehen. Dies verdeutlicht u. a. der Beschluss der Düsseldorfer Heine-Gesellschaft von Januar 1966, sich bezüglich der Benennung Zurückhaltung aufzuerlegen.²⁹

Politische Brisanz erfuhr die Thematik erstmals im Juli 1967: In den *Düsseldorfer Nachrichten* wurden Auszüge eines Briefes von Fritz Hellendall, einem in London lebenden deutsch-jüdischen Emigranten, an Just veröffentlicht. Hellendall bemängelte das von ihm als unzureichend empfundene Gedenken an Heine in seiner Vaterstadt und stellte die provokante Frage, ob Düsseldorf sich des „größten Sohnes ihrer Stadt schäme“.³⁰ Als Reaktion darauf schlug Just erneut die Benennung der Universität nach Heinrich Heine vor, verwies aber auf den Kultusminister als oberste Entscheidungsinstanz.³¹

Zu einer ernsthaften Debatte entwickelte sich die Frage jedoch erst gegen Ende des Jahres 1968: Im Zeitraum vom 30. Oktober bis 9. November wurde auf Initiative von vier Professoren (Ludwig Schrader, Romanistik, Helmut A. Benning, Anglistik, Georg Stötzel, Ältere Germanistik und Manfred Windfuhr, Leiter der 1963 eingerichteten Arbeitsstelle für die Düsseldorfer Heine-Gesamtausgabe und designierter Lehrstuhlinhaber für Neuere Germanistik) sowie sechs Dozenten und wissenschaftlichen Mitarbeitern ein Votum für die Benennung der Universität nach Heine durchgeführt, das 122 Vertreter des akademischen Mittel- wie des Überbaus aus dem medizinisch-naturwissenschaftlichen und dem geisteswissenschaftlichen Bereich unterzeichneten.

Das Votum war umfassend begründet: Angeführt wurden neben der Weltgeltung Heines, die bei einer Benennung nach ihm das internationale Ansehen der gesamten Universität vermehren könne, die Symbolfigur Heine als geistiger Mitbegründer und Vorkämpfer für Liberalität und Demokratie in Zeiten „konservativster monarchischer Politik“, die universelle Gelehrsamkeit Heines, die die künftige Gesamtuniversität mit demnächst drei Fakultäten gut repräsentieren könne, und schließlich die „gute“ Tradition der Namensgebung nach bedeutenden Vorbildern.³²

Schon die große Zahl der Unterstützer innerhalb der Universität erforderte eine Stellungnahme. Als Antwort und gewissermaßen als erste offizielle Amtshandlung (die Rektoratsübergabe war am 6. November erfolgt) gab daher der neue Rektor Alwin Diemer am 8. November 1968 eine vierseitige ablehnende und in der Diktion schroffe Presseerklärung heraus. Darin verwies er den Urheber des Votums auf außerhalb der Universität, indem er als Absender einen „Herrn der Landes- und Stadtbibliothek“ ausmachte, womit Windfuhr als Bearbeiter der dort angesiedelten Heine-Gesamtausgabe gemeint war.

²⁷ Vgl. *Düsseldorfer Nachrichten* vom 19.11.1965.

²⁸ Vgl. *Die Welt* vom 24.11.1965.

²⁹ Vgl. *Düsseldorfer Nachrichten* vom 24.1.1966.

³⁰ Vgl. *Rheinische Post* vom 28. 7.1967.

³¹ Vgl. *Düsseldorfer Nachrichten* vom 29.7.1967.

³² Universitätsarchiv Düsseldorf 7/ 18, 12: Votum für „Heinrich-Heine-Universität“.

Unter Verweis auf die Tradition der Namensgebung von Universitäten im 19. Jahrhundert erklärte er auch die Bestrebungen einer Benennung nach Heinrich Heine zu einem Personenkult und einem „alten Zopf“. In Bezug auf die Geisteswissenschaftler schrieb er, diese machten den Eindruck, sie könnten den Wert ihrer Wissenschaft nur durch einen „Reklamenamen“ mehren. Wenn überhaupt ein Name zur Debatte stehe, könne es nur einer aus dem medizinisch-naturwissenschaftlichen Bereich sein. In Bezug auf Heines Verhältnis zu Universität und Wissenschaft zitierte Diemer Passagen aus einer Publikation Windfuhrs über das ablehnende Verhältnis Heines zur Universität in der „Harzreise“. Einer der später häufig zitierten Sätze der Presseerklärung lautete: „Gebt der Wissenschaft, was der Wissenschaft ist und gebt Heine, was Heines ist.“³³

Als damals höchstes Gremium der Universität entschied der kleine Senat dann in seiner Sitzung am 18. November 1968, der Universität Düsseldorf „keinen sonstigen Namen“ beizugeben und außerdem die Fakultäten zu bitten, sie mögen veranlassen, dass „keine weiteren Aktionen erfolgen“.³⁴

Damit war das Problem allerdings nicht gelöst. Mediziner, die gegen eine Benennung nach Heine waren, wiesen darauf hin, dass der fachliche Fokus auf der Medizin bleiben müsse.³⁵ Dass der begründete Hinweis auf den medizinischen Schwerpunkt der Universität in der Öffentlichkeit in der Frage der Namensgebung teilweise den Eindruck konservativer Besitzstandswahrung erweckte, verursachten besonders Äußerungen des Anatomen Anton Kiesselbach, der die Kollegen der Philosophischen Fakultät als „Unruhestifter“ ausmachte und sogar eine Ausklammerung der medizinischen Fakultät aus der Universität empfahl.³⁶

Die Unsicherheit der weiteren Universitätsentwicklung beeinflusste auch die Struktur und Besetzung der Universitätsgremien. Die Initiatoren des Votums, die aus dem geisteswissenschaftlichen Bereich stammten, konnten daher zu Recht darauf hinweisen, dass der Senat bei seiner Entscheidung keine adäquate Interessenvertretung der Gesamtuniversität darstellte: Die kombinierte Naturwissenschaftlich-Philosophische Fakultät wurde erst im Januar 1969 getrennt, und die Votisten hatten ausdrücklich auf den künftigen Status der Universität mit drei Fakultäten hingewiesen.³⁷

Nachdem der Senat die Änderung des Namens abgelehnt hatte, beharrte er jedoch auf der Endgültigkeit der Entscheidung und versuchte künftig, alle Bestrebungen einer Erweiterung der Diskussion auf einer breiteren inner- oder außeruniversitären Ebene möglichst zu unterbinden: So entschied er, Windfuhrs mehrmaliger Forderung nach einer öffentlichen Podiumsdiskussion nicht nachzugeben.³⁸

³³ Alwin Diemer: Presseerklärung, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 7/ 4, 422.

³⁴ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 5, 90: Protokoll Senat, 18.11.1968.

³⁵ Etwa: Hans Schadewaldt, der eine Benennung nach einem berühmten Düsseldorfer Mediziner wie Arthur Schlossmann oder Walter Kikuth vorschlug.

³⁶ „Ich verfolge die Entwicklung der Philosophischen Fakultät mit großem Unbehagen, um so mehr, als z. B. ein Professor, der noch nicht zu unserem Lehrkörper gehört und hier noch keine Vorlesung gehalten hat, taktlos und dreist durch eine demokratische Vergewaltigung einen Namen für die Universität erzwingen will.“ (Interview mit Anton Kiesselbach, in: *Düsseldorfer Nachrichten* vom 25.1.1969)

³⁷ Noch 1971 bemängelte die Philosophische Fakultät die Entscheidung des Akademischen Rates, für die geisteswissenschaftliche Fakultät nur zwei Vertreter für sechs Fachbereiche zuzulassen. Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 5, 241: Protokoll der Sitzung des Akademischen Rates am 10. 2.1971.

³⁸ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 5, 91: Protokoll der Senatssitzung am 20.1.1969. Vgl. auch die Äußerungen Windfuhrs in einem Gespräch mit dem Rektor am 20.1.1969, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 7/ 4, 422, und in einem Brief an den Senat vom 25.2.1969, in: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 5, 91.

Im Kontext des in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ausgetragenen Konfliktes zwischen Autonomieansprüchen der Universitäten und staatlicher Kontrolle wurden öffentliche und staatliche Stellungnahmen in der Frage nach der Universitätsbenennung als Eingriff in die Autonomie aufgefasst, und dies mag die Bestrebungen des Senats erklären, die Debatte nicht auf eine außeruniversitäre Ebene zu erweitern. Das Argument der zu wahrenen Hochschulautonomie, aus Sicht der Universität ein zentrales, wurde von der Öffentlichkeit in der Frage der Universitätsbenennung jedoch als Ausweichmanöver empfunden.

Bereits am 8. November 1968 hatte die *Rheinische Post* Auszüge eines Briefes Fritz Hellendalls abgedruckt, in der er die ihm kolportierten Gerüchte über einen Widerstand der Mediziner gegen Umbenennungspläne in Beziehung zu „alten Kräften der Reaktion setzte.“³⁹

Die im In- und Ausland vermutete Kontinuität der deutschen und insbesondere der Düsseldorfer Heine-Ablehnung zeigt besonders deutlich den Gegensatz zwischen deutscher und ausländischer Heine-Rezeption der Nachkriegszeit, zumal weder auf der Seite der Studierenden der Universität noch der Düsseldorfer Bürger anfänglich wirkliches Interesse an der Benennung nach Heinrich Heine herrschte.⁴⁰

Sowohl auf diese Schiefelage in der Wahrnehmung der Symbolhaftigkeit Heines als auch auf die negativen Auswirkungen des Ansehens von Stadt und Universität wies die Heine-Gesellschaft in einem offenen Brief hin. Sie empfahl als einzige Lösung ein Bekenntnis der Universität zu Heinrich Heine.⁴¹ Diese wohl begründeten Überlegungen wurden dann aber teilweise überlagert von persönlichen Differenzen, so dass in der Öffentlichkeit der unzutreffende Eindruck entstand, die Ablehnung läge allein an einer reaktionären Haltung des Rektors Diemer.⁴²

Dies verdeutlicht auch die Empfehlung der 1968 gegründeten Heine-Bürgerinitiative an die Mitglieder des akademischen Rates zur Rektorwahl des Jahres 1970, eingedenk der „unglücklichen politischen Richtlinien“ des bisherigen Rektors und der daraus resultierenden Rufschädigung der Universität, einen Rektor zu wählen, der der Frage der Namensgebung positiv gegenüberstehe.⁴³ Mit der Wahl von Carl-Heinz Fischer folgte dann tatsächlich der Versuch einer Entideologisierung der Debatte. Fischer willigte in ein Treffen mit den Vertretern der Bürgerinitiative ein, in dessen Verlauf Diskussionsbereitschaft signalisiert wurde.⁴⁴

³⁹ Vgl. *Rheinische Post* vom 8.11.1968.

⁴⁰ In einer vom Asta durchgeführten Umfrage stimmten 70 Prozent der Studierenden für die Beibehaltung des Namens „Universität Düsseldorf“. Vgl. *Düsseldorfer Nachrichten* vom 20.11.1968 und *Rheinische Post* vom 22.1.1969. Dieses studentische Desinteresse verkehrte sich später ins Gegenteil, vgl. dazu: Ehlert (1994: 4-15).

⁴¹ Universitätsarchiv Düsseldorf 7/ 4, 422: Offener Brief der Heinrich-Heine-Gesellschaft vom 30.11.1969, und Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 5, 90: Protokoll der Senatssondersitzung am 4.2.1969.

⁴² Anlass dafür war ein Artikel Fritz Hellendalls in der New Yorker Zeitschrift *Aufbau* vom 17.1.1969, bei dessen Lektüre Zweifel an der politischen Integrität Diemers entstehen konnte. Der sich daraufhin entwickelnde Streit zwischen Diemer und Hellendall gipfelte in einer Dienstaufsichtsbeschwerde gegen Diemer. Vgl. die gesammelte Korrespondenz dazu in: Universitätsarchiv Düsseldorf 7/ 4, 422.

⁴³ Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 5, 198: Offener Brief der Bürgerinitiative Heinrich-Heine-Universität an den Akademischen Rat vom 11.2.1970.

⁴⁴ Vgl. *Rheinische Post* vom 14.11.1970 und Universitätsarchiv Düsseldorf 1/ 5, 93.: Protokoll der Senatssitzung vom 14.12.1970.

Der weitere Verlauf des Namensstreits, der sich ja noch bis in die späten 1980er Jahre hinziehen sollte, kann hier nicht untersucht werden. Wichtig ist indes festzustellen, dass es um mehr ging, als um die bloße Ehrung eines großen Dichters. Es ging von Anfang an auch um die Verortung der Universität insgesamt, um ihre Verfassung, dabei insbesondere um die Mitbestimmungsrechte von Mittelbau und Studierendenvertretern sowie um den Proporz zwischen den Fakultäten, um die Hochschulautonomie und nicht zuletzt auch um die Frage, wen man als Namenspatron bevorzugte. Dieses Bündel von miteinander verquickten Problemen – beispielsweise konnte ein Ordinarius zwar persönlich ein Heine-Befürworter, in seinem Stimmverhalten aber ein Gegner sein, um die Integrität des Senatsbeschlusses zu wahren und der Öffentlichkeit kein Hereinwirken in die autonome Sphäre der Universität zu gestatten – lud den Konflikt mit einer letztlich unnötigen Schärfe auf. Dass dies möglich war, lag zu einem Gutteil an der noch unfertigen Struktur der Universität und an der „schleichenden“ Form des Aufbaus. Das Fehlen einer klaren Verfassung und eines Gründungsplanes in Verbindung mit den sich ständig durch Neuberufungen und Einstellungen ändernden Mehrheitsverhältnissen gab jeweils Befürwortern wie Gegnern genügend Argumente für ihre Sicht. Nicht zufällig trat man daher in die nächste heiße Phase des Namensstreits in den Jahren 1972 und 1973 ein, als der Satzungskonvent eine neue Verfassung erarbeitete. Der Namensstreit und die zeitweilige Schärfe seiner Austragung waren also zum Teil auf die „schleichende“ Universitätsgründung zurückzuführen, die die Protagonisten im Unklaren ließ sowohl über die Verfassung und Mitbestimmungsrechte als auch über Ziel und Selbstverständnis der Hochschule insgesamt. Der politische Winkelzug, eine Universitätsgründung ohne Plan und ohne feste Zusagen für die für den Ausbau notwendigen Mittel und Stellen „schleichend“ durchzusetzen, wirkte sich hier eher negativ aus. Auch sonst hatte er manchen Engpass und auch manche Enttäuschung zur Folge. Eine Gründerzeit, in der Geld keine oder nur eine geringe Rolle spielt, hat es in Düsseldorf nicht gegeben. Insgesamt wurde jedoch in den ersten fünf Jahren ein angesichts der häufig notwendigen Improvisationen und der hochschulpolitisch unruhigen Zeitläufe erstaunlich tragfähiges Fundament für eine Hochschule geschaffen, die mehr darstellt, als eine Medizinische Fakultät mit einem Kranz von Nebengewissenschaften.

Bibliographie

- DÜWELL, Kurt. „Am Anfang waren's vier'. Die Hochschullandschaft NRW nach 1946“, in: MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.). *Gaudeamus ... Das Hochschulland wird 50. Eine Ausstellung des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen*. Düsseldorf 1996, 12-25.
- EHLERT, Holger. „Die Geschichte der Namensgebung oder: Eine Geschichte voller Rätsel und Schmerzen“, in: FACHSCHAFT GERMANISTIK UND FACHSCHAFT PHILOSOPHIE DER HEINRICH-HEINE-UNIVERSITÄT DÜSSELDORF (Hrsg.). *Land der Rätsel und der Schmerzen. Broschüre der Studierenden der Heinrich-Heine-Universität zum fünften Jahrestag der Benennung der Universität Düsseldorf nach Heinrich Heine*. Düsseldorf 1994, 4-15.
- GATTERMANN, Günter: „Paul Mikat, Gründervater der Universität Düsseldorf“, in: PRESSESTELLE DER HEINRICH-HEINE-UNIVERSITÄT DÜSSELDORF (Hrsg.). *Der Gründervater. Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Paul Mikat zum 75. Geburtstag*. Düsseldorf 2000, 15-24. (Düsseldorfer Uni-Mosaik; 10)

- HÜTTENBERGER, Peter. „Die Gründung der Universität Düsseldorf“, in: PRESSESTELLE DER HEINRICH-HEINE-UNIVERSITÄT DÜSSELDORF (Hrsg.). *Universität Düsseldorf. Festschrift zum 20jährigen Bestehen. 16. November 1985*. Düsseldorf 1986, 18-24. (Düsseldorfer Uni-Mosaik; 3)
- PLASSMANN, Max. „Der lange Weg der Medizinischen Akademie Düsseldorf zur Universität. Quellen zu ihrer Position in der deutschen Hochschullandschaft, 1907-1965“, in: Max PLASSMANN (Hrsg.). *Bewahren und Gestalten. Ein Jahr Universitätsarchiv Düsseldorf*. Düsseldorf 2002, 47-56.
- SCHADEWALDT, Hans (Hrsg.). *Universität Düsseldorf*. Basel 1966.
- SCHADEWALDT, Hans (Hrsg.). *Von der Medizinischen Akademie zur Universität Düsseldorf. 1923-1973. Festschrift anlässlich des 50jährigen Jubiläums der Gründung der Medizinischen Akademie am 13. Mai 1923*. Berlin 1973.

Chronik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Rolf Willhardt

Jahreschronik 2002

1. Januar Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. Helmut Sies (Physiologische Chemie) tritt sein Amt als Präsident der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften an.
2. Januar Nach der ZVS-Statistik nimmt die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät in der Beliebtheitsskala der Studienbewerber deutschlandweit den vierten Platz ein und rangiert damit vor Traditionsstandorten.
11. Januar Auf einer Pressekonferenz präsentieren Vertreter der Heinrich-Heine-Universität und der Bergischen Universität/Gesamthochschule Wuppertal ein Konzept, um die Lehrerausbildung in einem neuen Bachelor- und Masterstudiengang doch noch zu halten.
21. Januar bis 1. Februar Informationswochen für Schüler („Schnupper-Uni“).
23. Januar Neujahrskonzert unter der Leitung von Silke Löhr und Rektorempfang mit Gästen aus Wissenschaft, Politik, Diplomatie, Wirtschaft und Verwaltung.
28. Januar Nach sechsjähriger Amtszeit beendete Frau Univ.-Prof.’in Dr. Michiko Mae (Modernes Japan) ihr Prorektorat für Lehre, Studium und Studienreform.
Univ.-Prof. Dr. Gerhard Rupp (Didaktik der deutschen Sprache und Literatur) wird zum Rektorsbeauftragten für Lehre, Studium und Studienreform ernannt.
4. Februar Seiner Durchlaucht Prinz Rodrigue von Arenberg wird auf Schloß Mickeln die Ehrensensorenwürde verliehen.
5. Februar Dr. Kurt Wessing und Dr. h. c. Hans-Hermann Leimbach erhalten die Ehrendoktorwürde der Juristischen Fakultät.

5. Februar Vorlesung „Der politische Umbruch an der Medizinischen Akademie in den sechziger Jahren“. Es ist die letzte Veranstaltung der Reihe „Die Medizinische Akademie zwischen Diktatur und Demokratie“, organisiert im Wintersemester 2001/2002 vom Institut für Geschichte der Medizin (Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch). In ihr wurden erste Ergebnisse eines Forschungsprojektes zur Geschichte der Medizinischen Akademie nach 1945 präsentiert. Die Vorlesungen fanden großes Interesse in der Düsseldorfer Öffentlichkeit.
7. Februar Ausstellungseröffnung in der Universitäts- und Landesbibliothek: „200 Jahre Karneval in Düsseldorf“.
8. Februar Promotionsfeier der Medizinischen Fakultät (131 Urkunden) und „Goldene Promotion“: Zehn Ärztinnen und Ärzte erhalten nach 50 Jahren noch einmal eine Urkunde.
12. Februar Im Rahmen der Senatssitzung wird Prorektorin Univ.-Prof.'in Dr. Michiko Mae offiziell verabschiedet.
18. Februar „Die Düsseldorfer Bezirksregierung zwischen Demokratisierung, Nazifizierung und Entnazifizierung“ ist das Thema einer hochkarätigen Expertentagung beim Regierungspräsidenten, organisiert von Historikern der Heinrich-Heine-Universität.
18. Februar em. Univ.-Prof. Dr. Arnold Gries (Innere Medizin/Diabetes Forschungsinstitut) wird das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse verliehen.
20. Februar Univ.-Prof. Dr. Gerd Krumeich (Neuere Geschichte) wird der französische Orden „Chevalier dans l'Ordre des Palmes Académiques“ verliehen.
20. Februar Die Literaturwissenschaftlerin Dr. Eva Hölter wird neue Persönliche Referentin des Rektors und damit Nachfolgerin des bisherigen langjährigen Referenten, Oberregierungsrat Ulrich Henneke.
25. Februar Richtfest des LifeScienceCenter am Merowingerplatz.
6. März Fünf Pharmazie-Dozenten der Universität Kabul besuchen ein Weiterbildungsseminar an der Heinrich-Heine-Universität. Die Organisation liegt in Händen von Univ.-Prof. Dr. Bernhard C. Lippold (Pharmazeutische Technologie).
6. März Auf der Jahresversammlung der Heinrich-Heine-Gesellschaft wird Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. Gert Kaiser zum stellvertretenden Vorsitzenden gewählt. 1. Vorsitzende wird die Schriftstellerin Ingrid Bachér.
12. bis 14. März 8.000 Interessierte besuchen die Messe LifeCom auf dem Campus.

19. März Das Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung teilt mit, welche Universitäten in Nordrhein-Westfalen die konsekutive Lehrerausbildung erproben werden. Die Heinrich-Heine-Universität ist nicht dabei.
5. April Wissenschaftsministerin Gabriele Behler eröffnet auf Schloss Mickeln das Kompetenznetzwerk Stammzellforschung, an dem auch Düsseldorfer Wissenschaftler maßgeblich beteiligt sind.
5. April Eröffnung der ersten Station der Totentanz-Ausstellung (Institut für Geschichte der Medizin) in Stettin/Polen. Die Grafiken werden bis Januar 2003 in Breslau, Lodz, Posen und Krakau gezeigt.
15. April Der Kanzler der Heinrich-Heine-Universität, Ulf Pallme König, wird als Sprecher der Kanzler in Nordrhein-Westfalen wiedergewählt.
17. April Das Ranking des Centrum für Hochschulentwicklung (CHE) stellt fest, dass die Juristische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität zu den drei besten Juristischen Fakultäten in Deutschland zählt.
22. April Unterzeichnung der Zielvereinbarung zwischen der Heinrich-Heine-Universität und dem Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung, vertreten durch Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. Gert Kaiser und Ministerin Gabriele Behler, auf Schloss Mickeln.
29. April Besuch des Oberbürgermeisters von Haifa, Amram Mitzna, beim Rektor.
29. April bis 13. Juni Ausstellung „Modedesign: Arbeiten aus der Modeschule Düsseldorf – Schloss Eller“ in der Universitäts- und Landesbibliothek.
7. Mai Diskussionsveranstaltung der Evangelischen Studentengemeinde mit Präses Manfred Kock zum Thema „Sterbehilfe“.
15. Mai Zum Sommersemester 2002 sind am Stichtag 24.440 Studierende eingeschrieben, davon 423 Erstsemester.
23. Mai Das Institut der Deutschen Wirtschaft (Köln) hat die Unterhaltskosten von Studierenden ermittelt. Demnach ist das Leben für Studierende in Düsseldorf im Vergleich der zehn teuersten deutschen Hochschulstädte hinter Frankfurt am Main, München und Hamburg auf Platz 4 der Kostenskala (744 €, davon 277 € Miete).
1. Juni Dipl.-Psych.'in Sabrina Jebsen tritt im Universitätsklinikum ihren Dienst als Qualitätsmanagerin an.
2. Juni Die Dekanin der Philosophischen Fakultät, Univ.-Prof.'in Dr. Vittoria Borsò, erhält den italienische Orden „Cavaliere Ufficiale“.
5. Juni Am Sport Dies beteiligen sich ca. 1.000 Studierende.

6. bis 8. Juni Auf Schloss Mickeln findet eine gemeinsame Tagung der niederländischen und der nordrhein-westfälischen Universitätskanzler zum Thema „Internationalisierung“ statt.
7. Juni Gründungsversammlung der Düsseldorf Business School GmbH, die Anfang 2003 den Lehrbetrieb in der Orangerie von Schloss Benrath aufnehmen soll.
10. bis 12. Juni Wahlen zu den Selbstverwaltungsgremien der Heinrich-Heine-Universität.
12. und 13. Juni Aus Protest gegen die Studiengebühren organisieren Studierende eine 24-Stunden-Lesung aus Werken Heines in der Düsseldorfer Altstadt.
17. Juni bis 29. Juli Ausstellung in der Universitäts- und Landesbibliothek: „Rheinreise – Rheinromantik 2002. Reisebeschreibungen, Rheinansichten und Rheinpanoramen aus dem Bestand der ULB“.
18. Juni 2.000 Studierende protestieren gegen Studiengebühren und blockieren den Landtag. 80, die die Bannmeile durchbrechen, werden vorläufig festgenommen. Die Pläne, eine Rückmeldegebühr von 50 € pro Semester zu erheben, scheinen in der SPD vom Tisch. Langzeitstudierende sollen allerdings bis zu 650 € zahlen.
21. Juni Das Universitätsarchiv erwirbt den Nachlass der Ehrensenatorin Dr. Erna Eckstein-Schloßmann (1895-1998).
21. Juni Der Umzug des Zentralrechners ermöglicht den Ausbau des Rechenzentrums mit neuen Schulungsräumen. Ausgestattet mit 60 zusätzlichen neuen PCs stehen jetzt 250 Rechner zur Verfügung.
27. Juni Harry L. Radzyner erhält die Ehrendoktorwürde der Juristischen Fakultät.
28. Juni Nur elf Prozent aller Immatrikulierten gehen an die Wahlurnen des Studierendenparlaments: 2.938 geben ihre Stimme ab. Nach der Auszählung bleibt der Marxistische Studenten Bund Spartakus mit fünf Parlamentssitzen stärkste Kraft, büßt aber gegenüber dem Vorjahr einen Sitz ein. Die Juso-Hochschulgruppe erhält vier Sitze, der RCDS und die Liberale Hochschul-Gruppe jeweils drei. Die Unabhängige Demokratische Liste und die Neue Fortuna Liste schaffen mit je einem Kandidaten den Einzug ins Studierendenparlament.
1. Juli Die Heinrich-Heine-Universität erhält den ersten Transregio-Sonderforschungsbereich „Physik kolloidaler Dispersionen in äußeren Feldern“ (Transregio-SFB TR6; Sprecher: Univ.-Prof. Dr. Hartmut Löwen).

2. Juli Das „Institut für Jüdische Studien“ wird in der Philosophischen Fakultät gegründet. Es besteht aus der bereits vorhandenen Abteilung „Jiddische Kultur, Sprache und Literatur“ sowie drei Professuren, die von der Mercator-Universität Duisburg kommen.
3. Juli Vertragsunterzeichnung „Ordnungspartnerschaft“ zwischen der Heinrich-Heine-Universität, der Fachhochschule, dem Studentenwerk, dem Klinikum und der Polizei mit dem Ziel, Sicherheit und Sicherheitsgefühl auf dem Campus zu erhöhen.
14. Juli bis 11. Oktober Die 1. Internationale Sommeruniversität findet unter dem Motto: „Campus, Kultur, Kommunikation“ auf dem Campus statt, organisiert vom Institut für Internationale Kommunikation (IIK, Vorsitzende: Univ.-Prof.'in Dr. Christine Schwarzer). Insgesamt kommen 3.000 Teilnehmer.
14. Juli bis 3. August Die gemeinsame Linguistische Sommerschule der Deutschen Gesellschaft für Sprachwissenschaft und der Linguistic Society of America zum Thema „Formal and Functional Linguistics“ findet mit 230 Teilnehmern auf dem Campus statt, organisiert vom Anglistischen Institut III (Univ.-Prof. Dr. Dieter Stein).
16. Juli Der Senat wählt die neuen Prorektoren: Univ.-Prof. Dr. Emeran Gams (Planung und Finanzen), Univ.-Prof. Dr. Hans Martin Jahns (Forschung, Forschungstransfer und wissenschaftlichen Nachwuchs), Susanne Stemmler (Lehre, Studium und Studienreform) und Univ.-Prof. Dr. Winfried Hamel (Internationale Angelegenheiten).
1. August Das Studentenwerk Düsseldorf legt seinen letzten Jahresbericht vor. Danach ist in der Universitätsmensa bei 538.501 verkauften Essen im Jahre 2001 ein Rückgang um vier Prozent zu verzeichnen (Durchschnittspreis pro Essen: 3,79 DM). Dennoch gibt es durch Preissteigerungen Gewinne in der Gesamtgastronomie. Das Mensaessen erhielt bei einer Gastbefragung die Note 2,4.
1. August Das neue Studentenwohnheim Flehe in unmittelbarer Universitätsnähe ist fertig gestellt.
26. August Studierende der amerikanischen Partneruniversität Davis, Kalifornien, die einen Sommerkurs in Düsseldorf besuchen, sind beim Rektor zu Gast.
1. September Erster Juniorprofessor der Heinrich-Heine-Universität ist Dr. Andreas Wicht (Experimentalphysik).

2. September Die ersten drei Studentinnen der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät kehren mit einem Diplom von der École Supérieure de Commerce Grenoble zurück. Ziel der Kooperation ist das deutsch-französische Doppeldiplom.
7. September Am Altenheim Flehe wird eine Straße nach dem Düsseldorfer Univ.-Prof. Dr. Ernst Derra (1901-1979), dem Begründer der modernen Herzchirurgie in Deutschland, benannt.
23. September bis 15. November Ausstellung in der Universitäts- und Landesbibliothek: „Kommt heraus und schaut – Jüdische und christliche Bibelillustrationen aus alter Zeit“.
1. Oktober Die ersten beiden Zivildienstleistenden zur Unterstützung behinderter Studierender nehmen ihren Dienst auf.
10. Oktober Gemeinsame Sitzung des alten und des neuen Senats.
14. Oktober Ab dem Wintersemester 2002/2003 werden an der Heinrich-Heine-Universität keine Lehramtsstudierenden mehr aufgenommen. Die schon eingeschriebenen Lehramtsstudierenden können bis 2008 ihre Ausbildung beenden. Eingestellt wird auch der Diplomstudiengang Erziehungswissenschaften.
14. Oktober em. Univ.-Prof. Dr. Gunter Arnold (Experimentelle Chirurgie) wird das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse verliehen.
14. Oktober 29 Schüler nehmen im Rahmen des Projekts „Vor dem Abi an die Uni“ erstmals an Seminaren und Vorlesungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät teil.
15. Oktober Der neue Studiengang „Informatik/Bioinformatik“ nimmt seinen Lehrbetrieb auf.
23. Oktober Erstsemesterempfang des Rektors.
24. Oktober Prof. Dr. Mohammad Akbar Popal, Rektor der Universität Kabul, besucht die Heinrich-Heine-Universität, die sich intensiv an einem Unterstützungsprogramm für die afghanische Universität beteiligt.
24. Oktober Jahresversammlung der Gesellschaft von Freunden und Förderern (GFFU) der Heinrich-Heine-Universität im Industrieclub Düsseldorf. Die GFFU stellte der Heinrich-Heine-Universität im vorausgegangenen Jahr 2,4 Millionen € zur Verfügung und ist damit die finanzkräftigste Freundesgesellschaft einer deutschen Universität.
25. Oktober em. Univ.-Prof. Dr. Manfred Straßburg (Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde) wird das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse verliehen.
27. Oktober Zum „Tag der Forschung“ gibt die Pressestelle der Heinrich-Heine-Universität Broschüren und Plakate in einem neuen, einheitlichen Design heraus.

27. Oktober Am „Tag der Forschung“ besuchen trotz orkanartiger Böen über 3.000 Besucher die Veranstaltungen.
30. Oktober Auftaktveranstaltung der Aktion „Tag der Blutspende für erwachsene Schülerinnen und Schüler“ in der Blutspendezentrale mit dem Schirmherrn, Regierungspräsident Jürgen Büssow.
31. Oktober Auf Schloss Mickeln werden die ersten LLM-Urkunden des Zusatzstudienganges „Gewerblicher Rechtsschutz“ verliehen.
1. November Dr. Hermann Thole, bisher Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung, wird Leiter des neu zu strukturierenden Dezernates 4 der Universitätsverwaltung sowie neuer Stellvertreter des Kanzlers.
8. November Bei einem CHE-Ranking liegen die Düsseldorfer Germanisten bei der Anzahl der Promotionen auf dem sechsten Platz von 56 analysierten Universitäten.
12. November Die Ministerin für Wissenschaft und Forschung, Hannelore Kraft, wird neue Ansprechpartnerin für den Rektor der Heinrich-Heine-Universität im Kabinett des Ministerpräsidenten von Nordrhein-Westfalen, Peer Steinbrück.
12. November Der japanische Generalkonsul Dr. Takahiro Shinyo macht seinen Antrittsbesuch beim Rektor.
14. November Festakt zum 25-jährigen Bestehen der Klinik und des Klinischen Instituts für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie.
14. November Zum Stichtag sind im Wintersemester 2002/2003 26.147 Studierende eingeschrieben, davon 2.231 Erstsemester.
15. November Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. Kaiser erhält im Industriecenter den Radzyner-Preis. Anwesend sind auch Ministerpräsident Peer Steinbrück und Paul Spiegel, Vorsitzender des Zentralrats der Juden in Deutschland.
18. bis 30. November Die Heinrich-Heine-Universität präsentiert im Rahmen der Ausstellung „Die 3. Mission. Forschung und Transfer im Landtag“ als einzige Universität in Nordrhein-Westfalen zwei Exponate ihrer Spitzenforschung: Verfahren zur Krebsvorsorge (Univ.-Prof. Dr. Alfred Böcking), Herzmanschette (PD Dr. Peter Feindt).
19. November In der Staatskanzlei stellen Historiker der Universität dem Ministerpräsidenten den von ihnen betreuten vierten Band der Kabinettsprotokolle NRW vor. Er umfasst den Zeitraum von 1962 bis 1966. Darin finden sich auch die Regierungsdokumente zur Gründung der Düsseldorfer Universität.

19. November Das Land erwägt, das Gebührenmodell für Langzeitstudierende aus rechtlichen Bedenken zu kippen und stattdessen ab 2004 ein „Kontomodell“ einzuführen.
21. November Ausstellung in der Universitäts- und Landesbibliothek: „Küche und Keller – Haus und Hof: Kochbücher und Ratgeber aus fünf Jahrhunderten“.
25. November Die Heinrich-Heine-Universität beteiligt sich an der Initiative „Bio-River“ und präsentiert im Landtag ihre Spitzenforschung in den Lebenswissenschaften.
26. November In der Senatssitzung legt die kommissarische Gleichstellungsbeauftragte, Beate Moser, nach zweijähriger Tätigkeit ihr Amt nieder. In derselben Sitzung wird als Termin der Rektorwahl der 3. Juni 2003 bestimmt.
29. November Die Universität teilt mit, dass der Schriftsteller Siegfried Lenz die nächste Heine-Gastprofessur angenommen hat. Die Reaktion der Öffentlichkeit ist äußerst positiv.
3. Dezember Die Biochemikerinnen em. Univ.-Prof.’in Dr. Maria-Regina Kula und PD Dr. Martina Pohl (Jülich) erhalten in Berlin als erste Frauen den mit 250.000 € dotierten Deutschen Zukunftspreis.
10. Dezember Jubilarfeier: 30 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Universitätsbereich und 70 aus dem Klinikum werden geehrt. Sie sind 25 bzw. 40 Jahre für Universität und Kliniken tätig.
11. Dezember Prof. Dr. Leonardo Javier Raznovich (Harvard) lehrt angloamerikanisches Recht an der Juristischen Fakultät. Gesponsert wird die Dozentur durch die internationale Anwaltskanzlei Lovells, Düsseldorf.
14. Dezember Im Heine-Institut findet das fünfte Studierendenkolloquium mit Arbeiten zu Heine statt.
16. Dezember Vertragsunterzeichnung der Beihilfevereinbarung zwischen der Heinrich-Heine-Universität, der Fachhochschule Düsseldorf, der Musikhochschule und der Kunstakademie. Künftig wird die Verwaltung der Heinrich-Heine-Universität die Beihilfeanträge aller Düsseldorfer Hochschulen bearbeiten.
17. Dezember Festakt „90 Jahre DRK-Schwesternschaft im Klinikum“ und Verabschiedung von Oberin Rosmarie Wiedrauk nach 40-jähriger Tätigkeit.