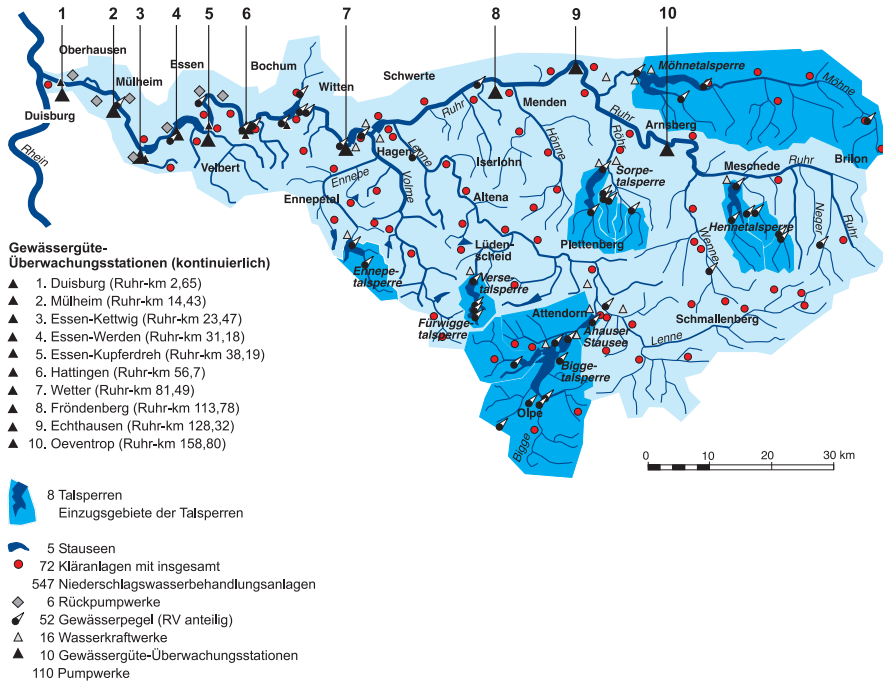
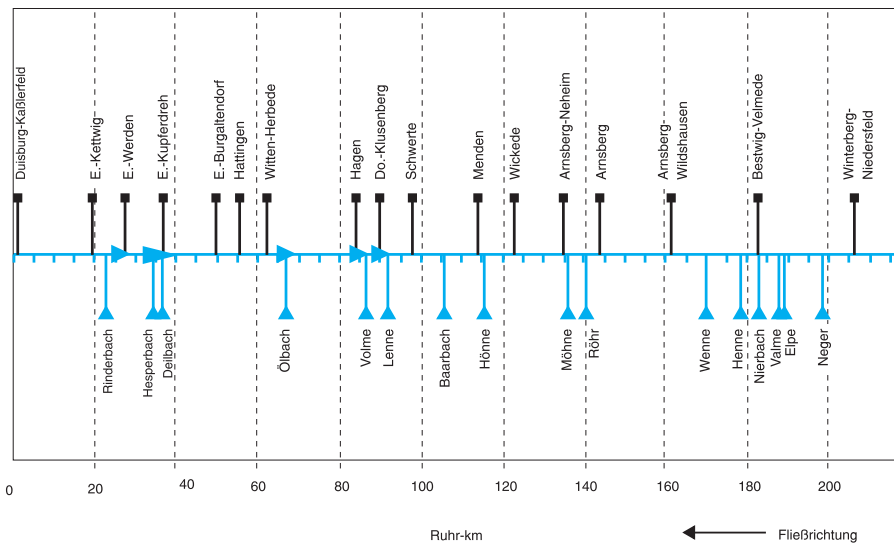


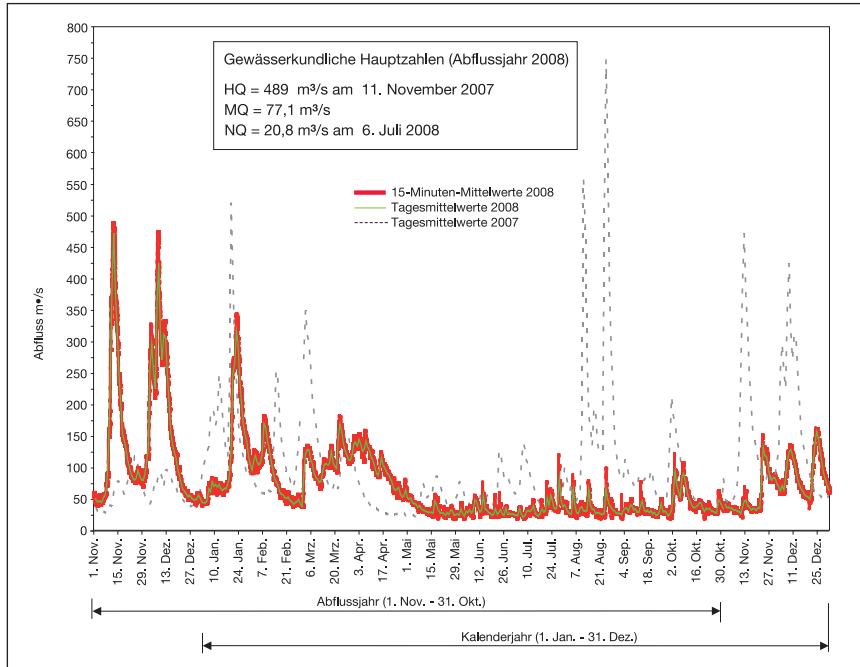
Abflussganglinie und Abkürzungsverzeichnis auf der Innenklappe



Charakterisierung des Ruhrinzugsgebiets nach EG-WRRL

Fläche: 4.485 km²
 Höhenverhältnisse: 20 bis 800 m ü. NN
 Anzahl der Planungseinheiten: 9
 Gesamtlänge der Fließgewässer: ~7.000 km
 Anzahl Gewässer im Einzugsgebiet > 10 km²: 122
 Anzahl Grundwasserkörper 30
 185 natürliche und 80 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper





15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen im Abfluss- und Kalenderjahr 2008
 15-minutes averages and 24-hour averages of the Ruhr River runoff at Hattingen in the German hydrological and calendar year 2008

Abkürzungsverzeichnis

Kurzname	Kenngroße	Einheit	Kurzname	Kenngroße	Einheit
AbfiSt	Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	PAK	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe	ng/l
AOX	Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene	µg/l	PAKf	Gelöste Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (Summe aus 6 Einzelsubstanzen)	mg/kg
BiAS	Bismutaktive Substanzen (nichtionische Tenside)	mg/l	PBDE	Polybromierte Diphenylether	µg/kg
BO ₃ -B	Borat-Bor	mg/l	PBSM	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel	ng/l
BSB ₅₍₂₎	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 (2) Tagen	mg/l	PCB	Polychlorierte Biphenyle	mg/kg
BTXE	Aromatische Kohlenwasserstoffe	µg/l	PCDD	Polychlorierte Dibenzodioxine	ng/kg
CHLA	Chlorophyll-a	µg/l	PCDF	Polychlorierte Dibenzofurane	ng/kg
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf (der Gesamtprobe)	mg/l	pH	pH-Wert	
DEHP	Diethylhexylphthalate	mg/kg	Q	Abfluss	m ³ /s
DOC	Gelöster Organisch Gebundener Kohlenstoff	mg/l	S	Saprobienindex	
DTPA	Diethyltrinitrilopentaessigsäure	µg/l	SAK 254	Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	m ⁻¹
EDTA	Ethylendinitrilotetraessigsäure	µg/l	SAK 436	Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm	m ⁻¹
ISS	Sauerstoffsättigungsindex (relative Sauerstoffsättigung)	%	ST	Sichttiefe	dm
IVF	In vivo Fluoreszenz	mV	TBP	Tributylphosphat	µg/l
K _{s 4,3}	Säurekapazität	mmol/l	TCEP	Tris-(2-chlorethyl)-phosphat	µg/l
LAS	Lineare Alkylbenzolsulfonate	µg/l	TCP	Tris-(2-chlorpropyl)-phosphat	µg/l
LF	Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	TEP	Triethylphosphat	µg/l
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe	µg/l	TIC	Gesamter Anorganisch Gebundener Kohlenstoff	mg/l
MBAS	Methylenblauaktive Substanzen (anionische Tenside)	mg/l	TIN	Gesamter Anorganisch Gebundener Stickstoff	mg/l
m _T	Trockenmasse	g	TN	Gesamtstickstoff	mg/l
MTBE	Methy-tertiär-Butylether	µg/l	TOC	Gesamter Organisch Gebundener Kohlenstoff	mg/l
NH ₄ -N	Ammonium-Stickstoff	mg/l	TON	Gesamter Organisch Gebundener Stickstoff	mg/l
NO ₂ -N	Nitrit-Stickstoff	mg/l	TP	Gesamtphosphor	µg/l
NO ₃ -N	Nitrat-Stickstoff	mg/l	TPf	Gesamtphosphor im Filtrat (mit Aufschluss)	µg/l
NPE	Nonylphenoethoxylate	mg/kg	TW	Wassertemperatur	°C
NTA	Nitrioltriessigsäure	µg/l	w _T	Trockenrückstand	%
O ₂	Gelöster Sauerstoff	mg/l			
o-PO ₄ -P	Orthophosphat-Phosphor (o-Phosphat)	µg/l			



Ruhrgütebericht 2008

Bericht des Ruhrverbands	4	Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) im Jahr 2008	120
Vorwort	6	Bericht des Vorsitzenden der AWWR	122
1 Wasserführung der Ruhr	10	21 AWWR-Ausschusstätigkeit	124
2 Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchungen	11	– Ausschuss Wassergüte	124
3 Physikalisch-chemische Ruhrlängsuntersuchungen	14	– Ausschuss Wassergewinnung	126
4 Hydrobiologische Untersuchungen der Ruhr	22	– Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit	127
5 Zeitlich dichte physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr	25	Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen	128
6 Planktonuntersuchungen in der Ruhr	36	22 Chemische Ziele für die Ruhrwassergüte – Was hat Priorität in den Bewirtschaftungsplänen?	128
7 Untersuchung von Nebengewässern der Ruhr	43	23 Organische Spurenstoffe in der Ruhr – erste Ergebnisse des Monitorings der AWWR	131
8 Der ökologische Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos	55	24 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR)	141
9 Talsperrenuntersuchungen – Hennetalsperre	59 61	– Mitglieder und ständige Gäste	141
10 Organische Spurenstoffe in der Ruhr	68	– Ausschüsse und Arbeitskreise	141
Spezielle Untersuchungsprogramme	79	25 Die AWWR in Zahlen	144
11 Standpunkt zur Spurenstoffdiskussion aus Sicht der Abwasserbeseitigung	79	26 Analyseergebnisse des Ausschusses Wassergüte	145
12 Die PFT-Situation im Jahr 2008	83	Auswahl von Veröffentlichungen	186
13 Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen	86		
14 Untersuchungen zur hygienischen Beschaffenheit der unteren Ruhr	96		
15 Auswirkungen der Extremwetterereignisse auf die limnologischen Verhältnisse in den Talsperren	102		
16 Bypassgerinne am Horbach – Hennetalsperre – naturnaher Ersatzlebensraum	106		
17 Bewirtschaftungsplanung im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie	111		
18 Registrierte Gewässerverunreinigungen	113		
19 Leistungsvergleich der Kläranlagen des Ruhrverbands	115		
20 Der Ruhrverband in Zahlen	118		

Report of the Ruhrverband	4	Association of the Ruhr waterworks (AWWR) in 2008	120
<hr/>		<hr/>	
Preface	8	Report of the Chairman of AWWR	122
<hr/>		<hr/>	
1 River flows	10	21 Activities of AWWR committees	124
<hr/>		– Water quality committee	124
2 Results of weekly Ruhr water quality investigations	11	– Water processing committee	126
<hr/>		– Public relations committee	127
3 Physico-chemical investigations along the course of the Ruhr River	14	<hr/>	
<hr/>		Reports of waterworks and institutions	128
4 Hydrobiological investigations of the Ruhr River	22	22 Setting chemical quality targets for the Ruhr water – what are the essential objectives to be priorities in the management plans?	128
<hr/>		<hr/>	
5 Intensive physico-chemical Ruhr water monitoring	25	23 Organic trace substances in the Ruhr River – first results of the monitoring programs implemented by the AWWR	131
<hr/>		<hr/>	
6 Investigations of plankton in the Ruhr River	36	24 Structure of the AWWR	141
<hr/>		– Members and permanent guests	141
7 Investigations of Ruhr tributaries	43	– Committees and working groups	141
<hr/>		<hr/>	
8 Ecological waterbody status in the Ruhr catchment – based on macrozoobenthos	55	25 The AWWR – facts and figures	144
<hr/>		<hr/>	
9 Investigations of reservoirs	59	26 Analytical findings of the Water Quality Committee	145
– Henne reservoir	61	<hr/>	
<hr/>		Selection of papers	186
10 Organic trace substances in the Ruhr River	68	<hr/>	
<hr/>			
Special investigation programs	79		
11 The discussion about trace substances from the perspective of wastewater treatment	79		
<hr/>			
12 The PFT situation in 2008	83		
<hr/>			
13 Occurrence of Elodea in the Ruhr's impounded lakes	86		
<hr/>			
14 Investigations of the hygienic status of the lower Ruhr River	96		
<hr/>			
15 Impact of extreme weather conditions on the reservoirs' limnological conditions	102		
<hr/>			
16 Fish bypass built along the Horbach – Henne reservoir – as a near-natural replacement habitat	106		
<hr/>			
17 Water management planning in compliance with the EU-Water Framework Directive	111		
<hr/>			
18 Registered cases of water pollution	113		
<hr/>			
19 Comparison of efficiency of Ruhrverband's wastewater treatment plants	115		
<hr/>			
20 The Ruhrverband – facts and figures	118		
<hr/>			





Die Qualität des Ruhrwassers hat sich in den letzten 25 Jahren aufgrund der umfangreichen Investitionen von Ruhrverband und Industrie objektiv betrachtet deutlich verbessert und ein hohes Niveau erreicht. Bekanntlich üben die hydrologischen Verhältnisse einen starken Einfluss auf die Konzentrationen von Wasserinhaltsstoffen aus. Im Abflussjahr 2008 lag der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen bei 77,1 m³/s und übertraf damit das langjährige Mittel um 8 %. Gegenüber dem Vorjahr (MQ2007 = 93,2 m³/s) war er jedoch 17 % geringer. Dennoch wurden an der Referenzprobenahmestelle Essen-Rellinghausen bei zahlreichen chemischen Kenngrößen (z.B. Ammonium- und Nitratstickstoff, TOC, Gesamtphosphor, Schwermetalle) im Jahresmittel für das Berichtsjahr niedrigere Konzentrationen festgestellt als in 2007, obwohl man aufgrund des geringen Abflusses höhere Konzentrationen erwartet hätte. Dies deckt sich mit den Befunden der Kläranlagenüberwachung. Die eingeleiteten Frachten an CSB, gesamtem gebundenen Stickstoff und Gesamtphosphor haben sich gleichfalls weiter verringert. Hervorzuheben ist die gezielte Nitrifikation in den Wintermonaten, die dazu führt, dass im gewichteten Mittel die Ablaufkonzentration der Verbandskläranlagen selbst in der kalten Jahreszeit nur noch 1,6 mg/l Ammonium-Stickstoff beträgt. Insgesamt also sehr erfreuliche Befunde. Es scheint allerdings nun die Zeit vorbei zu sein, in der die Gewässerqualität im Wesentlichen an der Konzentration von organischen Stoffen als Summenparameter, Nährstoffen und vielleicht noch von Schwermetallen sowie über die saprobielle Belastung gemessen wird. Spätestens seit der Aufdeckung des PFT-Skandals im Mai 2006 konzentrieren sich Fachwelt, aber insbesondere auch Medien und Politik auf das Vorkommen von organischen Mikroverunreinigungen, d. h. Verbindungen in Konzentrationen z. T. weit unterhalb von 1 mg/l, meist im µg/l- und ng/l-Bereich (1 ng bedeutet 1 Milliardstel Gramm). Dabei geht es vor allem um diejenigen Spurenstoffe, die trinkwasserrelevant sein können und die bei der konventionellen Trinkwasseraufbereitung nicht oder nur in geringem Umfang entfernt werden. Diese Stoffe zeichnen sich meist durch hohe Polarität und Persistenz aus, sie werden also auch bei der biologischen Abwasserreinigung kaum eliminiert.

Obgleich eine sichere Minimierung einer möglichst großen Breite dieser Mikroverunreinigungen aus dem Trinkwasser nur bei der Trinkwasseraufbereitung selbst erreicht werden kann – denn etliche Einträge erfolgen unabhängig von Abwasserkläranlagen über diffuse Quellen oder können infolge von Unfällen an Gewässern auftreten –, wird im politischen Raum auch das Ergreifen von Maßnahmen bei der kommunalen Abwasserreinigung diskutiert. Gemäß wissenschaftlicher Erkenntnisse besteht an der Ruhr zwar kein akuter Handlungsbedarf, vor dem Hintergrund der langfristigen Daseinsvorsorge ist der Ruhrverband jedoch bereit, sich bei der Beantwortung der Fragen nach Machbarkeit, Wirkungsgrad und Kosten der Minimierung solcher Stoffe auf Kläranlagen im Sinne einer Versachlichung der auch in der Presse geführten Diskussion über Mikroverunreinigungen einzubringen. Gegen Ende des Jahres 2009 werden wir auf der Kläranlage Schwerte beginnen, durch großtechnische Erweiterung des dortigen Prozesses die Randbedingungen der Entfernung relevanter Spurenstoffe aus dem kommunalen Abwasser mittels Ozonung und Aktivkohleeinsatz zu untersuchen.

Hinsichtlich der Stoffgruppe der perfluorierten Tenside (PFOA + PFOS), die an der Ruhr besonders im Fokus stehen, hat sich die Belastungssituation im Jahr 2008 als Folge von Sanierungsmaßnahmen einzelner kontaminierter Flächen und allmählichem niederschlagsbedingten „Ausbluten“ aus dem Erdreich weiter verringert. In der Ruhr bei Essen wurde die Konzentrationsvorgabe von 300 ng/l, die bei lebenslangem Genuss eingehalten werden sollte, durchgehend mit sehr großem Abstand unterschritten. Der bei solchen Stoffen pauschal als reiner Vorsorgewert erklärte Trinkwasserzielwert von 100 ng/l wurde bei Trockenwetter zeitweise geringfügig überschritten. Die durchschnittliche PFT-Tagesfracht an der Ruhrmündung hat sich gegenüber dem Vorjahr fast halbiert. Der Rückgang der gewerblich-industriellen PFT-Emissionen (im Wesentlichen PFOS) ist noch vergleichsweise gering. Hier müssen die Anstrengungen zur Substitution bzw. zur Vorbehandlung fortgeführt werden.

Die Spurenstoffdiskussion im Allgemeinen und die Fortschritte in der chemischen Analytik waren Anlass, die Anzahl der durch unser Labor bestimmten Spurenstoffe auf mittlerweile mehr als 300 Einzelverbindungen zu erweitern und teilweise auch die Untersuchungshäufigkeit noch weiter zu steigern.

Zu den neu analysierten Substanzen gehört beispielsweise das TMDD, ein nicht-ionisches Tensid, welches für vielfältige industrielle Zwecke eingesetzt wird. Im Unterlauf der Ruhr kommt diese Verbindung in einer Konzentration um 1 µg/l vor, eine Größenordnung, die auch bei anderen urban geprägten Flüssen vorliegt. Zu den bezüglich der Befundhäufigkeit und der analysierten Konzentrationen bedeutendsten organischen Spurenstoffen gehören nach wie vor die Flammschutzmittel TCP, TCEP und TBP, die Benzinzusatzstoffe MTBE und ETBE, die Arzneimittel Metoprolol, Carbamazepin und Diclofenac sowie die jodierten Röntgenkontrastmittel Iopamidol und Amidotrizoesäure. Die Befunde an Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PBSM) beschränken sich auf wenige Wirkstoffe mit in der Regel sehr niedrigen Konzentrationen (< 0,1 µg/l) und belegen einen weiteren Rückgang der PBSM-Belastung.

Weiterhin sind die synthetischen Komplexbildner EDTA und DTPA in dem Ruhrwasser in der gleichen Größenordnung wie in den letzten Jahren nachzuweisen. In der unteren Ruhr kommen sie in einer Konzentration von etwa 10 µg/l vor. Im Gegensatz zum EDTA, welches ein weitgefächertes Anwendungsspektrum besitzt, stammt das DTPA im Wesentlichen aus der Papierherstellung und sollte substituiert oder an der Quelle zurückgehalten werden.

Es ist absehbar, dass mit Hilfe der Fortschritte in der chemischen Analytik in den nächsten Jahren weitere bisher unerkannte Mikroverunreinigungen im Trinkwasser in messbaren Konzentrationen festgestellt werden. Dabei ist zu erwarten, dass dies jedes Mal wieder als ein sehr beunruhigender Tatbestand dargestellt wird, wozu die nicht sofortige Verfügbarkeit belastbarer Aussagen über die genaue gesundheitliche Bedeutung der Befunde beiträgt. Um dies zu vermeiden, bedarf es einerseits einer Bewertung solcher trinkwasserrelevanter Mikroverunreinigungen (möglichst, bevor diese im Trinkwasser nachgewiesen werden) und andererseits



Professor Dr.-Ing.
Harro Bode

einer verstärkten Diskussion mit der Bevölkerung über die Frage der Akzeptanz des extrem geringen Restrisikos, das von solchen Spurenstoffen im Trinkwasser in der Regel ausgeht.

Ein anderes Thema, das ein breites öffentliches Interesse an der Ruhr erzeugt, ist die Massenentwicklung der Wasserpflanze Elodea, die die Freizeitnutzung der Ruhrstauseen auch 2008 wiederum zeitweise stark beeinträchtigte. Erstmals war auch der Baldeyensee, der größte und vom Wassersport intensiv genutzt Ruhrstausee, in nennenswertem Umfang betroffen. Mit 0,35 km² bedeckte die Elodea immerhin mehr als 13% der Seeoberfläche.

Da bei einer Makrophytenmassenentwicklung eine Freihaltung der Wasserflächen – wenn auch nur sehr unzureichend und nicht durchgängig – allenfalls durch Mahd erreicht werden könnte, was aber nicht vertretbare Kosten verursachen würde, führt das Pflanzenwachstum derzeit zu einer Begrenzung der Wassersportnutzung. Unabhängig von der Frage der Finanzierung werden allerdings weitere Strategien zur Bekämpfung der Massenentwicklung von Elodea erprobt, wie z.B. Besatz mit pflanzenfressenden Rotfedern.

In den letzten Jahren wurde verstärkt der Ruf laut, die Ruhr und insbesondere ihre Stauseen als Badegewässer zu nutzen. Dies setzt voraus, dass vor allem die hygienischen Verhältnisse den Anforderungen der EG-Badegewässerrichtlinie entsprechen. Deshalb wurde für die Ruhr im Raum Essen durch ein Sondermessprogramm ermittelt, wie es bezüglich der relevanten Kenngrößen *Escherichia coli* und Intestinale Enterokokken aussieht. Dabei zeigte sich, dass die untere Ruhr bei günstigen Witterungs- und Abflussbedingungen zeitweise eine hygienische Qualität erreicht, die für eine Nutzung als Badegewässer ausreichen würde. Starke Niederschläge und hohe Abflüsse können die hygienische Qualität jedoch erheblich verschlechtern, so dass die entsprechenden Grenzwerte überschritten werden. Beim Abschlagen von Mischwasser aus dem Essener Stadtgebiet kommt es in den unterhalb

gelegenen Gewässerabschnitten in der Regel für eine Dauer von zwei bis drei Tagen zu erhöhten Keimbelastungen. Bevor es zu einem sinnvollen Austausch und belastbaren Gesprächen mit betroffenen Kommunen kommen kann, müssen die Untersuchungen zur hygienischen Beschaffenheit der unteren Ruhr fortgesetzt werden. Ziel ist es, Umfang und Kosten von Maßnahmen im Kläranlagen- und Kanalnetzbereich abzuschätzen, die erforderlich wären, um in den Sommermonaten das Baden, z.B. im Baldeyensee, zumindest zeitweise zu ermöglichen. Hierzu muss allerdings bewusst gemacht werden, dass selbst bei Einhaltung der Anforderungen der EG-Badegewässerrichtlinie immer ein Restrisiko durch pathogene Keime verbleibt.

Die hydrobiologischen Untersuchungen in Kooperation mit den behördlichen Laboratorien im Rahmen des Gewässermonitorings gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie wurden planmäßig fortgeführt. Für die Untersuchungsstellen an der Ruhr ergab sich ein „guter“, an einigen Stellen sogar ein „sehr guter“ saprobieller Zustand, was auch weitestgehend im Einklang mit den allgemeinen chemischen Kenngrößen steht. Allerdings soll nicht verschwiegen werden, dass der Gewässerzustand hinsichtlich der allgemeinen Degradation (sie beinhaltet die Habitatbedingungen für die aquatischen Organismen, also auch Faktoren jenseits der reinen Wasserqualität) noch Handlungsbedarf aufweist. Alles andere wäre bei der durch Menschenhand überformten Ruhr allerdings auch eine Überraschung gewesen. Dieser Zustand kann allerdings nicht durch abwassertechnische Maßnahmen, sondern nur durch eine Verbesserung der hydromorphologischen Gewässerbedingungen erreicht werden.

Der Ruhrgütebericht des Jahres 2008 legt erneut Zeugnis von einer sich weiter verbesserten Wasserqualität ab. Gleichzeitig wachsen aber auch die gesellschaftlichen Ansprüche an die möglichst weitgehende Abwesenheit von Mikroverunreinigungen und an möglichst naturnahe Gewässerstrukturen. Vor diesem Hintergrund bleibt die Wasserwirtschaft ein spannendes Gebiet.

(Prof. Dr.-Ing. Harro Bode,
Vorstandsvorsitzender
des Ruhrverbands)

Ruhr water quality has seen significant improvement over the past 25 years and, viewed objectively, has reached a high standard thanks to heavy investments made by the Ruhrverband and the industries concerned. As it is known, hydrological conditions have a strong impact on the concentration of potential stressors in the river. In the hydrological year 2008, the mean runoff determined at the Hattingen gauging station was at 77.1 m³/s, exceeding with that the mean value of many years by 8%. But against the previous year (MQ2007 = 93.2 m³/s), it was by 17% lower. Whereas the concentrations – recorded at the reference sampling station of Essen-Rellinghausen for a number of chemical indicators (e.g. ammonium-nitrogen and nitrate-nitrogen, TOC, total phosphate, heavy metals) – turned out to be lower in the year under review than in 2007. Though actually higher levels had been expected to occur on account of the lower flows. This coincides with the results obtained from WWTP (wastewater treatment plant) monitoring. Also the discharges of COD, total organically bound nitrogen and total phosphorus continued to decline. Worthy of note is here the role of targeted nitrification applied in winter, making it possible to bring the weighted statistical mean in the effluents of the Association's WWTPs to as low a value as 1.6 mg/l of ammonium-nitrogen even during the cold season. Hence, an overall positive development!

But gone are the days when water quality was judged essentially by determining, as composite parameters, the concentration of organic substances, nutrients and possibly of heavy metals as well as by checking the saprobic load. However, since the PFT-scandal of May 2006, the community of experts and, in particular, media and politics have got increasingly focused on the occurrence of organic micropollutants – compounds with concentrations far below 1 mg/l, mostly in the range of µg/l and ng/l (just note: 1 ng is one billionth of a gram). It is here above all the question of those trace substances that might be of relevance for safe potable water and that cannot be completely removed by conventional drinking water processing. Typically characterised by high polarity and long persistence, these stressors can hardly be eliminated by biological wastewater treatment either.

Levels of many organic and inorganic compounds in the drinking water can only be safely minimised by effective purification on the drinking water production side itself, because quite a few micropollutants from either non-point sources or accidental events still enter the environment every day, irrespective of the WWTPs' operations. While political circles keep discussing also measures on the wastewater treatment side. Though scientific evidence says that there is no acute need for action at the Ruhr River, Ruhrverband – as a future-oriented provider of general public services – is prepared to participate in the discussions about feasibility, efficiency and financial burden of measures to minimise such contaminants in the WWTPs, and to help with that objectify the debate about micropollutants which is currently also given central place in the press. Towards the end of 2009, we will begin to scale-up operations at the Schwerte WWTP in order to investigate whether and in how far such trace substances can be eliminated from municipal sewage with the aid of an additional treatment involving ozonation and activated carbon.

For the group of perfluorinated tensides (PFOA +PFOS) on which attention is being particularly focused in the Ruhr area, the relevant concentrations have continued to decline in 2008, firstly because of extensive decontamination and remediation measures carried out on specific sites, and secondly because these compounds gradually “bleed out” of the soil due to rainfall. In the Ruhr near Essen, the measured concentrations stayed clearly below the specified guide values for lifelong acceptability of 300 ng/l, throughout the year. Just rarely, the drinking water target value of 100 ng/l – precautionary limit recommended by the German Drinking Water Commission – was slightly exceeded during dry weather spells. The average daily PFT-load measured at the mouth of the Ruhr River has decreased by almost 50% on the previous year. While the decline in PFT-emissions from trade and industry (essentially PFOS) has still been relatively moderate. So some work is here to be done in order to push forward substitution and pretreatment efforts.

The discussion about trace substances, in general, and the progress achieved in chemical analytics, in particular, gave rise to a further increase in both the number of trace contaminants analysed in our laboratory, now comprising no less than 300 different compounds, and the frequency of investigations.

Among the newly analysed substances is, for example, TMDD – a non-ionic tenside – used in manifold industrial applications. In the lower reaches of the Ruhr, its concentration level was at 1 µg/l, which corresponds to a magnitude also being recorded in other urban river catchments. As regards the most relevant trace substances with regard to occurrence frequency and concentration, it is here once again the question of the flame retardants TCPP, TCEP and TBP, the petrol additives MTBE and ETBE, the pharmaceuticals Metoprolol, Carbamazepin and Diclofenac as well as of the iodised X-ray contrast agents Iopamidol and amidotrizoic acid. Positive findings relating to plant protecting agents (pesticides and insecticides (PBSM) were restricted to a few effective ingredients thereof with very low concentrations (< 0.1 µg/l), proof positive of a further reduction of PBSM loads.

The synthetic complexing agents EDTA and DTPA were found to be of the same magnitude than that determined in previous years. Concentrations in the lower Ruhr were at about 10 µg/l. In contrast to EDTA with its rather widespread application spectrum, the DTPA fraction essentially originates from paper production and should be replaced or retained directly at the site of release.

With the rapid development in chemical analytical techniques, it can be expected that other, to date still unknown, micropollutants will be identified in the foreseeable future. And every emerging “new” substance will give rise to new concerns and questions in the public, this so among others because reliable scientific evidence of its potential relevance for people's health cannot be presented promptly enough. In order to avoid misunderstandings it is necessary, for one thing, to assess such water-impairing micropollutants early (if possible before these will be detected in the water) and, for another, to intensify the dialogue with the people about the question whether or not to accept the

extremely low residual risk normally associated with such trace substances emerging in the drinking water.

Another topic increasingly discussed in the public is mass development of *Elodea* in the waterbodies which might affect the recreational activities in and on the impounded lakes of the Ruhr. The weed reappeared in 2008 and invaded for the first time also Lake Baldeney. It is the largest impounded lake of the Ruhr and used intensively for water sports. With some 0.35 km², more than 13 % of the lake's surface were finally covered by *Elodea nuttallii*.

It is in fact very difficult to combat mass macrophyte development and to keep lake surfaces free, if only partially, for example with the aid of mowing boats that cut off the weed, but at hardly justifiable costs. As a result, water sports on the Lake are presently restricted. Besides the financial question, also some other strategies to control this nuisance species are on Ruhrverband's agenda, like e.g. restocking measures with red-eye (*Scardinius erythrophthalmus*).

Recently, the call to use the Ruhr and in particular its impounded lakes as places for bathing has been getting louder. But if vision shall become reality, the hygienic conditions will have to comply with the EU bathing water guidelines. Therefore, a special monitoring program was launched in the region of Essen to get a clear picture of the relevant parameters with respect to *Escherichia coli* and intestinal enterococci. The findings showed that the lower Ruhr does achieve, though not continuously, the required hygienic quality to allow swimming – provided weather and flow conditions are favourable enough. Strong rainfalls and river flows might impair the hygienic water quality considerably so that the regulatory limit values would be exceeded. Generally, when combined water is released from the municipal area of Essen, elevated bacteria counts will be found in the downstream waterbody sections for a period of two to three days. Before getting down to an active exchange of opinions and meaningful discussions with the communities concerned, the investigations into the hygienic condition of the lower reaches of the Ruhr must be completed. This is necessary to estimate the technical scope and amount of cost involved by measures that would have to be taken within the wastewater treatment and sewerage networks in order to allow the Lake's use as bathing site, though at times only, for example, during the summer months. However, it should be kept in mind that even if strict compliance with the EU bathing water guidelines can be ensured there will always remain a residual risk from pathogenic bacteria.

The hydrobiological investigations routinely undertaken in cooperation with governmental laboratories within the scope of waterbody monitoring according to the EU Water Framework Directive were continued as scheduled. The results obtained at the sampling points on the Ruhr confirmed the river's "good" and in some sections even "very good" saprobic status which also compares well with the general chemical indicator parameters. On the other hand, we should not overlook the fact that there is still need for action as regards the waterbody's overall degradation status (which includes the habitat conditions for aquatic

organisms and other major factors apart from the actual water quality itself). And this insight does not come as a surprise in view of the legacy of man-made ecological interventions. However, the current status cannot be enhanced by technological wastewater-related measures, but only by continued improvement of the hydromorphological waterbody conditions.

The Ruhr Quality Report 2008 bears witness to the fact that the quality status of the Ruhr water has again improved. On the other hand, the society's demands keep growing with regard to the greatest possible absence of micropollutants and the creation of near-natural waterbody structures. Against this background, water management will surely remain an exciting story that will hold our attention.

1 Wasserführung der Ruhr

Eine ausreichende Wasserführung ist für sämtliche Nutzungen eines Fließgewässers unabdingbar und hat einen deutlichen Einfluss auf die Wasserqualität. Darüber hinaus bildet sie eine Grundlage für die Sicherung des aquatischen Lebensraums von Flora und Fauna. Neben der Sicherstellung einer ausreichenden Wasserführung in Zeiten geringer natürlicher Abflusspenden gewährleistet das Talsperrensystem auch einen effektiven Hochwasserschutz.

Der Vergleich der Dauerlinie des Abflussjahres 2008 mit der des langjährigen Mittels von 1968 bis 2008 ist in Bild 1.1 dargestellt. Große Hochwasserereignisse blieben aus. Der mittlere Abfluss am Pegel Hattingen lag mit $MQ_{2008} = 77,1 \text{ m}^3/\text{s}$ um 8% über dem langjährigen mittleren Abfluss $MQ_{68-08} = 71,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Der in Bild 1.2 für den Pegel Hattingen dargestellte Abfluss auf der Basis von 15-Minuten-Mittelwerten und Tagesmittelwerten mit den dazugehörigen gewässerkundlichen Hauptzahlen des Abflussjahres 2008 wurde zum Vergleich zusätzlich mit den Tagesmittelwerten des Vorjahres hinterlegt. Das Bild gibt die durch Talsperren, Kläranlagen, Wasser- und Kraftwerke beeinflusste Wasserführung der Ruhr am Pegel Hattingen wieder. Mit einer Abflusssumme von 2,44 Milliarden m^3 wurde 2008 gegenüber dem Vorjahr mit einer Abflusssumme von 2,94 Milliarden m^3 eine Verringerung um 17% verzeichnet. Die Jahresganglinie 2008 ist im Vergleich zum Vorjahr, bei dem im August zwei außergewöhnliche Hochwasser-

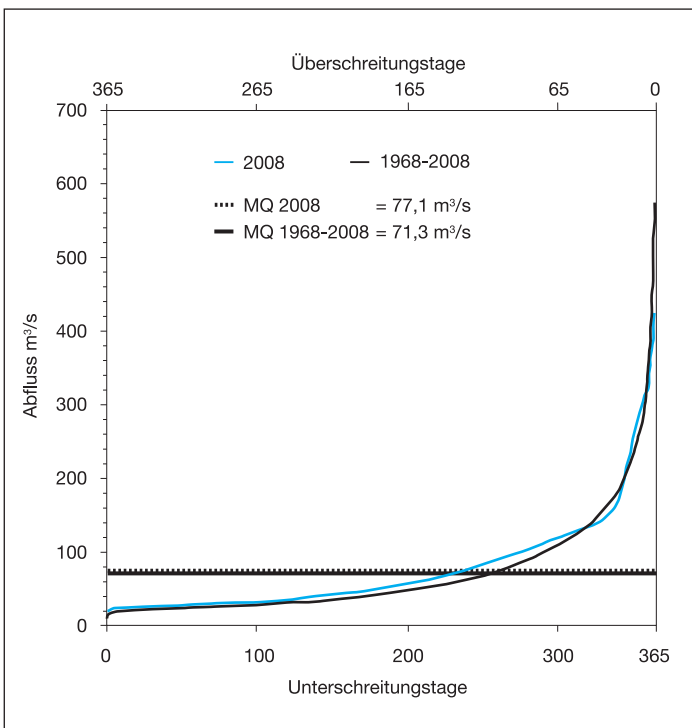


Bild 1.1: Abflussdauerlinie der Ruhr am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2008
 Fig. 1.1: Duration curve of Ruhr River runoff at Hattingen in the (German) hydrological year 2008

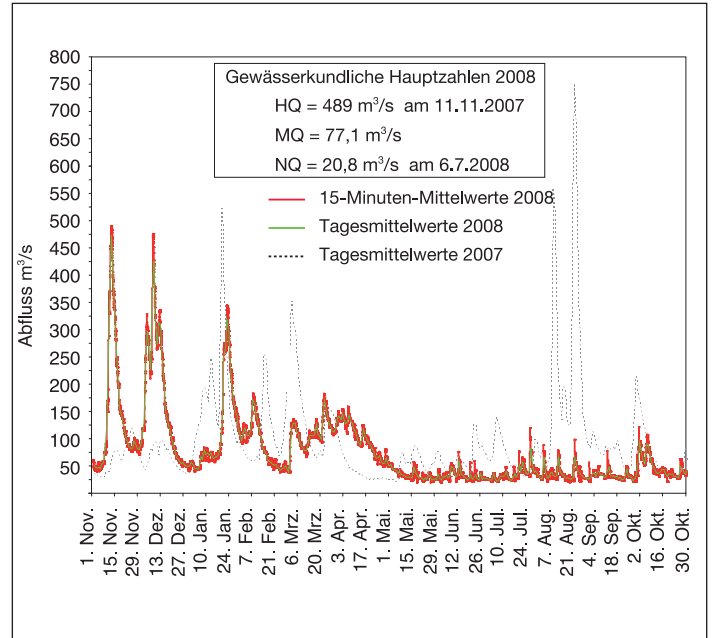


Bild 1.2: 15-Minuten-Mittelwerte und Tagesmittelwerte des Abflusses der Ruhr am Pegel Hattingen im Abflussjahr 2008
 Fig. 1.2: 15-minutes averages and 24-hour averages of the Ruhr River runoff at Hattingen in the German hydrological year 2008

ereignisse auftraten, als eher typisch für die Verhältnisse an der Ruhr anzusehen. Die Abflussverteilung zwischen Winter- und Sommerhalbjahr ist mit 77% bzw. 23% nicht auffällig.

Im Winterhalbjahr wurden drei Hochwasserereignisse registriert, deren Wasserstand jeweils die Meldegrenze von 404 cm am Pegel Wetter überschritt. Basierend auf den 15-Minuten-Mittelwerten gipfelte das erste Hochwasserereignis in einem Abfluss $HQ_{2008} = 489 \text{ m}^3/\text{s}$ am 11. November 2007 (Tagesabfluss $472 \text{ m}^3/\text{s}$). Diesem Ereignis folgte knapp einen Monat später das zweite Hochwasser mit einem Spitzenabfluss von $478 \text{ m}^3/\text{s}$, gefolgt vom dritten und letzten Hochwasserereignis des Abflussjahres 2008, am 22. Januar 2008 mit $355 \text{ m}^3/\text{s}$. Die verregneten Monate März und April führten zu deutlich erhöhten Abflüssen bis zu $182 \text{ m}^3/\text{s}$, die erst Ende April wieder auf unterhalb $MQ_{2008} = 77,1 \text{ m}^3/\text{s}$ zurückgingen. Das Sommerhalbjahr begann im Mai mit niedrigem Abfluss, der unterbrochen von kurzzeitigen sommerlichen Niederschlägen am 6. Juli 2008 seinen Tiefststand von $NQ_{2008} = 20,8 \text{ m}^3/\text{s}$ fand.

2 Ergebnisse der wöchentlichen Ruhruntersuchungen

Der Ruhrverband beobachtet seit 1965 intensiv die Entwicklung der Ruhrwasserbeschaffenheit anhand von wöchentlichen Untersuchungen an sieben Probenahmestellen der Ruhr sowie einer an der Lennemündung. Dieser lange Zeitraum ermöglicht es, die Leistungen und Verbesserungen und Sicherung der Wasserqualität transparent darzustellen.

In Tabelle 2.1 wurden die Messwerte der Jahresreihe 1965 bis 2008 den Messungen des Vorjahres und des aktuellen Abflussjahres gegenübergestellt. Die Mittelwerte bei Vergleichswasserführung berücksichtigen dabei nur die Messwerte der acht Messstellen, die während eines vergleichbaren Abflusses von 18 m³/s ($\pm 20\%$) am Pegel Hattingen auftreten, und ermöglichen somit eine Vergleichbarkeit hydrologisch unterschiedlicher Abflussjahre. Statistische Werte der Kenngrößen sind nicht dargestellt, wenn während der Untersuchungstage keine Vergleichswasserführung an einer einzelnen Probenahmestelle verzeichnet wurde. Die Mittelwerte an den Untersuchungstagen beinhalten dagegen alle Messwerte des betrachteten Zeitraums. Die Angabe der 90-Perzentile enthält ebenfalls sämtliche Messwerte und ist die Bewertungsgrundlage nach den „Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer“ (AGA) für Konzentrationen, die über 90% der Zeit des Jahres unterschritten werden sollten.

Die aktuellen Messwerte für den CSB zeigten bei den Mittelwerten an den Untersuchungstagen an sechs von acht Messstellen und bei der 90-Perzentil-Auswertung an fünf von acht Messstellen Verbesserungen im Vergleich zum Vorjahr. Ein ähnliches Bild zeichnet sich für den BSB₅. Hier stellen die Mittelwerte und 90-Perzentil-Auswertungen jeweils an fünf bzw. sechs von acht Gütemessstellen bessere Werte als im Vorjahr dar. Die durchgängige Unterschreitung der Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA) wurde auch für Ammonium-Stickstoff (AGA: NH₄-N ≤ 1 mg/l) in diesem Jahr wieder sicher erreicht. Die Konzentrationen für NH₄-N befinden sich nunmehr seit vielen Jahren auf konstant niedrigem Niveau. Die Mittelwerte verringerten sich im Vergleich zum Vorjahr bei sechs Messstellen jedoch noch einmal deutlich. Bei den beiden Messstellen „Oberhalb Arnsberg Wildshausen“ und „Lenne an der Mündung“ wurde mit 0,04 mg/l die gleiche niedrige Konzentration wie im Vorjahr berechnet. Für die 90-Perzentil-Auswertung der Ammonium-Stickstoff-Konzentration konnte an sieben von acht Messstellen eine Verbesserung registriert werden. Lediglich an der Messstelle „Lenne an der Mündung“ wurde mit 0,08 mg/l eine um 0,01 mg/l höhere Konzentration als im Vorjahr ausgewiesen. Bei der Phosphorbelastung, ist die Veränderung zum Vorjahr durch den flächendeckenden und weitgehenden Ausbau der Phosphoreliminationsstufen auf den Kläranlagen, der bereits in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts erfolgte, nicht mehr ganz so deutlich abzulesen. Hier ist zwar immer noch ein moderater Rückgang zu verzeichnen, jedoch scheinen sich die gemessenen Konzentrationen seit mehreren Jahren auf einem niedrigen Niveau zu

konsolidieren. Die Betrachtung der Mittelwerte weist für fünf der acht Messstellen eine Verbesserung zum Vorjahr aus. An der Messstelle „Lenne vor der Mündung“ zeigte sich eine geringfügige Erhöhung der Phosphor-Konzentration um 0,01 mg/l. Das gleiche Bild zeigt die 90-Perzentil-Bewertung. Hier liegt lediglich an der Messstelle „Oberhalb Wildshausen“ mit 0,10 mg/l eine geringfügige Konzentrationserhöhung um 0,01 mg/l vor.

Vergleicht man in der Tabelle 2.2 die statistische Auswertung der Konzentrationen an den Gewässergütemessstellen mit den Bewertungskriterien der Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA) auf der Basis der 90-Perzentil-Auswertung sowie mit den Orientierungswerten (OW) als Beurteilungskriterium des ökologischen Zustands auf der Basis der Mittelwerte, so zeigt sich ein homogenes Bild. An allen Messstellen wurden die jeweiligen Zielvorgaben eingehalten.

Im letzten Ruhrgütebericht 2007 wurde auf eine weitergehende Betrachtung des Gewässerabschnitts unterhalb der Ende 2005 ausgebauten Kläranlagen Hagen bzw. Essen-Süd aufgrund der extremen Abflussverhältnisse des Jahres 2007 verzichtet. Dies soll jedoch in der aktuellen Ausgabe erfolgen. Das Ergebnis des Umbaus der Kläranlage Hagen lässt sich in einem Vergleich der 90-Perzentile der Ammonium-Stickstoff-Konzentration an der nächsten Gütemessstelle „Kraftwerk Westhofen“ unterhalb der Kläranlage Hagen im Vergleich zum Abflussjahr 2006 ablesen. Hier steht auf der Basis der 90-Perzentil-Bewertung eine aktuelle Konzentration von 0,07 mg/l einem Wert von 0,20 mg/l des Jahres 2006 gegenüber. Dies bedeutet einen Rückgang um 65%. Ein ebenso deutliches und erfreuliches Bild zeigt sich für den Bereich unterhalb der Kläranlage Essen-Süd. Der Vergleich des 90-Perzentils der Ammonium-Stickstoff-Konzentration am Wehr Baldeney zeigte eine Verringerung von 0,18 mg/l im Jahr 2006 auf 0,06 mg/l im Jahre 2008.

Anhand des umfangreichen Datenmaterials der vergangenen Jahrzehnte lässt sich die kontinuierliche Verbesserung der Ruhrwasser-güte mit einem starken positiven Sprung in den letzten Jahren sehr anschaulich darstellen. In Bild 2.1 wurde die Ruhrwasserbeschaffenheit als Summenhäufigkeit der Kennwerte CSB, NH₄-N und TP für drei diskrete Zehnjahresreihen an sechs Probenahmestellen der Ruhr dargestellt und das aktuelle Abflussjahr verglichen.

Tabelle 2.1: Entwicklung der Ruhrwassergüte
Table 2.1: Development of Ruhr River water quality

Querschnitt (Stationierung: GSK 3. Auflage)	Kenngröße		1965-2008			Mittel- werte bei Vergleichs- wasser- führung (Trocken- wetter)	2007			Mittel- werte bei Vergleichs- wasser- führung (Trocken- wetter)	2008		
			Mittel- werte bei Vergleichs- wasser- führung (Trocken- wetter)	Mittel- werte an den Unter- suchungs- tagen	90-Perzentil		Mittel- werte an den Unter- suchungs- tagen	90-Perzentil	Mittel- werte bei Vergleichs- wasser- führung (Trocken- wetter)		Mittel- werte an den Unter- suchungs- tagen	90-Perzentil	
Oberhalb Wildshausen Ruhr-km: 164,73	Q	m ³ /s	4,1	14,8	–	–	21,1	–	4,2	17,2	–		
	CSB (nur 1974-2008)	mg/l	6,9	6,2	9,2	–	6,9	8,0	6,7	5,8	7,0		
	BSB ₅	mg/l	2,2	2,2	3,2	–	1,8	2,7	2,2	1,5	2,2		
	NH ₄ -N	mg/l	0,22	0,20	0,48	–	0,04	0,09	0,02	0,04	0,07		
	TP	mg/l	0,28	0,23	0,49	–	0,07	0,09	0,09	0,06	0,10		
Neheim Fußgängerbrücke Ruhr-km: 137,52	Q	m ³ /s	6,6	18,7	–	–	25,9	–	6,4	21,6	–		
	CSB (nur 1974-2008)	mg/l	11,9	9,7	14,9	–	7,9	11,0	8,0	6,9	9,0		
	BSB ₅	mg/l	3,1	2,9	4,1	–	1,7	2,6	1,4	1,4	2,0		
	NH ₄ -N	mg/l	0,39	0,28	0,59	–	0,08	0,15	0,01	0,06	0,13		
	TP	mg/l	0,35	0,24	0,49	–	0,09	0,16	0,07	0,08	0,13		
Kraftwerk Westhofen Unterwasser Ruhr-km: 95,15	Q	m ³ /s	8,0	27,5	–	–	37,4	–	–	38,1	–		
	CSB (nur 1974-2008)	mg/l	14,2	11,8	16,0	–	8,6	11,0	–	8,1	10,8		
	BSB ₅	mg/l	3,5	3,0	4,7	–	1,7	2,5	–	1,6	2,2		
	NH ₄ -N	mg/l	1,01	0,67	1,30	–	0,06	0,12	–	0,04	0,07		
	TP	mg/l	0,53	0,30	0,59	–	0,08	0,12	–	0,07	0,10		
Kraftwerk Hohenstein Unterwasser Ruhr-km: 74,45	Q	m ³ /s	21,0	64,3	–	–	87,6	–	21,6	78,4	–		
	CSB (nur 1974-2008)	mg/l	16,8	13,3	19,8	–	8,7	11,1	10,5	8,5	11,1		
	BSB ₅	mg/l	4,2	3,4	5,4	–	1,9	2,6	1,4	1,7	2,3		
	NH ₄ -N	mg/l	0,64	0,62	1,25	–	0,05	0,09	0,04	0,04	0,07		
	TP	mg/l	0,42	0,32	0,61	–	0,08	0,11	0,08	0,08	0,10		
Essen Zornige Ameise Ruhr-km: 42,76	Q	m ³ /s	19,0	67,2	–	–	77,9	–	–	73,5	–		
	CSB (nur 1974-2008)	mg/l	19,7	14,2	22,1	–	9,0	13,4	–	8,9	12,1		
	BSB ₅	mg/l	4,4	3,6	5,8	–	1,8	2,7	–	1,7	2,5		
	NH ₄ -N	mg/l	0,69	0,62	1,34	–	0,05	0,09	–	0,03	0,06		
	TP	mg/l	0,64	0,41	0,95	–	0,08	0,12	–	0,08	0,10		
Essen Wehr Baldeney Ruhr-km: 31,18	Q	m ³ /s	19,6	69,3	–	–	81,0	–	–	79,6	–		
	CSB (nur 1974-2008)	mg/l	19,2	14,1	21,4	–	9,0	11,5	–	9,4	13,8		
	BSB ₅	mg/l	4,3	3,4	5,7	–	1,8	2,5	–	1,9	3,2		
	NH ₄ -N	mg/l	0,91	0,74	1,50	–	0,06	0,10	–	0,04	0,06		
	TP	mg/l	0,60	0,39	0,86	–	0,10	0,13	–	0,08	0,11		
Duisburg Aakerfähre Ruhr-km: 5,43	Q	m ³ /s	18,7	70,0	–	–	82,8	–	–	81,5	–		
	CSB (nur 1974-2008)	mg/l	17,1	13,1	19,4	–	8,5	12,1	–	8,7	12,5		
	BSB ₅	mg/l	3,1	2,9	4,8	–	1,3	2,1	–	1,5	2,7		
	NH ₄ -N	mg/l	0,70	0,58	1,27	–	0,08	0,09	–	0,04	0,05		
	TP	mg/l	0,62	0,38	0,86	–	0,09	0,13	–	0,08	0,11		
Lenne an der Mündung Lenne-km: 2,74 Ruhr-km: 92,72 (seit 1974)	Q	m ³ /s	10,4	27,8	–	10,0	40,7	–	9,1	32,6	–		
	CSB (nur 1974-2008)	mg/l	10,7	11,0	17,0	8,9	7,6	10,3	8,6	7,3	9,9		
	BSB ₅	mg/l	2,5	2,7	4,2	2,4	1,6	2,3	1,4	1,7	2,2		
	NH ₄ -N	mg/l	0,43	0,39	0,80	0,02	0,04	0,07	0,04	0,04	0,08		
	TP	mg/l	0,22	0,21	0,40	0,06	0,07	0,10	0,08	0,08	0,10		

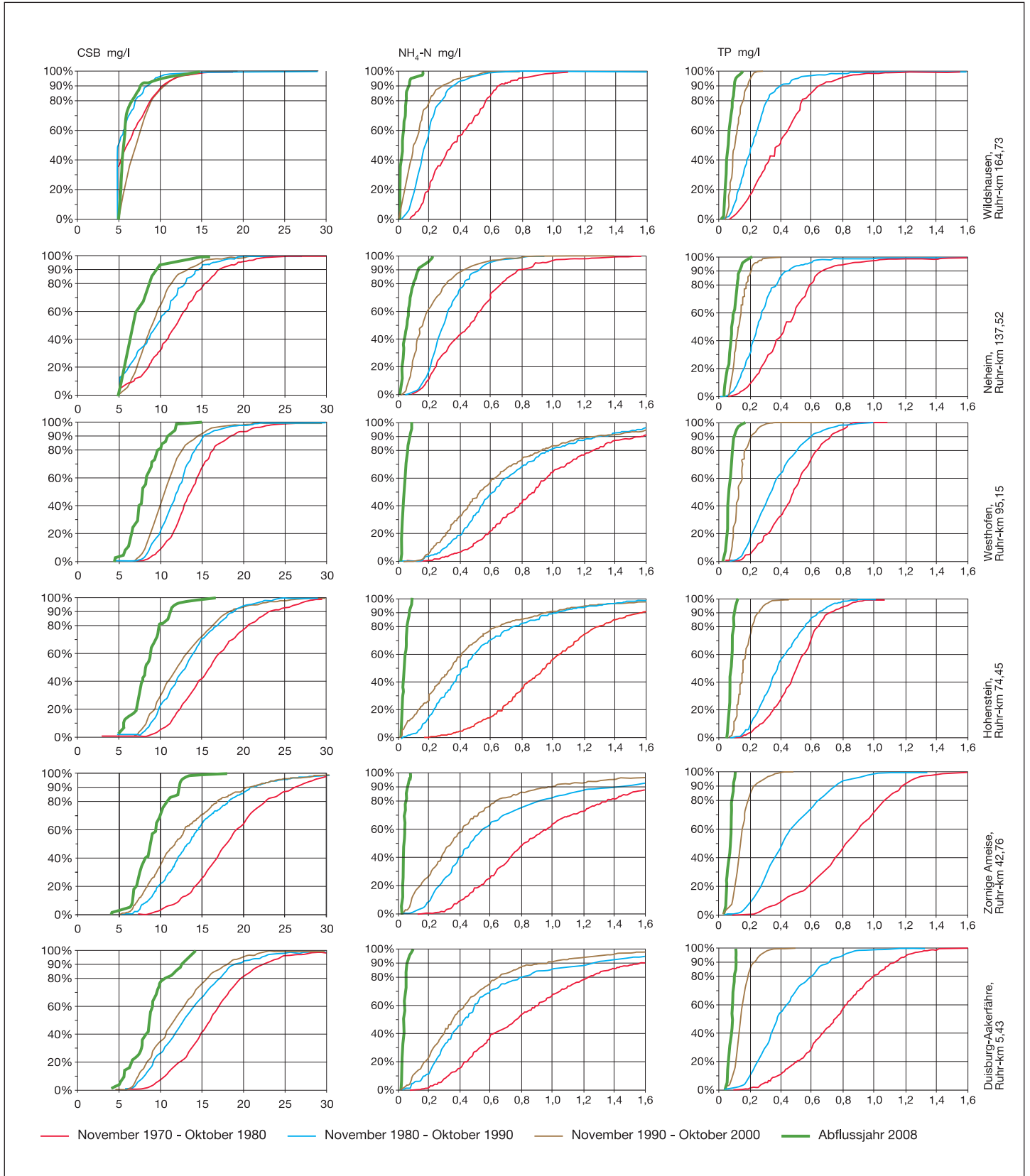


Bild 2.1: Ruhrwasserbeschaffenheit nach den Ergebnissen der wöchentlichen Ruhruntersuchung, dargestellt als Summenhäufigkeiten
 Fig. 2.1: Cumulative frequency curves of water quality in the Ruhr, results of weekly routine sampling

Tabelle 2.2: Vergleich der statistischen Auswertung des Abflussjahres 2008 mit den allgemeinen Qualitätsanforderungen
 Table 2.2: Analysis of statistical data of the hydrological year 2008 and comparison with the general quality requirements

Anforderung		Allgemeine Güteanforderung für Fließgewässer (AGA)		Beurteilung ökologischer Zustand, Umweltqualitätsnorm (UQN)			
				Orientierungswert UQN/OW	Mittelwert		
Bewertungsbasis		90 % Perzentil					
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB	≤ 20 mg/l	eingehalten	5,8	k.A.		
Ammonium-Stickstoff	NH ₄ -N					≤ 1,0 mg/l	≤ 0,30 mg/l
Phosphor, gesamt	TP					≤ 0,30 mg/l	≤ 0,10 mg/l
Vergleich der statistischen Auswertung der Gewässergütemessstellen mit den Anforderungen		90% Perzentil mg/l	Bewertung	Mittelwert mg/l	Bewertung		
Oberhalb Wildshausen Ruhr-km: 164,73	CSB NH ₄ -N TP	7,0 0,07 0,10	eingehalten eingehalten eingehalten	5,8 0,04 0,06	n.b. sehr gut gut		
Neheim Fußgängerbrücke Ruhr-km: 137,52	CSB NH ₄ -N TP	9,0 0,13 0,13	eingehalten eingehalten eingehalten	6,9 0,06 0,08	n.b. sehr gut gut		
Kraftwerk Westhofen Unterwasser Ruhr-km: 95,15	CSB NH ₄ -N TP	10,8 0,07 0,10	eingehalten eingehalten eingehalten	8,1 0,04 0,07	n.b. sehr gut gut		
Kraftwerk Hohenstein Unterwasser Ruhr-km: 74,45	CSB NH ₄ -N TP	11,1 0,07 0,10	eingehalten eingehalten eingehalten	8,5 0,04 0,08	n.b. sehr gut gut		
Essen Zornige Ameise Ruhr-km: 42,76	CSB NH ₄ -N TP	12,1 0,06 0,10	eingehalten eingehalten eingehalten	8,9 0,03 0,08	n.b. sehr gut gut		
Essen Wehr Baldeney Ruhr-km: 31,18	CSB NH ₄ -N TP	13,8 0,06 0,11	eingehalten eingehalten eingehalten	9,4 0,04 0,08	n.b. sehr gut gut		
Duisburg Aakerfähre Ruhr-km: 5,43	CSB NH ₄ -N TP	12,5 0,05 0,11	eingehalten eingehalten eingehalten	8,7 0,04 0,08	n.b. sehr gut gut		
Lenne, an der Mündung Lenne-km: 2,74 Ruhr-km: 92,72	CSB NH ₄ -N TP	9,9 0,08 0,10	eingehalten eingehalten eingehalten	7,3 0,04 0,08	n.b. sehr gut gut		

Legende:
 k.A.: keine Anforderungen definiert
 n.b.: nicht bewertet
 Differenzierte Bewertungskriterien UQN
 „sehr gut“: Wert ≤ (0,5 • UQN/OW)
 „gut“: (0,5 • UQN/OW) < Wert ≤ UQN/OW

3 Physikalisch-chemische Ruhrlängsuntersuchungen

Die Ruhr hat aufgrund ihrer Doppelfunktion als Rohwasserlieferant für die Trinkwassergewinnung und als Vorflut für gereinigte Abwässer eine herausragende Bedeutung für die Wasserwirtschaft des Sauerlands und des Ruhrgebiets. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Wasserqualität der Ruhr sowohl in räumlicher als auch in zeitlicher Hinsicht intensiv chemisch und physikalisch zu überwachen.

Eines dieser Messprogramme stellt die Ruhrlängsuntersuchung dar. Dieses Programm berücksichtigt den räumlichen Aspekt durch die Beprobung von zwölf repräsentativen Stellen im Ruhrlängsverlauf und den zeitlichen Aspekt durch die Frequenz von 13 Probenahmeterminen im Jahr (etwa alle vier Wochen). Diese Untersuchungsfrequenz ermöglicht eine weitgehende Erfassung verschiedener meteorologischer und hydrologischer Situationen sowie ggf. unterschiedlicher Belastungssituationen, wie beispielsweise Einleitungen oder Wasserentnahmen. Die Analyseergebnisse, die mit dem seit dem Jahr 2002 in dieser modifizierten Form bestehenden Untersuchungsprogramm erzielt werden, können nunmehr statistisch ausgewertet werden, z.B. durch die Bestimmung von Perzentilen oder Durchschnittswerten.

Vier weitere Längsuntersuchungen erfolgen gemäß den Vereinbarungen mit der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) in den vier Quartalen eines Jahres. Die Hälfte dieser

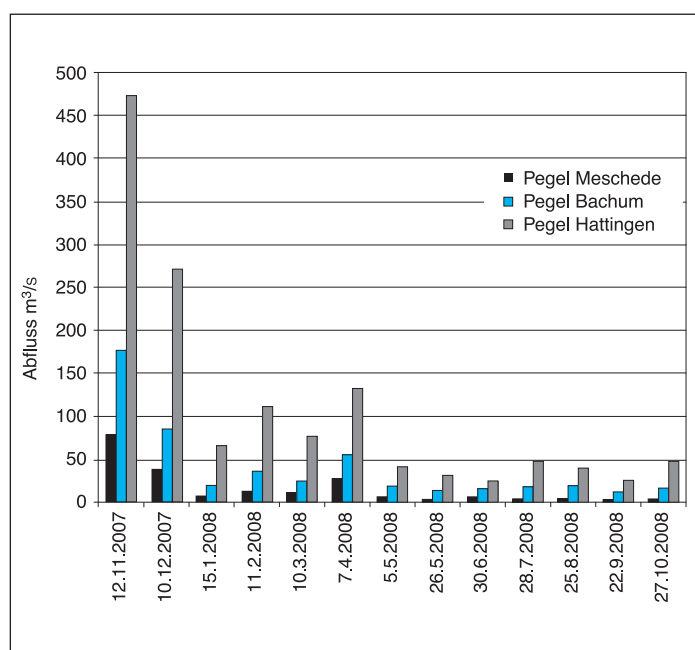


Bild 3.1: Abflüsse an den Pegeln Meschede, Bachum und Hattingen an den Probenahmestellen des Abflussjahres 2008 (Tagesmittelwerte)
 Fig. 3.1: Ruhr River runoffs (daily averages) at the gauging stations of Meschede, Bachum, and Hattingen in the hydrological year 2008

Untersuchungen wird im Auftrag der AWWR durch das Hygieneinstitut Gelsenkirchen durchgeführt.

In Bild 3.1 sind die Abflusstagesmittelwerte an den Pegeln Meschede, Bachum und Hattingen zu den jeweiligen Probenahmetermi- nen des Abflussjahres 2008 als Säulen dargestellt. Es zeigt sich, dass sich die einzelnen Untersuchungen über ein breites Abflussspektrum verteilen und somit der realen Situation relativ nahe kommen. So betrug beispielsweise am Pegel Hattingen, der hier stellvertretend für die Abflussverhältnisse betrachtet wird, die Bandbreite der Tagesmittelwerte an den 13 Untersuchungstagen 24,8 bis 472 m³/s und zum Vergleich im gesamten betrachteten Abflussjahr 20,8 bis 472 m³/s. Der entsprechende Mittelwert an diesem Pegel von 107,2 m³/s (13 Untersuchungen) lag jedoch deutlich höher als das Jahresmittel von 77,1 m³/s.

Die geografische Lage der zwölf Probenahmestellen, von denen fünf auf den oberen (Quelle bis unterhalb Möhнемündung), drei auf den mittleren (unterhalb Möhнемündung bis Wehranlage Harkortsee) und vier auf den unteren Ruhrabschnitt (Wehranlage Harkortsee bis Mündung) entfallen, ist aus Bild 3.2 ersichtlich. Die Kilometrierung der einzelnen Probenahmestellen erfolgte auf der Basis der 3. Auflage der Gewässerstationierung des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV).

Eine Auswahl der im aktuellen Abflussjahr gemessenen Daten ist in Bild 3.3 als „Box-Whisker-Diagramm“ dargestellt. Dabei entsprechen die Endpunkte der Linien den jeweiligen Minima bzw. Maxima, das grau hinterlegte Rechteck dem Bereich zwischen dem 10- und 90-Perzentil und der schwarze Punkt dem Median aller Untersuchungen des Abflussjahres. Die grau hinterlegte Fläche entspricht den mehrjährigen 10- und 90-Perzentilen, die rote Linie den entsprechenden Medianen. Basis dieser Langzeit- daten sind die Ergebnisse der bisher vorliegenden Ruhrlängsunter- suchungen aus den Abflussjahren 2002 bis 2007, die mit dem bestehenden Messprogramm erhoben wurden.

Im Folgenden sollen die wesentlichen Befunde der Untersuchungen dargestellt werden. Die Bewertung erfolgte auf der Basis der Umweltqualitätsnormen (UQN) und der Orientierungswerte, die sich aus der Umsetzung der EG-WRRL des Landes NRW ergeben [3.1], aber auch nach den Allgemeinen Güteanforderungen für

[3.1] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer. Anhang D4, Juni 2007, und Anhang D5, Mai 2007

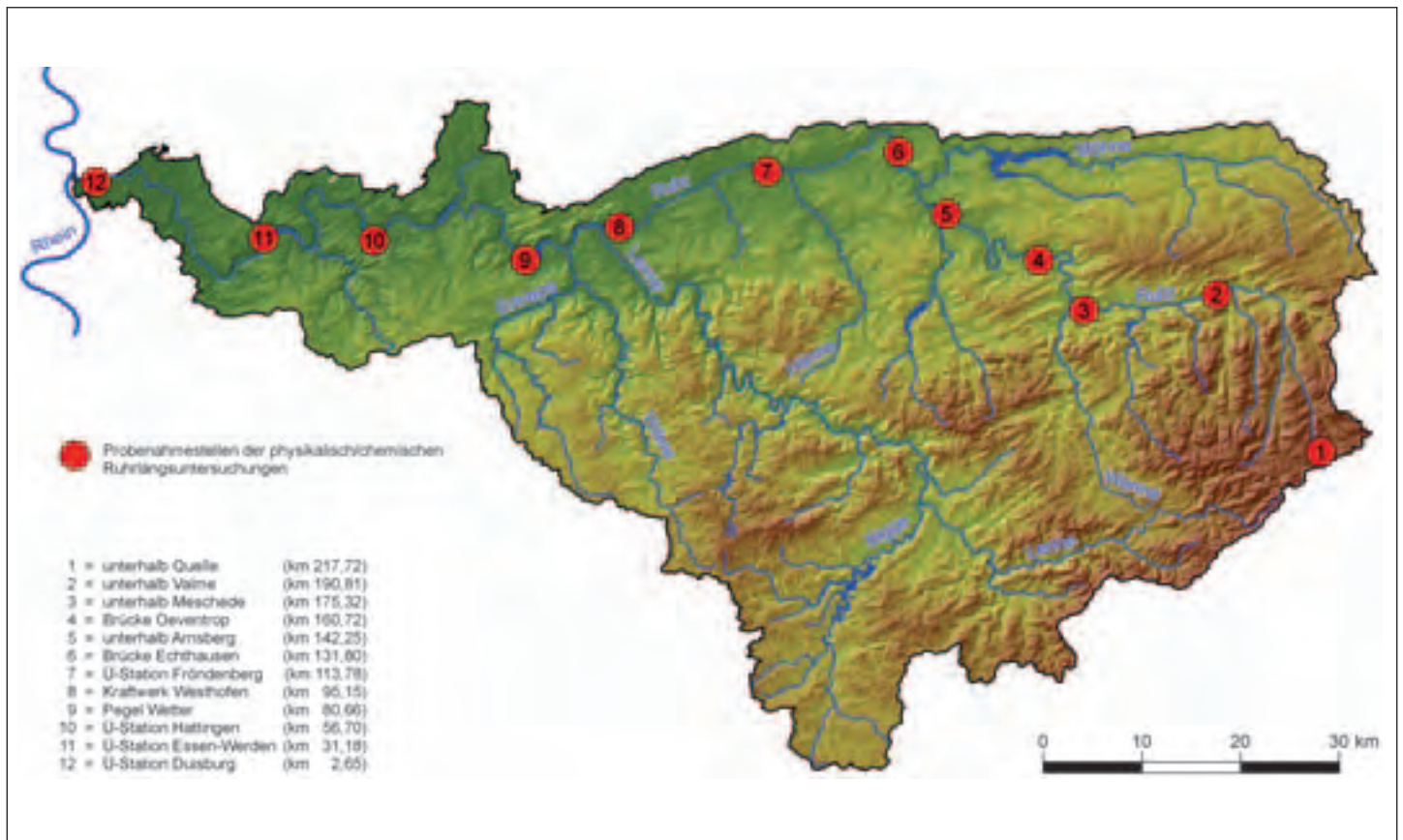


Bild 3.2: Geografische Lage der zwölf Probenahmestellen der Ruhrlängsuntersuchungen

Fig. 3.2: Map showing the 12 sampling points located along the course of the Ruhr River, used for water quality monitoring

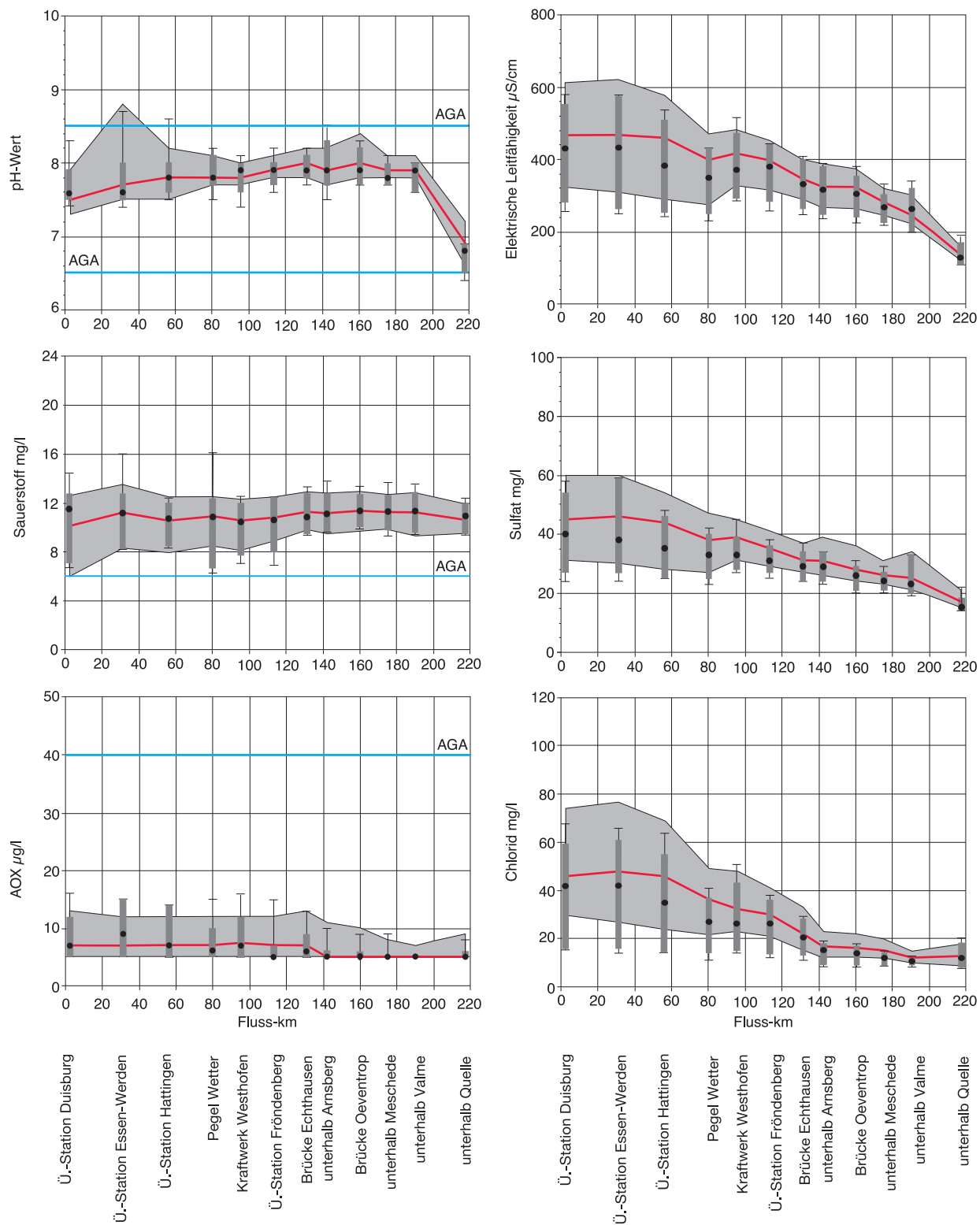


Bild 3.3: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2008, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen

Fig. 3.3: Investigations conducted along the longitudinal profile of the Ruhr River in the hydrological year 2008, statistical data of selected parameters

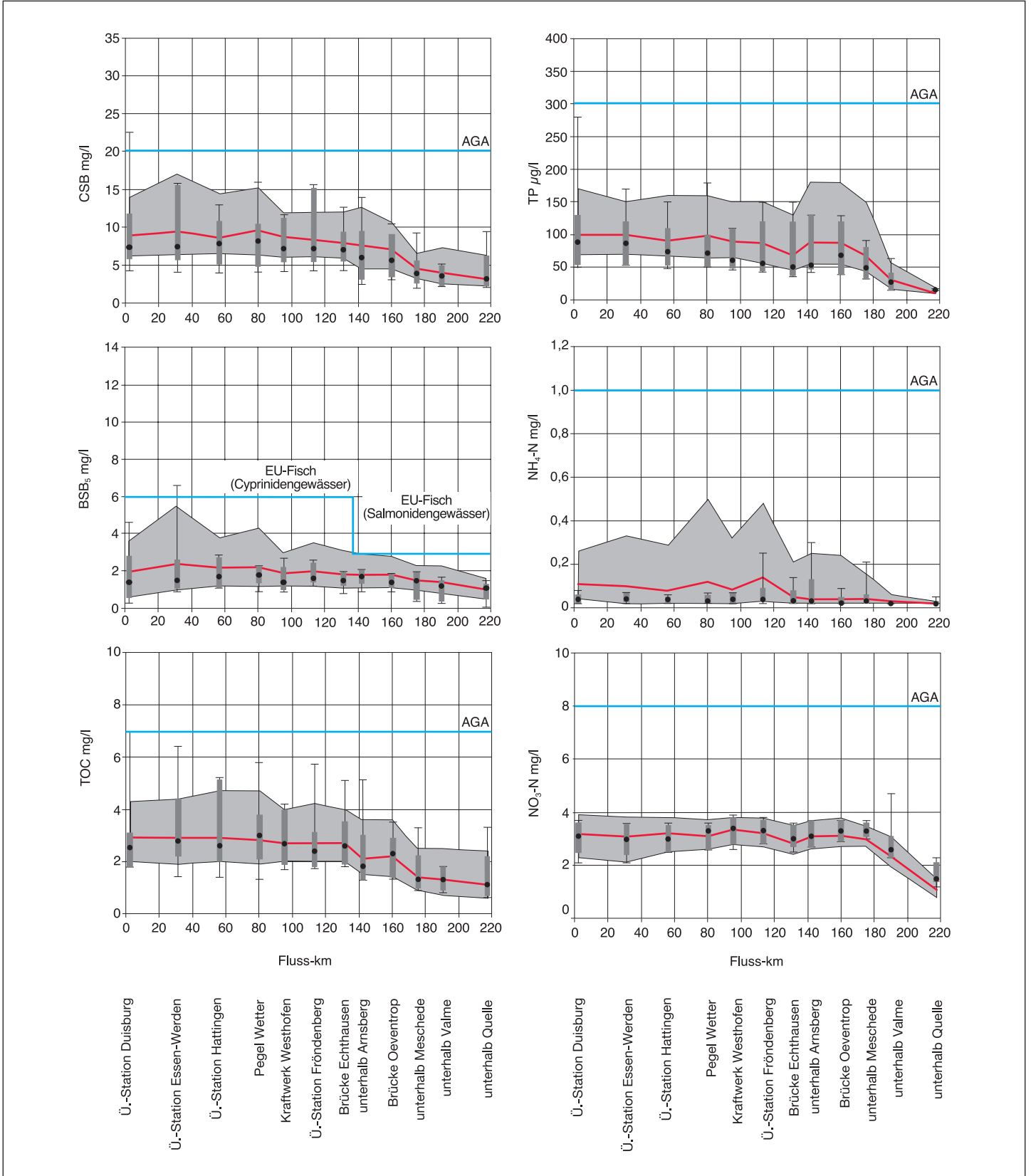


Bild 3.3: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2008, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen

Fig. 3.3: Investigations conducted along the longitudinal profile of the Ruhr River in the hydrological year 2008, statistical data of selected parameters

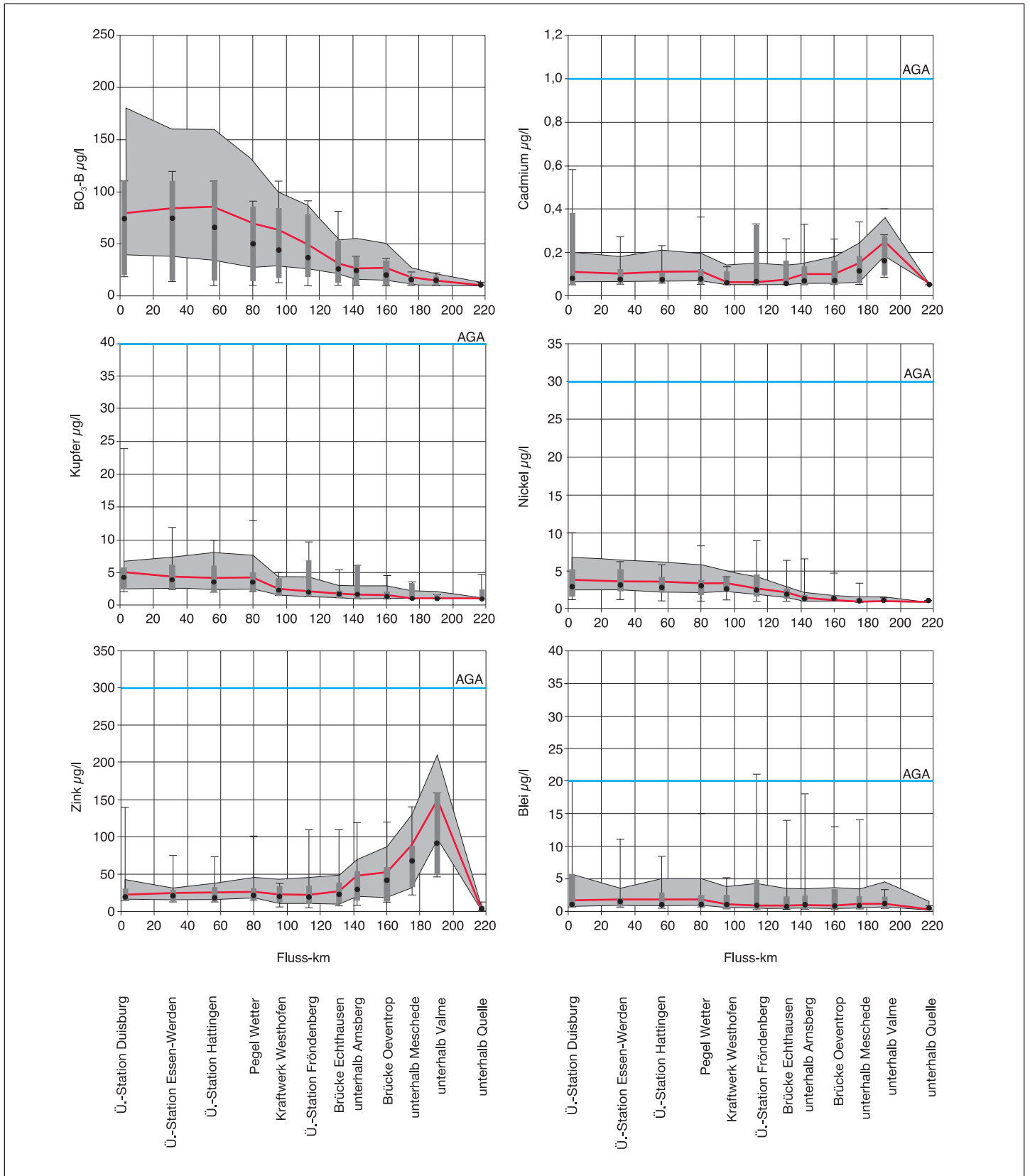


Bild 3.3: Ruhrlängsuntersuchungen im Abflussjahr 2008, statistische Daten ausgewählter Kenngrößen

Fig. 3.3: Investigations conducted along the longitudinal profile of the Ruhr River in the hydrological year 2008, statistical data of selected parameters

Fließgewässer des Landes NRW (AGA) [3.2] und nach der Fischgewässerverordnung [3.3]. Für nähere Erläuterungen zu den einzelnen Bewertungsverfahren sei auf Kapitel 7 „Untersuchung von Nebengewässern“ verwiesen.

Allgemeine physikalisch-chemische Kenngrößen

pH-Wert

Die Bandbreite der gemessenen pH-Werte ist im Vorjahresvergleich mit pH 6,4 bis pH 8,7 etwas enger geworden. Erwartungsgemäß wurde der niedrigste Wert unterhalb der Ruhrquelle gemessen, während die höheren pH-Werte im Bereich der gestauten Ruhr im Unterlauf auftraten. Diese wurden jedoch im Gegensatz zu früheren Jahren, als während der gesamten Vegetationsperiode regelmäßig pH-Werte über 8,0 auftraten, nur noch in der Zeit der Frühjahrsentwicklung des Phytoplanktons gemessen. In der übrigen Zeit bewegten diese sich mit Ausnahme des Quellbereichs zwischen pH 7,5 und 8,0. Die Anforderungen aus der EG-Wasserrahmenrichtlinie sowie die AGA, die für diesen Parameter jeweils einen Bereich von pH 6,5 bis 8,5 vorschreiben, wurden im Quellbereich einmal unterschritten und an den Probenahmestellen „Überwachungsstation Hattingen“ und „Überwachungsstation Essen-Werden“ je einmal überschritten.

Elektrische Leitfähigkeit

Die Gesamtkonzentration ionischer Inhaltsstoffe kann mit Hilfe der Elektrischen Leitfähigkeit annähernd beschrieben werden. Wie schon im Vorjahr wurden in der Ruhr als Minima Leitfähigkeiten um 260 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen, als die Probenahme bei einem Abflussmaximum von 472 m^3/s (12. November 2007) stattfand. Lediglich im Oberlauf wurden mit 107 und 110 $\mu\text{S}/\text{cm}$ noch niedrigere Werte erreicht. Mit Werten zwischen 500 und knapp 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in der unteren Ruhr traten die höchsten Werte Ende Mai bis Mitte Juni auf, nachdem in einer mehrere Wochen andauernden niederschlagsarmen Phase die Abflüsse bis auf etwa 24 m^3/s zurückgegangen waren.

Mineralische Inhaltsstoffe

Als die wesentlichen mineralischen Bestandteile des Ruhrwassers sind vor allem die Kationen Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium sowie die Anionen Chlorid, Sulfat, Nitrat und Hydrogencarbonat zu nennen. Zu den wichtigsten Inhaltsstoffen zählen die Neutralsalze Chlorid und Sulfat, die hier stellvertretend für die Mineralischen Inhaltsstoffe dargestellt sind.

[3.2] *Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW: Runderlass v. 14. Mai 1991 – Allgemeine Güteanforderungen des Landes Nordrhein-Westfalen (AGA). In: Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 42 vom 3. Juli 1991*

[3.3] *Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 78/659/EWG des Rates vom 18. Juli 1978 über die Qualität von Süßwasser, das schutz- oder verbesserungsbedürftig ist, um das Leben von Fischen zu erhalten (FischgewV). In: Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, 51. Jahrgang, Nr. 41 vom 27. August 1997*

Für Chlorid wurden die vorjährigen neuen Minima bei den meisten statistischen Parametern 2008 noch weiter unterschritten. So blieben die 10-Perzentile etwa 15% und die 90-Perzentile etwa 5% unter den Werten von 2007. Auffällig war, dass sich die Mediane im Vorjahresvergleich kaum verändert haben bzw. zum Teil fast unmerklich wieder angestiegen sind. Als Minimum wurden in Duisburg 15 mg/l und in Wetter sogar nur 11 mg/l Chlorid im laufenden Abflussjahr registriert, ein außerordentlich niedriger Wert. Die schon 2007 aufgetretene Abnahme der Neutralsalze im Ruhrlängsverlauf – im Unterlauf sind diese auf die in den letzten Jahren leicht gesunkenen Grubenwässereinträge zurückzuführen – hat sich somit auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau stabilisiert.

Beim Sulfat wurden ähnliche Werte wie 2007 gemessen. Im Gegensatz zu Chlorid, das überwiegend aus Punktquellen emittiert wird, stammt dieses Neutralsalz mehr aus diffusen Quellen und wird bei Abflusserhöhungen vermehrt eingetragen. Bei dem mittleren Abfluss von 107 m^3/s an den Untersuchungstagen erklärt sich somit der höhere Gehalt an Sulfat in der Ruhr, wogegen beim Chlorid durch den relativ hohen Abfluss Verdünnungseffekte überwogen.

Die Gehalte des hier nicht dargestellten Fluorids überschritten im Fließverlauf ab der Probenahmestelle „Brücke Echthausen“ einen Wert von 0,1 mg/l . Auf dem Weg bis zur Mündung in den Rhein stiegen die Konzentrationen zwar allmählich an, erreichten aber zu keinem Zeitpunkt an keiner Messstelle einen Wert von 0,2 mg/l Fluorid. Damit sanken die diesjährigen Fluoridgehalte auf unter 25% der Vorjahreswerte. Ähnlich niedrige Konzentrationen wurden auch beim Bromid gemessen. Hier betrug die Bandbreite < 0,05 bis 0,15 mg/l Bromid.

Im Vergleich zum Vorjahr stiegen bei den nicht grafisch dargestellten Härtebildnern Calcium und Magnesium die Mittelwerte von 33 mg/l bzw. 5,2 mg/l wieder leicht auf 36 mg/l bzw. 5,4 mg/l an. Im langjährigen Vergleich blieben die Konzentrationen beider Kationen aber deutlich unter den früheren Werten. Bis auf das schwach gepufferte Wasser des Quellbereichs sind im Ruhrlängsverlauf ähnliche Konzentrationen zu verzeichnen, bei einer geringen ansteigenden Tendenz mit zunehmender Fließstrecke.

Organische Stoffe

Die organischen Stoffe in der Ruhr werden hier mit den Summenparametern BSB₅ (ohne ATH), CSB und TOC beschrieben. Da im Längsverlauf schon seit vielen Jahren Einleitungen organischer Stoffe immer mehr zurückgehen, werden die Konzentrationen dieser Parameter inzwischen auch maßgeblich durch das Abflussgeschehen (Resuspensierung des Sediments) und die autochthone Biomasseproduktion durch Phyto- und Zooplankton (Sekundärbelastung) geprägt.

Beim BSB₅ (ohne ATH) ergaben sich für alle statistischen Parameter etwas höhere Werte als 2007, auch wenn im langjährigen Vergleich der Median mit Ausnahme des Quellbereichs überall unter-

schritten wurde. Ausschlaggebend für die Zunahme im Vergleich zum Vorjahr war hier vor allem die höhere Primärproduktion im Mai/Juni („Planktonuntersuchungen in der Ruhr“), als die Maxima der BSB₅-Konzentrationen auftraten. In dieser Zeit des so genannten Frühjahrsmaximums wurde der Grenzwert von 6 mg/l nach der Fischgewässerverordnung für Cyprinidengewässer an der unterhalb des Baldeneysees gelegenen Probenahmestelle „Überwachungsstation Essen-Werden“ mit 6,5 mg/l einmalig leicht überschritten. Im übrigen Jahr wurden an allen Probenahmestellen entlang der Ruhr die entsprechenden Grenzwerte aus der Fischgewässerverordnung sicher eingehalten und meist deutlich unterschritten.

Beim CSB und TOC waren hinsichtlich des Medians und auch der 10-Perzentile und Minima unterdurchschnittliche Werte zu verzeichnen. Die ausgeprägten Maxima, die auf einem Großteil der Fließstrecke auftauchten, wurden bei der Probenahme am 12. November 2007 im Winterhalbjahr gemessen, als gleichzeitig das Abflussmaximum (Tagesmittelwert) des Abflussjahres 2008 vorlag. Weitere erhöhte Werte traten im Unterlauf während der Zeit des Frühjahrsmaximums der Algenentwicklung auf.

Sowohl für den CSB als auch für den TOC und BSB₅ (mit ATH) wurden die Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA), wonach 90-Perzentile von 20 mg/l, 7 mg/l bzw. 5 mg/l nicht überschritten werden dürfen, sicher eingehalten.

Sauerstoffhaushalt

An allen Probenahmestellen wurden 2008 nahezu die langjährigen Werte erreicht, nur der Mündungsbereich wies insgesamt etwas höhere Sauerstoffkonzentrationen auf. Dieses galt sowohl für die Mediane als auch für die 10- bzw. 90-Perzentile. Lediglich die Minima zwischen den Probenahmestellen „Überwachungsstation Fröndenberg“ und „Pegel Wetter“ waren auffällig. Diese traten am 28. Juli 2008 auf, als sich am Tag vor der Probenahme bei einem Starkregen der Abfluss innerhalb von 24 Stunden annähernd verdoppelte. Bei diesem Ereignis wurden leicht abbaubare Stoffe in die Ruhr eingetragen, wie auch der erhöhte Anteil Abfiltrierbarer Stoffe von 40 mg/l anzeigt. Dies führte hier zu einer zeitlich begrenzten Abnahme der Sauerstoffkonzentrationen, die jedoch einen Sättigungsindex von 68 % nicht unterschritten.

Wie in den Vorjahren waren extreme Sauerstoffunter- oder -übersättigungen, die für die Fischfauna Stresssituationen bedeuten, nicht vorhanden. Naturgemäß ist die Bandbreite der auftretenden Sauerstoffkonzentrationen in den Wintermonaten deutlich geringer als in den Sommermonaten, in denen aufgrund vermehrter biologischer Aufbau- (Planktonentwicklungen) und Zehrungsprozesse (z. B. mikrobieller Biomasseabbau) der Sauerstoffhaushalt natürlichen Schwankungen unterworfen ist („Planktonuntersuchungen in der Ruhr“). Die höchsten O₂-Werte traten 2008 mit 16 mg/l im Mai während der Algenfrühjahrsentwicklung im gestauten Teil der Ruhr auf. Neben den oben schon berichteten Sauerstoffminima im mittleren Teil der Ruhr wurden die niedrigsten Konzentrationen im August im Anschluss an vorangegangene

Algenentwicklungen gemessen. Für die Fisch- und Makroinvertebratenfauna wurden jedoch zu keinem Zeitpunkt bedenkliche Werte erreicht. Auf Belüftungsmaßnahmen konnte daher auch im Jahr 2008 wieder verzichtet werden. Die Orientierungswerte (GewBEÜ-V) für den Sauerstoffgehalt von mindestens 7 mg/l, der für Gewässer des Typs 5 und 9 (Quelle bis Arnsberg) gilt, bzw. 6 mg/l für Gewässertyp 9.2 (Arnsberg bis Mündung) wurden durchgängig eingehalten. Gleiches gilt sowohl für die entsprechenden Imperativ- (I-Werte) und Richtwerte (G-Werte) (95-Perzentil-Werte) gemäß der Fischgewässerverordnung als auch für die Vorgaben aus den AGA.

Nährstoffe

Die Pflanzennährstoffe, hier vor allem gelöste Phosphor- und Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrat), beeinflussen speziell in stehenden Gewässern und langsam fließenden Tieflandflüssen die Wasser- bzw. Gewässerqualität, indem sie bei Mangel limitierend auf die Intensität der Primärproduktion (Trophie) wirken. In den schnell fließenden Mittelgebirgsbächen spielt die Primärproduktion mit planktischen Algen aufgrund der zu geringen Fließzeit kaum eine Rolle. Erst mit dem Aufstau von einzelnen Gewässerabschnitten, wie hier mit den Ruhrstauseen unterhalb von Hagen, verlängert sich die Fließzeit erheblich, so dass vor allem in den Stauhaltungen mit Aufenthaltszeiten bis zu mehreren Tagen größere Phytoplanktonentwicklungen möglich werden. Die Zusammenhänge zwischen dem Abfluss, der Strahlungsintensität sowie dem Phyto- und Zooplankton werden in dem Beitrag „Planktonuntersuchungen in der Ruhr“ am Beispiel des Baldeneysees behandelt. An dieser Stelle wird die Nährstoffsituation im Fließverlauf der Ruhr am Beispiel der Kenngrößen Gesamtphosphor, Nitrat- und Ammonium-Stickstoff sowohl für 2008 als auch in den letzten Jahren dargestellt.

Die unterdurchschnittlichen Konzentrationen für Gesamtphosphor des Vorjahres setzten sich auch 2008 fort. Sowohl bei den Medianen als auch bei den Minima und 10-Perzentilen waren ähnliche Werte wie 2007 zu verzeichnen. Lediglich die zum Teil sehr hohen Maxima im Unterlauf der Ruhr fielen auf. Diese Maximalwerte, die an der Probenahmestelle „Überwachungsstation Duisburg“ bis zu 280 µg/l TP erreichten, waren mit dem stark erhöhten Abfluss und dem damit verbundenen Schwebstoffgehalt am 12. November 2007 verbunden. Somit wurden diese Phosphorkonzentrationen aufgrund ihrer partikulären Natur und der strahlungsarmen, kalten Jahreszeit trophisch nicht wirksam. Insgesamt wurden in der Ruhr an keiner Probenahmestelle 80 µg/l TP als Median und 130 µg/l als 90-Perzentil überschritten. Dieser Konzentrationsrückgang setzte in den oberen Ruhrstauseen in diesem Jahrzehnt den Prozess vom Wechsel eines Plankton- zum Makrophyten-dominierten Gewässers in Gang. Massenentwicklungen von Planktonalgen kamen in der Ruhr aufgrund einer Phosphorlimitierung schon seit vielen Jahren nicht mehr vor.

Auch die Ammoniumkonzentrationen sind nunmehr im zweiten Jahr in Folge im gesamten Ruhrverlauf auf einem sehr niedrigen Niveau. Ab dem Kraftwerk Westhofen erreichten die Maximal-

werte des Abflussjahres 2008 noch nicht einmal den langjährigen Median. Insgesamt lagen 97 % der Messwerte unter 0,10 mg/l und 74 % der Werte unter 0,05 mg/l NH₄-N. Dies ist für ein anthropogen beeinflusstes Gewässer, wie es die Ruhr darstellt, ein außerordentlich gutes Ergebnis.

Bei den Nitrat-Stickstoffkonzentrationen haben sich dagegen die Verhältnisse sowohl im Vergleich zum Vorjahr als auch zur Entwicklung seit dem Jahr 2002, als das Messprogramm in der bestehenden Form aufgenommen wurde, kaum verändert. Diese Konstanz wird schon dadurch deutlich, dass die Bandbreite der langjährigen Werte sehr schmal ist. Geringfügig höhere Konzentrationen waren noch im Oberlauf der Ruhr zu verzeichnen. Neben dem Einfluss aus den landwirtschaftlich genutzten Bereichen spielen hier nach wie vor die ausgedehnten Brachflächen, die 2007 aufgrund der Waldschäden durch den Wintersturm „Kyrill“ entstanden sind, eine entscheidende Rolle. Durch die (noch) fehlende Vegetation vermindert sich hier der Stickstoffrückhalt, so dass ein größerer Teil der Stickstoffverbindungen in die Fließgewässer und auch in die Ruhr gelangt. Dieser Prozess sollte in den folgenden Jahren mit zunehmender Aufforstung der geschädigten Bereiche allmählich wieder abnehmen. Mit steigendem Besiedlungsgrad und geringeren Waldflächen im Einzugsgebiet ab etwa der Probenahmestelle „Überwachungsstation Fröndenberg“ gingen die Nitratkonzentration in der Ruhr auf die Werte der jeweiligen langjährigen Mittel wieder zurück.

Wie schon 2007, als selbst das Maximum der Ammoniumkonzentration mit 0,22 mg/l NH₄-N deutlich unter dem Orientierungswert von 0,3 mg/l NH₄-N blieb, wurde auch 2008 dieser Wert von der höchsten gemessenen Konzentration nicht überschritten. Wie im Vorjahr wurde nach der Bewertung entsprechend der EG-Wasser-Rahmenrichtlinie für alle Probenahmestellen an der Ruhr der sehr gute Zustand erreicht. Auch für Gesamtphosphor bestätigten sich die Werte des Vorjahres, so dass für diesen Parameter der gute Zustand weiter Bestand hat. Für die drei Pflanzennährstoffe Gesamtphosphor, Ammonium und Nitrat wurden die Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer (AGA) auf der gesamten Fließstrecke sogar von allen Einzelmesswerten vollständig eingehalten.

Schwermetalle

Für die Darstellung der Schwermetallbelastung der Ruhr wurden wie in den Vorjahren die ökotoxikologisch relevanten Elemente Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel und Zink ausgewählt. Die Konzentrationen des grafisch nicht dargestellten Elements Chrom blieben zu 75 % unterhalb der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l. Das Element Quecksilber konnte bei den Ruhrlängsuntersuchungen zu keinem Zeitpunkt nachgewiesen werden (BG = 0,05 µg/l).

Bei den Schwermetallen Blei, Kupfer und Nickel waren im Oberlauf durchschnittliche und etwa ab der Probenahmestelle „Pegel Wetter“, also unterhalb der ersten Stauhaltungen, leicht unterdurchschnittliche Konzentrationen zu verzeichnen. Die Maximalwerte, die bei allen betrachteten Schwermetallen gemessen

wurden, traten bei dem deutlich erhöhten Abfluss im November 2007 auf, als die Probenahme am 12. November 2007 mit einem Tagesmittelwert von 472 m³/s (Pegel Hattingen) stattfand. Zu diesem Zeitpunkt erhöhten sich durch die auflaufenden Hochwässer die Konzentrationen aus dem Sediment resuspendierter Schwermetalle in der Wasserphase in erheblichem Maße. Selbst bei Elementen, die üblicherweise hauptsächlich in gelöster Form vorliegen, wie z.B. Nickel oder Zink, stieg bei diesen Abflussverhältnissen fast ausschließlich der ungelöste Anteil an. Bei den Elementen Cadmium und Zink waren die niedrigen Konzentrationen unterhalb der Mündung der Valme in die Ruhr bemerkenswert. Hier spielt offensichtlich der geringere Eintrag durch rückläufige Elutionsvorgänge aus dem ehemaligen Erzbergbau im Einzugsgebiet der Valme eine ausschlaggebende Rolle. Für alle Schwermetalle wurden die Zahlenwerte der AGA, die für 90 % der Untersuchungsergebnisse einzuhalten sind, selbst für die Maxima zum Teil weit unterschritten.

Spezielle Einzelstoffe

Borat-Bor

In dem abflussreichen Jahr 2007 wurden in der Ruhr außerordentlich niedrige mittlere Konzentrationen von Borat-Bor gemessen, da der Eintrag von Boraten weniger diffus als punktuell erfolgt und so Verdünnungseffekte maßgeblich die Konzentrationen im Gewässer beeinflussen. Auch dieses Jahr blieben alle statistischen Parameter zum Teil weit unter den langjährigen Werten, auch wenn aufgrund der geringeren Abflüsse ein leichter Anstieg auftrat. Betrachtet man die gelösten Borat-Bor-Konzentrationen im Fließverlauf der Ruhr, so steigen diese als Folge des zunehmenden Anteils gereinigten Abwassers mit steigendem Besiedlungsgrad allmählich an. Vergleicht man die aktuellen Werte mit denen vor fünf Jahren, so können heute nur noch 50 % der damaligen Gehalte nachgewiesen werden, was im Wesentlichen auf die Substitution von Perborat durch Percarbonat in Waschmitteln zurückgeht.

Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene

Die Konzentrationen der Adsorbierbaren Organisch Gebundenen Halogene (AOX) blieben im Bereich der langjährigen Werte. 50 % der Konzentration lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 5 µg/l. Insgesamt betrug die Bandbreite aller ermittelten Werte in der Ruhr < 5 bis 16 µg/l, so dass selbst die Maximalwerte das Qualitätskriterium von ≤ 25 µg/l (90-Perzentil) bzw. die AGA von 40 µg/l (90-Perzentil) weit unterschritten.

Zusammenfassung

Der positive Trend der Verbesserung der physikalisch-chemischen Verhältnisse in der Ruhr setzte sich auch 2008 weiter fort. Seit dem Jahr 2000 haben die sinkenden Nährstoffkonzentrationen, hier sind vor allem Gesamtphosphor, aber auch Ammonium zu nennen, zu einer Limitierung planktischer Algenentwicklungen geführt, so dass in den oberen Ruhrstauseen Makrophyten Kon-

kurrenzvorteile haben. Zusammen mit der zurückgegangenen organischen Belastung blieben dadurch Beeinträchtigungen des Sauerstoffhaushalts aus, da weniger sauerstoffverbrauchende Abbauprozesse stattfanden. So wurden auch in der Phase eines höheren Abbaus der zuvor produzierten planktischen Biomasse die Grenzwerte der FischgewV und die Orientierungswerte nach der EG-WRRL vollständig eingehalten. Auch die Konzentrationen von mineralischen Inhaltsstoffen wie Calcium und Chlorid, von Borat-Bor und von Adsorbierbaren Organisch Gebundenen Halogenen (AOX) sind weiter gesunken oder haben sich im Bereich des erreichten niedrigen Niveaus stabilisiert. Hinsichtlich der Schwermetallbelastung hat ein weiterer Rückgang stattgefunden, der dieses Jahr erfreulicherweise für Cadmium und Zink auch den Oberlauf der Ruhr aufgrund verminderter Einträge aus dem ehemaligen Bergbau betraf. Abflussbedingte Spitzenwerte traten im November 2007 für die Konzentrationen von TOC, CSB und von den untersuchten Schwermetalle bei einem gleichzeitigen Rückgang der Elektrischen Leitfähigkeit auf. Die erhöhten BSB₅-Werte im Mai/Juni 2008 waren hingegen auf die verstärkte Primärproduktion durch Planktonalgen zurückzuführen. Für alle untersuchten Kenngrößen wurden die Vorgaben, die sich aus den Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer ergeben, in der gesamten Ruhr vollständig eingehalten und zum Teil weit unterschritten.

4 Hydrobiologische Untersuchungen der Ruhr

Zwischen dem Land NRW, vertreten durch die Bezirksregierung Arnsberg als Geschäftsstelle Ruhr, und dem Ruhrverband ist im September 2007 eine Vereinbarung über die Mitwirkung beim Gewässermonitoring geschlossen worden. Basis der Vereinbarung ist die Verordnung zur Umsetzung der Anhänge II, III und V der Richtlinie 2000/60/EG vom 23. Oktober 2000 über die Bestandsaufnahme und Einstufung der Gewässer (Gewässerbestandsaufnahme-, Einstufungs- und Überwachungsverordnung – GewBEÜV). Gegenstand der Vereinbarung ist

- die Mitwirkung beim operativen Monitoring der Oberflächengewässer nach GewBEÜV, der gegenseitige Austausch von Monitoringdaten und ggf. die Verwendung von Bewertungsalgorithmen,
- die Mitwirkung bei der Beurteilung des Gewässerzustands,
- die gegenseitige Verwendung von Monitoringdaten und Zustandsbeurteilungen für Berichtszwecke und Publikationen.

Auf der Grundlage dieser Vereinbarung wurde mit der Geschäftsstelle Ruhr und den jeweils zuständigen Dienststellen der damaligen Staatlichen Umweltämter Duisburg, Hagen, Siegen und Lippstadt eine annähernd hälftige Aufteilung der Monitoringaktivitäten beschlossen.

Bis zum Jahr 2006 wurde die Gewässergüte der Ruhr auf der Basis der DIN 38410 [4.1] bestimmt und entsprechend einer siebenstufigen Klassifizierung in Bänderform dargestellt. Ab dem Jahr 2007, seitdem wirkt der Ruhrverband beim operativen Monitoring mit, erfolgen die hydrobiologischen Untersuchungen nach dem PERLODES-Verfahren [4.2] und einer anschließenden gewässertypbezogenen Bewertung entsprechend der fünfstufigen Qualitätsklassifizierung gemäß der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL).

Von der Quelle nordöstlich von Winterberg bis zur Ortschaft Biggelsberg (km 198,13) stellt sich die Ruhr als lebendiger, sauerstoffreicher „Silikatischer Mittelgebirgsbach“ des Gewässertyps 5 dar. Im weiteren Fließverlauf bis zum Zufluss der Röhr bei Neheim-Hüsten (km 141,83) nimmt sie nach Aufnahme zahlreicher kleinerer Nebengewässer den Charakter eines Mittelgebirgsflusses vom Gewässertyp 9 „Silikatischer Mittelgebirgsfluss“ an, bevor sie auf der restlichen Fließstrecke bis zur Mündung in den Rhein dem Gewässertyp 9.2 „Großer Fluss des Mittelgebirges“ zugeordnet wird. In ihrem unteren Bereich wird die Ruhr zum langsam fließenden, häufig gestauten Fließgewässer mit nutzungsbedingter Uferverbauung. Dies bedingt auch die überwiegende Ausweisung von Teilstrecken der unteren Ruhr als erheblich veränderte Wasserkörper (HMWB: Heavily Modified Water Bodies).

[4.1] DIN 38410:2004: *Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern*, Berlin: Beuth-Verlag GmbH

[4.2] <http://www.fliessgewaesserbewertung.de> (Zugriff: Mai 2009)

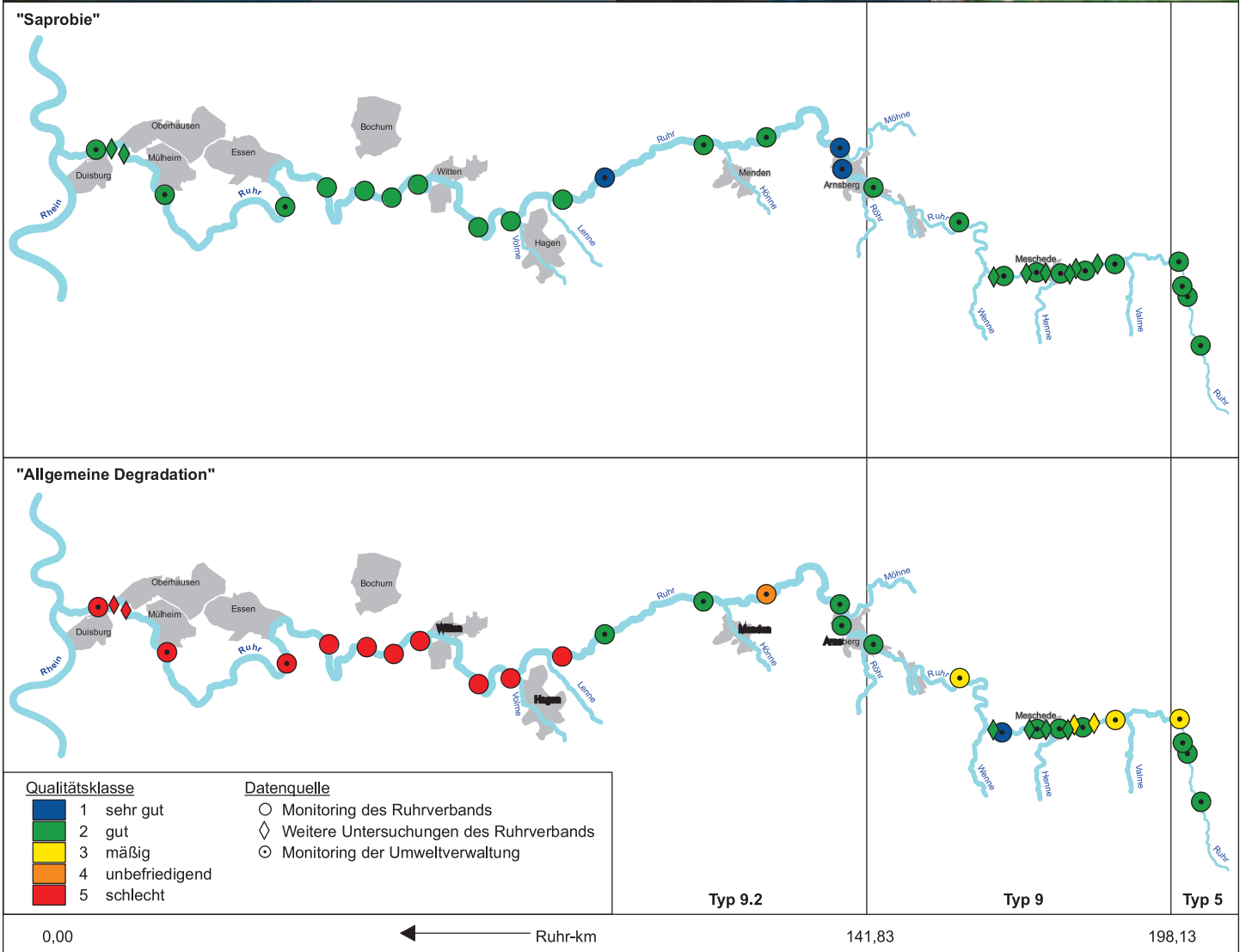


Bild 4.1: Ökologischer Gewässerzustand – Makrozoobenthos (Module „Saprobie“ und „Allgemeine Degradation“) im Fließverlauf der Ruhr
 Fig. 4.1: Ecological waterbody status determined by monitoring the macrozoobenthos (modules “Saprobic Index” and “General Degradation”) along the stream course.

Im Bild 4.1 sind die Ergebnisse der biologischen Untersuchung des Gewässerzustands der Ruhr messstellenbezogen für die Qualitätskomponente „Saprobie“ und „Allgemeine Degradation“ dargestellt. Diese Abbildung gibt einen zusammenfassenden Überblick über den Zustand des Gewässers im Untersuchungszeitraum 2005 bis 2008, wobei die Untersuchungen in der oberen und mittleren Ruhr im Wesentlichen durch die Umweltverwaltungen im Jahr 2007 und in der unteren Ruhr durch den Ruhrverband im Jahr 2008 durchgeführt wurden.

Das hier betrachtete biologische System, die Besiedelung mit bodenlebenden wirbellosen Tieren (Makrozoobenthos), stellt einen Langzeitindikator dar, der aufgrund des in der Regel einjährigen Lebenszyklus der Tiere den ökologischen Zustand eines längeren vorhergehenden Zeitraums anzeigt.

Qualitätskomponente „Saprobie“

Die Ruhr zeigt in ihrem gesamten Fließverlauf an allen untersuchten Probenahmestellen einen „guten“ saprobiellen Zustand.

Im Oberlauf, von der Quelle bis oberhalb des Stadtgebiets von Olsberg (Gewässertyp 5), wird mit Saprobienindizes zwischen 1,52 bis 1,73 die Qualitätsklassengrenze von 2,00 deutlich eingehalten (vgl. auch Tabelle 8.1: Qualitätsklassengrenzen „Saprobie“). Die Ruhr stellt sich hier als saprobiell gering belastetes Gewässer dar. So konnten neben der Steinfliegenlarve *Perla marginata* in diesem Ruhrabschnitt auch die Eintagsfliegenlarven *Ephemerella mucronata* und *Baetis melanonyx* sowie die Zweiflüglerlarven *Simulium cryophilum*, *Simulium monticola* und *Ibsia marginata* nachgewiesen werden. Diese Reinwasserarten stellen hohe Ansprüche an die Wasserqualität. Sie sind strömungsliebend und benötigen niedrige Wassertemperaturen sowie hohe Sauerstoffgehalte.

Auch im nachfolgenden Ruhrabschnitt bis Neheim-Hüsten, in dem die Ruhr dem Gewässertyp 9 entspricht, wird mit Saprobienindizes von 1,76 bis 1,83 der „gute“ saprobielle Gewässerzustand deutlich eingehalten. Als fein- bis grobmaterialreicher „klassischer“ Mittelgebirgsfluss weist die Ruhr hier sowohl Bereiche mit hoher Strömung als auch strömungsberuhigte Zonen auf. Typische Arten der schnellfließenden, sauerstoffreichen Bereiche, wie die Steinfliegenlarven *Leuctra geniculata* und *Perlodes microcephalus*, die Eintagsfliegenlarven aus der *Ecdyonurus venosus*-Gruppe sowie teilweise in großer Zahl der Käfer *Esolus parallelepipedus*, konnten nachgewiesen werden. Als eine charakteristische Art der strömungsberuhigten Zonen fand sich im Feinsediment zwischen den Steinen und im nahen Uferbereich in größerer Anzahl die Köcherfliegenlarve *Allogamus auricollis*.

Erst im weiteren Fließverlauf ist mit Zunahme der anthropogenen Einflüsse eine leichte Erhöhung der organischen Belastung und somit der Saprobienindizes festzustellen. Aber auch in diesem Abschnitt, beginnend bei Arnsberg-Neheim bis zum Stadtbereich Schwerte, befindet sich die Ruhr als „Großer Fluss des Mittelgebirges“ (Typ 9.2) sicher in einem „guten“ saprobiellen Zustand.

Einzelne Probenahmestellen weisen in diesem Bereich bei der zugrundeliegenden gewässertypbezogenen Bewertung sogar einen „sehr guten“ saprobiellen Zustand auf. Im Bereich der Möhнемündung bei Arnsberg-Neheim scheint allerdings die Ursache für diese „sehr gute“ Bewertung im Wechsel des festgelegten Gewässertyps und der damit verbundenen Verschiebung der Klassengrenzen zwischen einem „guten“ und „sehr guten“ Zustand (Tabelle 8.1) zu liegen. In diesem gesamten Flussabschnitt wurde eine arten- und individuenreiche Biozönose mit anspruchsvollen Arten angetroffen. So fanden sich hier neben verschiedenen Eintagsfliegenarten der Gattung *Baetis* und Steinfliegenlarven der Gattung *Leuctra* Köcherfliegen der Gattungen *Sericostoma* und *Lepidostoma*, aber auch aus Nebengewässern eingetragene Arten wie der Käfer *Esolus parallelepipedus*. Auffällig ist die große Dominanz von *Echinogammarus berilloni*, eine Neozoen-Art, die vom Zufluss der Möhne bis zum Baldeneysee die vorherrschende Flohkrebsart in der Ruhr ist.

In dem weiter flussabwärts durch die fünf großen Flusstauseen stark geprägten unteren Ruhrabschnitt ab Pegel Villigst zeigten die im Jahr 2008 untersuchten Probenahmestellen überwiegend einen Saprobienindex zwischen 1,98 und 2,19 und sind somit entsprechend der gewässertypspezifischen Bewertung ebenfalls mit „gut“ einzustufen. In diesem Ruhrabschnitt wurden nur die freifließenden Gewässerbereiche untersucht, da das Bewertungsverfahren bei stehenden Gewässern wie z.B. den Ruhrstauseen keine Anwendung findet.

Bemerkenswert ist, dass der aus dem Rhein hochgewanderte Flohkrebs *Dikergammarus villosus*, eine hauptsächlich räuberisch lebende Neozoen-Art aus dem Donaauraum, den im mittleren Ruhrabschnitt dominanten *Echinogammarus berilloni* bis oberhalb des Baldeneysees verdrängt hat. Als weitere eingewanderte Neozoen kommen unterhalb des Kettwiger Sees die Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha*, die Neuseeländische Deckelschnecke *Potamopyrgus antipodarum* und Körbchenmuscheln der Gattung *Corbicula* vor. Diese Makrozoobenthos-Arten sowie die ebenfalls häufig vertretene Eintagsfliegenlarve *Caenis luctuosa* und verschiedene Arten der Köcherfliegengattung *Ceraclea* sind typisch für die unteren 40 Kilometer der Ruhr. Generell nimmt in der Ruhr in Richtung Mündung sowohl die Vielfalt als auch die Häufigkeit an Neozoen deutlich zu.

Qualitätskomponente „Allgemeine Degradation“

Im oberen Ruhrabschnitt von der Quelle bis oberhalb Olsberg zeigt die Bewertung der „Allgemeinen Degradation“, die im Wesentlichen die strukturelle Qualität eines Fließgewässers widerspiegelt, für alle Probenahmestellen einen „guten“ Zustand. Im weiteren Gewässerverlauf schwankt sie zwischen „gut“ und „mäßig“, wobei sich die Probenahmestellen mit „mäßig“ in den Ortslagen von Olsberg, Velmede und Oeventrop befinden. Anschließend zeigen bis auf eine Probenahmestelle bei Wickede alle Messstellen einen „guten“ Zustand. Erst ab dem Pegel Villigst spiegelt sich die Degradation der Gewässermorphologie in einer durchgängig „schlechten“ Bewertung an allen Probenahmestellen

wider. Verantwortlich hierfür sind vor allem die unbefriedigenden Gewässerstrukturen sowie Rückstauereffekte durch Flussverbauungen. Dieser Gewässerabschnitt ist aufgrund verschiedener Nutzungsansprüche, wie z. B. Trinkwassergewinnung, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt oder Freizeitnutzung, stark ausgebaut.

Qualitätskomponente „Versauerung“

In der Ruhr ist der Aspekt der Versauerung nur im oberen Ruhrabschnitt, in dem sie dem Typ eines silikatischen Mittelgebirgsbachs entspricht, relevant. Dieser Bachtyp neigt aufgrund seines geringen Puffervermögens zur Versauerung. Die Ruhr weist hier jedoch einen „sehr guten“ Zustand auf.

Zusammenfassung

Die Ruhr besitzt über weite Strecken eine artenreiche Wirbellosenfauna (Makrozoobenthos). Diese setzt sich aus typischen Arten der silikatischen Mittelgebirgsbäche und -flüsse zusammen und wird ergänzt durch viele weit verbreitete Arten. Besonders erwähnenswert ist das Auftreten der Steinfliegenlarven *Leuctra geniculata* und *Perlodes microcephalus*, der Köcherfliegenart *Allogamus auricollis* sowie der Käferart *Esolus parallelepipedus*, die als Leitarten dieser Gewässertypen gelten.

Trotz ihrer vielfältigen Nutzung, insbesondere auch zur Aufnahme gereinigter Abwässer, zeigt die Ruhr insgesamt eine geringe Belastung mit organisch abbaubaren, sauerstoffzehrenden Stoffen. Dies spiegelt sich in der durchgängig „guten“ Bewertung der Qualitätskomponente „Saprobie“ wider. Verantwortlich für den nicht-durchgängig „guten“ ökologischen Zustand der Ruhr, bedingt durch die Einstufung über die biologische Qualitätskomponente „Makrozoobenthos – Allgemeine Degradation“, sind im Wesentlichen die nutzungsbedingten Gewässerstrukturen durch Flussverbauungen und Begradigungen sowie die Staubereiche, die die unterhalb vom Pegel Villigst gelegenen Fließstrecken negativ beeinflussen. Dies führt zu einer überwiegenden Ausweisung von Teilstrecken der unteren Ruhr als erheblich veränderte Wasserkörper („HMWB“) und Einstufung in eine nur „schlechte“ ökologische Zustandsklasse.

5 Zeitlich dichte physikalisch-chemische Überwachungen der Ruhr

Der Ruhrverband ist innerhalb des Einzugsgebiets der Ruhr per Sondergesetz zuständig für die Wassermengen- und Wassergüterwirtschaft. Aus den damit verbundenen Aufgaben ergibt sich die Notwendigkeit einer intensiven Gewässerüberwachung, woraus eine Reihe unterschiedlicher Messprogramme entstanden sind. Eines dieser Programme ist die Untersuchung der Ruhr bei Esser-Rellinghausen an der Probenahmestelle „Zornige Ameise“ in einer Häufigkeit von drei Stichproben in der Woche. Eine Auswahl der im Abflussjahr 2008 ermittelten Ergebnisse ist in den Tabellen 5.1 und 5.2 in verdichteter Form zusammengefasst. In Bild 5.1 sind die zeitlichen Verläufe einiger Kenngrößen als Ganglinien dargestellt. Zusätzlich ist die Verteilung als Unterschreitungsdauerlinie eingetragen, wobei als Bezug die obere Abszisse dient. Die horizontale blaue Linie repräsentiert das jeweilige arithmetische Jahresmittel, die Schnittpunkte der vertikalen blauen Linien mit der Unterschreitungsdauerlinie entsprechen den 10-, 50- und 90-Perzentilen.

Dieses Messprogramm wird durch zehn automatische Gewässerüberwachungsstationen ergänzt. Eine Hauptaufgabe der Messstationen ist die zeitnahe Erfassung von stofflichen Gewässerbelastungen, insbesondere hinsichtlich des Schutzes der Trinkwassergewinnung. Eine weitere Aufgabe ist die laufende Überwachung der Sauerstoffgehalte in der unteren Ruhr, um bei Defiziten rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können. Betreiber der Stationen sind neben dem Ruhrverband das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV), die Bezirksregierung Arnsberg sowie die Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW). Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) beteiligt sich bei zwei Stationen an den Betriebskosten. Die geografische Lage aller Stationen ist in einer Übersichtskarte dargestellt (Bild 5.2), die jeweilige Ausstattung ist in Tabelle 5.3 zusammengefasst. Die Stationen Fröndenberg und Hattingen waren wegen Bauarbeiten bis einschließlich April bzw. Februar 2008 außer Betrieb.

Als Bewertungsbasis dienen vorrangig die in Nordrhein-Westfalen im Zuge der Umsetzung der EG-WRRL festgelegten Qualitätskriterien. Eine Zusammenstellung der relevanten Stoffe findet sich in den Anlagen D 4 und D 5 des Leitfadens „Monitoring Oberflächengewässer“ des Landes NRW [5.1]. Die Anlage D 4 umfasst Stoffe, die EU-weit (prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe) und landesweit geregelt sind (u.a. GewBEÜ-V und GewQV) und für die eine Umweltqualitätsnorm (UQN) festgelegt ist. In der Anlage D 5 sind Orientierungswerte (OW) für allgemeine chemische Parameter, die auch zur Beurteilung des ökologischen Zustands dienen, zusammengefasst. Je nach Parameter finden ergänzend die

[5.1] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW (Hrsg.): Leitfaden Monitoring Oberflächengewässer, Stand: 23. April 2007

Tabelle 5.1: Mittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle „Zornige Ameise“, Abflussjahr 2008

Table 5.1: Average values of various Ruhr water quality parameters, determined at the sampling point "Zornige Ameise" at Essen-Rellinghausen, hydrological year 2008

	Mittlere Abflüsse am Pegel Hattingen m³/s	Wassertemperatur °C	pH-Wert*	Elektr. Leitfähigkeit µS/cm	Abfiltr. Stoffe mg/l	Abfiltr. Stoffe Glührückstand mg/l	Sauerstoffgehalt		BSB ₅ mit ATH gesamt mg/l	Chemischer Sauerstoffbedarf CSB		Absorptionskoeffizient 254 nm m ⁻¹	TOC mg/l	Ammoniumstickstoff mg/l	Nitratstickstoff mg/l	Gesamtphosphor mg/l	o-Phosphatphosphor mg/l
							mg/l	%		gesamt mg/l	gelöst mg/l						
November 2007	140	8,8	7,9	361	13,4	11,5	11,0	95	1,4	8,1	6,8	6,2	3,1	0,05	3,4	0,08	0,04
Dezember 2007	163	7,0	7,8	289	12,4	10,3	11,6	96	1,5	7,3	5,0	4,7	3,2	0,05	3,5	0,07	0,04
Januar 2008	117	6,5	7,8	359	8,0	6,2	11,6	94	1,4	7,6	5,9	4,9	2,6	0,05	3,5	0,07	0,05
Februar 2008	83,0	6,1	7,9	388	4,1	2,9	12,3	99	1,3	6,3	5,3	4,4	2,2	0,04	3,7	0,07	0,04
März 2008	114	6,9	7,9	327	5,9	4,6	11,9	98	1,6	7,1	5,7	4,5	2,6	0,03	3,4	0,06	0,03
April 2008	96,1	9,8	7,9	344	6,5	4,5	11,2	99	1,8	8,4	6,5	4,4	2,6	0,03	3,3	0,06	0,02
Mai 2008	32,8	17,0	8,1	485	7,3	4,4	9,1	94	2,6	12,9	9,8	5,9	3,4	0,03	2,8	0,08	0,03
Juni 2008	30,9	20,3	7,9	513	4,6	3,4	8,4	93	1,1	11,2	9,4	6,9	3,3	0,04	2,6	0,10	0,06
Juli 2008	34,9	19,9	7,9	472	3,7	2,8	8,4	92	0,9	10,2	8,6	6,8	3,3	0,04	2,5	0,09	0,06
August 2008	34,7	20,0	7,9	444	3,3	2,3	8,7	95	1,0	10,4	9,0	6,9	3,0	0,03	2,5	0,09	0,06
September 2008	31,5	16,6	7,9	466	2,6	1,7	9,2	94	0,8	8,7	7,8	6,0	3,1	0,03	2,7	0,08	0,06
Oktober 2008	47,7	12,8	8,0	425	3,1	1,9	10,4	98	1,1	9,1	8,1	5,7	3,1	0,03	2,9	0,09	0,05
Winterhalbjahr	119	7,6	7,9	348	8,3	6,6	11,6	97	1,5	7,5	5,9	4,9	2,7	0,04	3,5	0,07	0,04
Sommerhalbjahr	35,5	18,1	7,9	469	4,2	2,8	8,9	94	1,3	10,5	8,8	6,4	3,2	0,03	2,7	0,09	0,06
Abflussjahr 2008	77,1	12,8	7,9	408	6,3	4,7	10,3	96	1,4	9,0	7,4	5,6	2,9	0,04	3,1	0,08	0,05
Abflussjahr 2007	93,2	12,5	7,9	394	10,5	7,9	10,4	97	1,6	10,3	7,2	5,5	3,2	0,05	3,2	0,09	0,04

* Angaben jeweils als Median

Tabelle 5.2: Mittelwerte verschiedener Kenngrößen der Ruhr bei Essen-Rellinghausen, Probenahmestelle „Zornige Ameise“, Abflussjahr 2008

Table 5.2: Average values of various Ruhr water quality parameters, determined at the sampling point "Zornige Ameise" at Essen-Rellinghausen, hydrological year 2008

	Chlorid	Sulfat	Fluorid	Bromid	Blei gesamt	Cadmium gesamt	Nickel gesamt	Chrom gesamt	Kupfer gesamt	Zink gesamt	Eisen gesamt	Mangan gesamt	AOX	EDTA	NTA	DTPA	Borat-Bor	Chlorophyll-a
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
November 2007	28	34	0,07	0,04	2,8	0,11	3,4	1,5	4,7	33	0,46	51	5	6	< 2	9	0,03	< 1
Dezember 2007	19	29	0,06	0,04	2,5	0,11	2,9	1,7	3,7	33	0,41	48	< 5	4	< 2	7	0,03	< 1
Januar 2008	31	34	0,10	0,06	1,8	0,09	2,6	1,9	3,5	34	0,34	44	7	6	2	17	0,04	< 1
Februar 2008	34	38	0,11	0,06	1,0	0,08	2,5	1,1	2,7	24	0,22	40	6	10	< 2	11	0,04	< 1
März 2008	28	30	0,11	0,04	1,3	0,07	2,2	< 1,0	2,8	24	0,12	31	< 5	7	< 2	7	0,04	2
April 2008	27	33	0,12	0,05	1,2	0,08	2,4	< 1,0	2,9	23	0,19	33	8	11	< 2	10	0,05	8
Mai 2008	49	48	0,14	0,11	1,1	0,11	3,6	< 1,0	4,9	25	0,16	53	8	15	< 2	10	0,09	25
Juni 2008	56	46	0,15	0,13	1,3	0,13	3,3	1,0	5,5	24	0,16	41	9	16	2	12	0,11	3
Juli 2008	51	42	0,15	0,11	1,1	0,13	3,5	< 1,0	5,2	23	0,12	34	9	10	< 2	15	0,10	< 1
August 2008	45	40	0,14	0,10	0,9	0,08	3,3	1,1	4,6	17	0,13	36	7	7	< 2	14	0,09	1
September 2008	48	41	0,13	0,11	0,8	0,08	3,0	< 1,0	4,0	19	0,07	20	9	9	< 2	8	0,10	< 1
Oktober 2008	41	38	0,13	0,09	1,0	0,07	2,9	1,1	5,5	20	0,15	29	7	11	< 2	10	0,09	< 1
Winterhalbjahr	28	33	0,10	0,05	1,8	0,09	2,7	1,3	3,4	28	0,29	41	6	7	< 2	11	0,04	2
Sommerhalbjahr	48	42	0,14	0,11	1,1	0,10	3,3	< 1,0	4,9	21	0,13	36	8	11	< 2	12	0,10	5
Abflussjahr 2008	38	38	0,12	0,08	1,4	0,10	3,0	1,1	4,2	25	0,21	38	7	9	< 2	11	0,07	4
Abflussjahr 2007	36	37	0,09	0,05	2,5	0,11	3,4	1,8	4,9	29	0,31	51	6	7	< 2	14	0,06	11

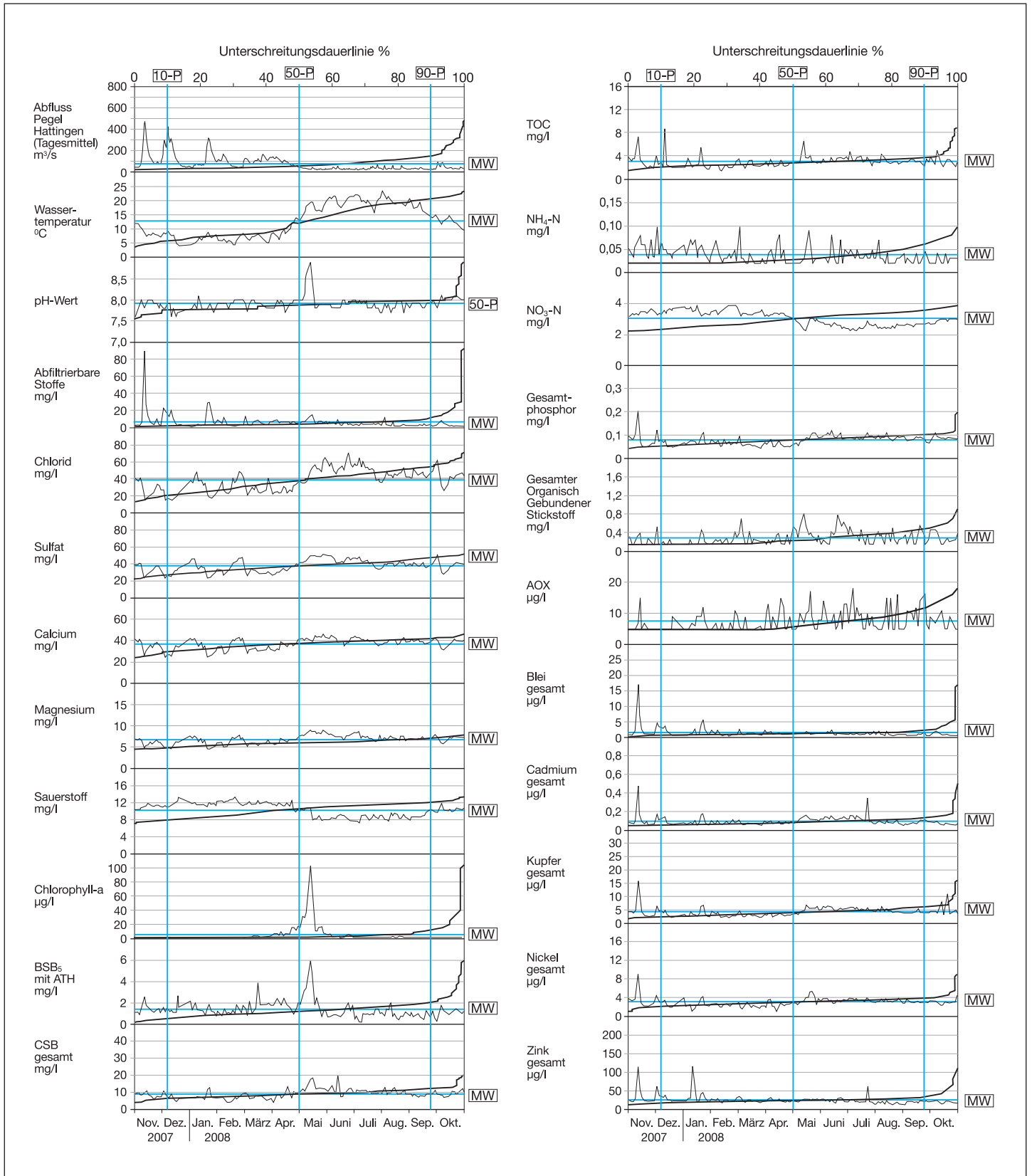


Bild 5.1: Ganglinien und Unterschreitungsdauerlinien verschiedener Kenngrößen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Abflussjahr 2008
 Fig. 5.1: Time-variation and load duration curves of selected quality parameters in the Ruhr water at Essen-Rellinghausen, hydrological year 2008

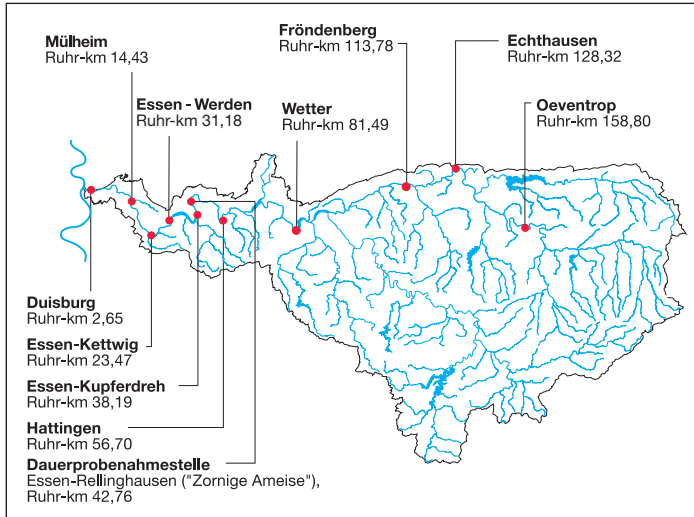


Bild 5.2: Lage der Gewässerüberwachungsstationen an der Ruhr und der Dauerprobenahmestelle Essen-Rellinghausen

Fig. 5.2: Location of the water quality monitoring stations on the Ruhr River and of the permanent sampling site at Essen-Rellinghausen

Fischgewässerverordnung (FischgewV) [5.2], die LAWA-Zielvorgaben (LAWA-ZV) [5.3, 5.4], die Allgemeinen Güteanforderungen des Landes NRW (AGA) [5.5] und in Einzelfällen auch die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) [5.6] Anwendung.

[5.2] Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 78/659/EWG des Rates vom 18. Juli 1978 über die Qualität von Süßwasser, das schutz- oder verbesserungsbedürftig ist, um das Leben von Fischen zu erhalten (FischgewV). In: Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, 51. Jahrgang, Nr. 41 vom 27. August 1997

[5.3] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2003 (Hrsg.): Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer, Band II. Ableitung und Erprobung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink

[5.4] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 1998 (Hrsg.): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland, Chemische Gewässergüteklassifikation

[5.5] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW: Runderlass v. 14. Mai 1991 – Allgemeine Güteanforderungen des Landes Nordrhein-Westfalen (AGA). In: Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 42 vom 3. Juli 1991

[5.6] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001). In: Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2001, Teil I, Nr. 24 vom 28. Mai 2001

Tabelle 5.3: Einrichtungen der Gewässergüte-Überwachungsstationen an der Ruhr
Table 5.3: Water quality monitoring stations installed along the Ruhr River

	Oeventrop BR-Arnsberg	Echthausen WWW	Fröndenberg RV / LANUV / WWW	Wetter BR-Arnsberg / RV / LANUV	Hattingen RV / LANUV	Essen-Kupferdreh, Baldeneysee Einlauf, RV	Essen-Werden, Baldeneysee Auslauf, RV	Essen-Kettwig, Kettwiger See Auslauf, RV	Mülheim LANUV	Duisburg RV
Chemisch/physikalische Kenngrößen										
Wassertemperatur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
pH-Wert	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Redox-Potenzial				X						
Sauerstoffgehalt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elektrische Leitfähigkeit	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Trübung		X	X	X	X		X	X		
Spektraler Absorptionskoeffizient					X					
Ammonium-Stickstoff				X	X		X			
Sonstige										
Chlorophyll-a (in vivo Fluoreszenz)				X	X		X			
Lufttemperatur				X				X		
Solarstrahlung				X			X			
Biomonitore										
Daphnientest			X							
Muscheltest	X		X		X					
Probenahme-einrichtungen										
Sammelprobenahme-Einrichtungen	X		X	X	X		X	X	X	
Selbstentleerende Probenahme-Einrichtungen			X	X	X					
Schwebstoffgewinnung				X	X					
Datenerfassung/-übertragung										
Messwertspeicher	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Datenfernübertragung	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Automatische Meldung von Schwellwertüberschreitungen			X	X	X	X	X	X	X	X
Besonderheiten										
Ereignisgesteuerte Probenahme	X			X	X		X	X		X

Allgemeine chemische und physikalische Kenngrößen

Wassertemperatur

In der Ruhr bei Essen-Rellinghausen betrug die durchschnittliche Wassertemperatur 12,8 °C, der langjährige Wert – Jahresreihe 1972 bis 2008 – beträgt 12,2 °C. Während im Vorjahr der relativ warme Winter maßgeblich den Jahresdurchschnitt geprägt hatte, waren es im Berichtzeitraum beide Jahreshälften gleichermaßen. So wurden im Winterhalbjahr in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen durchschnittlich 7,6 °C (Vorjahr 8,9 °C) und in den Überwachungsstationen 7,5 °C registriert. In den Sommermonaten stiegen die Wassertemperaturen in Essen-Rellinghausen während der Schönwetterphasen insgesamt mehrere Wochen über 20 °C, der Spitzenwert von 23,5 °C wurde am 1. August erreicht. Im Baldeneysee war es zum gleichen Zeitpunkt mit 23,8 °C ein nur wenig höherer Wert. Der Durchschnittswert des Sommers von 18,1 °C lag in Essen-Rellinghausen um etwa 2 °C über dem Wert des Vorjahreszeitraums.

In der FischgewV ist für Cyprinidengewässer, d.h. für den Ruhrabschnitt unterhalb des Zuflusses der Möhne bis zur Mündung, ein Imperativwert von 28 °C (als 95-Perzentil) definiert, der im gesamten Abschnitt eingehalten wurde. Gleiches gilt auch für den OW, der für Gewässer des Epipotamals (Barbenregion) einen Mittelwert von 25 °C fordert.

pH-Wert

Die pH-Werte wiesen meist nur eine geringe Bandbreite zwischen 7,6 und 7,9 auf. Lediglich im Mai, als das Algenwachstum in der Ruhr bei Essen den Höhepunkt des Berichtszeitraums erreichte, wurde kurzzeitig ein Wert von pH 8,9 erreicht. Im Baldeneysee, wo aufgrund der verlängerten Aufenthaltszeit und verstärkten Ausnutzung der Solarstrahlung eine intensivere Primärproduktion stattfand, stiegen die Werte in diesem Zeitraum kurzzeitig auf maximal pH 9,2.

Als Orientierungswert ist für die Ruhr eine Bandbreite von 6,5 bis 8,5 definiert. Während an allen Messstellen die pH-Werte fast ausnahmslos über 7,4 lagen und somit die untere Grenze der Bandbreite ohne Bedeutung ist, wird der obere Wert zeitweise geringfügig überschritten. Im Berichtszeitraum war dies in der Ruhr bei Essen an sieben Tagen der Fall, so dass hier eine Einstufung in „mäßig“ erfolgt. Im Baldeneysee lagen die Werte an zwölf Tagen über pH 8,5.

Trübung/Abfiltrierbare Stoffe

Trübung und Abfiltrierbare Stoffe wiesen die typische Abhängigkeit vom Abfluss auf. Während der mittleren Hochwässer in den ersten drei Monaten des Berichtszeitraums wurden in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen kurzzeitig bis zu 90 mg/l abfiltrierbare Stoffe gemessen, die zu fast 90% aus mineralischen Trübstoffen bestanden. Der Gesamtdurchschnitt betrug hier 6,3 mg/l, so dass die Anforderung der FischgewV von 25 mg/l mit hoher Sicherheit eingehalten wurde. Dies gilt auf der Basis der kontinuierlichen Trübungsmessung in einigen Überwachungsstationen auch für den gesamten Ruhrverlauf.

Elektrische Leitfähigkeit

Der zeitliche Verlauf der Elektrischen Leitfähigkeit war naturgemäß ebenfalls vom Abfluss geprägt. Dies war am deutlichsten in den Wintermonaten zu erkennen, als die Werte bei Abflüssen über 400 m³/s (Pegel Hattingen) auf 238 µS/cm absanken. In den Sommermonaten waren es bei Abflüssen um 35 m³/s durchschnittlich 469 µS/cm. Die Anforderung der TrinkwV von 2.500 µS/cm wurde weit unterschritten.

Mineralische Inhaltsstoffe

Chlorid und Sulfat

Die Salzbelastung der Ruhr liegt unter Berücksichtigung der Abflusssituation auf dem Niveau des Vorjahres. So betragen die durchschnittlichen Chlorid- und Sulfatgehalte jeweils 38 mg/l, im Vorjahr waren es 36 mg/l (Chlorid) bzw. 37 mg/l (Sulfat). Die geringsten Werte wurden während der erhöhten Abflüsse in den

Wintermonaten ermittelt, als die Gehalte für Chlorid zeitweise bis auf 14 mg/l und für Sulfat auf 23 mg/l absanken. Wegen des relativ milden Winters waren zudem keine nennenswerten Tausalzeinträge zu verzeichnen. In den abflussarmen Sommermonaten wurden monatliche Durchschnittswerte für Chlorid von 41 bis 56 mg/l bzw. für Sulfat von 38 bis 48 mg/l registriert. Bei länger anhaltenden Niedrigwasserphasen stiegen die Werte auf maximal 71 mg/l bzw. 52 mg/l.

Der als Jahresmittel definierte Orientierungswert für Chlorid von 200 mg/l wurde weit unterschritten. Das Ruhrwasser ist diesbezüglich als „sehr gut“ einzustufen. Die LAWA-Zielvorgaben und die Grenzwerte der TrinkwV wurden ebenfalls weit unterschritten.

Fluorid und Bromid

Die Anionen Fluorid und Bromid treten im Ruhrwasser nur in sehr geringen Konzentrationen auf. So wurden im Jahresdurchschnitt lediglich 0,12 bzw. 0,08 mg/l gemessen. Der Grenzwert der TrinkwV für Fluorid von 1,5 mg/l wurde somit weit unterschritten. Bromid ist in keiner der genannten Anforderungen limitiert.

Alkali- und Erdalkalimetalle

Die Gehalte der Alkali- bzw. Erdalkalimetalle unterliegen im Ruhrwasser meist nur geringen Schwankungen und sind im Wesentlichen vom Abflussgeschehen geprägt. In den Wintermonaten können zusätzlich Tausalzeinträge zu kurzzeitigen Konzentrationsanstiegen bei einigen Elementen führen. So betrug die durchschnittliche Natriumkonzentration im Winterhalbjahr etwa 20 mg/l bei einer Bandbreite von annähernd 10 bis 35 mg/l. Im Sommerhalbjahr waren es im Mittel 36 mg/l bzw. Einzelwerte von 20 bis 62 mg/l. Eine ähnliche Relation zeigte sich auch bei den Kaliumgehalten, allerdings auf einem deutlich niedrigeren Konzentrationsniveau von durchschnittlich 2,6 bzw. 4,3 mg/l.

Bei den beiden relevanten Erdalkalimetallen Calcium und Magnesium wurden mit Durchschnittswerten von 37 mg/l (Calcium) bzw. 6,7 mg/l (Magnesium) ähnliche Werte wie in den Vorjahren gemessen. Der zeitliche Konzentrationsverlauf war für beide Elemente im Wesentlichen vom Abfluss geprägt. Während der Vegetationsperiode hatte die biogene Entkalkung zeitweise geringe Einflüsse auf die Calciumgehalte.

Am 5. Mai 2007 ist die Neufassung des vom deutschen Bundestag beschlossenen Wasch- und Reinigungsmittelgesetzes in Kraft getreten. Darin wurden u. a. die Härtebereiche an europäische Standards angepasst und die Angabe mmol/l Gesamthärte durch die Angabe mmol/l Calciumcarbonat ersetzt. Die neuen Härtebereiche sind wie folgt definiert (ergänzend ist die nicht mehr zulässige Einheit °dH angegeben):

Härtebereich	mmol CaCO ₃ /l	°dH
weich	< 1,5	< 8,4
mittel	1,5 – 2,5	8,4 – 14
hart	> 2,5	> 14

Demnach ist das Ruhrwasser mit einem Härtegrad von 1,3 mmol/l CaCO₃ als „weich“ einzustufen.

Der Grenzwert der TrinkwV von 2001 beträgt für Natrium 200 mg/l, der im Ruhrwasser sicher eingehalten wurde. Für die übrigen vorgenannten Parameter besteht zwar nach § 14 der TrinkwV von 2001, ebenso wie für die Säurekapazität, eine Untersuchungspflicht, es existieren jedoch keine Grenzwerte bzw. Anforderungen.

Organische Summenparameter

Die wichtigsten Summenparameter zur Charakterisierung eines Gewässers mit organischen Substanzen sind der Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB₅), die Oxidierbarkeit mittels Kaliumdichromat (CSB) oder Kaliumpermanganat (IMn), der Organisch Gebundene Kohlenstoff (DOC und TOC), der Spektrale Absorptionskoeffizient bei 254 nm und die Adsorbierbaren Organisch Gebundenen Halogene (AOX). Die Befunde einiger dieser Parameter werden in den folgenden Abschnitten erörtert.

Biochemischer Sauerstoffbedarf nach fünf Tagen

Der BSB₅ (ohne Nitrifikationshemmer) blieb mit einem Mittelwert von 1,7 mg/l rund 10 % unter dem entsprechenden Vorjahreswert. In den Wintermonaten stiegen die Werte bei den mittleren Hochwässern kurzzeitig auf 3,3 mg/l. Der Maximalwert von 6,9 mg/l wurde am 14. Mai 2008 registriert, als das Algenwachstum in der Ruhr bei Essen sein Jahresmaximum erreichte.

Der als arithmetisches Jahresmittel definierte OW zur Beurteilung des ökologischen Zustandes von 6 mg/l wurde um mehr als 50 % unterschritten, so dass für den BSB₅ (ohne Nitrifikationshemmer) eine Bewertung mit „sehr gut“ erfolgt. Auch die Anforderung der FischgewV für Cyprinidengewässer von 6 mg/l (95-Perzentil) wurde sicher eingehalten.

Chemischer Sauerstoffbedarf und Gesamter Organisch Gebundener Kohlenstoff

Der Mittelwert für den CSB der unfiltrierten Probe blieb mit 9,0 mg/l merklich unter dem Niveau des Vorjahres, als durchschnittlich 10,3 mg/l gemessen wurden. Die höchsten Werte von 18,8 mg/l wurden Mitte Mai nach dem Absterben der planktischen Biomasse sowie Mitte Juni mit 20 mg/l gemessen, als der Abfluss während einer Niedrigwasserphase von etwa 25 bis 30 m³/s durch starke Niederschläge kurzzeitig auf etwa 55 m³/s anstieg. Der TOC wies einen ähnlichen Konzentrationsverlauf wie der CSB auf. So traten die höchsten Werte ebenfalls während des Algenwachstums im Mai bzw. bei den Abflussanstiegen auf. Der Jahresdurchschnitt von 2,9 mg/l blieb analog zum CSB ebenfalls rund 10 % unter dem Vorjahreswert.

Der Orientierungswert für den TOC von 7 mg/l wurde um mehr als 50 % unterschritten, so dass für diese Kenngröße analog zum Vorjahr eine Bewertung mit „sehr gut“ erfolgt. Auch die LAWA-ZV

von 5 mg/l bzw. die AGA des Landes NRW von 7 mg/l (jeweils als 90-Perzentil) wurden mit hoher Sicherheit eingehalten.

Adsorbierbare Organisch Gebundene Halogene

Bei der Bestimmung des Summenparameters AOX wird eine Vielfalt von Stoffen mit unterschiedlichen Eigenschaften erfasst. Die Bandbreite der AOX-Gehalte in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen betrug < 5 bis 18 µg/l bei einem Mittelwert von 7 µg/l (Vorjahr: 6 µg/l). Eine eindeutige Abhängigkeit vom Abflussgeschehen war wie in den Vorjahren nicht feststellbar, obwohl die höheren Konzentrationen meist bei niedrigen Abflüssen im Sommerhalbjahr auftraten. Die LAWA-ZV von 25 µg/l und die AGA des Landes NRW von 40 µg/l (jeweils als 90-Perzentil) wurden weit unterschritten.

Sauerstoffhaushalt

In Bild 5.3 sind die Monatsmittel sowie die Bandbreite der Tagesdurchschnittswerte grafisch dargestellt. Demnach traten auf dem gesamten unteren Ruhrabschnitt keine kritischen Sauerstoffverhältnisse unter 4 mg/l auf. Während im Winterhalbjahr je nach Wassertemperatur meist 10 bis 12 mg/l Sauerstoff gemessen wurden, war der Sauerstoffhaushalt mit Beginn der Ende April einsetzenden Vegetationsperiode naturgemäß stärkeren Schwankungen unterworfen. So wurde am 8. Mai 2008 im Baldeneysee mit einem Tagesdurchschnitt von etwa 18,5 mg/l O₂, entsprechend 200 % Sättigung, der höchste Wert des Berichtszeitraums gemessen. Im Kettwiger See und im Bereich von Mülheim waren es etwa 16 bzw. 18 mg/l, was 175 und 190 % Sättigung entspricht. Mit dem Zusammenbruch der Algenmassenentwicklung – die Chlorophyll-a-Gehalte erreichten im Baldeneysee zeitweise Werte um 100 µg/l – sanken die Sauerstoffkonzentrationen rasch ab und bewegten sich in der Folgezeit meist in einem Bereich von etwa 6 bis 8 mg/l.

Von wenigen Tagen abgesehen lag im Baldeneysee eine positive Sauerstoffbilanz vor. Basis der Bilanzierung sind die kontinuierlichen Messungen an den Überwachungsstationen Essen-Kupferdreh und Essen-Werden. Ausschlaggebend für die positive Bilanz war die verstärkte atmosphärische Belüftung durch die mittleren Hochwässer in den Wintermonaten, in den Sommermonaten führte die Photosynthese zu einer Netto-Sauerstoffproduktion. In Bild 5.4 ist der zeitliche Verlauf der Monats- und Tagesmittel der Sauerstoffproduktion des Abflussjahres dargestellt. Demnach wurden im Mai durchschnittlich 3 mg/l Sauerstoff am Tag produziert. Dies entspricht bei einem mittleren Abfluss von 32,8 m³/s in diesem Monat einer durchschnittlichen Tagesproduktion von 8,8 t Sauerstoff. In den folgenden Monaten nahm die Produktion aufgrund der Wetterlage stetig ab, im Oktober war die Bilanz dann nahezu ausgeglichen.

Bild 5.5 zeigt die Sauerstoffdauerlinie der Tagesmittelwerte im Sommerhalbjahr 2008 im Vergleich zu den langjährigen Werten an der Gewässerüberwachungsstation Essen-Werden (Auslauf Baldeneysee). Demnach wies der Baldeneysee an etwa 70 Tagen,

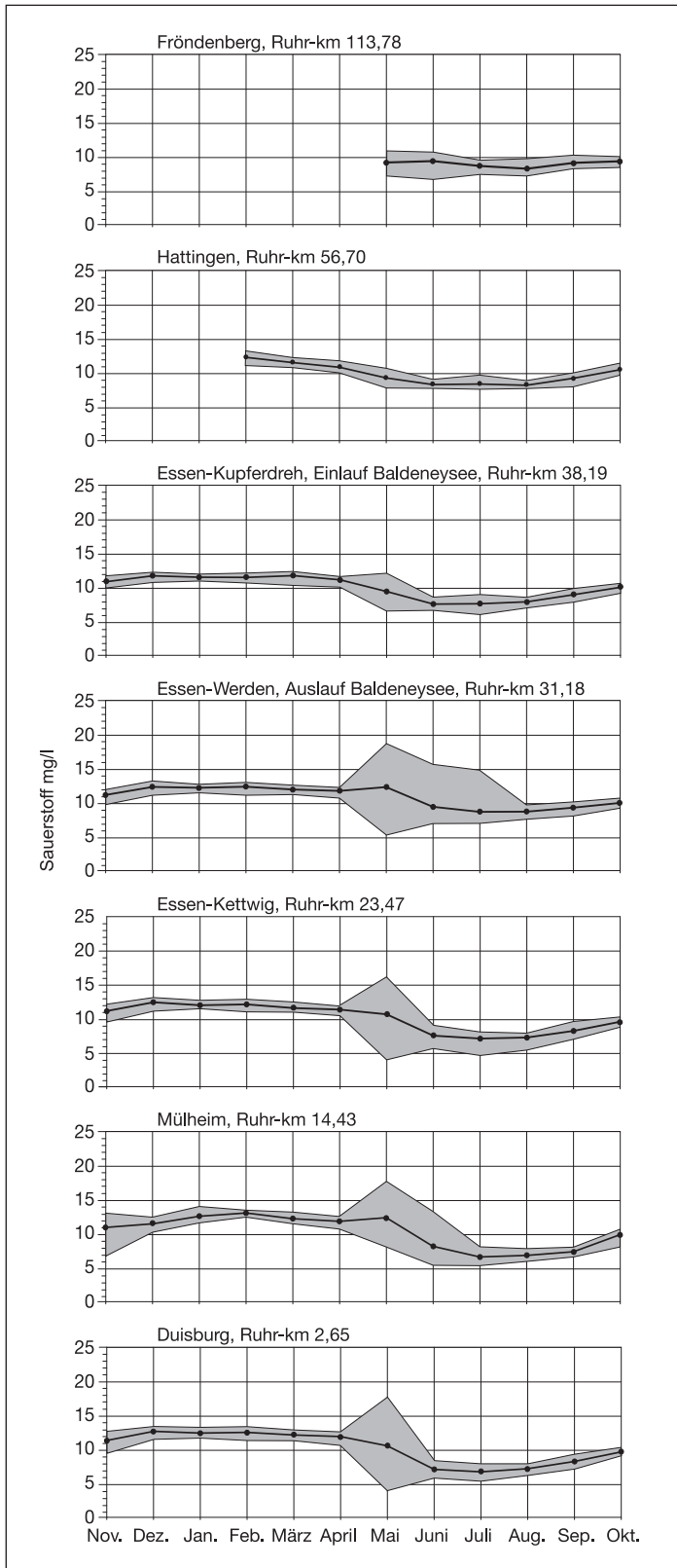


Bild 5.3: Sauerstoffgehalte in der Ruhr, monatliche Durchschnittswerte und Bandbreite der Tagesdurchschnittswerte, Abflussjahr 2008
 Fig. 5.3: Oxygen content in the Ruhr, monthly averages and range of daily averages for the hydrological year 2008

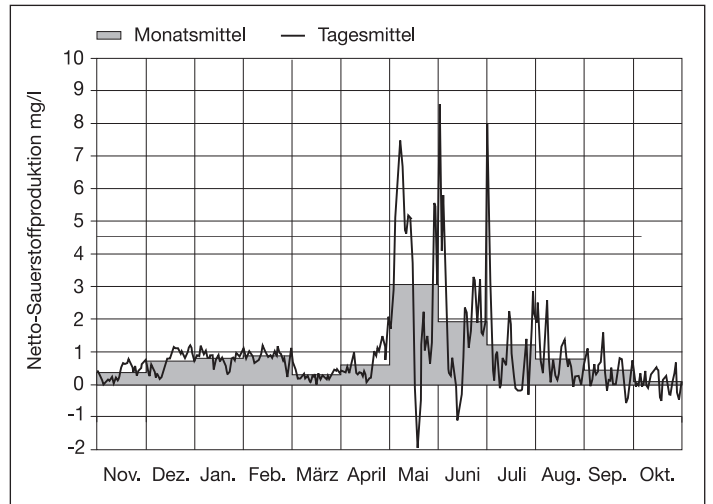


Bild 5.4: Netto-Sauerstoffproduktion im Baldeneysee (Diff. Auslauf – Zulauf), Abflussjahr 2008
 Fig. 5.4: Net oxygen production in Lake Baldeney (difference between lake inflow and outflow), hydrological year 2008

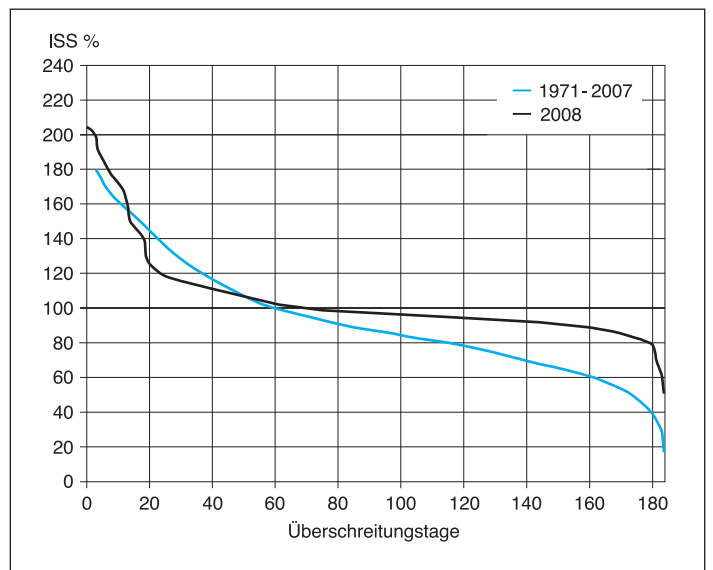


Bild 5.5: Sauerstoffdauerlinie der Tagesmittelwerte im Sommerhalbjahr 2008 und Vergleich mit den langjährigen Werten an der Gewässergüte-Überwachungsstation Essen-Werden (Baldeneysee Auslauf)
 Fig. 5.5: Duration curve of daily average oxygen concentrations at the monitoring station of Essen-Werden (outflow Lake Baldeneysee), summer half-year 2008, and comparison with the long-term data sets

dies entspricht fast 40% des gesamten Sommerhalbjahres, Sättigungsgrade von mindestens 100% auf. Im Vorjahr wurde diese Grenze an etwa einem Viertel der Tage in diesem Zeitraum erreicht bzw. überschritten. Übersättigungen stellen für die Fische eine Stresssituation dar und können zur sogenannten Gasblasenkrankheit führen. Im akuten Fall bilden sich große Blasen in der Haut, die oft flächige Verpilzungen zur Folge haben. Je nach Ausmaß der Krankheit, ggf. verbunden mit anderen Stressfaktoren

wie beispielsweise Laichstress, kann dies den Tod der Tiere zur Folge haben. Eine derartige Situation war jedoch im gesamten Sommerhalbjahr nicht gegeben.

Der Anteil der Tage mit Sauerstoffdefiziten hat sich zwischenzeitlich auf einem sehr niedrigen Niveau stabilisiert. So wurde lediglich an vier Tagen des Sommerhalbjahres eine Sättigung von 80 % unterschritten. Das Minimum betrug 50 %, in früheren Jahren sank die Sättigung zeitweise bis auf 20 %.

Bild 5.6 zeigt die Verteilung der Sauerstoffkonzentrationen in der unteren Ruhr im Abflussjahr 2008. Basis dieser Darstellung ist die Farbgebung entsprechend der Chemischen Gewässergüteklassifikation der LAWA. Demnach wurde die Anforderung, d. h. mehr als 6 mg/l Sauerstoff (Güteklasse II) an mindestens 90 % der Tage

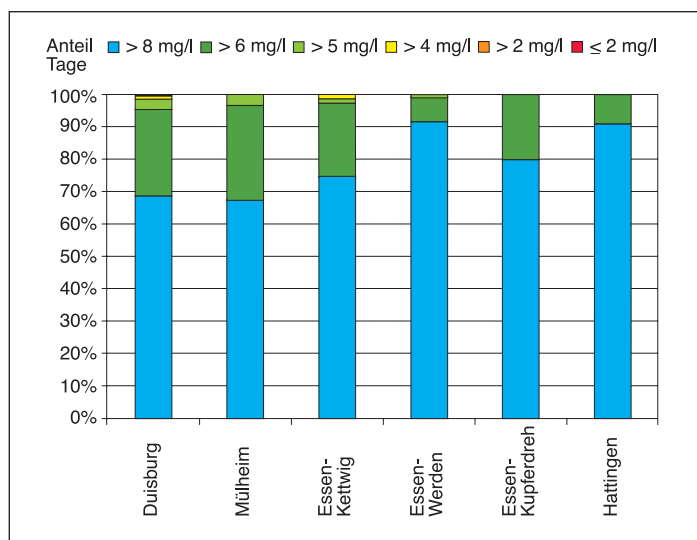


Bild 5.6: Verteilung der Sauerstoffgehalte (Tagesmittelwerte) in der unteren Ruhr, Abflussjahr 2008

Fig. 5.6: Distribution of oxygen concentrations (daily averages) in the lower Ruhr River, hydrological year 2008

eines Jahres, an allen Messstationen mit hoher Sicherheit eingehalten. Auch die auf dem Abschnitt unterhalb des Baldeneysees bis zur Mündung auftretende Sekundärbelastung war zu keiner Zeit mit bedeutenden Sauerstoffdefiziten verbunden. Eine künstliche Belüftung über die Wehre am Baldeneysee und in Essen-Kettwig war schon im vierten Jahr in Folge zu keinem Zeitpunkt erforderlich.

Nährstoffe/Trophie

In der Ruhr befinden sich die Nährstoffkonzentrationen bereits seit vielen Jahren auf einem niedrigen Niveau, was durch gesetzliche Bestimmungen („Phosphathöchstmengenverordnung“) sowie den Ausbau der Kläranlagen mit einer Phosphor- und Stickstoffelimination erreicht wurde. In den Sommermonaten, wenn ein Teil der verfügbaren Nährstoffe in Biomasse (Algen und Makrophyten) inkorporiert ist, sinken die Konzentrationen der gelösten Nähr-

stoffe in der Regel weiter ab, was sich bei Nitrat und den Phosphorverbindungen widerspiegelt.

Phosphor

Die Gesamtphosphorgehalte blieben mit durchschnittlich 0,08 mg/l in der Größenordnung der Vorjahre. Der zeitliche Konzentrationsverlauf wies die typische Abhängigkeit vom Abfluss auf. So wurde auch die Maximalkonzentration von 0,2 mg/l beim ersten mittleren Hochwasser im November erreicht, die folgenden Abflussspitzen hatten eine geringere Auswirkung. Bei den pflanzenverfügbaren Phosphorverbindungen, hier durch den Gehalt an o-Phosphat-Phosphor repräsentiert, betrug die mittlere Konzentration 0,05 mg/l o-PO₄-P (Vorjahr: 0,04 mg/l). Während der Phase des stärksten Algenwachstums Mitte Mai blieben die Werte für einige Tage unter der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/l, um nach einem Wetterumschwung in Folge der Freisetzung aus der abgestorbenen Biomasse kurzzeitig ein überdurchschnittliches Niveau um 0,08 mg/l zu erreichen.

Die als Mittelwert definierten Orientierungswerte für Gesamtphosphor von 0,1 mg/l bzw. für o-PO₄-P von 0,07 mg/l wurden sicher eingehalten, so dass für beide Kenngrößen wie im Vorjahr eine Einstufung nach „gut“ erfolgt.

Nitrat-Stickstoff

Die Nitrat-Stickstoffgehalte lagen mit durchschnittlich 3,1 mg/l in der Größenordnung des Vorjahres. Maximalwerte bis zu 3,9 mg/l traten in der zweiten Februarhälfte auf, als die Wassertemperaturen bei niedrigen Abflüssen zwischen 40 und 50 m³/s (Pegel Hattingen) von zuvor fast 9 °C rasch auf annähernd 4 °C absanken. Das Minimum von 2,3 mg/l wurde Mitte Mai gemessen, nachdem ein Teil des Pflanzennährstoffes durch die Biomasse der Wasserphase entzogen war. Die relativ strenge LAWA-ZV von 2,5 mg/l NO₃-N für das 90-Perzentil konnte wie in den Vorjahren nicht eingehalten werden, zumal bereits in den Quellwässern im Mittel 3,3 mg/l registriert wurden.

Ammonium-Stickstoff

Die Ammonium-Stickstoffgehalte in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen lagen mit durchschnittlich 0,04 mg/l nochmals geringfügig unter dem Niveau des Vorjahres (0,05 mg/l NH₄-N). Der Maximalwert von 0,10 mg/l wurde Anfang März bei einem geringen Abflussanstieg und gleichzeitig sinkenden Wassertemperaturen ermittelt. Zu Beginn und im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode sanken die Werte zeitweise unter die Bestimmungsgrenze von 0,02 mg/l.

Weitere NH₄-N-Messungen erfolgen in den Überwachungsstationen Wetter, Hattingen und Essen-Werden. Die Gehalte werden hier quasikontinuierlich erfasst und nach einer Verdichtung zu Stundenmittelwerten in das Laboratorium übertragen. In allen drei Stationen wurden mit einem Jahresdurchschnitt von jeweils etwa 0,01 mg/l (Vorjahr: 0,03 mg/l) neue Minimalwerte registriert. Insbesondere in den Sommermonaten, als bei entsprechend hohen Wassertemperaturen die Nitrifikation im Gewässer zusätz-

lich zum Abbau des Ammoniums beigetragen hatte, blieben die Werte in beiden Stationen über viele Wochen unterhalb von 0,01 mg/l. Die Maximalwerte von 0,10 bis 0,12 mg/l wurden nach einem Wetterumschwung in der zweiten Maihälfte in Folge der Freisetzung aus abgebauter Biomasse registriert. In den Wintermonaten stiegen die NH₄-N-Konzentrationen auf maximal nur 0,07 mg/l, was auf die stabile Nitrifikation in den Verbandskläranlagen auch im Winter zurückzuführen ist.

Bei einem Orientierungswert von 0,3 mg/l NH₄-N ist die Ruhr bei Essen-Rellinghausen hinsichtlich dieses Parameters mit „sehr gut“ zu bewerten. Mit Einzelwerten zwischen < 0,02 und 0,10 mg/l und einem 90-Perzentil von 0,07 mg/l sind auch die Anforderungen der FischgewV, der LAWA-ZV und der AGA sicher eingehalten. Die gleiche Bewertung ergibt sich auf der Basis der quasikontinuierlichen NH₄-N-Messungen in den Überwachungsstationen.

Schwermetalle

Die Schwermetallbelastung der Ruhr soll am Beispiel der prioritär gefährlichen Stoffe Blei, Cadmium und Nickel veranschaulicht werden. Das ebenfalls zugehörige Quecksilber ist im Ruhreinzugsgebiet ohne Bedeutung, da sämtliche Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l blieben. Ergänzend werden die Befunde für Kupfer, Zink und Chrom dargestellt. Während die Bewertung der prioritär gefährlichen Schwermetalle auf den gelösten Anteil bezogen ist, gelten für die übrigen Metalle die Konzentrationen der unfiltrierten Probe.

Blei

Blei kommt in den Gewässern fast ausschließlich partikelgebunden vor, in der Regel sind nur geringe Anteile gelöst. Die Gehalte sind stark vom Abflussgeschehen abhängig, daher werden bei Abflussspitzen oft kurzzeitig erhöhte Werte gemessen. So wurde auch die maximale Bleikonzentration der unfiltrierten Probe von 17 µg/l während des mittleren Hochwassers Anfang November gemessen. Bei den weiteren Abflussanstiegen im Dezember und Januar fielen die Zunahmen deutlich geringer aus. Der Durchschnittswert für die unfiltrierte Probe betrug 1,4 µg/l, in der filtrierten Probe waren es 0,18 µg/l. Die UQN für Blei von 7,2 µg/l wurde mit 0,18 µg/l weit unterschritten (Einstufung „sehr gut“). Gleiches gilt mit einem 90-Perzentil von 2,3 µg/l auch für die AGA (≤ 20 µg/l).

Cadmium

Cadmium kommt als Begleitelement von Zink im östlichen Teil des Ruhreinzugsgebiets geogen bedingt vor. Die hier befindlichen Erzlagerstätten wurden bis vor wenigen Jahrzehnten bergmännisch abgebaut. Die höchsten Gehalte traten analog zum Blei während der mittleren Hochwässer bzw. der erhöhten Wasserführungen auf. Das Maximum von 0,45 µg/l wurde daher auch Anfang November gemessen, im Dezember bzw. Januar waren es jeweils 0,17 µg/l. Die Jahresdurchschnittswerte von 0,10 µg/l (unfiltrierte Probe) bzw. 0,06 µg/l (filtrierte Probe) lagen in der Größenordnung des Vorjahres.

Cadmium weist eine hohe Fischtoxizität auf, die mit steigender Wasserhärte abnimmt. Aus diesem Grund ist die UQN für dieses Element nach dem Gehalt an Calciumcarbonat differenziert. Für die Ruhr bei Essen-Rellinghausen resultiert daraus für Cadmium eine UQN von 0,09 µg/l. Diese Grenze wurde mit einem durchschnittlichen Cadmiumgehalt in der filtrierten Probe von 0,06 µg/l sicher eingehalten (Einstufung „gut“). Gleiches gilt auch für die auf die unfiltrierte Probe bezogene Anforderung der AGA von ≤ 1 µg/l. Die als 90-Perzentil definierte LAWA-ZV von 0,07 µg/l für die unfiltrierte Probe konnte mit 0,14 µg/l analog zum Vorjahr nicht eingehalten werden.

Nickel

Nickel gelangt vornehmlich über die Abwässer metallverarbeitender Betriebe in die Gewässer. Weitere Eintragspfade sind die Verwendung in Antifouling-Farben und die atmosphärische Deposition aus Kohlekraftwerken. Je nach Abflusssituation kann zudem die Resuspendierung von Sedimenten kurzzeitige Konzentrationsanstiege zur Folge haben. In der Ruhr bei Essen-Rellinghausen wurden Konzentrationen zwischen 1,0 und 9,0 µg/l gemessen, der Jahresdurchschnitt blieb mit 3,0 µg/l um rund 10 % unter dem Vorjahreswert. Die entsprechenden Zahlen der filtrierten Probe betragen < 1,0 µg/l für das Minimum, 4,2 µg/l für das Maximum und 2,4 µg/l für den Jahresdurchschnitt. Die UQN von 20 µg/l (Einstufung „sehr gut“) wurde ebenso sicher eingehalten wie der AGA-Wert von ≤ 30 µg/l.

Chrom

Chrom gelangt im Ruhreinzugsgebiet vornehmlich durch die Abwässer der Galvanikindustrie in die Gewässer. Allerdings sind hier die Chromgehalte ohne große Relevanz, bei mehr als der Hälfte aller Messungen blieben die Messwerte der unfiltrierten Probe unterhalb der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l. Der Jahresdurchschnitt von 1,1 µg/l, der Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit dem Zahlenwert dieser Grenze berücksichtigt, blieb rund 40 % unter dem Vorjahreswert. Sowohl die UQN (Einstufung „sehr gut“) als auch die LAWA-ZV und die AGA wurden sicher eingehalten.

Kupfer

Das zu großen Teilen über die häuslichen Abwässer eingetragene Kupfer wies in den Sommermonaten ein durchschnittliches Konzentrationsniveau um 5 µg/l auf, im abflussreicheren Winterhalbjahr lagen die Werte um rund ein Drittel niedriger. Als UQN ist für die unfiltrierte Probe ein Jahresdurchschnittswert von 4 µg/l definiert. Diese Anforderung wurde mit 4,2 µg/l (Vorjahr: 4,9 µg/l) geringfügig überschritten, so dass für dieses Element eine Einstufung nach „mäßig“ erfolgt. Die Zahlenwerte der AGA von ≤ 40 µg/l für die unfiltrierte Probe und der FischgewV für gelöstes Kupfer von ≤ 40 µg/l (G-Wert) wurden hingegen sicher eingehalten.

Zink

Zink gelangt durch die Abwässer metallverarbeitender Betriebe und durch Abrieb und Auswaschung von sehr häufig anzutreffenden verzinkten Materialien in die Gewässer. In Teilen des Ruhreinzugsgebietes sind manche Gewässer durch das Vorkommen von zinkhaltigen Erzen geogen bzw. durch den ehemaligen Erzbergbau vorbelastet. Der durchschnittliche Zinkgehalt der Ruhr bei Essen-Rellinghausen betrug 25 µg/l, was etwa dem Niveau des Vorjahres entspricht.

Die Anforderung der AGA von ≤ 300 µg/l und der I-Wert der FischgewV für Cyprinidengewässer von 1 mg/l Gesamtzink wurde sicher eingehalten. Die sehr strenge UQN für Zink von 14 µg/l (Einstufung „unbefriedigend“) kann hingegen in vielen Gewässern des Ruhreinzugsgebiets in absehbarer Zeit nicht erfüllt werden. Für dieses und weitere Elemente besteht bei der Festlegung der UQN noch Diskussionsbedarf unter Berücksichtigung der geogenen Vorbelastung.

Spezielle Einzelstoffe

Borat-Bor

Die Borat-Borgehalte sind aufgrund des verminderten Einsatzes von Perboraten in Waschmitteln zwischenzeitlich auf einem sehr niedrigen Konzentrationsniveau. So wurden im Berichtszeitraum durchschnittlich nur noch 0,07 mg/l bei einer Bandbreite von 0,02 bis 0,12 mg/l gemessen. Zum Abfluss besteht eine inverse Relation, so dass die höchsten Konzentrationen in der Regel bei anhaltend niedriger Wasserführung auftreten. Die Anforderung der TrinkwV (1 mg/l) – Bor wird bei der Trinkwasseraufbereitung nicht eliminiert – wurde sicher eingehalten.

Komplexbildner

Von den sieben analysierten Komplexbildnern blieben die Einzelstoffe β -ADA, 1,3-PDPA, CDTA und EGTA durchgängig unterhalb der Bestimmungsgrenze (jeweils 2 µg/l). Das mikrobiell gut abbaubare NTA wurde lediglich in vier von 45 Proben mit Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze von 2 µg/l nachgewiesen, das Maximum betrug 6 µg/l. Die EDTA-Gehalte lagen mit durchschnittlich 9 µg/l bei einer Bandbreite der Einzelwerte von < 2 bis 23 µg/l etwa auf dem Vorjahresniveau. Vergleichbares gilt auch für DTPA, dessen mittlerer Gehalt 11 µg/l (Vorjahr 14 µg/l) betrug. Insgesamt ist festzustellen, dass das höchste Konzentrationsniveau, von den Spitzenwerten bei den Abflussanstiegen abgesehen, in den abflussarmen Sommermonaten vorlag.

Organische Komplexbildner können die Gewässerbeschaffenheit insbesondere durch die Mobilisierung von in Gewässersedimenten enthaltenen Schwermetallen beeinträchtigen. Die Belastung der Ruhr mit diesen im Klärprozess schwer abbaubaren Stoffen ist zwar seit einigen Jahren rückläufig, gleichwohl sind seitens der Industrie zusätzliche Anstrengungen erforderlich, um die Konzentrationen in den Oberflächengewässern weiter zu senken.

Zusammenfassende Bewertung

In der Tabelle 5.4 sind relevante statistische Daten der mit Orientierungswerten oder sonstigen Anforderungen versehenen Parameter zusammengefasst und den jeweiligen Anforderungen gegenübergestellt. Die Farbgebung der beiden Spalten UQN und OW bezieht sich auf die Einstufung des chemischen Monitorings gemäß EG-WRRL und ist in der Legende erläutert. Bei den übrigen Spalten repräsentiert ein grüner Hintergrund die Einhaltung und ein grauer Hintergrund die Nichteinhaltung der jeweiligen Anforderung.

Analog zum Vorjahr wurden die chemisch-physikalischen Orientierungswerte zur Beurteilung des ökologischen Zustandes bis auf den pH-Wert sicher eingehalten. Bei der Hälfte der acht Parameter konnte eine Einstufung in „sehr gut“ vorgenommen werden, drei Parameter wurden mit gut bewertet. Die pH-Werte können je nach Intensität der Primärproduktion, insbesondere im gestauten Teil der Ruhr, kurzzeitig bis auf Werte um 9 steigen. Als Obergrenze ist ein pH-Wert von 8,5 definiert.

Die UQN der vier prioritär gefährlichen Schwermetalle Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber konnten wie im Vorjahr sicher eingehalten werden. Für Blei und Nickel konnte eine Einstufung nach „sehr gut“ erfolgen, Cadmium und Quecksilber wurden mit „gut“ bewertet. Bewertungsbasis der drei anderen Schwermetalle Chrom, Kupfer und Zink sind die Gewässerschwebstoffe. Aus pragmatischen Gründen sind zusätzlich für die Matrix Wasser UQN festgelegt worden, die sich im Gegensatz zu den prioritär gefährlichen Metallen auf die unfiltrierte Probe beziehen. Diese UQN sind gesetzlich nicht verbindlich. Nicht zuletzt aufgrund der geogenen Vorbelastung der Gewässer im Ruhreinzugsgebiet mit Zink musste für dieses Schwermetall eine Einstufung in „mäßig“ vorgenommen werden, im Vorjahr war noch eine Bewertung mit „unbefriedigend“ erforderlich. Allerdings liegt die Zinkkonzentration im Übergangsbereich dieser beiden Stufen, so dass sich je nach Abflusssituation wieder eine andere Bewertung ergeben kann. Für Kupfer erfolgte eine Einstufung nach „mäßig“, jedoch

Erläuterung der verwendeten Abkürzungen

ACP-OW	Orientierungswerte zur Beurteilung des ökologischen Zustandes
UQN	Umweltqualitätsnormen gem. Tochterrichtlinie zur WRRL
FischgewV / G bzw. I	Fischgewässerverordnung
LAWA ZV	LAWA-Zielvorgaben bzw. Güteklassifikation für Güteklasse II
AGA	Allgemeine Güteanforderungen für Fließgewässer des Landes NRW
TrinkwV	Trinkwasserverordnung

Einstufung des chemischen Monitorings gemäß WRRL

■ sehr gut	Wert \leq ½ UQN/OW
■ gut	½ UQN/OW $<$ Wert \leq UQN/OW
■ mäßig	UQN/OW $<$ Wert \leq 2 x UQN/OW
■ unbefriedigend	2 x UQN/OW $<$ Wert \leq 4 x UQN/OW
■ schlecht	Wert $>$ 4 x UQN/OW

Sonstige Einstufungen

■ eingehalten	■ nicht eingehalten
---------------	---------------------

Tabelle 5.4: Statistische Daten ausgewählter Kenngrößen und Vergleich mit gesetzlichen Anforderungen, Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Abflussjahr 2008
 Table 5.4: Statistical data of key parameters and comparison with legal requirements, Ruhr River at Essen-Rellinghausen, hydrological year 2008

		Anzahl Messungen	Minimum	Mittelwert	Maximum	50-Perzentil	90-Perzentil	95-Perzentil	ACP-OW	UQN	FischgewV / G bzw. I	LAWA ZV	AGA	TrinkwV
Wassertemperatur	°C	142	3,9	12,8	23,5	12,1	20,7	21,5	■		■		■	
pH-Wert		142	7,6	7,9	8,9	7,9	8,0	8,1	■		■		■	
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	142	1,3	6,3	90	3,9	11,9	16,8			■			
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	142	238	408	566	422	511	542						■
Chlorid	mg/l	142	14	38	71	38	55	59	■			■		■
Sulfat	mg/l	142	23	38	52	38	48	50				■		■
Fluorid	mg/l	142	< 0,05	0,12	0,17	0,12	0,15	0,16						■
Natrium	mg/l	142	9,6	28	62	29	42	45						■
BSB ₅ ohne ATH	mg/l	142	0,3	1,7	6,9	1,6	2,5	3,1	■		■			
BSB ₅ mit ATH	mg/l	142	0,2	1,4	6,0	1,3	2,1	2,6					■	
CSB	mg/l	141	3,9	9	20	8,9	12	12,9					■	
TOC	mg/l	142	1,4	2,9	9	2,8	3,8	4,1	■			■	■	
AOX	µg/l	141	5	7	18	6	12	15				■	■	
Sauerstoff	mg/l	142	7,2	10,3	13,3	10,4	12,0	12,4			■	■		
Gesamtposphor	mg/l	142	0,04	0,08	0,20	0,08	0,10	0,11	■			■	■	
o-Phosphat-Phosphor	mg/l	142	< 0,01	0,05	0,09	0,05	0,06	0,07	■			■		
Nitrat-Stickstoff	mg/l	142	2,3	3,1	3,9	3,1	3,7	3,8				■	■	■
Nitrit-Stickstoff	mg/l	142	< 0,05	< 0,05	0,11	< 0,05	< 0,05	< 0,05			■	■		■
Ammonium-Stickstoff	mg/l	142	< 0,02	0,04	0,10	0,03	0,07	0,07	■		■	■	■	■
Blei	µg/l	142	0,44	1,4	17	1,0	2,3	3,2				■	■	■
Blei (filtriert)	µg/l	137	< 0,1	0,19	0,52	0,18	0,28	0,34		■				
Cadmium	µg/l	142	0,05	0,10	0,45	0,08	0,14	0,16				■	■	■
Cadmium (filtriert)	µg/l	136	< 0,05	0,06	0,13	0,06	0,11	0,11		■				
Nickel	µg/l	142	1,0	3,0	9	2,9	3,8	4,1				■	■	■
Nickel (filtriert)	µg/l	125	< 1,0	2,4	4,2	2,5	3,2	3,4		■				
Quecksilber	µg/l	47	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		■		■	■	■
Chrom	µg/l	142	< 1,0	1,1	6,0	< 1,0	1,9	2,8		■		■	■	■
Kupfer	µg/l	142	1,9	4,2	16	4,0	6,1	6,5		■		■	■	■
Kupfer, (filtriert)	µg/l	138	1,3	2,9	6,4	2,8	4,5	4,8			■			
Zink	µg/l	142	12	25	110	22	31	37		■	■	■	■	
NTA	µg/l	48	< 2	< 2	6	< 2	< 2	< 2		■				
EDTA	µg/l	48	< 2	9	23	8	16	17		■				
DTPA	µg/l	48	3	11	29	11	19	20		■				
Borat-Bor	mg/l	140	0,02	0,07	0,12	0,07	0,11	0,11						■

nur mit einer sehr geringen Überschreitung dieser UQN. Das in den Gewässern des Ruhreinzugsgebiets meist unbedeutende Chrom konnte mit „sehr gut“ bewertet werden.

Von den drei relevanten Komplexbildnern NTA, EDTA und DTPA erfolgte lediglich für DTPA eine Einstufung nach „mäßig“, allerdings lag der Durchschnittswert von 11 µg/l nur gering über der Obergrenze für eine Einstufung nach „gut“ (10 µg/l). Die beiden übrigen Stoffe konnten mit „sehr gut“ bewertet werden.

Weitere Überschreitungen bzw. Nichteinhaltungen von Zielvorgaben betreffen die AGA des Landes NRW und die LAWA ZV. Während von den in den AGA limitierten Kenngrößen lediglich der pH-Wert die Anforderung nicht eingehalten hat, waren es bei den LAWA ZV die Kenngrößen Nitrat-Stickstoff, Cadmium, Kupfer und Zink. Die relativ strenge Zielvorgabe für Nitrat-Stickstoff von 2,5 mg/l für das 90-Perzentil ist in absehbarer Zeit wohl nicht erreichbar, zumal die durchschnittliche Grundbelastung im Einzugsgebiet bereits 3,3 mg/l beträgt [5.7]. Eine ähnliche Situation ist auch für Zink durch die geogene Vorbelastung gegeben. Für die beiden anderen Schwermetalle ist bei weiter rückläufigen Gehalten eine Zielerreichung nicht ausgeschlossen.

[5.7] Ruhrverband: Die Hintergrundbelastung der Gewässer im Ruhreinzugsgebiet. In: Ruhrverband, Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr AWWR (Hrsg.), Ruhrgütebericht 2005, Essen, S. 82-92

6 Planktonuntersuchungen in der Ruhr

In einem mehrfach aufgestauten Fließgewässer wie der unteren und mittleren Ruhr stehen neben den physikalischen und chemischen Gegebenheiten auch die Prozesse der planktischen Primär- und Sekundärproduktion sowie deren Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit besonders im Fokus. Aus diesem Grund werden seit über 40 Jahren auch biologische Parameter in der Ruhr erfasst. Dazu gehören u. a. die Bestimmung des Chlorophyll-a-Gehalts, der als Maß für die planktische Primärproduktion gilt, sowie die qualitative und quantitative Bestimmung des Phyto- (Primärproduzenten) und des Zooplanktons (Primärkonsumenten/ Sekundärproduzenten). Seit einigen Jahren werden darüber hinaus Untersuchungen zur Verbreitung von Makrophyten in den Ruhrstauseen durchgeführt, hier vor allem zu der Schmalblättrigen Wasserpest (*Elodea nuttallii*), einem invasiven Neophyten. Letzterer Aspekt wird in dem Beitrag „Elodea-Vorkommen in den Ruhrstauseen im Jahre 2008“ ausführlich dargestellt.

Zur Beschreibung der planktischen Primärproduktion sowohl im Fließverlauf als auch im Jahresgang werden an elf Stellen in der mittleren und unteren Ruhr regelmäßige Chlorophyllanalysen durchgeführt. Die Abhängigkeit der Phytoplanktonentwicklung von den abiotischen Faktoren Globalstrahlung und Abfluss sowie vom biotischen Gegenspieler, dem algenfressenden Zooplankton, wird am Beispiel des Baldeneysees aufgezeigt. Zudem werden die Einflüsse der Prozesse Photosynthese, Atmung und Mineralisierung auf den Sauerstoffhaushalt behandelt. In den folgenden Abschnitten werden die Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2008 sowohl im Jahresverlauf als auch im langjährigen Vergleich dargestellt und interpretiert.

Phytoplankton

Anders als im Vorjahr, als schon ab März überdurchschnittliche Strahlungsverhältnisse vorhanden waren, bewegte sich 2008 die Globalstrahlung bis einschließlich April im Bereich des jeweiligen langjährigen Monatsmittels (Bild 6.1). Lediglich im Februar war in dieser Zeit eine Überschreitung des langjährigen Mittels um 27 % zu verzeichnen. Im späten Frühjahr (Mai und Juni) folgten die beiden sonnigsten Monate des Jahres 2008, in denen mit Globalstrahlungswerten von 1,82 bzw. 1,92 kJ/(cm² • d) auch die diesjährigen Maxima erreicht wurden. Der langjährige Wert wurde dabei um 20 bis 22 % überschritten. Im wechselhaften Juli (Bild 6.7) nahm die mittlere Globalstrahlung wieder auf durchschnittliche Werte ab. In den weiteren Monaten bis zum Jahresende waren kaum noch Schwankungen in der Strahlungsintensität zu beobachten. Die Monatsmittel nahmen in diesem Zeitraum kontinuierlich ab und bewegten sich im Bereich der langjährigen Werte.

In der Ruhr bei Essen-Rellinghausen war während des gesamten Jahres 2008 kaum eine Entwicklung von Planktonalgen zu beobachten (Bild 6.2). An dieser Probenahmestelle, die noch oberhalb des Baldeneysees liegt, waren lediglich in den Frühjahrsmonaten

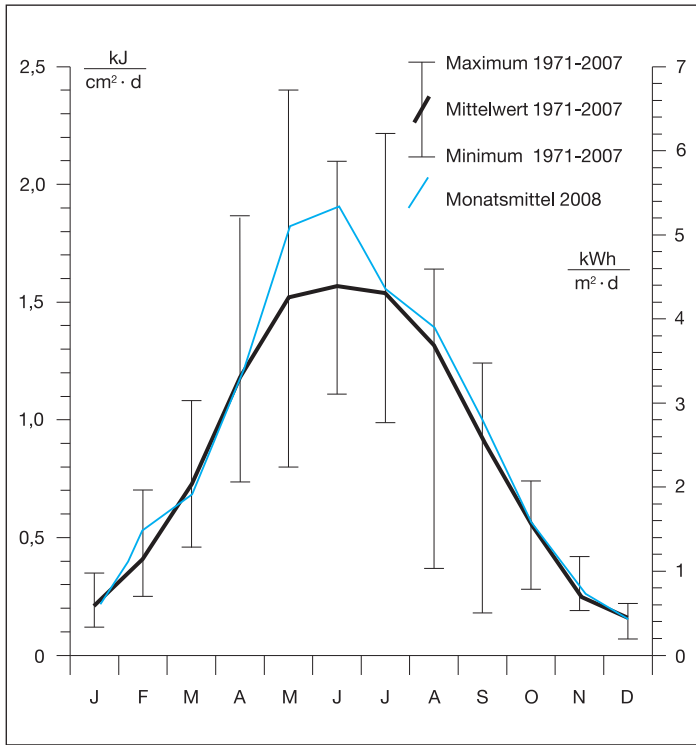


Bild 6.1: Monatsmittel der Globalstrahlung bei Essen, 1971 bis 2008
 Fig. 6.1: Actual and long-term monthly averages of total radiation at Essen, from 1971 to 2008

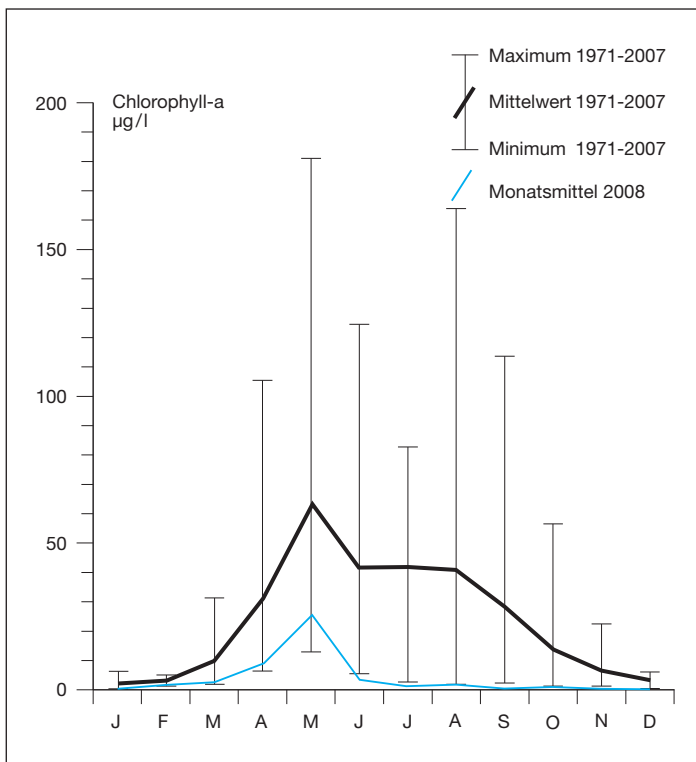


Bild 6.2: Monatsmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (Zornige Ameise), 1971 bis 2008
 Fig. 6.2: Monthly averages of chlorophyll-a concentration in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen, from 1971 to 2008

April und Mai nennenswerte Chlorophyll-a-Konzentrationen in der Ruhr festzustellen. Zu dieser Zeit des Frühjahrsmaximums von Phytoplanktonentwicklungen wurden mit maximal 25 µg/l Chlorophyll-a lediglich 40% der langjährigen mittleren Primärproduktion erreicht. Im weiteren Jahresverlauf, also auch schon in den Sommermonaten, fehlten Algenentwicklungen nahezu vollständig. Hier spiegelt sich der inzwischen schon seit mehreren Jahren zu beobachtende Wechsel in der mittleren Ruhr vom Plankton- zum Makrophyten-dominierten Zustand wider. Etwa ab dem Jahr 2000 bestimmten Makrophytenentwicklungen, hier vor allem durch die *Elodea nuttallii*, in den oberen Ruhrstauseen Hengstey, Harkort und Kemnade die aquatische Primärproduktion. Durch die entstehende Nährstoff- und Lichtkonkurrenz konnten sich Planktonalgen trotz teilweise überdurchschnittlich günstiger abiotischer Randbedingungen kaum noch entwickeln (Bild 6.6). Vor allem in der jeweiligen zweiten Jahreshälfte spielen seit Jahren planktische Algen in der Ruhr bis Essen-Rellinghausen keine Rolle mehr. Bild 6.3 zeigt deutlich, wie sich in Essen-Rellinghausen die mittlere Planktonentwicklung in diesem Jahrzehnt mit dem Einsetzen massiver Makrophytenentwicklungen reduziert hat. Vergleicht man die beiden letzten Dekaden, beträgt heute die Sekundärbelastung durch Planktonalgen nur noch 45% des Mittels aus den 1990er-Jahren. Trotz der Einschränkungen in der Freizeitnutzung an den Ruhrstauseen durch die Massenerkrankungen von *Elodea* sind als positive Aspekte die zugenommene Sichttiefe (Klarheit) und vor allem die abnehmende Sauerstoffzehrung zu nennen, was zu einer ökologischen Verbesserung in der Benthobiozönose führt.

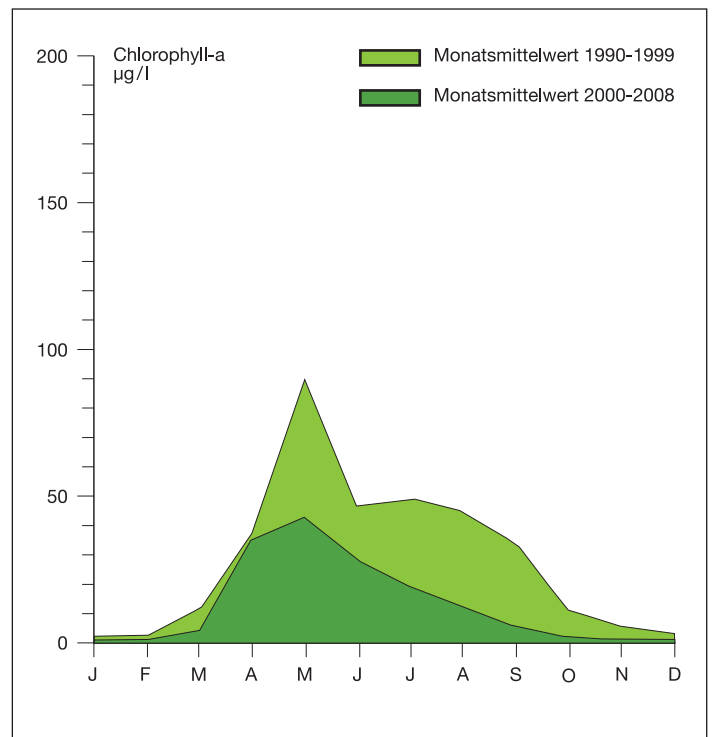


Bild 6.3: Monatsmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen für die Zeiträume 1990 bis 1999 und 2000 bis 2008
 Fig. 6.3: Monthly averages of chlorophyll-a concentration in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen for the periods between 1990 and 1999 and between 2000 and 2008

Die Abnahme der Chlorophyllgehalte wird auch in der jahreszeitlichen Sukzession der Planktonalgen deutlich (Bild 6.4). Selbst während des Frühjahrsmaximums im Mai wurden lediglich 35.000 Zellen/ml erreicht (2007: 77.500 Zellen/ml in der ausgeprägten Schönwetterphase im April). Im Vergleich zu den 1980er- und 1990er-Jahren, als regelmäßig in mehreren Monaten 100.000 Zellen/ml deutlich überschritten wurden, wurden 2008 von planktischen Algen lediglich noch etwa 20% der Biomasse produziert. Neben dem Rückgang im Frühjahr, der weniger durch die Konkurrenz der Makrophyten geprägt ist, ist seit Jahren auffällig, dass die Primärproduktion in den Sommermonaten nahezu ausbleibt. Dadurch hat sich in den letzten Jahren auch die Zusammensetzung der Phytoplanktonarten deutlich verändert. Zur Zeit des Frühjahrsmaximums bestimmen üblicherweise Kieselalgen (Diatomeen) das Phytoplankton in der Ruhr. Die Algengruppe ist in Zeiten, in denen die Wassertemperaturen noch relativ niedrig

sind, im Vergleich z. B. zu Grünalgen, die eher in wärmeren Phasen höhere Bestandsdichten aufweisen, konkurrenzstärker. Die Folge war, dass typische Arten des Sommerplanktons, wie z. B. die Grünalgen *Chlorella*, *Actinastrum hantzschii*, *Crucigenia tetrapedia* sowie *Pediastrum boryanum* und *P. duplex*, nur noch vereinzelt bzw. gar nicht mehr nachzuweisen waren.

Diese Verschiebung des Artenspektrums zeigt sich auch in der Betrachtung der langjährigen Untersuchungen des Phytoplanktons, in Bild 6.5 dargestellt als Jahresmittelwerte der einzelnen Algengruppen. Im Jahr 2008 wurde mit 2,06 mm³/l das niedrigste mittlere Biovolumen seit Beginn der Planktonuntersuchungen an der Ruhr gemessen. Damit liegen inzwischen die vier Jahre mit der geringsten Primärproduktion durch Planktonalgen in diesem Jahrzehnt. Während noch in den 1990er-Jahren Kieselalgen einen Biovolumenanteil um 85% aufwiesen, stieg dieser mit Auftreten

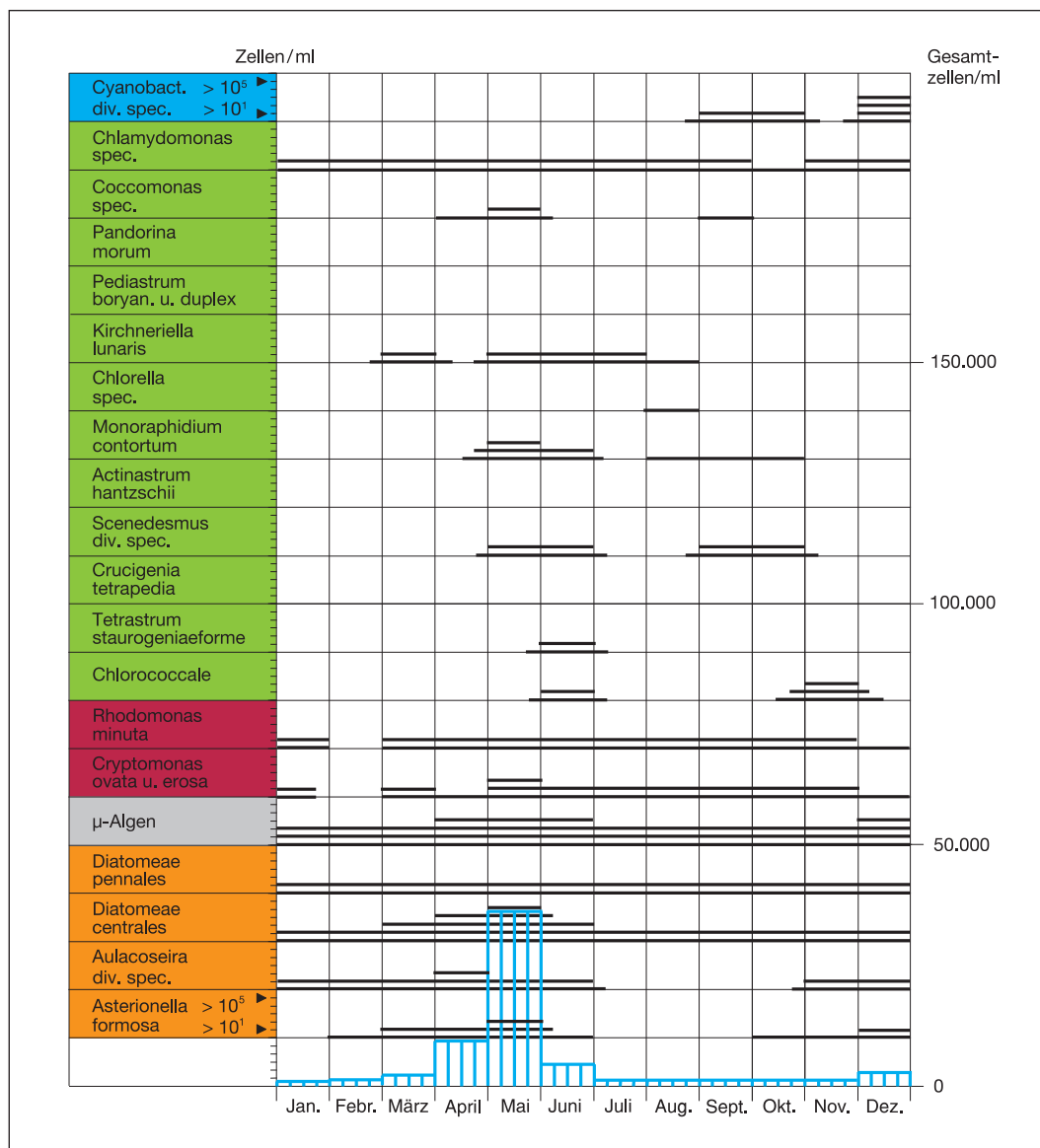
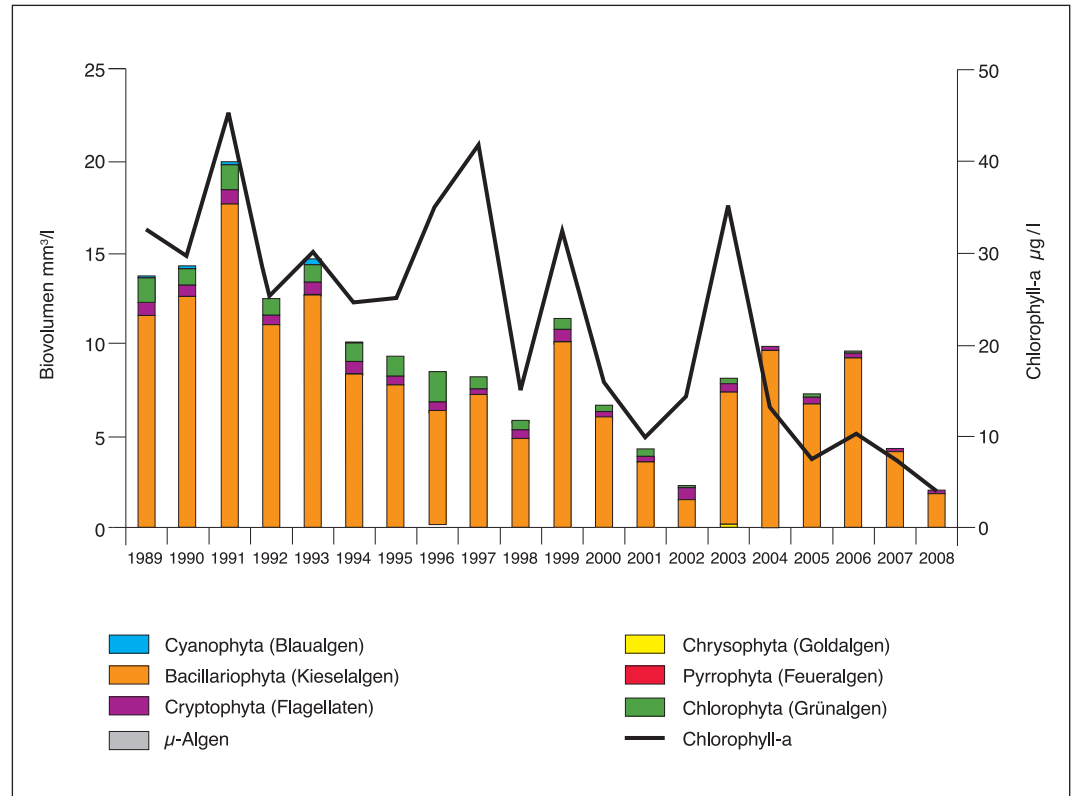


Bild 6.4: Jahreszeitliche Sukzession der Planktonalgen in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen 2008
 Fig. 6.4: Seasonal succession of phytoplankton in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen 2008

Bild 6.5: Phytoplankton in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (Jahresmittel 1989 bis 2008)

Fig. 6.5: Phytoplankton in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen (yearly average 1989 to 2008)



erster größerer Makrophytenentwicklungen in den Stauhaltungen Hengstey, Harkort und Kemnade ab dem Jahr 2000 stetig auf inzwischen 96 %. Die Artenzusammensetzung der Diatomeen blieb in diesem Zeitraum nahezu unverändert. Hier dominieren nach wie vor die Radiären Diatomeen, wie z. B. verschiedene *Melosira*(*Aulacoseiera*)-Arten. Mit der Zunahme des Kieselalgenanteils ging ein deutlicher Schwund der Grünalgen einher. Von einem Biovolumenanteil von etwa 8 % in den 1990er-Jahren sank dieser in den letzten sechs Jahren bis auf einen Anteil von 1 %. Inzwischen haben die Flagellaten, dazu gehören die Gattungen *Cryptomonas* und *Rhodomonas*, die Grünalgen als zweitwichtigste Phytoplanktongruppe im Phytoplankton der Ruhr abgelöst. Während die nicht näher determinierbaren sehr kleinen µ-Algen ebenfalls in nennenswerten Dichten vorkamen, spielten weitere Algengruppen, wie z. B. die Feuer- und Blaualggen, nur eine untergeordnete Rolle. Die Dominanz der Kieselalgen, die Anwesenheit von Goldalgen sowie die deutliche Abnahme von Blau- und Grünalgen zeigt zudem eine Verbesserung des trophischen Zustands der mittleren und unteren Ruhr an.

Die Entwicklung des Phytoplanktons ist neben dem Nährstoffangebot und der Strahlung unter anderem auch von der zur Verfügung stehenden Zeit für Wachstum und Vermehrung abhängig. In schnell fließenden Mittelgebirgsbächen spielen aus diesem Grund planktische Algen kaum eine Rolle. In dem mehrfach gestauten Abschnitt von mittlerer und unterer Ruhr, dieser fängt etwa mit der Stauhaltung Hengsteysee an, verlängert sich die Aufenthaltszeit des Wassers. Die Fließzeit bei Trockenwetter beträgt auf der Fließstrecke von Echthausen bis zur Mündung in

den Rhein etwa 20 Tage. Der räumliche und zeitliche Verlauf der Chlorophyll-a-Gehalte auf dieser Strecke wird in Bild 6.6 an Hand von elf Probenahmestellen dargestellt. Die Chlorophyllwerte an den Probenahmestellen Echthausen und Witten wurden von der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH, die im Auftrag der Wasserwerke Westfalen GmbH (WWW), der Wasserbeschaffung Mittlere Ruhr GmbH (WMR) und der Gelsenwasser AG die Analysen durchgeführt hat, zur Verfügung gestellt.

Erwartungsgemäß war bis zum Hengsteysee ganzjährig nur eine sehr geringe Primärproduktion vorhanden. Mit zunehmender Verweilzeit in der Stauhaltung setzte im Laufe des Aprils allmählich die Entwicklung von Planktonalgen ein und führte in der ersten Maihälfte, also relativ spät, zum typischen Frühjahrsmaximum der Algenentwicklung. Dieses setzte sich im weiteren Fließverlauf bis Essen-Rellinghausen mit leicht steigender Tendenz fort. Zu diesem Zeitpunkt spielten die in den letzten Jahren sehr präsenten Makrophytenentwicklungen in den oberen Ruhrstauseen noch keine entscheidende Rolle, so dass der Algenwuchs eher durch die abiotischen Randbedingungen gesteuert wurde. Im weiteren Jahresverlauf nahm der Konkurrenzdruck durch die massenhaften Vorkommen von höheren Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen so stark zu, dass bis auf eine sehr kleine Algenpopulation Anfang August eine planktische Primärproduktion nahezu nicht mehr nachzuweisen war. Dies stellte sich für den Baldeneysee, der 2008 mit 13 % bislang eine relativ geringere Makrophytenbedeckung aufwies, ganz anders dar. Hier konnten sich die Planktonalgen bei entsprechenden günstigen abiotischen Randbedingungen gut entwickeln und vermehren. Die Spitzenwerte früherer Jahre, als wäh-

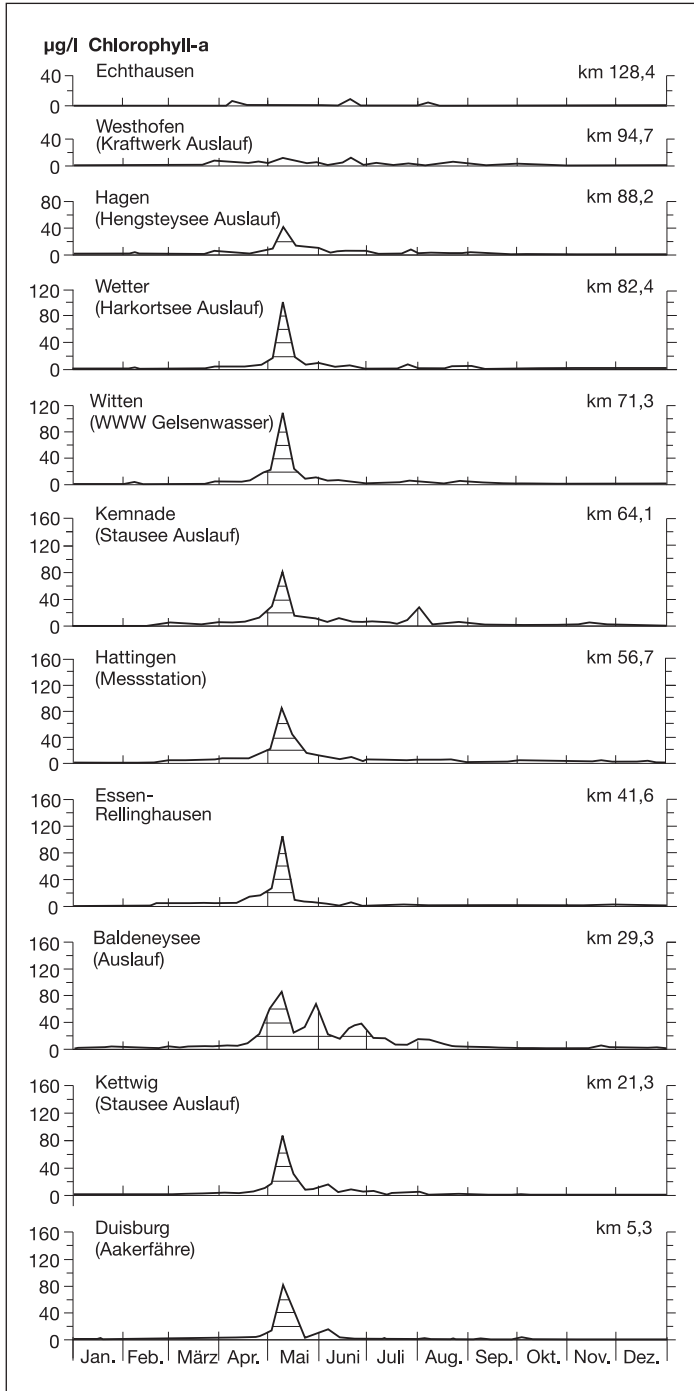


Bild 6.6: Algenentwicklung (als Chlorophyll-a-Gehalt) an verschiedenen Stellen der Ruhr im Verlauf des Jahres 2008

Fig. 6.6: Development of phytoplankton (as chlorophyll-a concentration) determined in various cross-sections of the Ruhr River in 2008

rend der Frühjahrsentwicklung Chlorophyllwerte um 200 µg/l die Regel waren, wurde in den letzten Jahren nicht annähernd erreicht. 2008 betrug das Maximum im Auslauf des Baldeneysees 88 µg/l Chlorophyll-a. Auf der weiteren Fließstrecke bis zur Mündung in den Rhein waren die Chlorophyllgehalte wieder rückläu-

fig. Während in den Sommermonaten im Baldeneysee immer noch eine Primärproduktion stattfand, konnte diese an den Probenahmestellen Kettwig und Duisburg nur angedeutet beobachtet werden. Im Unterlauf überwog offensichtlich der Prozess des Zooplanktonfraßes, wodurch planktische Algen so stark dezimiert wurden, dass diese kaum noch nachweisbar waren.

In einem gestauten Gewässer wie der Ruhr hängen abiotische Faktoren, wie Abfluss und Strahlungsverhältnisse, eng mit biologischen Prozessen, wie Photosynthese, Atmung, Biomasseauf- und -abbau, zusammen. Diese Faktoren und Prozesse sowie ihre Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt zeigt das Bild 6.7 am Beispiel des Baldeneysees, des größten aller Ruhrstauseen. Für die Wasserführung und den Chlorophyll-a-Gehalt, der aus der kontinuierlich gemessenen In vivo-Fluoreszenz errechnet wurde, werden die Wochenmittel und für den Sauerstoffgehalt die mittleren Wochenminima und -maxima sowie deren Differenz herangezogen. Die Globalstrahlung wird jeweils als Wochensumme dargestellt.

Von Januar bis Mitte April war ein wechselhaftes Abflussregime vorhanden, das mit Abflüssen zwischen 50 und knapp 200 m³/s jedoch bis auf ein kleineres Hochwasserereignis im Januar ausgeprägte Abflussspitzen vermissen ließ. In diesem Zeitraum blieben Algenentwicklungen nahezu aus. Erst mit steigenden Strahlungsintensitäten und sinkenden Abflüssen ab der zweiten Aprilhälfte stieg die Primärproduktion im Baldeneysee zunächst langsam an. Im Mai erreichten sowohl die Globalstrahlung mit 18,5 kJ/(cm² · Woche) als auch der Chlorophyll-a-Gehalt mit 88 µg/l die diesjährigen Spitzenwerte. In den folgenden Sommermonaten waren bei Abflüssen meist um 30 m³/s und durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Strahlung bis auf wenige Tage Ende Juli gute abiotische Verhältnisse vorhanden. Dennoch blieben größere Algenentwicklungen in der Vegetationsperiode aus. Durch die geringe Produktivität in der Ruhr oberhalb des Baldeneysees gelangte kaum Impfmateriale in die Stauhaltung, so dass selbst eine rechnerische Aufenthaltszeit von bis zu drei Tagen nicht zu hohen Chlorophyllkonzentrationen führte. Diese blieben mit Maximalwerten um 65 bzw. 35 µg/l in den Sommermonaten auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau. Die immer wieder stattfindenden Einbrüche der Primärproduktion waren weniger auf schlechter werdende abiotische Verhältnisse als vielmehr auf biotische Einflussgrößen, wie etwa den Fraßdruck durch algivore Zooplankter, zurückzuführen. Mit sinkender Strahlungsintensität Ende September und steigenden Abflüssen Anfang Oktober nahm die Planktonalgedichte ab. Im Spätherbst und Winter waren Phytoplankter nahezu nicht mehr nachzuweisen.

Betrachtet man den Verlauf der Sauerstoffsättigung, fällt auf, dass beim diesjährigen Maximum von 229% (7. Mai 2008) die mittlere Wochenamplitude mit 2,5 mg/l O₂ einen geringen Wert aufwies. Anders als in den Folgemonaten, in denen eine tägliche Schwankungsbreite der Sauerstoffkonzentration bis zu 8,8 mg/l (2. Juni 2008) erreicht wurde, fanden also beim Frühjahrsmaximum wenige (nächtliche) Atmungsaktivitäten und ein nur geringer Abbau vorhandener Biomasse statt. Letzteres wird auch maßgeblich durch den Biomasseabbau des Zooplanktons bestimmt.

Das Zooplankton spielt jedoch während der Phase des Frühjahrsmaximums der Planktonalgen noch keine Rolle, da es sich erst im Nachgang der ersten größeren Algenentwicklung, die ihm als Nahrungsgrundlage dient, vermehrt.

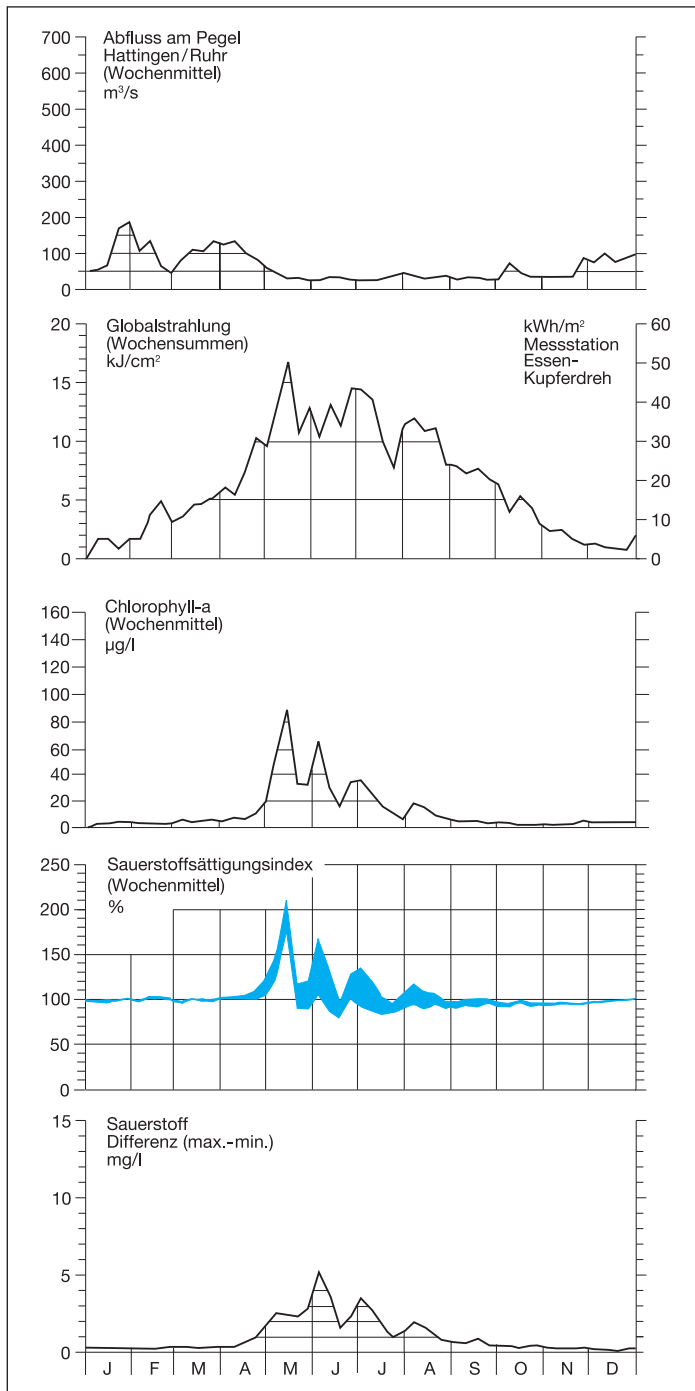


Bild 6.7: Einfluss der Wasserführung und der Globalstrahlung auf die Algenentwicklung im Baldeneysee und deren Auswirkung auf den Sauerstoffhaushalt 2008

Fig. 6.7: Influence of river flow and total radiation on phytoplankton growth in Lake Baldeney and the resulting impact on the oxygen balance in 2008

Ein Vergleich der aktuellen Sauerstoffverhältnisse im Baldeneysee mit denen aus den 1980er- und 1990er-Jahren zeigt, dass heute weder die extremen Sauerstoffminima noch die großen -amplituden auftreten. Dieses bedeutet für die Benthalthiozönose und die Fischfauna eine deutlich zurückgegangene Stressbelastung. Auch musste die Ruhr an keiner Stelle im Jahr 2008 künstlich belüftet werden. Der seit einigen Jahren beobachtete Rückgang der Phytoplanktonproduktion im Unterlauf der Ruhr ist auf einen abnehmenden Trophiegrad als Folge sinkender Phosphorkonzentrationen und die daraus resultierende Licht- und Nahrungskonkurrenz zu den sich stark vermehrenden aquatischen Makrophyten zurückzuführen.

Zooplankton

Das Ausmaß und die zeitliche Entwicklung der Primärproduktion wird nicht nur durch abiotische Faktoren, wie Globalstrahlung und Abfluss, sondern auch durch biotische Größen, wie die Fress-tätigkeit („Grazing“) des Zooplanktons, beeinflusst. Die Produktivität der Planktonalgen im Baldeneysee wird hier aus den Chlorophyll-a-Konzentrationen im Einlauf und Auslauf des Stausees als Wochenmittel berechnet (Bild 6.8). Das Bild zeigt weiterhin die Chlorophyll-differenz zwischen Aus- und Einlauf als entsprechenden Positiv- oder Negativwert sowie die Populationskurve der Gattung *Brachionus*, die hier stellvertretend für das algivore (algenfressende) Zooplankton herangezogen wird.

Dieses Regulativ der Algenentwicklungen wurde besonders dann deutlich, wenn trotz konstanter abiotischer Randbedingungen Schwankungen in der Chlorophyllbilanz des Baldeneysees festzustellen waren. Das war eine Folge des Fraßdrucks durch algivore Zooplankter, wie durch die hohen Individuenzahlen von *Brachionus* belegt wird, wodurch eine Algenvermehrung in der Stauhaltung kaum oder nur eingeschränkt möglich wurde. Dies war im Jahr 2008 ähnlich wie im Vorjahr lediglich im Anschluss an das Frühjahrsmaximum der Phytoplanktonentwicklung der Fall. Bei einer Individuendichte von etwa 1.000 Ind./l betrug die resultierende Chlorophyllbilanz -17 µg/l, ein im Vergleich zu den 1980er- und 1990er-Jahren sehr geringer Wert. Vor 15 bis 20 Jahren erreichte *Brachionus* bei entsprechend hohen Chlorophyllwerten im Baldeneysee allerdings auch bis zu 8.000 Ind./l. Im weiteren Jahresverlauf war die Rädertiergattung *Brachionus* kaum noch nachzuweisen. Andere Vertreter des algivoren Zooplanktons, wie die Gattung *Synchaeta* und sonstige Rotatorien, waren zwar im Juni und Juli vorhanden, konnten aber die stattfindenden Algenentwicklungen nur in geringem Maße beeinflussen. Die Chlorophyllzunahme vom Zu- bis zum Ablauf des Baldeneysees betrug in dieser Zeit zum Teil über 1.000%. Da ab August die Primärproduktion auch in dieser Stauhaltung deutlich abnahm, fehlte für das Zooplankton als Primärkonsumenten nun auch die Nahrungsgrundlage. So kamen auch weitere Zooplanktonentwicklungen bis zum Jahresende nicht mehr in Gang.

Die Sekundärproduktion im Baldeneysee hat sich nunmehr im fünften Jahr in Folge mit einem durchschnittlichen Biovolumen von 0,5 mm³/l auf einem Niveau stabilisiert, das nur noch etwa

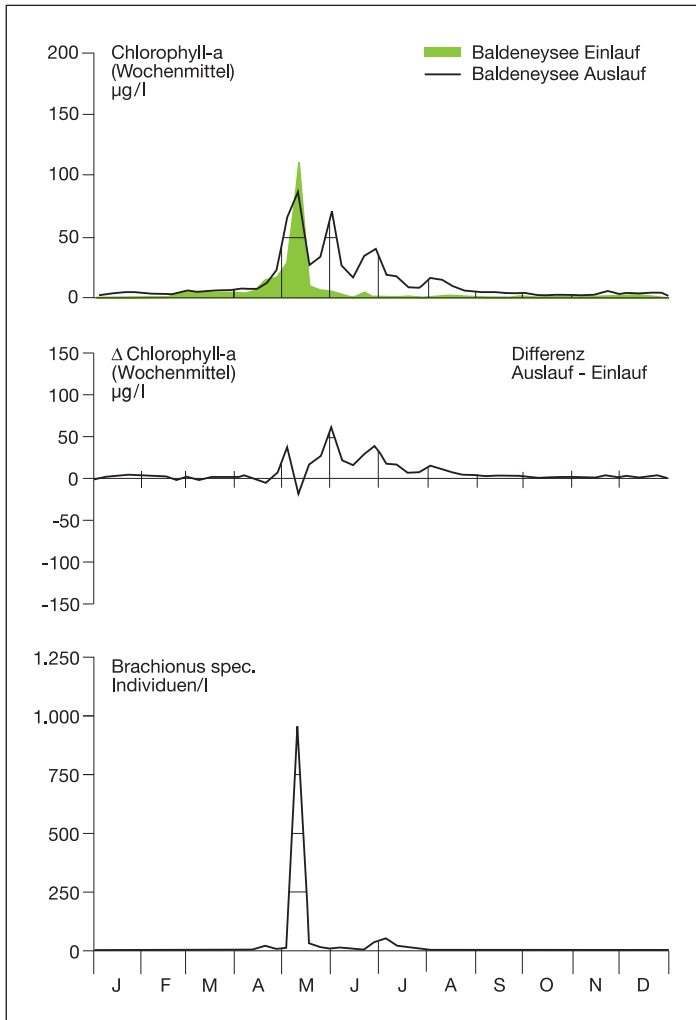
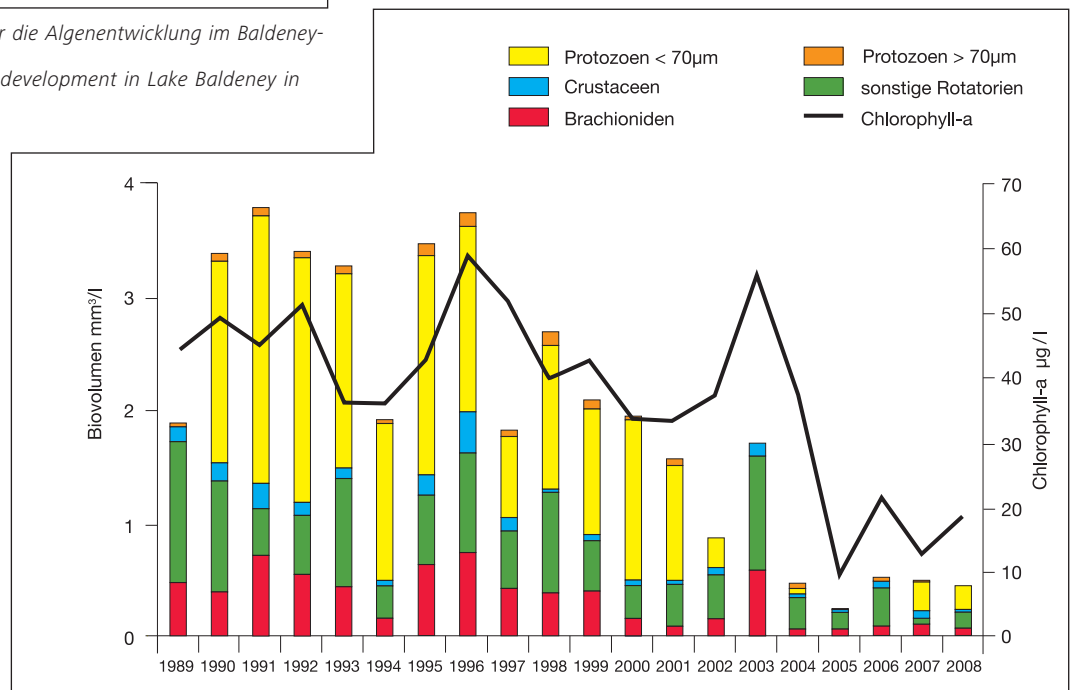


Bild 6.8: Bedeutung des Zooplanktons für die Algenentwicklung im Baldeneysee 2008

Fig. 6.8: Effect of zooplankton on algal development in Lake Baldeney in 2008

Bild 6.9: Zooplankton und Chlorophyll-a im Baldeneysee (Jahresmittel 1989 bis 2008)

Fig. 6.9: Zooplankton and chlorophyll-a in Lake Baldeney (yearly average 1989-2008)



17 % der durchschnittlichen Zooplanktonproduktion aus den 1990er-Jahren darstellt (Bild 6.9). Werden darüber hinaus in der Zooplanktonbiomasse die sehr kleinen Protozoen, die kleinste organische Partikel als Nahrung bevorzugen und so kaum zur Dezimierung der Planktonalgen beitragen, nicht mit herangezogen, waren 2007 und 2008 sogar die niedrigsten Jahresmittel der letzten 20 Jahre festzustellen. Bei der Artenzusammensetzung und der Abfolge im Jahresgang war auffällig, dass die algivoren Brachioniden, früher die häufigste Gattung im Baldeneysee, fast ausschließlich während der Frühjahrsentwicklung der Planktonalgen vorkamen. Andere, im Sommer verbreitete Zooplanktonorganismen, wie die o.g. Protozoen oder das räuberische Rädertier *Asplancha priodonta*, präferieren andere Nahrungsquellen und sind weniger auf Phytoplanktonorganismen angewiesen. Die rückläufige Entwicklung des Zooplanktons ist auf die seit dem Jahr 2000 nahezu ständig sinkenden Algendichten auch im Baldeneysee zurückzuführen. Lediglich im Jahr 2003, als im so genannten Jahrhundertssommer sowohl die Primär- als auch die Sekundärproduktion außerordentlich hoch war, wurde das Niveau früherer Jahre erreicht. Erfreuliche ökologische Folgen des Rückgangs der Produktivität sind eine zunehmende Klarheit des Wassers, eine Verbesserung des trophischen Zustands und eine geringere Belastung des Sauerstoffhaushalts aufgrund weniger mikrobiell abzubauenender Biomasse.

Zusammenfassung

Das Jahr 2008 stellte sich hinsichtlich der abiotischen Verhältnisse, wie Abfluss und Globalstrahlung, als ein durchschnittliches bis günstiges Jahr dar. Trotzdem hat sich die Primärproduktion mit Planktonalgen zwischen Hengsteysee und Baldeneysee weiterhin

auf einem niedrigen Niveau stabilisiert. Während in den vergangenen Jahren der Rückgang auf dieser Fließstrecke vor allem die zweite Jahreshälfte betraf, waren 2008 auch während des Frühjahrsmaximums deutlich niedrigere Werte als in den 1990er-Jahren zu verzeichnen. Dies limitierte die Sekundärproduktion, also die Entwicklung des Zooplanktons, im Baldeneysee, so dass diese in den letzten fünf Jahren lediglich noch knapp 20 % der 1980er- und 1990er-Jahre betrug. Die niedrige Primär- und Sekundärproduktion in der Ruhr ist vor allem eine Folge der in den letzten Jahrzehnten gesunkenen Phosphorkonzentrationen und der damit verbundenen Verbesserung der Trophieverhältnisse. Aber auch der dadurch mögliche Wechsel vom Phytoplankton- zum Makrophyten-dominanten Zustand der oberen Ruhrstauseen verhindert ausgeprägte Entwicklungen von planktischen Algen. Aufgrund der geringeren Biomasseproduktion planktischer Organismen spielen inzwischen die mikrobiellen Abbauprozesse in der Ruhr eine untergeordnete Rolle, was sich auf den Sauerstoffhaushalt und die Benthaltbiozönose nicht nur des Baldeneysees, sondern der gesamten unteren Ruhr positiv auswirkte.

7 Untersuchung von Nebengewässern der Ruhr

Gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) werden Fließgewässer mit Teileinzugsgebieten größer 10 km² untersucht. Im Ruhreinzugsgebiet sind dies 122 Gewässer, die sich auf neun Planungseinheiten und insgesamt 265 Wasserkörper verteilen. Während die Wasserkörper nach EG-WRRL die kleinsten zu bewirtschaftenden Einheiten darstellen, fassen die Planungseinheiten auf einer regionalen Ebene Wasserkörper zusammen, um für die Bewirtschaftungsplanung eine planerisch sinnvolle Größenordnung auf Basis möglichst homogener Rahmenbedingungen zu erhalten. Die Abgrenzung der Planungseinheiten orientiert sich an naturräumlichen Kriterien, an Art und Umfang der Belastungen und Defizite sowie an bestehenden funktionalen Zusammenhängen der Ökosysteme.

Eine detaillierte Erläuterung zur Bewertung der physikalisch-chemischen Kenngrößen und des ökologischen Zustands ist im Ruhrgütebericht des Jahres 2007 dargestellt [7.1].

Im Kalenderjahr 2008 wurden 30 Fließgewässer an insgesamt 43 Messstellen physikalisch-chemisch untersucht. Die Lage der Nebengewässer in den neun Planungseinheiten und die Messstellen sind in Bild 7.1 in einer Karte dargestellt. In der Tabelle 7.1 sind die wesentlichen Daten der Gewässer sowie die Untersuchungshäufigkeiten zusammengefasst. Parallel zu diesem Messprogramm hatte der Ruhrverband im Berichtszeitraum acht weitere Fließgewässer an insgesamt 47 Probenahmestellen nach Messprogrammen des Ruhrverbands untersucht. Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse erfolgt bezogen auf die Planungseinheiten.

Im Zusammenhang mit dem ersten Zyklus des operativen Gewässermonitorings gemäß EG-WRRL wurden im Jahr 2008 vom Ruhrverband an 38 Probenahmestellen, verteilt auf 30 Nebengewässer der Ruhr, hydrobiologische Untersuchungen des Makrozoobenthos durchgeführt. In den beiden Gewässerzustandskarten (s. Kap. 8, Bild 8.1 und Bild 8.2) sind diese Ergebnisse gemeinsam mit den Daten der staatlichen Dienststellen aus dem operativen Monitoring gemäß EG-WRRL, jeweils gekennzeichnet nach untersuchender Institution, dargestellt. Ebenso sind Ergebnisse von 75 Probenahmestellen berücksichtigt, die im Rahmen weiterer Untersuchungen wie z. B. der „Integralen Entwässerungsplanung“ (IEP) [7.2] in räumlich eng begrenzten Gebieten mit hoher Dichte gewonnen wurden. Diese Untersuchungen im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ sollen unter Berücksichtigung der Ziele der EG-WRRL helfen, ggf. notwendige Maßnahmen im Bereich der Niederschlagswasserbehandlung hinsichtlich Zielerreichung und Aufwand zu optimieren.

[7.1] Ruhrverband: *Untersuchung von Nebenflüssen*. In: *Ruhrgütebericht 2007*, Essen, S. 39-55

[7.2] Ruhrverband: *Immissionsorientierte Bewertung von Niederschlagswassereinleitungen am Beispiel der Einzugsgebiete der Kläranlagen Wenden und Plettenberg*. In: *Ruhrgütebericht 2006*, Essen, S. 99-103

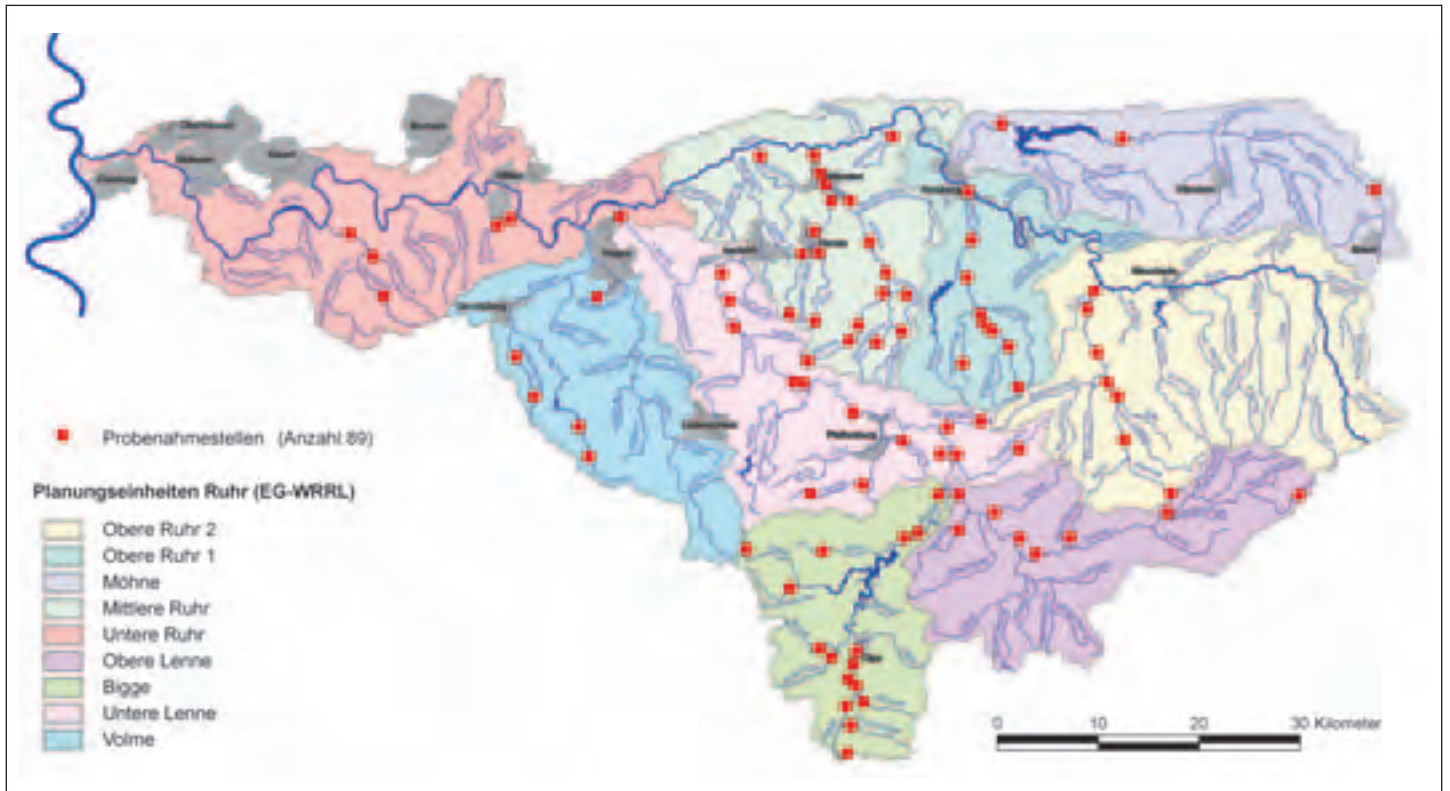


Bild 7.1: Lage der im Abflussjahr 2008 untersuchten Fließgewässer einschließlich der jeweiligen Probenahmestellen
 Fig. 7.1: Location of investigated running waters, including the respective sampling points, in the hydrological year 2008

Tabelle 7.1: Ausgewählte Stammdaten der im Abflussjahr 2008 untersuchten Gewässer
 Table 7.1: Selected basic data sets of waterbodies investigated in the hydrological year 2008

Gewässer	Gewässer-Nr.	AEO km ²	Länge km	Anzahl Messstellen	Anzahl Untersuchungen	Messprogramm
Planungseinheit: Möhne						
Möhne	2762	468,60	65,13	3	4	EG-WRRL
Planungseinheit: Obere Ruhr 2						
Wenne	27616	217,94	31,10	7	1	RV
Planungseinheit: Obere Ruhr 1						
Röhr	27618	203,26	28,94	7	1	RV
Settmecke	276184	18,58	9,90	1	4	EG-WRRL
Planungseinheit: Mittlere Ruhr						
Wimberbach	27636	15,78	8,28	1	4	EG-WRRL
Hönne	2764	261,70	33,46	9	1	RV
Hönne	2764	261,70	33,46	3	4	EG-WRRL
Borkebach	27644	42,28	11,63	1	4	EG-WRRL
Wellingse	276442	15,44	8,96	1	4	EG-WRRL
Orlebach	276444	7,29	10,89	1	4	EG-WRRL
Abbabach	27652	21,96	17,12	1	4	EG-WRRL
Öse	27648	63,57	19,57	2	1	RV
Westiger Bach	276484	16,82	9,36	4	1	RV
Planungseinheit: Untere Ruhr						
Elbsche	276916	17,75	8,00	2	4	EG-WRRL
Deilbach	27696	109,00	20,91	2	4	EG-WRRL
Felderbach	276964	22,35	12,70	1	4	EG-WRRL
Planungseinheit: Obere Lenne						
Lenne	2766	1353,18	129,15	5	1	RV
Gleibach	2766198	10,12	5,04	1	4	EG-WRRL
Elspe	276634	42,50	12,08	1	4	EG-WRRL
Repe	276638	26,33	11,39	1	4	EG-WRRL
Planungseinheit: Untere Lenne						
Lenne	2766	1353,18	129,15	6	1	RV
Lenne	2766	1353,18	129,15	2	4	EG-WRRL
Fretterbach	276652	44,68	16,69	2	4	EG-WRRL
Glingebach	276654	12,59	6,56	2	4	EG-WRRL
Oester	276664	56,29	15,75	2	4	EG-WRRL
Grüne	2766644	14,51	9,16	1	4	EG-WRRL
Planungseinheit: Bigge						
Bigge	27664	369,18	44,57	7	1	RV
Bigge	27664	369,18	44,57	2	4	EG-WRRL
Großmicke	2766414	23,00	7,91	1	4	EG-WRRL
Wende	2766416	22,21	6,86	1	4	EG-WRRL
Brachtpe	276644	51,03	11,69	1	4	EG-WRRL
Rose	2766442	26,24	8,10	1	4	EG-WRRL
Lister	276646	69,95	21,12	1	4	EG-WRRL
Krummenau	2766464	16,57	8,23	1	4	EG-WRRL
Ihne	276648	44,44	12,24	1	4	EG-WRRL
Planungseinheit: Volme						
Selbecker Bach	276878	18,73	5,10	1	4	EG-WRRL
Ennepe	27688	187,29	42,13	2	4	EG-WRRL
Heilenbecke	276888	24,97	11,75	2	4	EG-WRRL

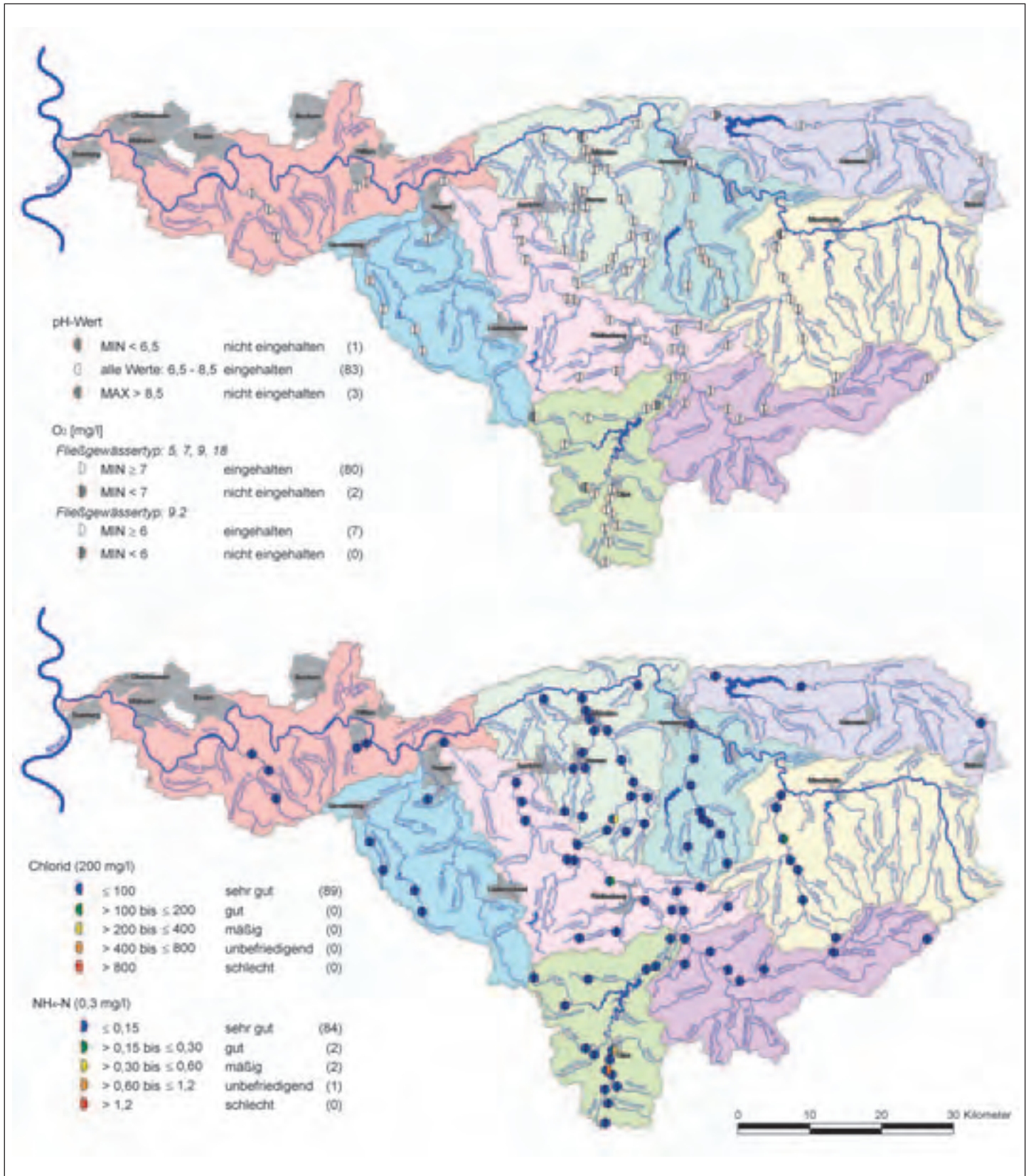


Bild 7.2: Bewertung der Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis des Leitfadens zur Umsetzung der EG-WRRL in NRW, Kalenderjahr 2008
 Fig. 7.2: Assessment of concentrations of selected key-indicators on the basis of the LAWA quality criteria, 2008

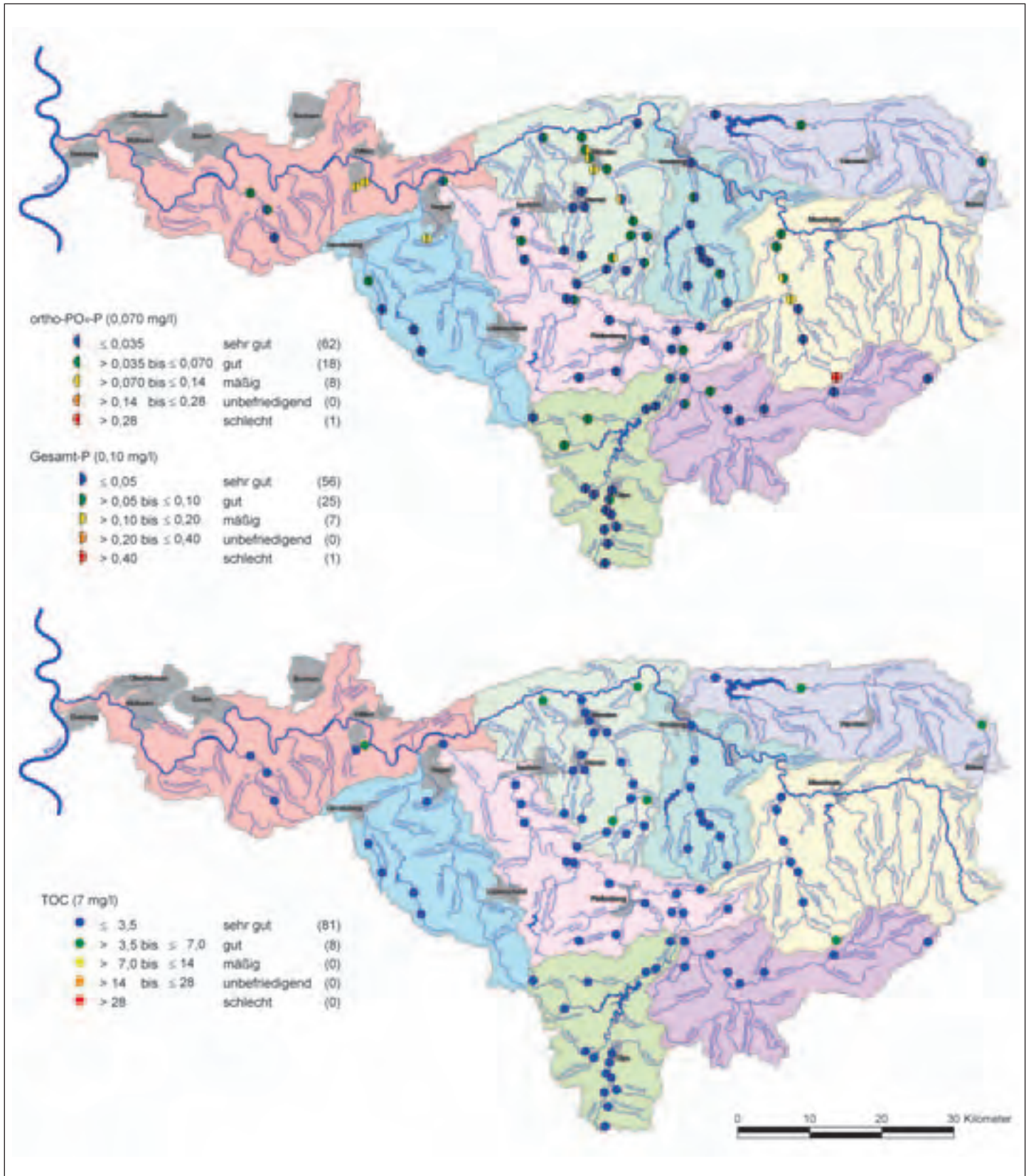


Bild 7.2: Bewertung der Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis des Leitfadens zur Umsetzung der EG-WRRL in NRW, Kalenderjahr 2008
 Fig. 7.2: Assessment of concentrations of selected key-indicators on the basis of the LAWA quality criteria, 2008

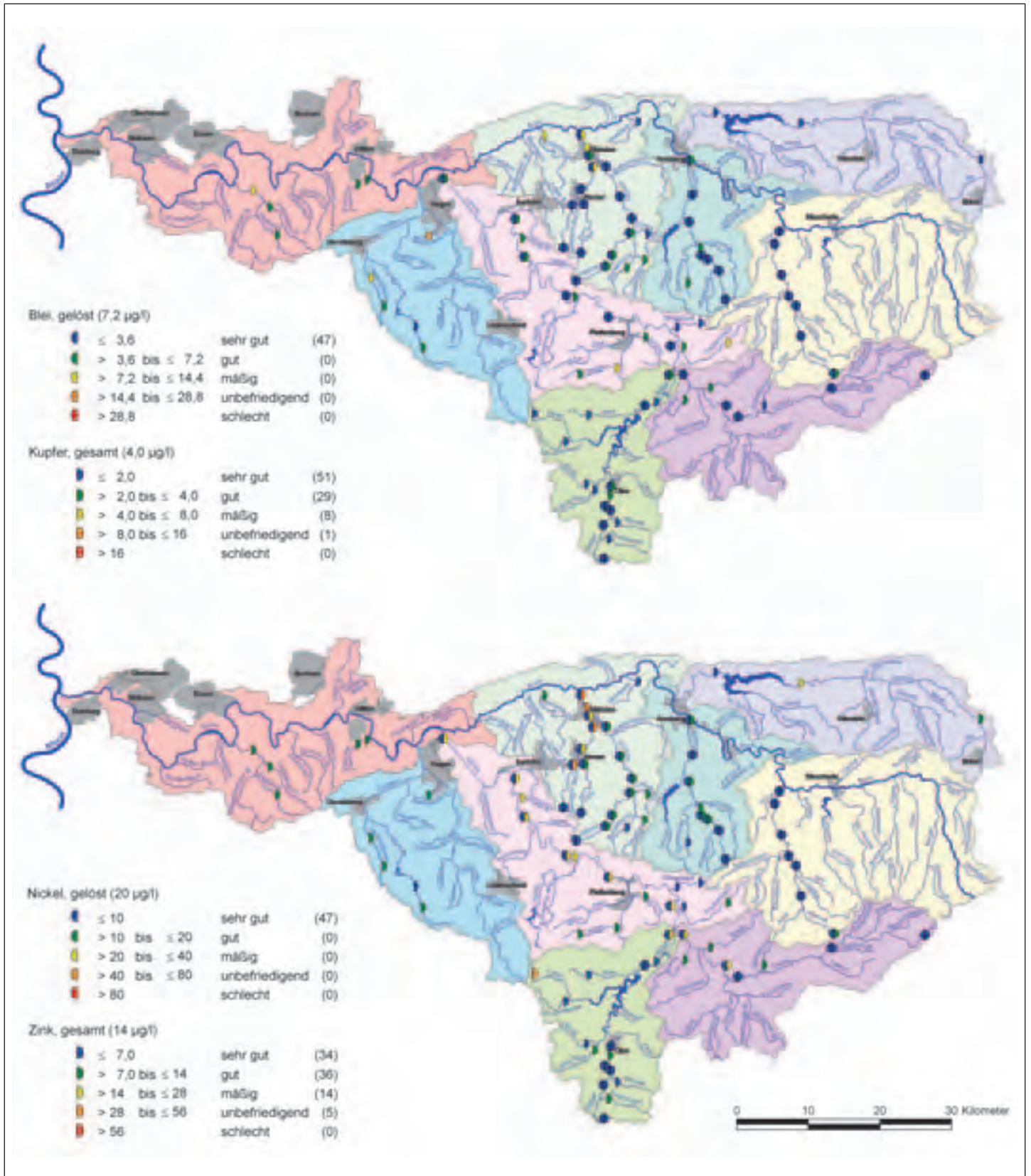


Bild 7.2: Bewertung der Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis des Leitfadens zur Umsetzung der EG-WRRL in NRW, Kalenderjahr 2008
 Fig. 7.2: Assessment of concentrations of selected key-indicators on the basis of the LAWA quality criteria, 2008

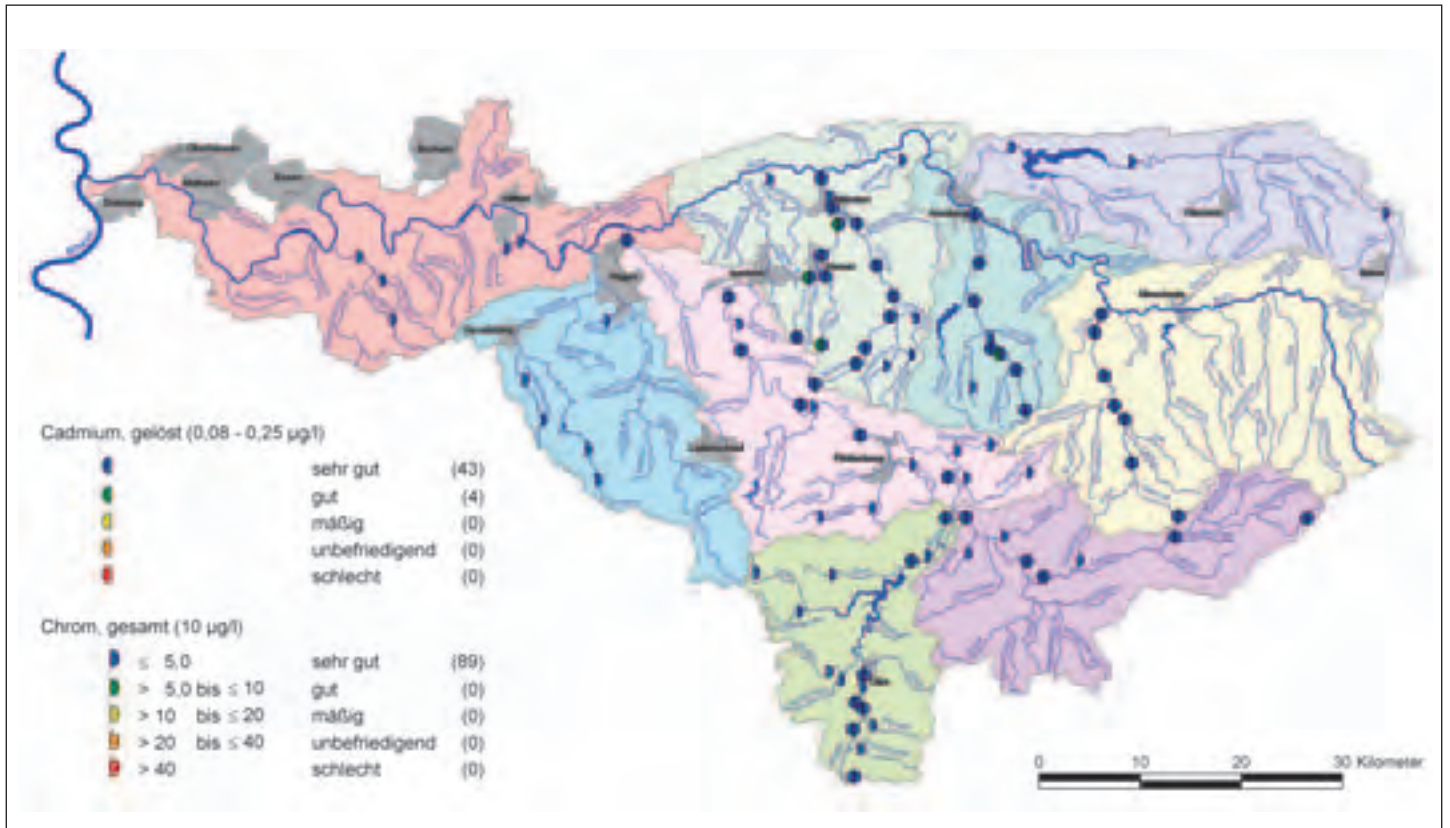


Bild 7.2: Bewertung der Konzentrationen ausgewählter Kenngrößen auf der Basis des Leitfadens zur Umsetzung der EG-WRRL in NRW, Kalenderjahr 2008
 Fig. 7.2: Assessment of concentrations of selected key-indicators on the basis of the LAWA quality criteria, 2008

Planungseinheit Möhne

Die 468,6 km² große Planungseinheit „Möhne“ umfasst den Abschnitt von der Quelle bis zur Mündung in die Ruhr (Ruhr-km 137,35). Auf diesem Abschnitt fließen insgesamt zwölf Nebengewässer mit Einzugsgebieten > 10 km² der Möhne zu. Das gesamte Einzugsgebiet besteht zu 58,7% aus Wald bzw. forstwirtschaftlich genutzten Flächen, 30,4% werden landwirtschaftlich genutzt. 8% sind der Kategorie Siedlung zuzuordnen, etwa 10,6 km² (2%) werden von der Möhnetalsperre bedeckt. In der Planungseinheit befinden sich sechs Ruhrverbandskläranlagen.

Für die Parameter der Stoffgruppe der ACP konnte bis auf eine Ausnahme eine Bewertung mit „sehr gut“ bzw. „gut“ erfolgen. Die Ausnahme betraf den Sauerstoffgehalt an der unterhalb der Talsperre gelegenen Probenahmestelle „unterhalb Günne“, der im August 2008 mit 6,7 mg/l die Anforderung (7 mg/l) gerade nicht einhalten konnte. Während der Sommerstagnation bildet sich in der Talsperre über Grund eine bis zu 15 m mächtige sauerstoffarme Zone aus. Über den etwa 10 m über Grund befindlichen Auslauf wird in dieser Zeit demnach relativ sauerstoffarmes Wasser aus der Talsperre abgegeben. Bei der folgenden Untersuchung im Oktober hatte sich diese Schicht bereits deutlich vermindert, so dass zu dieser Zeit wieder „normale“ Verhältnisse, d. h. Sauerstoffgehalte über 8 mg/l vorlagen.

Bei der Oktoberuntersuchung führten vorausgegangene Niederschläge bei einigen partikulär gebundenen Inhaltsstoffen zu erhöhten Konzentrationen. Mit Ausnahme von Zink wurden die Anforderungen der EG-WRRL jedoch eingehalten. Oberhalb der Talsperre, d. h. an der Probenahmestelle „oberhalb Völlinghausen“, stieg die Zinkkonzentration zu dieser Zeit auf 31 µg/l. Der Durchschnittswert aller vier Messungen betrug rund 16 µg/l, so dass die Anforderung für den guten Zustand (≤ 14 µg/l) hier knapp überschritten wurde.

In dieser Planungseinheit wurden im Jahr 2008 nur an drei Probenahmestellen, die in der Möhne liegen, hydrobiologische Untersuchungen durchgeführt. Diese zeigten wie nahezu alle Probenahmestellen in dieser Planungseinheit einen „guten“ saprobiellen Zustand.

Planungseinheit Obere Ruhr 2

Die 740,4 km² große Planungseinheit „Obere Ruhr 2“ umfasst den Abschnitt von der Quelle bis zur Ausleitungsstrecke Wildshausen bei Ruhr-km 166. Auf diesem Abschnitt fließen insgesamt 24 Nebengewässer mit Einzugsgebieten > 10 km² der Ruhr zu. Das gesamte Einzugsgebiet der oberen Ruhr 2 besteht zu 62,4% aus Wald bzw. forstwirtschaftlich genutzten Flächen, 30,6% werden

landwirtschaftlich genutzt. Eine mit etwa 45 km² (6,1 %) vergleichsweise kleine Fläche zählt zur Kategorie Siedlung. In dieser Planungseinheit befinden sich acht Ruhrverbandskläranlagen.

Aus dieser Planungseinheit liegt eine Untersuchung der Wenne vor, die nach den Kriterien des Ruhrverbands an sieben Probenahmestellen erfolgte.

Aus der Stoffgruppe der ACP waren nur vereinzelte Überschreitungen der Anforderungen festzustellen. So beispielsweise beim pH-Wert, der im Mündungsbereich die Obergrenze von 8,5 um gerade 0,2 Einheiten überschritten hatte. Ursache war eine geringe Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts durch den photosynthetisch bedingten Entzug von Kohlendioxid während einer Schönwetterphase.



Bild 7.3: Wenne
Fig. 7.3: Wenne

Im Oberlauf lagen neben einer saprobiellen Belastung auch erhöhte Nährstoffgehalte vor, was auf Einträge aus der Landwirtschaft schließen lässt. Beispielsweise betrug der CSB der unfiltrierten Probe hier 17 mg/l, weiter unterhalb bis zur Mündung in die Ruhr waren es durchschnittlich 5 mg/l. Ähnliche Verhältnisse lagen auch beim TOC und beim BSB₅ vor. Von den Nährstoffen fiel hauptsächlich Phosphor auf, der hier in der pflanzenverfügbaren Form als o-PO₄-P mit 1,2 mg/l nachgewiesen wurde. Sowohl für Gesamt- als auch für o-Phosphat-Phosphor erfolgt für die Probenahmestelle „Quellgebiet“ eine Bewertung mit „schlecht“. Nachdem sich wieder rasch ein guter bis sehr guter Zustand eingestellt hatte, waren oberhalb der Mündung des Salweybaches wieder geringe Qualitätseinbußen feststellbar, die sowohl für Gesamt- als auch o-Phosphat-Phosphor eine Einstufung nach „mäßig“ bedingten. Die jeweiligen Konzentrationsbereiche für eine Einstufung nach „gut“ wurden allerdings nur minimal überschritten. Weitere Auffälligkeiten waren nicht feststellbar.



Bild 7.4: Wenne vor Mündung
Fig. 7.4: Wenne before mouth

In dieser Planungseinheit wurde im Jahr 2008 an sieben Probenahmestellen im Rahmen des operativen Monitorings die Makrozoobenthoszönose untersucht. Zusätzlich erfolgten engmaschige Untersuchungen in einigen Nebengewässern im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“, wie z. B. in der Brabecke und in der Palme. An allen Probenahmestellen stellte sich der saprobielle Zustand mit „gut“ oder „sehr gut“ dar.

Planungseinheit Obere Ruhr 1

Dieser 338 km² große Abschnitt umfasst den Bereich von der Ausleitungsstrecke Wildshausen (Ruhr-km 166) bis zur Ruhrbrücke nahe Haus Füchten (Ruhr-km 132). In diesem Abschnitt liegen acht Nebengewässer, das bedeutendste ist die Röhr mit ihren Nebengewässern Sorpe, Settmecke, Waldbach und Linnepe. Das gesamte Einzugsgebiet der oberen Ruhr 1 besteht zu 65,2 % aus Wald bzw. forstwirtschaftlich genutzten Flächen, 21,4 % werden landwirtschaftlich genutzt. 11,3 % sind der Kategorie Siedlung zuzuordnen. In dieser Planungseinheit befinden sich vier Ruhrverbandskläranlagen.

Aus dieser Planungseinheit liegt eine Untersuchung der Röhr an sieben Probenahmestellen nach den Kriterien des Ruhrverbands sowie des Nebengewässers Settmecke an einer Stelle gemäß den Anforderungen der EG-WRRL vor.

Die Untersuchung der Röhr hat im gesamten Fließverlauf keine auffälligen Konzentrationen einzelner Wasserinhaltsstoffe ergeben. So konnte an allen Probenahmestellen sowohl hinsichtlich der organischen Inhaltsstoffe als auch der Nährstoffe eine Bewertung mit „sehr gut“ bzw. „gut“ erfolgen. Gleiches gilt auch für die Salze und Schwermetalle, die durchgängig nur in sehr geringen Konzentrationen vorlagen.

Analog zur Röhr wies auch die Settmecke oberhalb von Dörnholtshausen, d. h. oberhalb der Beileitung zur Sorpetalsperre, eine gute

bis sehr gute Wasserqualität auf. Die Beschaffenheit war weitgehend mit derjenigen der Röhr vergleichbar.

In dieser Planungseinheit wurden im Jahr 2008 an 42 Probenahmestellen hydrobiologische Untersuchungen des Makrozoobenthos durchgeführt, davon entfallen 35 Messtellen auf das Programm „Integrale Entwässerungsplanung“. Insbesondere der Mittellauf der Röhr sowie die hier zufließenden Nebengewässer Settmecke und Linnepe wurden kleinräumig intensiv untersucht.

Alle untersuchten Probenahmestellen wiesen einen „guten“ bzw. in den Oberläufen der Zuflüsse Waldbach und Settmecke sowie im Enkhauser Bach und in der Giesmecke sogar einen „sehr guten“ saprobiellen Zustand auf. Diese Gewässer bzw. -abschnitte stellen saprobiell sehr gering belastete Mittelgebirgsbäche dar (Bild 7.5). Besonders erwähnenswert ist hier das Auftreten von Reinwasserarten, wie den Steinfliegenlarven *Leuctra braueri*, *Perla marginata* und *Brachyptera risi* sowie der Eintagsfliegenlarve *Baetis melanonyx*, die hohe Ansprüche an die Wasserqualität stellen.



Bild 7.5: Enkhauser Bach, oberhalb von Perlmühle
Fig. 7.5: Enkhauser Bach, upstream Perlmühle

Planungseinheit Mittlere Ruhr

Dieser 505 km² große Abschnitt umfasst den Bereich von der Ruhrbrücke nahe Haus Füchten (Ruhr-km 132) bis zur Mündung des Elsebach (oberhalb Eisenbahnbrücke Wandhofen) (Ruhr-km 99,3). Auf diesem Abschnitt fließen insgesamt 15 Nebengewässer mit Einzugsgebieten > 10 km² der Ruhr zu. Das Einzugsgebiet der mittleren Ruhr besteht zu 38,8% aus Wald bzw. forstwirtschaftlich genutzten Flächen, 41,6% werden landwirtschaftlich genutzt, 18,3% sind Siedlungsflächen. In dieser Planungseinheit befinden sich neun Ruhrverbandskläranlagen.

Aus der Planungseinheit Mittlere Ruhr wurden insgesamt acht Gewässer untersucht, davon Hönnne, Öse und Westiger Bach nach den Kriterien des Ruhrverbands. Auf der Basis der EG-WRRL wur-

den die Gewässer Wimberbach, Borkebach, Wellingse, Orlebach und Abbabach an je einer Probenahmestelle und die Hönnne an drei Probenahmestellen untersucht.

An allen Probenahmestellen dieser Planungseinheit wurde sauerstoffreiches Wasser mit Sättigungsgraden bis zu 100% angetroffen. Die pH-Werte lagen meist in einer Größenordnung zwischen 7,6 und 8,2. Lediglich bei einer Untersuchung im August 2008 wurde an der Hönnnemündung die Obergrenze von pH 8,5 um 0,1 pH-Einheiten gerade überschritten.

Das Hönnetal zählt zu den bedeutendsten Karstgebieten in Deutschland, wo noch heute Kalk abgebaut wird. Auf ihrem Weg durch das Tal wird das Hönnwasser merklich von der Geologie des Einzugsgebiets geprägt. So verdreifachte sich beispielsweise der Calciumgehalt von 27 mg/l im Quellbereich auf 81 mg/l an der Mündung. Die Säurekapazität stieg von 0,89 auf 3,4 mmol/l. Ähnliche Relationen lagen auch bei anderen mineralischen Parametern vor.

Aus der Stoffgruppe der Pflanzennährstoffe waren vereinzelt gering erhöhte Phosphorgehalte zu verzeichnen. An den betroffenen Probenahmestellen erfolgte in allen Fällen jedoch keine schlechtere Einstufung als „mäßig“, meist war der Konzentrationsbereich für eine Einstufung nach „gut“ nur geringfügig überschritten. An einer Probenahmestelle führte ein gering erhöhter Ammonium-Stickstoffgehalt ebenfalls zu einer Einstufung nach „mäßig“. Die organische Belastung war weitgehend unauffällig, an allen Stellen konnte eine Einstufung nach „gut“ bzw. „sehr gut“ vorgenommen werden.

Von den untersuchten Schwermetallen konnten bei den Elementen Kupfer und Zink die Anforderungen, d. h. eine Einstufung nach „gut“, an einigen Probenahmestellen nicht eingehalten werden. Bei Zink waren hauptsächlich der Westiger Bach und die Öse sowie die Hönnne unterhalb Einmündung der Öse betroffen. In diesen Gewässern wurden Einzelkonzentrationen bis zu 45 µg/l gemessen, was an vier Probenahmestellen eine Einstufung nach „unbefriedigend“ erforderlich machte. Kupfer trat hauptsächlich im Mündungsbereich der Öse und in der Hönnne unterhalb der Einmündung der Öse sowie im Abbabach in gering erhöhten Konzentrationen auf. Hier erfolgte jeweils eine Einstufung nach „mäßig“, jedoch im Grenzbereich zu „gut“. Ursache der erhöhten Gehalte an Kupfer und Zink ist einerseits der hier früher betriebene Erzbergbau und andererseits die ansässige Metallindustrie.

In dieser Planungseinheit wurden im Jahr 2008 an 17 Probenahmestellen hydrobiologische Untersuchungen des Makrozoobenthos durchgeführt. Insbesondere der Oberlauf der Hönnne im Einzugsgebiet der Kläranlage Balve wurde in diesem Jahr im Rahmen der „Integralen Entwässerungsplanung“ kleinräumig intensiv untersucht. Alle im Jahr 2008 untersuchten Probenahmestellen wiesen eine „gute“ saprobielle Qualität auf.

Planungseinheit Untere Ruhr

Dieser rund 650,6 km² große Abschnitt umfasst den Bereich von der Mündung des Elsebach (Ruhr-km 99,3) bis zur Mündung der Ruhr in den Rhein. Das Einzugsgebiet der unteren Ruhr besteht zu 24,8% aus Wald bzw. forstwirtschaftlich genutzten Flächen, 33,9% werden landwirtschaftlich genutzt. Mit 38,3% nehmen die Siedlungen den größten Flächenanteil ein. Die bedeutendsten Nebengewässer dieses urban geprägten Gebiets sind der Ölbach, der Pleßbach, der Paasbach mit dem Sprockhöveler Bach, der Deilbach mit dem Felderbach, der Hesperbach und der Rinderbach. In dieser Planungseinheit befinden sich 14 Ruhrverbandskläranlagen.



Bild 7.6: Ruhr, Einlauf Baldeneysee
Fig. 7.6: Ruhr at the inflow of Lake Baldeney

Aus dieser Planungseinheit erfolgten Untersuchungen der Gewässer Elbsche, Felderbach und Deilbach. Von wenigen Ausnahmen abgesehen lag in allen drei Gewässern ein „guter“ bis „sehr guter“ Zustand vor. Geringfügige Einschränkungen gab es in der Elbsche, wo für o-Phosphat-Phosphor und Gesamtphosphor an beiden Probenahmestellen eine Bewertung mit „mäßig“ erfolgte. Ursache ist das zeitweise ungünstige Verhältnis von gereinigtem Abwasser der Kläranlage Wetter-Albringhausen zu Bachwasser. Für die Zukunft sind hier jedoch deutliche Verbesserungen zu erwarten, da die Anlage mit einer stationären P-Fällung ausgerüstet wird.

Im Unterlauf des Deilbachs wurde bei einer von vier Untersuchungen eine geringfügig erhöhte Kupferkonzentration gemessen. Dadurch hatte das arithmetische Mittel aller vier Werte den Wertebereich für den „guten“ Zustand gerade überschritten. Weitere Auffälligkeiten der untersuchten Gewässer waren nicht feststellbar.

In dieser Planungseinheit wurden im Jahr 2008 an drei Probenahmestellen hydrobiologische Untersuchungen des Makrozoobenthos durchgeführt. Sowohl die beiden Messstellen im Unterlauf der Elbsche als auch die Messstelle im Oberlauf des Herdecker Bach zeigten einen „guten“ saprobiellen Zustand.

Planungseinheit Obere Lenne

Dieser 456,8 km² große Abschnitt umfasst den Bereich von der Lennequelle bis zur Einmündung der Bigge (Lenne-km 73,6). Das Einzugsgebiet der oberen Lenne besteht zu 70,6% aus Wald bzw. forstwirtschaftlich genutzten Flächen, 21,7% werden landwirtschaftlich genutzt, 6,8% sind der Kategorie Siedlung zuzuordnen. In diesem Abschnitt erfolgten Untersuchungen der Gewässer Elspe, Gleibach, und Repe sowie der Lenne. In dieser Planungseinheit befinden sich neun Ruhrverbandskläranlagen.

Sowohl der Lenneabschnitt als auch die jeweils im Mündungsbereich untersuchten Nebengewässer wiesen durchgängig eine gute Wasserqualität auf. So wurde an allen Stellen ein weitgehend sauerstoffgesättigtes und kaum getrübbtes Wasser vorgefunden. Die pH-Werte lagen zwischen 7,6 und 8,5. Nährstoffe und organische Inhaltsstoffe waren nur in geringen Konzentrationen vorhanden. Unterhalb der Hundemündung (Probenahmestelle: Lenne, oberhalb Meggen) und vor Zufluss der Bigge (Probenahmestelle: Lenne, Pegel Bahmenohl) musste die Lenne hinsichtlich der Zinkgehalte mit „mäßig“ bewertet werden. Ursache der Qualitätsverschlechterung ist der ehemalige Erzbergbau im Einzugsgebiet der Hundem, der heute noch für Konzentrationsanstiege für Blei und Zink sorgt. Allerdings werden die hohen Konzentrationen früherer Jahre, 1997 wurde hier noch eine Zinkkonzentration von 260 µg/l gemessen, heute nicht mehr erreicht.

In dieser Planungseinheit wurden im Jahr 2008 an vier Probenahmestellen hydrobiologische Untersuchungen des Makrozoobenthos durchgeführt. Die Messstelle im Unterlauf der Repe unterhalb der Ortschaft Niederhelden zeigte einen „sehr guten“ saprobiellen Zustand, die drei anderen Probenahmestellen in den Unterläufen von Gleibach, Elspe und Sorpe wiesen eine „gute“ saprobielle Qualität auf.

Planungseinheit Untere Lenne

Dieser 528,7 km² große Abschnitt umfasst den Bereich von der Einmündung der Bigge (Lenne-km 73,6) bis zur Mündung in die Ruhr. Das Einzugsgebiet der unteren Lenne besteht zu 62,9% aus Wald bzw. forstwirtschaftlich genutzten Flächen, 21,4% werden landwirtschaftlich genutzt und 14,1% sind der Kategorie Siedlung zuzuordnen. Neben der Lenne wurden die Nebengewässer Fretterbach, Glingebach, Oester und Grüner Bach untersucht. In dieser Planungseinheit befinden sich neun Ruhrverbandskläranlagen.

Die gute Wasserqualität der Gewässer der Planungseinheit „Obere Lenne“ blieb auch bei den untersuchten Gewässern des unteren Lenneabschnitts erhalten. Abweichungen vom „guten“ bzw. „sehr guten“ Zustand gab es ebenfalls nur für Zink, das in der Lenne und einigen Nebengewässern eine Bewertung mit „mäßig“ erforderte.

In dieser Planungseinheit wurden im Jahr 2008 an zwölf Probenahmestellen hydrobiologische Untersuchungen des Makrozoobenthos durchgeführt. In der Lenne wiesen die untersuchten Probenahmestellen in den Ortslagen von Werdohl und Obstfeld einen



Bild 7.7: Lenne bei Altena
Fig. 7.7: Lenne at Altena

„guten“ saprobiellen Zustand auf. Hinsichtlich der Qualitätskomponente „Saprobie“ stellt die Lenne insgesamt ein Gewässer mit durchgehend „guter“ Qualität dar.

Planungseinheit Bigge

Dieser 369,2 km² große Abschnitt umfasst den Bereich von der Quelle bis zur Mündung in die Lenne (Lenne-km 73,6). Das gesamte Einzugsgebiet der Bigge besteht zu 52,1 % aus Wald bzw. forstwirtschaftlich genutzten Flächen, 33,4 % werden landwirtschaftlich genutzt, 11,1 % sind der Kategorie Siedlung zuzuordnen. Die Biggetalsperre nimmt mit 8,95 km² etwa 2,4 % der Fläche ein. In dieser Planungseinheit befinden sich sechs Ruhrverbandskläranlagen. Neben der Bigge wurden die Gewässer Lister, Ihne, Brachtpe mit Rose, Großmicke, Wende und Krummenau physikalisch-chemisch untersucht.

Das kaum gepufferte und extrem mineralstoffarme Listerwasser wies die bekannten sauren Eigenschaften auf. Die pH-Werte betragen 5,4 bis 6,5, so dass die Anforderung für diesen Parameter (untere Grenze pH 6,5) hier nicht eingehalten werden konnte. Im Mündungsbereich der Rose wurde bei einer von vier Messungen ein pH-Wert von 8,7 gemessen, die Obergrenze gemäß Leitfaden beträgt pH 8,5.

Alle untersuchten Wässer wiesen fast ausnahmslos Sauerstoffsättigungen zwischen 90 und 117 % auf. Lediglich in der Bigge unterhalb von Attendorn wurde die Anforderung für diesen Fließgewässertyp von 7 mg/l bei einer von vier Messungen – 6,4 mg/l bzw. 56 % Sättigung – nicht erfüllt.

In allen untersuchten Gewässern lag keine bedeutende organische Belastung vor. Der maximale TOC-Gehalt betrug 4,3 mg/l, alle Stellen konnten mit „sehr gut“ bewertet werden. Aus der Stoffgruppe der Nährstoffe wurden lediglich an zwei Stellen erhöhte Ammonium-Stickstoffgehalte gemessen, was Einstufungen von „unbefriedigend“ bzw. „mäßig“ erforderte.

Die Schwermetallgehalte waren fast an allen Probenahmestellen unauffällig, von zwei Ausnahmen abgesehen lag ein „guter“ bis „sehr guter“ Zustand vor. Nur im Quellbereich der Lister und im Mündungsbereich der Bigge in die Lenne lag für das Element Zink ein „unbefriedigender“ bzw. „mäßiger“ Zustand vor. Während an der Biggemündung nur bei einer Messung die Anforderung für den guten Zustand (14 µg/l) mit 16 µg/l gerade überschritten wurde, waren es im Quellbereich der Lister aufgrund der sauren Eigenschaften des Listerwassers bis zu 54 µg/l.

In dieser Planungseinheit wurden im Jahr 2008 an sechs Probenahmestellen hydrobiologische Untersuchungen des Makrozoobenthos durchgeführt. Hierbei handelt es sich um Probenahmestellen in kleineren Nebengewässern der Bigge, die alle dem Gewässertyp 5, „Silikatischer Mittelgebirgsbach“, entsprechen und alle einen „guten“ saprobiellen Zustand aufwiesen. Insgesamt zeigen somit bis auf den Fließbereich der Bigge unterhalb der Kläranlage Wenden – hier wurde der saprobielle Zustand mit „mäßig“ bewertet – alle Probenahmestelle dieser Planungseinheit einen „guten“ saprobiellen Zustand. Die Kläranlage Wenden wird zur Zeit umgebaut, so dass mittelfristig auch hier eine Verbesserung der saprobiellen Qualität zu erwarten ist.

Planungseinheit Volme

Dieser 427,8 km² große Abschnitt umfasst den Bereich von der Quelle bis zur Mündung in die Ruhr (Ruhr-km 87,7). Das gesamte Einzugsgebiet der Volme besteht zu 45 % aus Wald bzw. forstwirtschaftlich genutzten Flächen, 34,5 % werden landwirtschaftlich genutzt. 19,6 % sind der Kategorie Siedlung zuzuordnen. In dieser Planungseinheit befinden sich neun Ruhrverbandskläranlagen. Im Jahr 2008 wurden die Gewässer Ennepe, Heilenbecke und Selbecker Bach physikalisch-chemisch untersucht.

An allen Probenahmestellen wurde ein annähernd sauerstoffgesättigtes Wasser mit pH-Werten um 7,6 vorgefunden. Die Konzentrationen der Neutralsalze lagen durchgängig auf einem niedrigen Niveau, für Chlorid konnte an allen Probenahmestellen eine Bewertung mit „sehr gut“ erfolgen. Letzteres gilt auch für die organische Belastung, die mit maximalen TOC-Gehalten von 2,4 mg/l ebenfalls mit „sehr gut“ bewertet wurde. Beim Phosphor lagen geringfügig erhöhte Konzentrationen vor, die sowohl für Gesamtphosphor als auch für o-PO₄-P einen „mäßigen“ Zustand anzeigten. Die Schwermetallgehalte waren weitgehend unauffällig, lediglich für Kupfer erfolgte an zwei Probenahmestellen eine Bewertung mit „mäßig“ bzw. „unbefriedigend“.

In dieser Planungseinheit wurden im Jahr 2008 an elf Probenahmestellen hydrobiologische Untersuchungen des Makrozoobenthos durchgeführt. Bis auf die Probenahmestelle im Selbecker Bach, die sogar eine „sehr gute“ saprobielle Qualität aufwies, zeigten alle Messstellen einen „guten“ saprobiellen Zustand. Auch im räumlich eng begrenzten Gebiet im Einzugsgebiet der Kläranlage Kierspe, das mit hoher Dichte untersucht wurde, wiesen alle Messstellen eine „gute“ saprobielle Qualität auf.

Zusammenfassung

Im Kalenderjahr 2008 wurden gemäß der Vereinbarung zwischen dem Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) und dem Ruhrverband über die Mitwirkung beim Gewässermonitoring 30 Fließgewässer physikalisch-chemisch und hydrobiologisch untersucht. Acht weitere physikalisch-chemische Gewässeruntersuchungen erfolgten nach den Kriterien des Ruhrverbands. Bewertungsbasis der physikalisch-chemischen Untersuchungen sind die von der EU festgelegten Stoffe des Anhangs IX und X und die in sonstigen Rechtsvorschriften der EU bzw. landesweit geregelten Stoffe, für die eine Umweltqualitätsnorm existiert. Die Bewertung des ökologischen Zustands erfolgt an Hand der biologischen Qualitätskomponenten Makrozoobenthos, Phytoplankton, Makrophyten und Phyto-benthos sowie Fische. Im Rahmen der Vereinbarung war der Ruhrverband anteilig an der Untersuchung der Qualitätskomponente „Makrozoobenthos“ beteiligt.

Die untersuchten Gewässer wiesen aus physikalisch-chemischer Sicht meist einen „guten“ oder „sehr guten“ Zustand auf. Nur an wenigen Stellen lagen geringfügige Qualitätseinbußen vor, die durch unterschiedliche Ursachen begründet waren. So stieg beispielsweise der pH-Wert vereinzelt über die Obergrenze von 8,5, was in allen Fällen auf den photosynthetisch bedingten Entzug von Kohlendioxid während der Vegetationsperiode zurückzuführen war. Nur im Quellbereich der Lister lag aufgrund natürlicher Ursachen eine schwache Versauerung vor.

Alle Gewässer wiesen meist Sauerstoffgehalte in der Größenordnung der Sättigungsgrenze auf. Nur an einer Probenahmestelle wurde die Untergrenze von 7 mg/l knapp unterschritten. Die mineralische und organische Belastung lag in allen Gewässern auf einem meist sehr niedrigen Niveau. Für Chlorid konnte an allen Stellen eine Bewertung mit „sehr gut“ erfolgen, bei der Summenkenngröße TOC erfolgte die gleiche Einstufung an etwa 90 % aller Stellen, der Rest wurde mit „gut“ bewertet.

Aufgrund relativ scharfer Anforderungen für die Nährstoffe konnten die Vorgaben für den „guten“ Zustand nicht an allen Stellen eingehalten werden. In den meisten Fällen waren gering erhöhte Phosphorgehalte die Ursache, an drei Stellen waren es die Ammonium-Stickstoffkonzentrationen. Besonders betroffen waren hinsichtlich der Phosphorbelastung die Einzugsgebiete von Hönne und Wenne.

Bei den Schwermetallen zeigten sich die bekannten Belastungsschwerpunkte. So konnte beispielsweise die relativ scharfe Anforderung für das in Teilen des Einzugsgebiets häufig geogen verbreitete Zink nicht erfüllt werden. Dies wird besonders deutlich in der Lenne unterhalb der Einmündung der Hundem, wo für dieses Element bis zur Mündung nur ein „mäßiger“ Zustand vorlag. Ähnliche Verhältnisse lagen auch im Einzugsgebiet der Hönne vor, wo neben Zink abschnittsweise auch eine geringe Kupferbelastung festgestellt wurde.

Alle 125 im Jahr 2008 hydrobiologisch untersuchten Probenahmestellen konnten hinsichtlich der Qualitätskomponente „Saprobie“

mit „gut“ oder „sehr gut“ bewertet werden. Insgesamt zeigen somit rund 95 % der seit 2004 untersuchten 449 hydrobiologischen Probenahmestellen in den Nebengewässern der Ruhr einen „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand.

8 Der ökologische Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos

Die Darstellung der Gewässergüte im Einzugsgebiet der Ruhr erfolgte bis 2006 in Form einer Gewässergütekarte. Vor dem Hintergrund der kooperativen Mitwirkung des Ruhrverbands beim operativen Gewässermonitoring gemäß der Europäischen Wasser-Rahmenrichtlinie (EG-WRRRL) wird nunmehr der Gewässerzustand in Form von Gewässerzustandskarten dargestellt.

Eine Komponente zur Beschreibung des Gewässerzustands stellt das Makrozoobenthos dar. Diese auf oder im Boden des Gewässers lebenden Organismen, zu denen z. B. Insektenlarven, Strudelwürmer, Krebstiere, Muscheln und Schnecken gehören, spielen im Ökosystem eines Fließgewässers eine bedeutende Rolle. Sie sind wichtige Glieder der Nahrungskette, in dem sie z.B. anfallendes organisches Material aufnehmen und auch als Nahrungsgrundlage für Fische dienen. Das Vorkommen oder Fehlen bestimmter Arten sowie die Zusammensetzung der Makrozoobenthoszönose ermöglichen Aussagen zur saprobiologischen Wasserqualität, zum strukturellen Zustand oder zum Versauerungszustand eines Fließgewässers. So indiziert das Makrozoobenthos neben der organischen Belastung („Saprobie“) insbesondere auch die „Allgemeine Degradation“. Letztere gibt im Wesentlichen den strukturellen morphologischen Zustand eines Gewässers an, der sich in Veränderungen von besiedelbaren Habitaten und/oder dem Auftreten von Neozoen widerspiegelt. Ebenso können durch das Modul „Allgemeine Degradation“ definitionsgemäß aber auch z. B. Nutzungseinflüsse im Einzugsgebiet oder der Eintrag von Schadstoffen angezeigt werden.

Die hier in den beiden Gewässerzustandskarten dargestellten Ergebnisse von hydrobiologischen Untersuchungen des Makrozoobenthos wurden nach den methodischen Vorgaben des Bewertungsverfahrens PERLODES [8.1] durchgeführt und mit der Software ASTERICS ausgewertet. Dieses Verfahren beinhaltet die drei Module „Saprobie“, „Allgemeine Degradation“ und „Versauerung“. Im Modul „Saprobie“ wird der Saprobienindex nach DIN 38410 [8.2] in einem fünfstufigen Qualitätssystem gewässertypbezogen bewertet. Das Modul „Allgemeine Degradation“ ist als multimetrischer Index aufgebaut, in dem die verschiedenen gewässertypspezifisch ermittelten Einzelindizes (wie z. B. die Artenzusammensetzung, das Auftreten oder Fehlen bestimmter funktionaler Gruppen) verrechnet werden und der so erhaltene multimetrische Index ebenfalls in eine entsprechende Qualitätsklasse überführt wird. Im Modul „Versauerung“ wird der Säurezustand entsprechend dem Vorkommen der säureempfindlichsten Taxa bestimmt.

Im Einzugsgebiet der Ruhr sind bei den bisherigen Untersuchungen insgesamt fünf verschiedene Gewässertypen vorhanden. Für diese Gewässertypen sind in Tabelle 8.1 die Qualitätsklassen des Moduls „Saprobie“ nach PERLODES mit den zugehörigen Orientierungswerten für Allgemeine Chemische und Physikalische Komponenten (ACP) angegeben. Diese Orientierungswerte werden bei

der Bewertung der biologischen Ergebnisse zur Ergänzung bzw. Unterstützung der Interpretation zwischen den Klassengrenzen „gut“ und „mäßig“ herangezogen.

In der messstellenbezogenen Darstellungsform zeigen Bild 8.1 und 8.2 die Gewässerzustandskarten für die Komponente „Saprobie“ und „Allgemeine Degradation“. Die Karten basieren im Wesentlichen auf Untersuchungen, die in den Jahren 2004 bis 2008 durchgeführt wurden. Für die Komponente „Versauerung“, diese ist im Einzugsgebiet der Ruhr nur für die Messstellen in den silikatischen Mittelgebirgsbächen relevant, weisen die entsprechenden Probenahmestellen alle einen „guten“ oder „sehr guten“ Zustand auf. Auf eine kartografische Darstellung dieser Gewässerzustandskarte wird daher verzichtet.

Die Ergebnisse in den Karten sind messstellengenau mit farbig codierten Symbolen dargestellt, die der fünfstufigen Qualitätsklassifizierung nach EG-WRRRL entsprechen. Als Datenquellen dienen die Untersuchungsergebnisse aus dem operativen Gewässermonitoring gemäß EG-WRRRL des Ruhrverbands und der staatlichen Dienststellen sowie Daten, die im Rahmen sonstiger Untersuchungen beim Ruhrverband erhoben wurden.

Im Jahr 2008 wurden 137 Probenahmestellen untersucht, die alle einen „guten“ saprobiellen Zustand aufweisen. An 24 Probenahmestellen, die vorwiegend in kleineren Mittelgebirgsbächen (Gewässertyp 5 und 7) liegen, konnte ein „sehr guter“ saprobieller Zustand festgestellt werden, dies entspricht einer saprobiellen Wasserqualität, wie sie bei fehlenden oder sehr geringen anthropogenen Einflüssen gegeben ist.

Bis auf 24 von 483 der im Zeitraum 2004 bis 2008 untersuchten Messstellen, von denen allein 15 Messstellen im Rinderbach liegen, zeigen alle Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Ruhr einen „guten“ oder „sehr guten“ saprobiellen Zustand (Bild 8.1). Die wenigen weiteren Probenahmestellen mit einer saprobiellen Bewertung „mäßig“ liegen im Baarbach unterhalb von Iserlohn, in der Rahmede, in der Oese im Stadtgebiet von Menden, in der Bigge oberhalb von Olpe am Pegel Rüblinghausen und unterhalb der Kläranlage Wenden, im Albaumer Bach und in der Volme unterhalb der Kläranlage Meinerzhagen.

Die Ruhr zeigt in ihrem gesamten Fließverlauf einen „guten“ saprobiellen Zustand. An einigen Stellen wie im Bereich oberhalb und unterhalb der Einmündung der Möhne sowie an der Messstelle am Pegel Villigst, wo die Ruhr dem Gewässertyp 9.2 „Großer Fluss des Mittelgebirges“ entspricht, weist sie sogar einen „sehr guten“ saprobiologischen Zustand auf.

[8.1] <http://www.fliessgewaesserbewertung.de> (Zugriff: Mai 2009)

[8.2] DIN 38410-1:2004-10: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M) – Teil 1: Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern (M1). Berlin: Beuth-Verlag GmbH

Tabelle 8.1: Qualitätsklassen des Moduls „Saprobie“ nach PERLODES für die im Ruhreinzugsgebiet vorkommenden Gewässertypen mit den zugehörigen Orientierungswerten

Table 8.1: Quality classes of the module "saprobity" according to PERLODES for all types of waterbodies to be found in the Ruhr River catchment, including their respective benchmarks

LAWA-Gewässertyp	Qualitätsklassen Saprobie					Orientierungswerte für allgemeine chemische und physikalische Komponenten (ACP) [8.3]									
	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht	Temp* (°C)	O ₂ (mg/l)	Cl- (mg/l) Mittelwert	pH-Wert	Pges (mg/l) Mittelwert	o-PO ₄ -P (mg/l) Mittelwert	NH ₄ -N (mg/l) Mittelwert	TOC (mg/l) Mittelwert	BSB ₅ (mg/l) Mittelwert	
Typ 5 Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	≤ 1,45	1,46 – 2,00	2,01 – 2,65	2,66 – 3,35	3,36 – 4,00	< 20 – < 21,5	> 7	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4	
Typ 7 Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	≤ 1,60	1,61 – 2,10	2,11 – 2,75	2,76 – 3,35	3,36 – 4,00	< 20 – < 21,5	> 7	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4	
Typ 9 Silikatische Mittelgebirgsflüsse	≤ 1,60	1,61 – 2,10	2,11 – 2,75	2,76 – 3,35	3,36 – 4,00	< 20 – < 25	> 7	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4	
Typ 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges	≤ 1,80	1,81 – 2,25	2,26 – 2,85	2,86 – 3,40	3,41 – 4,00	< 21,5 – < 28	> 6	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	6	
Typ 18 Lösslehmgeprägte Tieflandbäche	≤ 1,80	1,81 – 2,25	2,26 – 2,85	2,86 – 3,40	3,41 – 4,00	< 20 – < 21,5	> 7	200	6,5 – 8,5	0,1	0,07	0,3	7	4	

* = Temperatur abhängig von der Ausprägung der Fischgemeinschaft

** = ohne Nitrifikationshemmung

Der Gewässerzustand hinsichtlich der „Allgemeinen Degradation“ (Bild 8.2) zeigt für 227 der im Zeitraum 2004 bis 2008 untersuchten Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Ruhr, das sind fast 50 % aller untersuchten Messstellen, einen „guten“ bzw. „sehr guten“ Zustand. Allerdings bedeutet dies auch, dass die Hälfte der Probenahmestellen noch einen „mäßigen“, „unbefriedigenden“ und in Einzelfällen auch „schlechten“ Zustand aufweist. Ursache für diese Befunde sind zumeist die unbefriedigenden Gewässerstrukturen. Viele dieser Gewässer wurden in früheren Jahren aufgrund von Landwirtschaft, Siedlungstätigkeiten, Hochwasserschutz, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt oder Trinkwassergewinnung stark ausgebaut und damit hydromorphologisch überprägt.

[8.3] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO) (Hrsg.): Rahmenkonzept Monitoring (RaKon Monitoring) Teil B, Arbeitspapier II, „Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten“, Stand: 7. März 2007

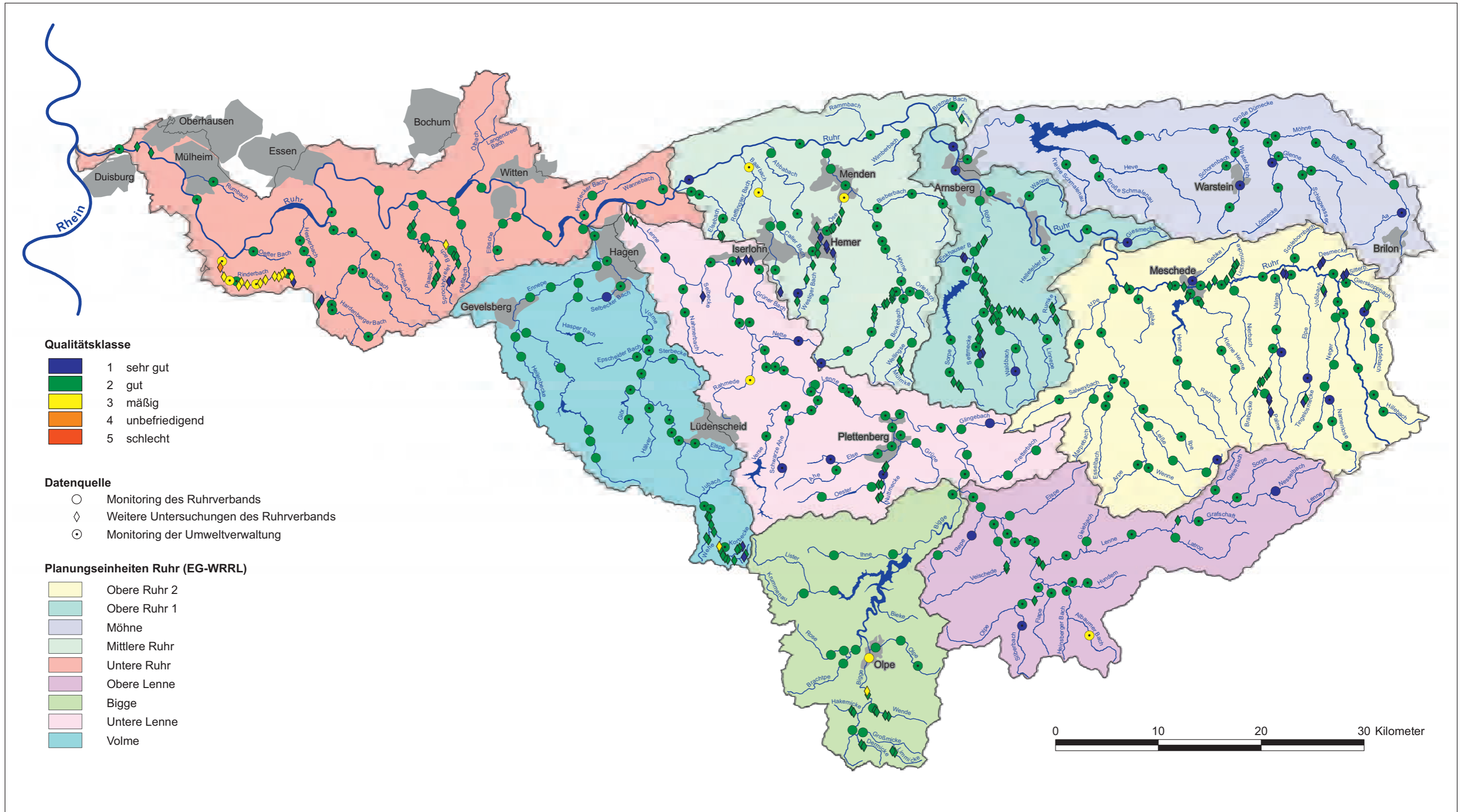


Bild 8.1: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhreinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul „Saprobie“), 2008
 Fig. 8.1: Ecological waterbody status in the Ruhr River catchment – structure and abundance of macrozoobenthos (module “Saprobic Index”), 2008

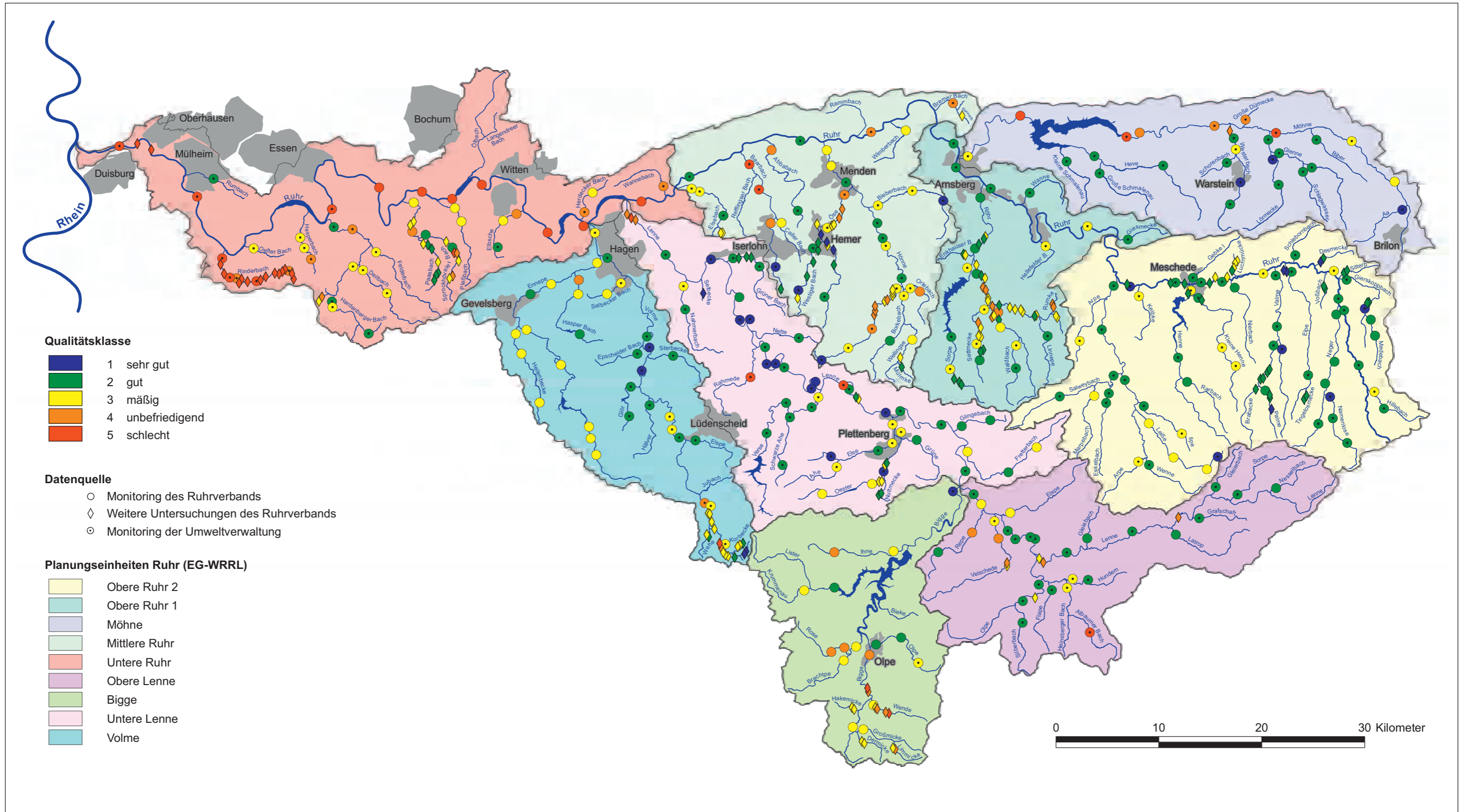


Bild 8.2: Ökologischer Gewässerzustand im Ruhrinzugsgebiet – Makrozoobenthos (Modul „Allgemeine Degradation“), 2008
 Fig. 8.2: Ecological waterbody status in the Ruhr River catchment – structure and abundance of macrozoobenthos (module “General Degradation“), 2008

9 Talsperrenuntersuchungen

Eine Hauptaufgabe des Ruhrverbands liegt darin, ausreichend Wasser (Wassermengenwirtschaft) in guter Qualität (Wassergütwirtschaft) vor allem für die Trinkwassergewinnung zur Verfügung zu stellen. Der Ruhrverband betreibt seit mehreren Jahrzehnten acht Verbandstalsperren zur Wassermengenwirtschaft, die eine Niedrigwasseraufhöhung und einen Hochwasserschutz gewährleisten. Diese sind die Henne-, Möhne-, Sorpe-, Verse-, Fürwigge-, Ennepe-, Bigge- und Listertalsperre mit einem Gesamtstauvolumen von 463 Mio. m³. Die entsprechenden Gütekriterien ergeben sich aus den unterschiedlichen Nutzungsansprüchen, die an die einzelnen Talsperren gestellt werden. An denjenigen Talsperren, aus denen Rohwasser für die Trinkwasseraufbereitung zur Verfügung gestellt wird, sind die Qualitätsanforderungen deutlich strenger als an den Talsperren, die auch für unterschiedliche Freizeitnutzungen, wie Segeln, Baden oder Tauchen, freigegeben sind. Die Talsperren des Ruhrverbands stellen zudem attraktive Angelgewässer dar. Darüber hinaus leisten inzwischen alle Talsperren, nachdem auch die Fürwigge- und Ennepetalsperre um stromerzeugende Turbinen erweitert wurden, einen Beitrag zur Wasserkraftgewinnung.

Das aktuelle Konzept der Talsperrenüberwachung beinhaltet die Untersuchung der verschiedenen physikalischen, chemischen und biologischen Qualitätskomponenten auf der Grundlage gesetzlicher Vorgaben und normativer Durchführungsbestimmungen (Tabelle 9.1). In das Untersuchungsprogramm wurde zudem das operative und überblicksweise Monitoring nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL), das für die relevanten Talsperren im Einzugsgebiet der Ruhr vom Ruhrverband durchgeführt wird, integriert. Aus der Ausübung des Fischereirechts an den Talsperren ergibt sich gemäß Landesfischereigesetz unter anderem die Forderung, diese entsprechend der jeweiligen physikalisch-chemischen und biologischen Verhältnisse artgerecht fischereilich zu bewirtschaften.

Die limnologischen Gegebenheiten im Staukörper verändern sich im Laufe eines Jahres sowohl im Längs- als auch im Tiefenprofil

aufgrund physikalischer (Temperaturschichtung) und biologischer (Planktonentwicklung) Einflüsse. Im Untersuchungskonzept wird das sowohl durch die Wahl der Probenahmestellen als auch die Bestimmung der jeweiligen Probenahmetiefen vor Ort durch Onlinemessverfahren bei jeder Untersuchung berücksichtigt, um eine größtmögliche Repräsentanz der genommenen Proben zu gewährleisten. Die Untersuchungen werden in der Vegetationsperiode einmal monatlich und in den Wintermonaten alle zwei Monate vorgenommen. Zur Bestimmung des Nährstoffeintrags in das Talsperrensystem werden die relevanten Eintragspfade (Zuflüsse, Niederschlag) wöchentlich oder mit Probensammlern beprobt. Aus den abflussproportional vereinigten Monatsmischproben werden die Kenngrößen Gesamtphosphor, Gesamtstickstoff und Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) analysiert.

Aus jeder Probe, die aus dem Wasserkörper der Talsperre einschließlich ihrer Vorbecken stammt, wird der Chlorophyll-a-Gehalt als Maß für die Intensität der Primärproduktion bestimmt. Die mikroskopische qualitative und quantitative Bestimmung des Phyto- und Zooplanktons erfolgt an den Hauptprobenahmestellen vor dem Absperrbauwerk aus einer 0-10-m-Mischprobe der obersten Wasserschicht, die weitestgehend die trophogene Zone repräsentiert, bzw. aus einem Vertikalfang über die gesamte Wassersäule. Aus den Zellen- bzw. Individuenzahlen der einzelnen Arten und den jeweiligen spezifischen Biovolumina wird das Gesamtbiovolumen jeder Planktonart (in mm³/l) bestimmt. In den entsprechenden Grafiken werden diese nach taxonomischen Gruppen zusammengefasst.

Die langjährigen Entwicklungen der limnologischen Verhältnisse werden auf der Basis von verdichteten Monats- und Jahresdaten dokumentiert und interpretiert. Dazu gehört u. a. der Trophiegrad als wichtigstes Bewertungs- bzw. Klassifizierungskriterium für stehende Gewässer, also auch für die Ruhrverbandstalsperren. Diese sind nach der EG-WRRL als „heavily modified water bodies“ (HMWB) eingestuft. Das Entwicklungsziel nach EG-WRRL für Talsperren als HMWB ist das „gute ökologische Potenzial“, das nach der hilfsweise angewandten „Vorläufigen Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen

Tabelle 9.1: Übersicht über die chemisch-physikalischen Kenngrößen, die an den ausgewählten Probenahmestellen ermittelt werden
Table 9.1: Overview of the chemical-physical parameters determined at selected sampling stations

	TW °C	O ₂ mg/l	ST dm	pH	LF µS/cm	IVF mV	BSB ₅ mg/l	CSB mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	TON mg/l	TP µg/l	Si mg/l	TIC mg/l	CHLA µg/l
HP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NP	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
VB	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X

HP:Hauptprobenahmestelle (tiefste Stelle ca. 100 m vor dem Absperrbauwerk), an der aus definierten Tiefen die oben angegebenen Kenngrößen bestimmt werden/
main sampling point (deepest point approx 100 m ahead the dam) where the mentioned parameters detected at defined depth

NP:Nebenprobenahmestelle, an der aus einer 10 m-Mischprobe (0 bis 10 m) und weiteren definierten Tiefen die oben angegebenen Kenngrößen bestimmt werden/
farther sampling point where the mentioned parameters are detected from a 10 m-mixed sample and at further defined depth

VB:Vorbecken, aus dem von einer Oberflächenprobe in der Nähe des Überlaufs die oben angegebenen Kenngrößen bestimmt werden/
pre-reservoir, where the mentioned parameters are detected from a surface water sample near to the overflow

Kriterien“ [9.1] der mesotrophe Zustand ist. Aufgrund ihrer wassermengenwirtschaftlichen Funktion der Abflussregulierung der unterliegenden Gewässer weisen Talsperren im Jahresverlauf erhebliche Wasserstandsschwankungen auf, so dass ein Makrophytengürtel (Litoral), wie er sich in Seen ausbilden kann, meist fehlt. Die dadurch eingeschränkte natürliche Reproduktion von Krautlaichern wie dem Hecht macht zur Erhaltung des biologischen Gleichgewichts eine langfristige fischereiliche Bewirtschaftung der Talsperren unumgänglich.

Die Bestimmung des Trophiegrads (Bild 9.1) erfolgt auf der Grundlage der „Vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren“ [9.2]. Zur Berechnung des Gesamtindex werden die Einzelindizes für die Phosphorkonzentrationen zur Zeit der Voll-

durchmischung (Frühjahr) und während der Vegetationsperiode im Epilimnion herangezogen. Darüber hinaus gehen der Index für den epilimnischen Chlorophyll-a-Gehalt, mit einer Wichtung von 33 % der bedeutendste Index, und der Index für die Sichttiefe mit in die Berechnung ein. Bild 9.1 zeigt die Entwicklung der Trophieverhältnisse aller Ruhrverbandstalsperren für den Zeitraum der letzten 20 Jahre. Es zeigt deutlich, dass seit vielen Jahren keine Talsperre mehr als eutrophes Gewässer bezeichnet werden kann. Auch die Hennetalsperre, die seit Ende der 1980er-Jahre durch das massiv erhöhte Vorkommen des Cyanobacteriums *Planktothrix (Oscillatoria) rubescens*, einer mesotrophen Blaualge, mit „eutroph“ bewertet werden musste, kann nunmehr seit neun Jahren sicher als mesotrophe Talsperre klassifiziert werden.

Mit dem stattfindenden Prozess der Trophieverminderung verändern sich in den betroffenen Talsperren die limnologischen Verhältnisse, was zum Teil einen deutlichen Einfluss auf die dortigen Lebensverhältnisse nach sich zieht. In der Möhnetalsperre bedeutet z. B. die zunehmende Klarheit des Wassers für den Zander, der ein eher im trüben Wasser jagender Raubfisch ist, einen Konkurrenznachteil gegenüber dem Hecht oder dem Flussbarsch. Als Folge des sich seit vielen Jahren vermindernden Trophiegrads an der Sorpetalsperre findet hier allmählich ein Wechsel vom Cypriniden- zum Salmonidengewässer statt. Mit den an die jeweiligen limnologischen Verhältnisse angepassten Hege- und Pflegemaßnahmen, wie dem Besatz mit Hechten, Blaufelchen und Seeforellen oder der Schaffung von Laichgerinnen (siehe Beitrag „Bypassgerinne am Horbach – Hennetalsperre“), wird versucht, in den Ruhrverbandstalsperren einen möglichst nah am Leitbild orientierten Lebensraum zu schaffen und aufrechtzuerhalten.

Auch ein Jahr nach dem Wintersturm Kyrill, der große Waldflächen stark beschädigte, war kein Einfluss auf die Trophieverhältnisse in den Ruhrverbandstalsperren zu erkennen (siehe Beitrag „Auswirkungen der Extremwetterereignisse auf die limnologischen Verhältnisse in den Talsperren“). Vielmehr nahm an allen Talsperren mit Ausnahme der oligotrophen Versetalsperre der Trophiegrad im Vorjahresvergleich leicht ab. An der Versetalsperre spielt der Phosphoreintrag durch den auf die Wasseroberfläche fallenden Niederschlag eine erhebliche Rolle. So gelangten 2008 über 70 % der Phosphorfracht über den Regen in die Versetalsperre. Die durchschnittliche, wassermengengewogene Konzentration des Niederschlags erreichte in diesem Jahr mit 299 µg/l TP das Maximum seit Beginn der Talsperrenuntersuchungen. Dies war vor allem auf die hohen Werte bis zu knapp 600 µg/l TP in den niederschlagsreichen Sommermonaten Juni bis September zurückzuführen. Auch wenn der Trophieindex in diesem Jahr leicht anstieg, wurde der zweitniedrigste Wert in den letzten zehn Jahren bestimmt.

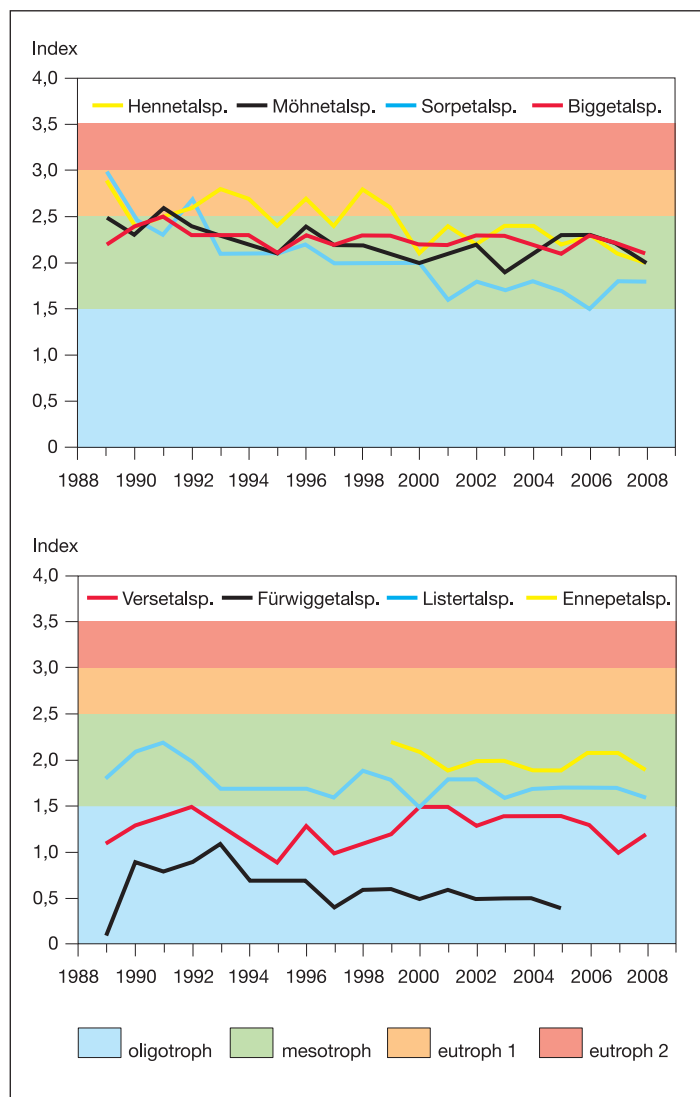


Bild 9.1: Entwicklung der Trophie in den letzten 20 Jahren in den Ruhrverbandstalsperren entsprechend der vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA Juli 2001)

Fig. 9.1: Development of the trophic level of Ruhrverband's reservoirs throughout the last 20 years, according to the preliminary guideline for the trophic classification of reservoirs (LAWA July 2001)

[9.1] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 1999 (Hrsg.): Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien, Schwerin: Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH

[9.2] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2001 (Hrsg.): Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren, Schwerin: Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH

Die Fürwiggetalsperre, die im Frühjahr 2006 wegen Sanierungsarbeiten an der Mauer und des Austauschs der Grundablassleitungen vollständig entleert wurde, wurde ab Oktober 2007 eingestaut und befindet sich seit dem Frühjahr 2008 wieder im Normalbetrieb. In den knapp zwei Jahren, in denen die Talsperre leer war, hatte sich am Talsperregrund eine hauptsächlich aus Binsen bestehende Vegetationsdecke gebildet. Mit Beginn des Aufstaus wurde und wird diese allmählich mikrobiell abgebaut. Zum Jahresbeginn 2008 fand dieser Abbau zunächst nur sehr langsam statt. Ab Mai 2008 nahm mit den steigenden Wassertemperaturen auch die Reaktionsgeschwindigkeit biologischer Umsetzungsprozesse zu. Dieser Biomasseabbau führte u. a. zur Freisetzung löslicher Phosphorverbindungen, wodurch eine für die (ultra)oligotrophe Fürwiggetalsperre ungewöhnlich hohe Primärproduktion mit Planktonalgen im Epilimnion möglich wurde. Die Folge war auch eine Zunahme der Sekundärproduktion, also des Zooplanktons. Zudem konnte diese sich aufgrund des fehlenden Fraßdrucks planktivorer Fische auf einem hohen Niveau halten. Mit dem mikrobiellen Abbau der produzierten Biomasse sank der Sauerstoffgehalt am Gewässergrund mit der Folge, dass auch Eisen- und Manganverbindungen aus dem Sediment rückgelöst wurden. Nach erfolgter thermischer Durchmischung im Oktober waren die Sauerstoffabnahme und die daraus folgenden Rücklösungsprozesse wieder rückläufig. Mit pH-Werten zwischen 5,7 und 6,3 im Auslauf der Talsperre lagen diese auf dem für die Fürwiggetalsperre üblichen niedrigen Niveau. Dies ist auf die zum Teil versauerten Zuläufe zurückzuführen, aber auch auf die Freisetzung von Kohlenstoffverbindungen beim Biomasseabbau. Aufgrund der o. g. Prozesse, die die limnologischen Verhältnisse stark prägten, konnte auch 2008 für die Fürwiggetalsperre keine Trophieklassifizierung erfolgen.

Im Jahr nach „Kyrill“ waren bis auf wenige Ausnahmen an den Talsperrenzuläufen sinkende Nährstoffeinträge zu verzeichnen, wodurch die Primärproduktion mit Planktonalgen ein sehr niedriges Niveau erreichte. Die Folge war eine ebenso geringe Sekundärproduktion von planktischen tierischen Kleinstlebewesen (Zooplankton). Insgesamt musste aufgrund der geringen Produktivität nur wenig Biomasse mikrobiell im Hypolimnion abgebaut werden, so dass die dadurch bedingten Sauerstoffabnahmen an keiner Talsperre kritische Verhältnisse erreichten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass alle Talsperren des Ruhrverbands auch im Jahr 2008 die an sie gestellten gütemäßigen Anforderungen vollständig erfüllten. Das Entwicklungsziel nach EG-WRRL für Talsperren, der mesotrophe Zustand, wird an allen Ruhrverbandstalsperren sicher erreicht. Die beiden Trinkwassertalsperren Verse und Fürwigge befinden sich sogar seit mehreren Jahrzehnten im Zustand der Oligotrophie.

Hennetalsperre

Die Hennetalsperre dient der Niedrigwasseraufhöhung der oberen Ruhr, der Energieerzeugung aus Wasserkraft und dem Hochwasserschutz. Sie ist ein beliebtes Erholungsgebiet, das die Möglichkeit zu vielfältigen Freizeitaktivitäten bietet. Sie wurde in der der-

zeitigen Form 1955 in Betrieb genommen und weist bei einer Speicheroberfläche von 2,10 km² einen Gesamtstauraum von 38,4 Mio. m³ auf. Die größte Tiefe wird mit 51,8 m rund 200 m vor dem Damm erreicht.

45 % der Fläche des Einzugsgebiets werden landwirtschaftlich genutzt. Bei der Gewässerüberwachung hat sich gezeigt, dass Einträge aus diffusen bzw. schwer kontrollierbaren Quellen (Kleinkläranlagen, Hofabläufe, Austrag aus Landwirtschaftsflächen) einen erheblichen Anteil am Nährstoffeintrag haben. In der Vergangenheit traten im Tiefenwasser zeitweise kritische Sauerstoffverhältnisse als Folge von ausgeprägten Blaualgenentwicklungen auf. Bis auf das Jahr 2004, als beim Abbau großer Blaualgenvorkommen im Herbst die hypolimnischen Sauerstoffwerte 2 mg/l unterschritten, konnte jedoch in den letzten Jahren auf eine Sauerstoffanreicherung verzichtet werden. Die Lage der Probenahmestellen an der Hennetalsperre und die Konzentrationen des Pflanzennährstoffs Phosphor (als Jahresmittel) sowie die mittleren Chlorophyll-a-Konzentrationen im Talsperrensystem sind in Bild 9.2 dargestellt.

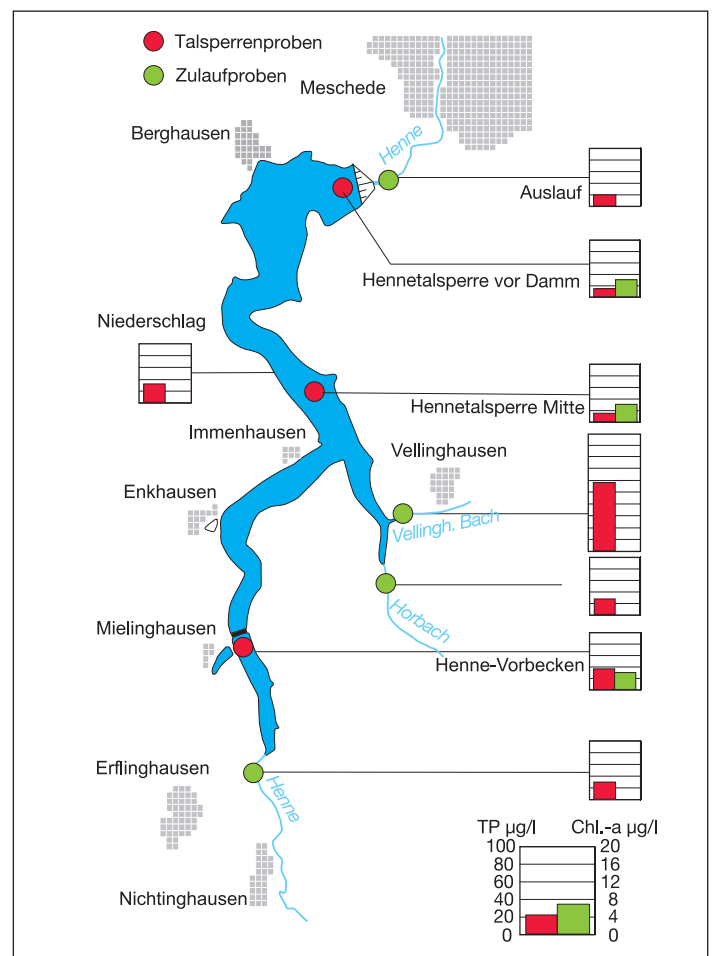


Bild 9.2: Probenahmestellen an der Hennetalsperre und Gradienten der Phosphor- und Chlorophyll-a-Konzentrationen im Talsperrensystem im Jahr 2008

Fig. 9.2: Sampling sites at the Henne reservoir and concentration gradients of total phosphorus and chlorophyll-a in the reservoir system in 2008

Probenahmestellen an der Hennetalsperre:

- Hennetalsperre „vor Damm“ (Hauptprobenahmestelle)
- Hennetalsperre „Mitte“
- Henne-Vorbecken
- Hennetalsperre „Auslauf“
- Henne
- Horbach mit Beileitungen
- Vellinghauser Bach

Betrachtet man die durchschnittlichen Chlorophyll-a-Konzentrationen, befand sich die Primärproduktion in der Hennetalsperre 2008 auf dem niedrigsten Niveau der letzten acht Jahre (Bild 9.6). Dies war unter anderem eine Folge der sehr geringen Phosphorkonzentrationen im Staukörper, die mit 16 µg/l TP im Jahresmittel das langjährige Minimum (2001: 15 µg/l TP) nur knapp verfehlten. Während im Hennevorbecken noch 37 µg/l TP gemessen wurden, verringerte sich die Konzentration im Talsperrenlängsverlauf stetig, zunächst auf 17 (Hennetalsperre Mitte) und dann auf 16 µg/l TP (Probenahmestelle „vor Damm“). Auffällig war, dass im Hauptzufluss zum Hennevorbecken, also in der Henne, niedrigere Phosphorwerte als im Ablauf des Vorbeckens gemessen wurden. Diese Zunahme des Gesamtphosphors, hier von 19,5 %, war auf die über die Sommermonate andauernde Trockenlegung des Vorbeckens zurückzuführen. Der bestimmende Prozess für die Erhöhung der Phosphorkonzentration war somit nicht die biologische Umsetzung bzw. Sedimentation von Phosphorverbindungen sondern vielmehr das Auftreten von Abspülungen aus dem Sediment beim Durchströmen des leeren Hennevorbeckens.

Ebenso wie der Staukörper wiesen die Zuläufe zur Hennetalsperre 2008 außerordentlich niedrige Phosphorkonzentrationen auf (Bild 9.3). Mit durchschnittlich 30 µg/l TP wurde das langjährige Minimum von 40 µg/l um 25 % deutlich unterschritten. So wurden in der Henne lediglich in den Sommermonaten Juni und Juli, die jedoch verhältnismäßig abflussarm waren, 40 µg/l TP überschritten. Im Horbach, der aufgrund von Bauarbeiten am Überleitungsstollen ab Mai nur noch maximal 10 % der üblichen Abflüsse aufwies, wurden hinsichtlich der Phosphor- und auch der CSB-Konzentrationen mit 214 µg/l TP bzw. 18 mg/l CSB auffällig hohe Konzentrationen festgestellt. Diese waren auf einen temporären Eintrag von Silagewässern zurückzuführen. Hierdurch kam es zu einem vermehrten Aufwuchs von „Abwasserpilzen“ (*Sphaerotilus natans*) sowohl im Horbach als auch in der angelegten Laichstrecke für Seeforellen im Unterlauf. Für die Nährstoffbelastung der Hennetalsperre spielten diese jedoch aufgrund des niedrigen Abflusses des Horbachs von unter 30 l/s im Oktober keine Rolle.

Insgesamt flossen der Hennetalsperre im Abflussjahr 2008 58,8 Mio. m³ Wasser über die Zuläufe einschließlich des auf die Talsperrenoberfläche fallenden Regens zu. Obwohl damit das Jahr 2008 ein durchschnittliches Jahr war (das langjährige Mittel beträgt 59,9 Mio. m³), wurde aufgrund der o. g. Konzentrationsabnahmen mit 1,75 t TP die niedrigste Phosphorjahresfracht in das Talsperrensystem eingetragen. Für den Gesamtstickstoff (3,83 mg/l TN) und den CSB (5,2 mg/l CSB) befanden sich die durchschnittlichen Konzentrationen auf dem Niveau bzw. innerhalb der Schwankungsbreite der letzten Jahre. Aus gewässergüte-

wirtschaftlicher Sicht ist positiv zu bemerken, dass sich die Stickstoffkonzentrationen inzwischen dauerhaft unter 4 mg/l TN stabilisiert haben. Dies ist als eine der Auswirkungen der guten Kooperation zwischen Land- und Wasserwirtschaft unter Beteiligung des Ruhrverbands zu werten.

Die Tiefenprofile ausgewählter limnologischer Kenngrößen an der Probenahmestelle „Hennetalsperre vor Damm“ sind für die Vegetationsperiode April bis Oktober im Bild 9.4 dargestellt. Es zeigt sowohl die Kenngrößen Temperatur, Sauerstoffgehalt, Chlorophyll-a, pH-Wert, die Nähr- bzw. Baustoffe Phosphor, Nitrat und Silizium als auch den Biochemischen Sauerstoffbedarf. Darüber hinaus sind die Sichttiefe als weiße Fläche und die euphotische Zone (2,5 x Sichttiefe) als hellgraue Fläche hinterlegt. Auf eine Messung in verschiedenen Wassertiefen während der Wintermonate kann verzichtet werden, da in dieser Jahreszeit bei voller Durchmischung des Wasserkörpers erfahrungsgemäß nahezu identische Verhältnisse über die gesamte Wassersäule vorliegen.

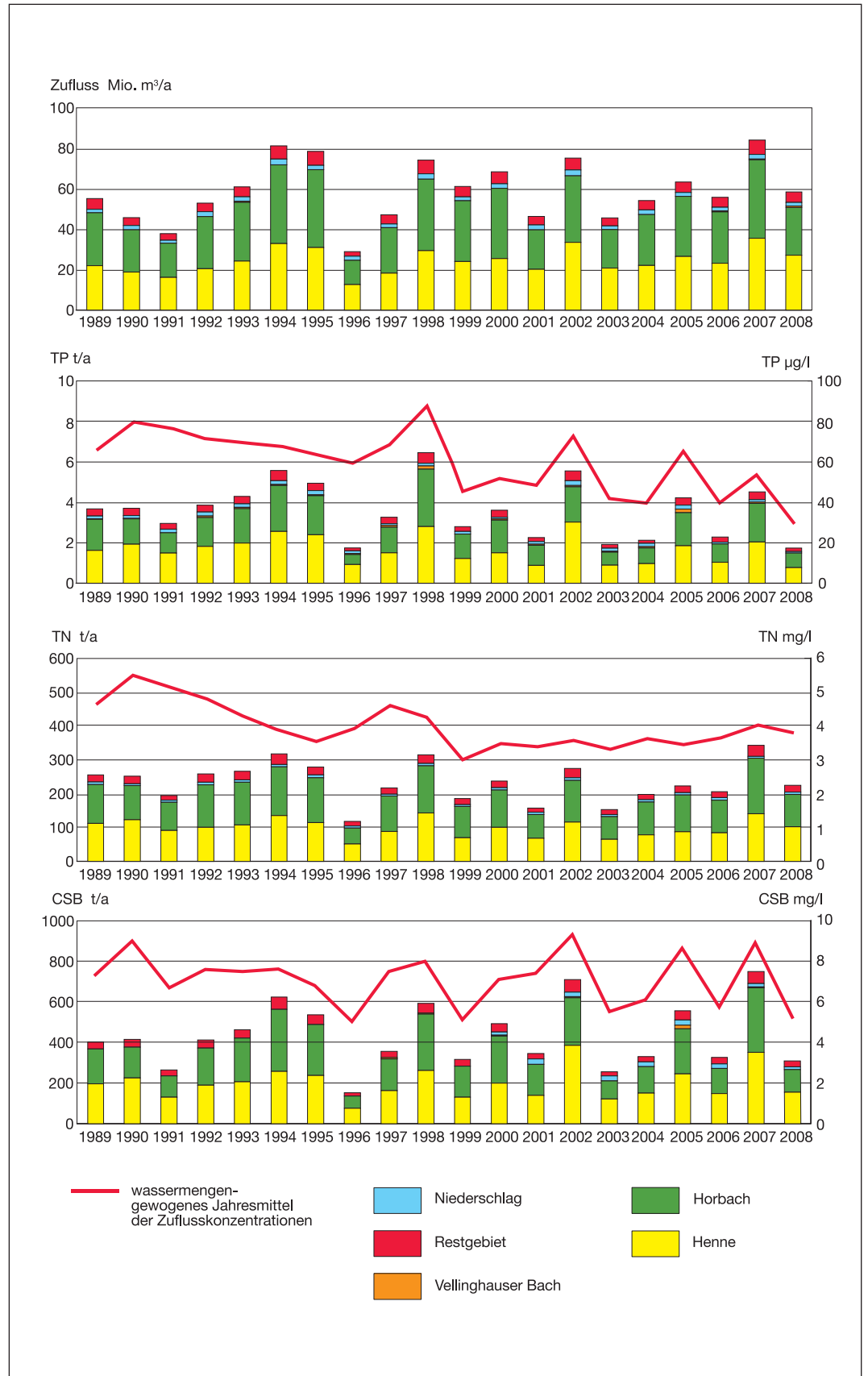
Bei Wassertemperaturen von knapp 6 °C und noch bestehender Vollzirkulation waren schon Anfang April über die gesamte Wassersäule mit 18 bis 20 µg/l hohe Chlorophyllkonzentrationen vorhanden. An diesem Frühjahrsmaximum, bei dem sowohl der höchste Chlorophyllwert als auch das größte Biovolumen des Jahres 2008 erreicht wurde, war vor allem die Kieselalge *Melosira granulata varians angustifolia*, eine radiäre Art, beteiligt (Bild 9.5). Zu diesem Zeitpunkt traten auch erste Auswirkungen auf die physikalisch-chemischen Gegebenheiten in der Talsperre auf, wie z. B. eine Erhöhung des pH-Wertes durch den biogenen CO₂-Entzug.

Mit einsetzender thermischer Schichtung im Mai trat eine Trennung der Algenpopulationen auf. Während im Epilimnion immer noch Diatomeen dominierten, wurde das Chlorophyllmaximum in 24 m Tiefe durch die kälteliebende Schwachlichtalge *Planktothrix (Oscillatoria) rubescens*, ein Cyanobacterium, hervorgerufen. Durch die hohe Kieselalgendichte im Epilimnion nahmen hier die Siliziumkonzentrationen – diese Algengruppe benötigt dieses Element zum Aufbau ihrer Schalen – stark ab und waren zum Teil im Bereich der Nachweisgrenze. Dies und auch die verhältnismäßig geringen Phosphorgehalte limitierten in den folgenden Sommermonaten weitere Algenentwicklungen. Nur noch im August konnte sich eine größere Population von *Planktothrix rubescens* im Metalimnion entwickeln. Die insgesamt sehr geringe Präsenz dieser früher in der Hennetalsperre Sauerstoffprobleme verursachenden Alge [9.3] ist positiv zu bewerten, da dadurch schon seit Jahren keine hypolimnischen Sauerstoffbegasungen erforderlich waren. So sank 2008 der Sauerstoffgehalt, der durch den mikrobiellen Abbau der zuvor gebildeten pflanzlichen und tierischen Biomasse im Tiefenwasser im Jahresverlauf abnimmt, kaum unter 6 mg/l. Lediglich grundnah wurden im Oktober 3 mg/l unterschritten. Ein metalimnisches Sauerstoffminimum, das in der Vergangenheit häufiger zur Sauerstofffreiheit über mehrere Meter führte, war lediglich im September angedeutet zu erkennen.

[9.3] Ruhrverband: Talsperrenuntersuchungen – Hennetalsperre. In: Ruhr-gütebericht 2002, Essen, S. 46-55

Bild 9.3: Zulaufmengen und wasser-
mengen-gewogene Jahres-
mittel aller untersuchten
Zuflusskonzentrationen an
der Hennetalsperre in den
Jahren 1989 bis 2008

Fig. 9.3: Input loads and water
quantity-weighted annual
averages of all investigated
inflow concentrations in
the Henne reservoir, from
1989 to 2008



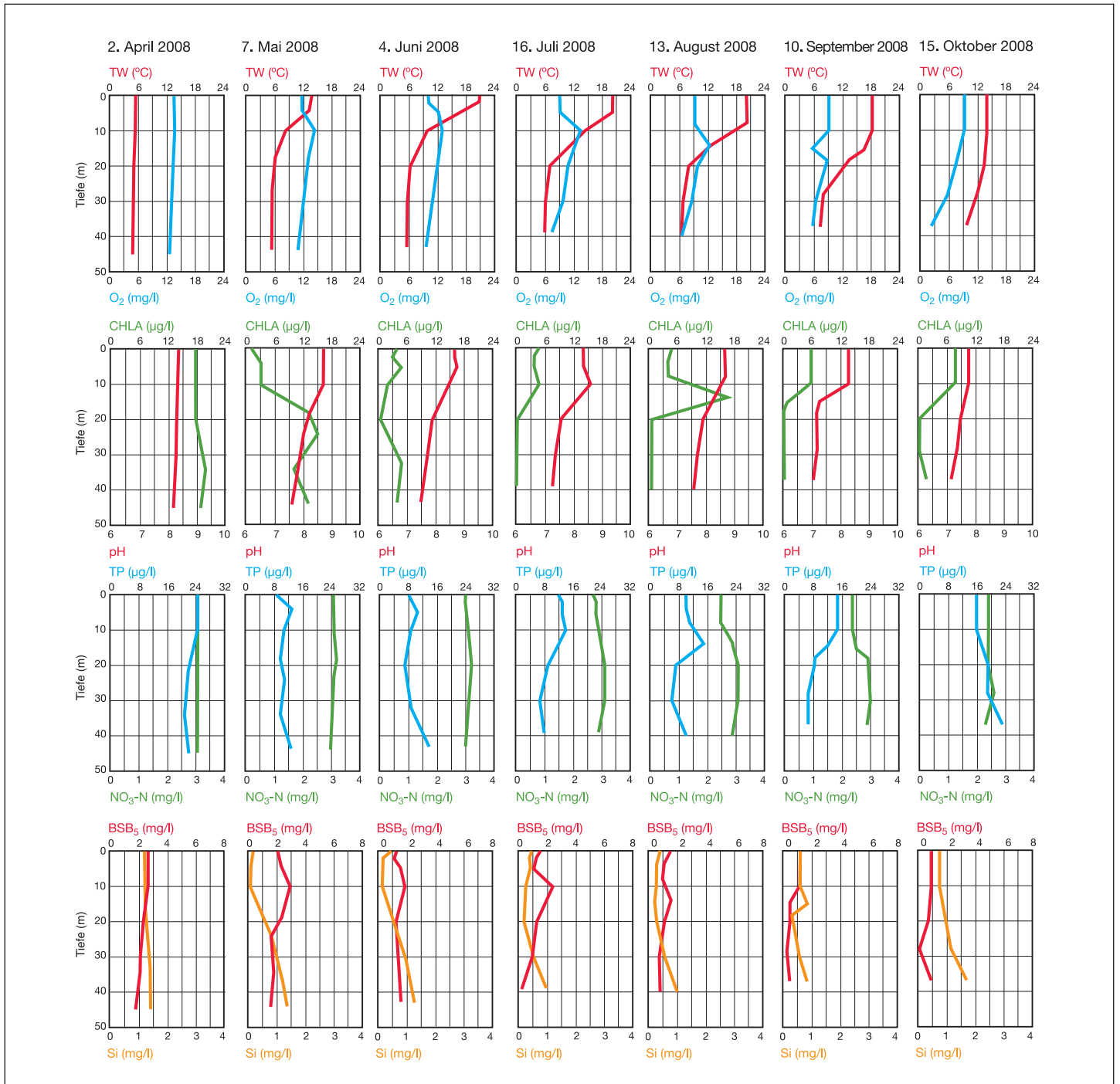


Bild 9.4: Tiefenprofile limnologischer Kenngrößen an der Probenahmestelle „Hennetalsperre vor Damm“ im Jahr 2008
 Fig. 9.4: Depth profiles of limnological parameters at the sampling point „Henne reservoir at the dam“ in 2008

Ein weiterer erfreulicher Aspekt war, dass durch die geringe Photosyntheseaktivität der wenigen Planktonalgen der epilimnische pH-Wert zu keinem Zeitpunkt über pH 9,0 einen für die Qualität als Badegewässer relevanten Wert, stieg. Auch Rücklösungen von Phosphorverbindungen aus dem Sediment, wie sie bei sauerstofffreien Verhältnissen vermehrt auftreten, blieben in diesem Jahr nahezu aus.

Die Bilder 9.5 und 9.6 zeigen den Chlorophyll-a-Gehalt sowie die Anteile der einzelnen Algengruppen an dem Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons in der durchmischten Zone (0 – 10 m) an der Probenahmestelle „Hennetalsperre vor Damm“ sowohl für das Jahr 2008 als auch für die letzten 20 Jahre. In den beiden letzten Jahren ging die Dominanz der Blaualgen im Phytoplankton der Hennetalsperre deutlich zurück und erreichte beinahe wieder das

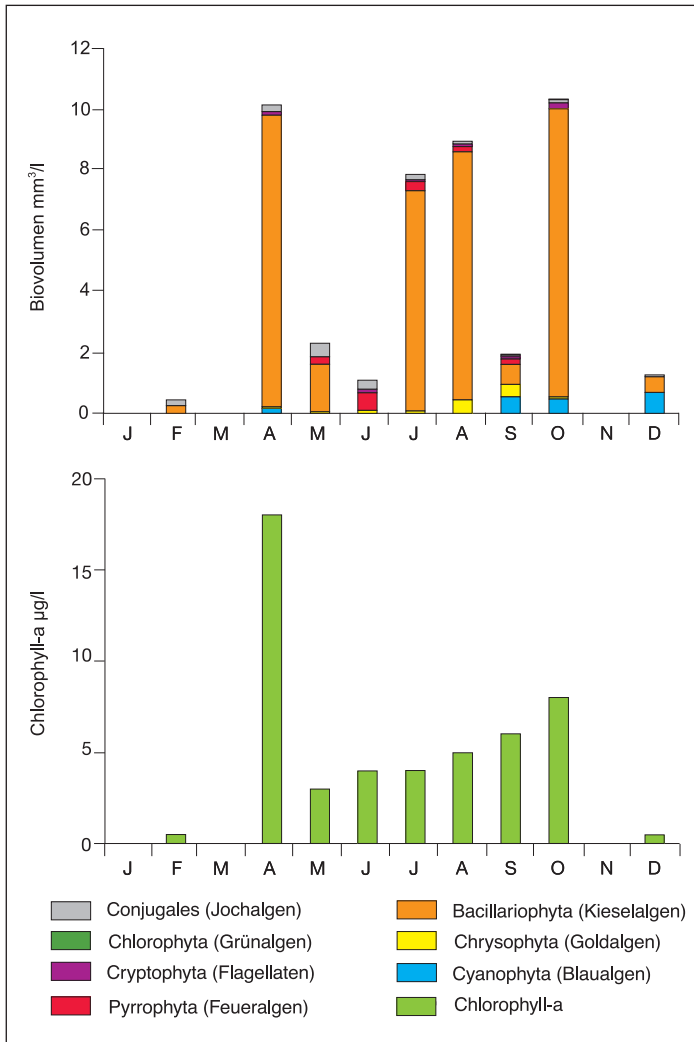


Bild 9.5: Phytoplankton an der Probenahmestelle „Hennetalsperre vor Damm“, 2008
 Fig. 9.5: Phytoplankton at the sampling point „Henne reservoir at the dam“ in 2008

Niveau von Anfang der 1980er-Jahre. Ebenso war ein geringerer Anteil von Grünalgen zu verzeichnen. Beides ist, zusammen mit der steigenden Dominanz von Kieselalgen, ein Indiz für eine Verbesserung der trophischen Verhältnisse in der Hennetalsperre. Während im Vorjahr bis auf das ausgeprägte kieselalgendominierte Frühjahrsmaximum noch nennenswerte Blaualgenentwicklungen in den Sommermonaten stattfanden, blieb 2008 die Dominanz der Diatomeen nahezu ganzjährig erhalten. Neben *Melosira granulata varians angustifolia* waren *Fragilaria crotonensis* und Radiäre Diatomeen die häufigsten Vertreter dieser Algengruppe. Die Grünalgen, die im Mai und Juni ihren Verbreitungsschwerpunkt hatten, waren fast ausschließlich mit der Gattung *Chlamydomonas* vorhanden. In der gleichen Zeit waren auch Feualgen mit den Gattungen *Ceratium* und *Gymnodinium* häufig vorhanden. Die an meso- bis oligotrophe Verhältnisse angepassten Goldalgen mit den Gattungen *Dinobryon*, *Ochromonas* und *Chromulina* erreichten dagegen in den Spätsommermonaten August und September die höchsten Dichten.

Im langjährigen Vergleich ist eine Tendenz zu sinkenden Chlorophyllkonzentrationen zu beobachten. Dies betrifft vor allem die letzten vier Jahre, in denen der durchschnittliche Chlorophyllgehalt von 11,6 bis auf 6,1 µg/l kontinuierlich abgenommen hat. Dass die Abnahme nicht unmittelbar mit dem durchschnittlichen Biovolumen korreliert, ist auf eine Veränderung des Artenspektrums des Phytoplanktons in dieser Zeitspanne zurückzuführen. So haben Blaualgen bezogen auf ihr Biovolumen einen deutlich höheren Chlorophyll-a-Gehalt als z. B. Kieselalgen. Insgesamt zeigt die Zusammensetzung der Phytoplanktonbiozönose in der Hennetalsperre einen sich verbessernden Trophiegrad an.

Da sich trotz sinkender Chlorophyllgehalte das Gesamtbiovolumen der planktischen Algen, also die Nahrungsgrundlage algivorer Organismen, kaum veränderte, blieb auch das Biovolumen des Zooplanktons als Primärkonsumenten in den letzten Jahren nahezu konstant. Die Anteile der einzelnen Zooplanktongruppen sowie das Gesamtbiovolumen in der Hennetalsperre (Vertikalfang über die gesamte Tiefe) an der Probenahmestelle „vor Damm“ für die letzten 20 Jahre sind im Bild 9.7 dargestellt. Insgesamt befindet sich die Entwicklung des Zooplanktons in der Hennetalsperre durch den Fraßdruck zooplanktivorer Fische, wie der Kleinen Maräne, auf einem etwas niedrigeren Niveau als an Talsperren mit einer vergleichbaren Trophiesituation. Das durchschnittliche Biovolumen des Zooplanktons beträgt seit mehreren Jahren um 0,3 mm³/l (Ausnahme 2007: 0,43 mm³/l). Der am häufigsten vertretene Organismus war der Wasserfloh *Daphnia*, der seinen Verbreitungsschwerpunkt im September mit einem Biovolumenanteil von 90 % hatte. Im Jahresdurchschnitt betrug der Anteil 50 %. Zusammen mit anderen Blattfußkrebse, wie z.B. *Bosmina*, bildet diese Crustaceen-Gruppe inzwischen den Hauptanteil am Zooplankton der Hennetalsperre. Weitere häufige Vertreter der Zooplanktonzönose waren die Gattungen *Eudiaptomus* und *Cyclops*, die als Ruderfußkrebse ebenfalls zu den Crustaceen gehören. Vor allem im Frühjahr konnten auch planktivore Rädertiere, die zudem einen Teil der Nahrungsgrundlage für Fischbrut bilden, nachgewiesen werden. Insgesamt spielten diese jedoch mit Ausnahme des Monats April im Zooplankton der Hennetalsperre ebenso wie die sehr kleinen Protozoen bezüglich des Biovolumens nur eine untergeordnete Rolle.

In der benthischen Besiedlung der Hennetalsperre war 2008 das massenhafte Vorkommen der Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* besonders auffällig. Die wegen ihrer Färbung auch als Zebrauschel bezeichnete Art stammt ursprünglich aus der Brackwasserregion im pontokaspischen Raum, z. B. der Donaumündung in das Schwarze Meer, und ist über Schiffsverkehr auch in das Rhein- und damit in das Ruhreinzugsgebiet verbreitet worden. Außer über Schiffsverkehr werden diese Muscheln zudem über Wasservögel (Transport von Nistmaterial mit anhaftenden Muscheln) und über Fischbesatz (planktische Muschellarven im Transportwasser der Fische) verbreitet. Das Vorkommen der Dreikantmuschel in der Hennetalsperre ist zwar bereits seit mehreren Jahren bekannt, jedoch bildeten sich 2008 erstmals in den Uferbereichen dichte Muschelbänke. Auch angeheftet an Schiffsrümpfen der Sportboote konnte *Dreissena polymorpha* in diesem Jahr häufiger gefunden werden.

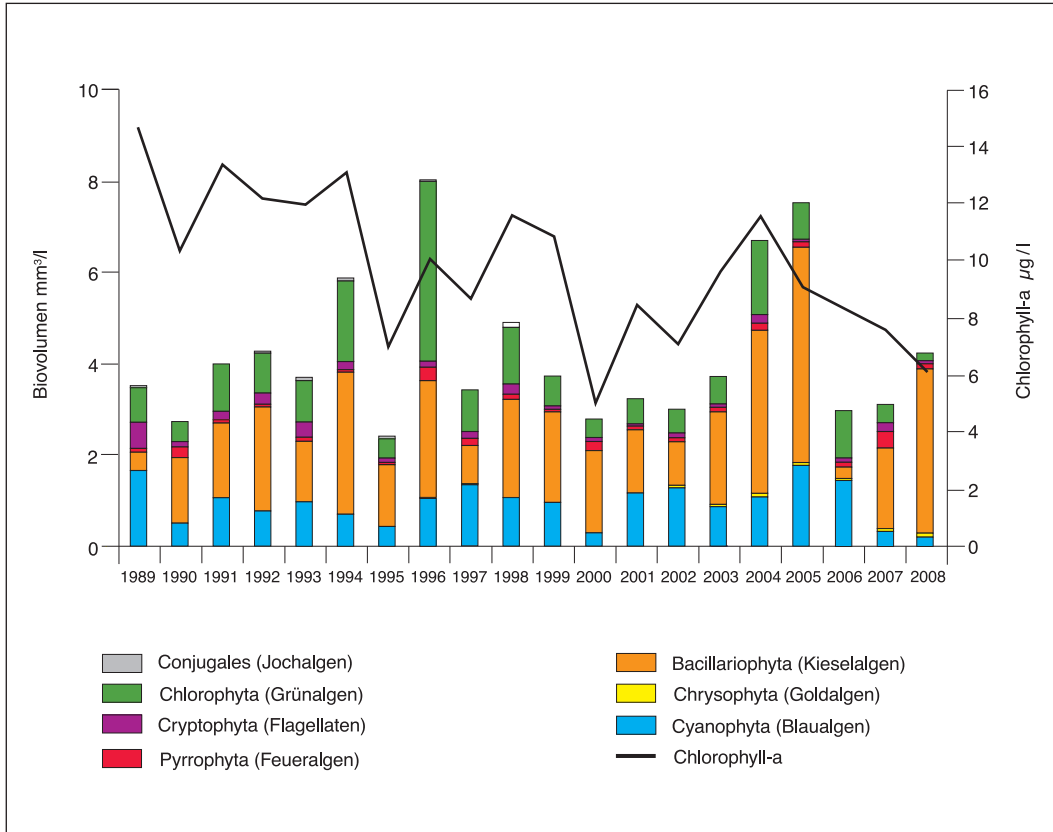


Bild 9.6: Phytoplankton an der Probenahmestelle „Hennetal-sperre vor Damm“ in den Jahren 1989 bis 2008 (Jahresmittel)

Fig. 9.6: Phytoplankton at the sampling point "Henne reservoir at the dam" in the years 1989 to 2008 (annual averages)

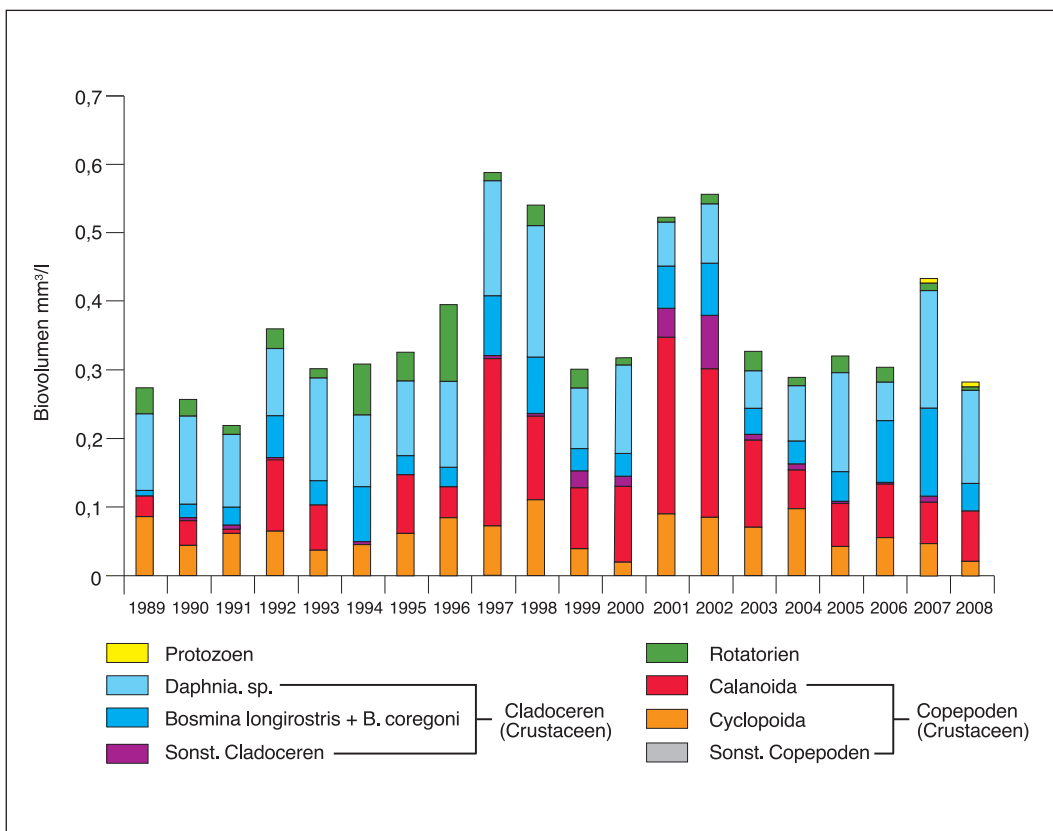


Bild 9.7: Zooplankton an der Probenahmestelle „Hennetal-sperre vor Damm“ in den Jahren 1989 bis 2008 (Jahresmittel)

Fig. 9.7: Zooplankton at the sampling point "Henne reservoir at the dam" in the years 1989 to 2008 (annual averages)

Im Zooplankton der Hennetalsperre konnte in diesem Jahr auch das planktische Larvenstadium der Dreikantmuschel, die sogenannte Veliger-Larve, in Dichten bis zu 2.500 Ind./m³ gefunden werden, was belegt, dass diese Art sich auch erfolgreich fortpflanzt und weiter in der Ausbreitung begriffen ist. Erhöhte Wassertemperaturen und eine Zunahme des Phytoplanktons wären bestandsfördernde Faktoren, jedoch waren diese Bedingungen in der Hennetalsperre in den letzten Jahren weitgehend nicht gegeben.

Bild 9.8 zeigt nach der von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) herausgegebenen „Vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren“ den Gesamttrophieindex für die

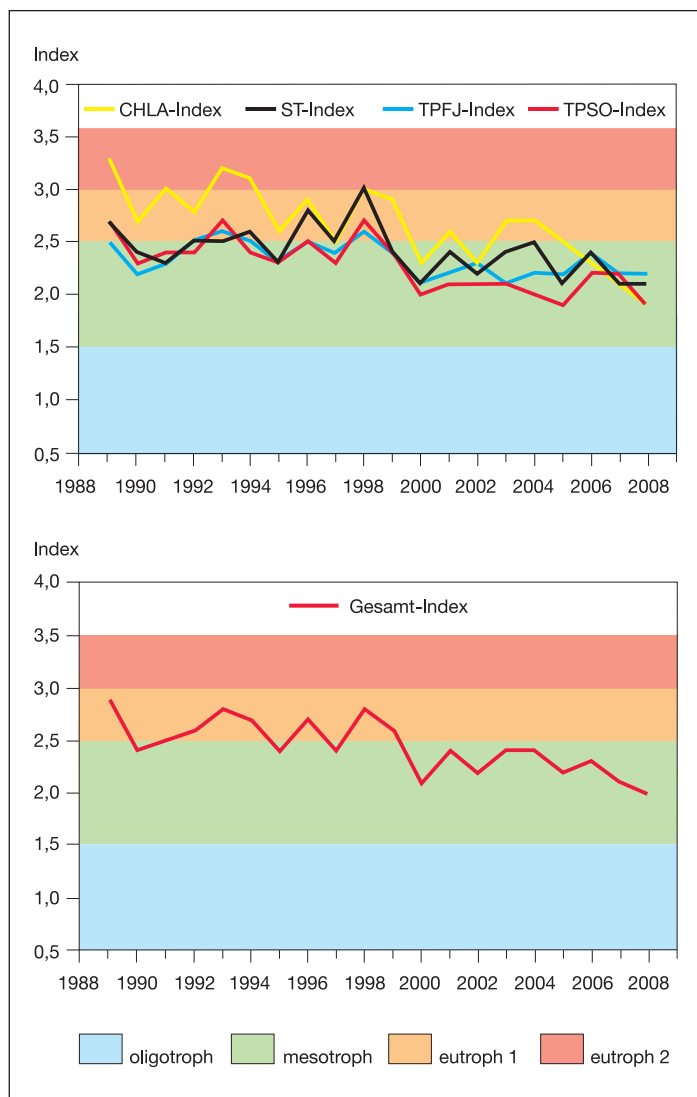


Bild 9.8: Entwicklung der Trophie in den letzten 20 Jahren in der Hennetalsperre entsprechend der vorläufigen Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren (LAWA Juli 2001) (CHLA: Chlorophyll-a; ST: Sichttiefe; TP: Gesamtphosphor; FJ: Frühjahr; SO: Sommer)

Fig. 9.8: Trophic development over the last 20 years in the Henne reservoir according to the preliminary guideline for the trophic classification of reservoirs (LAWA July 2001) (CHLA: chlorophyll-a; ST: Secchi depth; TP: total phosphorus; FJ: spring; SO: summer)

Hennetalsperre der letzten 20 Jahre. Ergänzend dazu sind die Einzelindizes für den epilimnischen Gesamtphosphorgehalt im Frühjahr und Sommer sowie für die Sichttiefe im Sommer und für den sommerlichen epilimnischen Chlorophyllgehalt dargestellt. Die Hennetalsperre befindet sich, bezogen auf den Gesamtindex, nunmehr seit neun Jahren sicher im mesotrophen Bereich. Im Jahr 2008 waren sogar bei den Einzelindizes für den sommerlichen Chlorophyll-a-Gehalt, dem gewichtigsten Index, und für die sommerlichen Gesamtphosphor-Konzentration stark abnehmende Werte zu verzeichnen. Für Chlorophyll-a wurde sogar der niedrigste Index der letzten 20 Jahre registriert. Hinsichtlich der sommerlichen Sichttiefe und der Frühjahrskonzentration des Gesamtphosphors blieben die Verhältnisse unverändert, allerdings auf einem schon vergleichsweise günstigen Niveau. Sowohl der Gesamtindex als auch alle Einzelindizes, einschließlich der des Chlorophylls, bewegen sich nunmehr seit drei Jahren sicher im mesotrophen Bereich.

10 Organische Spurenstoffe in der Ruhr

Moderne analytische Methoden ermöglichen den Nachweis sehr geringer Konzentrationen von organischen Spurenstoffen im Wasser. Unter Spurenstoffen werden üblicherweise Inhaltsstoffe von Abwasser, Gewässern und Trinkwasser im Konzentrationsbereich kleiner 1 mg/l verstanden. Im Rahmen der Untersuchungen des Ruhrwassers gilt besonderes Augenmerk denjenigen Spurenstoffen, die eine potenziell negative Wirkung auf den Menschen und die aquatische Biozönose ausüben. Diese negative Wirkung kann ganz unterschiedlich begründet sein. Sie reicht von etwaigen toxischen Wirkungen der Stoffe bis hin zum ästhetischen Empfinden etwa der Konsumenten von Trinkwasser.

Auch im Jahr 2008 ist das Untersuchungsprogramm organischer Spurenstoffe verschiedentlich angepasst worden. So wurde die Gruppe der Perfluortenside um eine Reihe kurz- und längerketziger Verbindungen erweitert und das nichtionische Tensid TMDD wurde in das Prüfprogramm aufgenommen.

Eine Übersicht ausgewählter Einzelstoffe des aktuellen Routine-messprogramms organischer Spurenstoffe im Ruhrwasser wird in Tabelle 10.1 gegeben. Im Folgenden soll zu den Ergebnissen der Untersuchungen organischer Spurenstoffe berichtet werden. Die Analysenergebnisse Perfluorierter Tenside werden im gesonderten Kapitel 12 „Die PFT-Situation im Jahr 2008“ dargestellt.

TMDD (2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol)

Eine zunehmende Anzahl von Berichten über Befunde der Chemikalie TMDD in deutschen Fließgewässern gab Anlass, auch das Ruhrwasser auf diesen Stoff zu untersuchen [10.1].

TMDD gehört zur Gruppe nicht-ionischer Tenside und wird unter dem Markennamen Surfynol 1004E vertrieben. Wie andere Tenside auch dient TMDD zur Erniedrigung der Oberflächenspannung, z. B. von wässrigen Formulierungen. So wird die Chemikalie für vielfältige industrielle Zwecke eingesetzt. Beispielsweise enthalten Farbstoffe, Druckertinten, Klebstoffe und Zementadditive die Substanz als Schaumhemmer. Aufgrund der oberflächenaktiven Eigenschaften und der guten Wasserlöslichkeit wird TMDD auch Formulierungen von Pflanzenschutzmitteln zugesetzt. Chemisch ist die Substanz den Glycolen (zweifachen Alkoholen) zuzuordnen. Die Strukturformel (Bild 10.1) weist zwei tertiäre Kohlenstoffatome auf und ist durch eine Dreifachbindung im Zentrum des Moleküls gekennzeichnet.

Die US-Umweltschutzorganisation EPA stuft TMDD in einem Memorandum aus dem Jahr 2006 als eine Verbindung mit geringer bis mäßiger akuter Toxizität ein [10.1]. LD₅₀-Werte für eine orale oder dermale Aufnahme in Tierexperimenten lagen in allen Fällen über 500 mg/kg Körpergewicht. Es gibt keine Hinweise für eine mutagene oder kanzerogene Wirkung von TMDD, und auch in Reproduktionsstudien wurden keine Auffälligkeiten festgestellt [10.1].

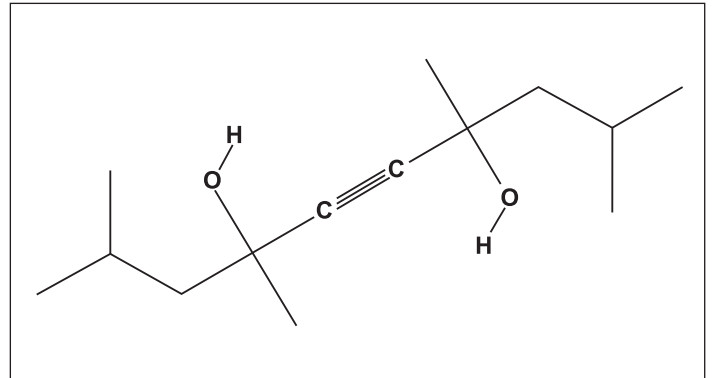


Bild 10.1: Chemische Struktur des nicht-ionischen Tensids TMDD (2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol)

Fig. 10.1: Chemical structure of the non-ionic tenside TMDD (2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol)

Die Ruhr wurde im Rahmen von drei Ruhrlängsuntersuchungen in der Zeit von Oktober bis Dezember 2008 auf TMDD geprüft. Im Bild 10.2 sind die gemessenen Minimal-, Maximal- und Mittelwerte dieser drei Untersuchungen dargestellt. Im oberen Bereich der Ruhr liegen die Werte demnach nahe bzw. unter der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l. Bei km 160,7, ab der Probenahmestelle „Brücke Oeventrop“, steigen die Werte jedoch stark an und schwanken im weiteren Fließweg der Ruhr zwischen 0,3 µg/l und 1,7 µg/l. Diese Gehalte entsprechen Untersuchungen des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nord-

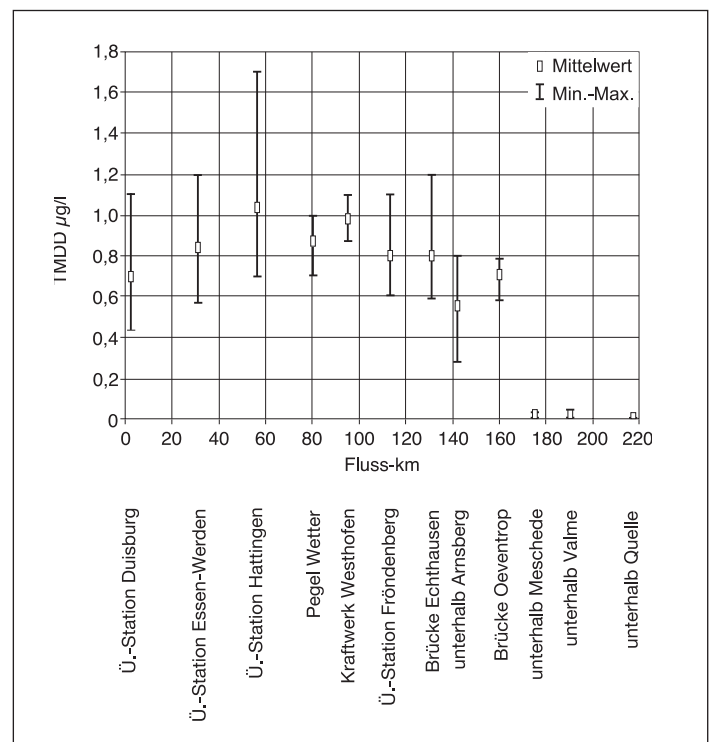


Bild 10.2: Ruhrlängsuntersuchungen 2008, statistische Daten, TMDD
Fig. 10.2: Investigation along the stream course of the Ruhr River in 2008, statistical data, TMDD

rhein-Westfalen (LANUV) aus dem Jahr 2007 mit Werten von 0,5 µg/l bis 2,11 µg/l TMDD in der Ruhr. Im Rahmen der gleichen Untersuchungskampagne wurden in der Wupper Konzentrationen von 0,5 µg/l bis 4,85 µg/l gemessen. Daneben sind noch Konzentrationen an TMDD in der Lippe aus dem Jahr 1999 von 0,054 µg/l und 0,427 µg/l bekannt [10.2].

Exemplarische Untersuchungen der Abläufe von drei kommunalen Kläranlagen im gleichen Zeitraum ergaben die in Bild 10.3 dargestellten Konzentrationen an TMDD. Danach offenbaren sich bei einer Spannweite von 0,2 bis 9,2 µg/l TMDD erhebliche Unterschiede zwischen und bei den Kläranlagen. Während die Werte für die Kläranlagen Hagen und Hattingen in einem engen Konzentrationsbereich liegen, zeigt die Anlage Bochum-Ölbachtal eine besonders hohe Streuung. Allerdings liegen diese Werte noch weit unter den vom LANUV für kommunale Abwässer berichteten Konzentrationen von bis zu 82 µg/l TMDD [10.3].

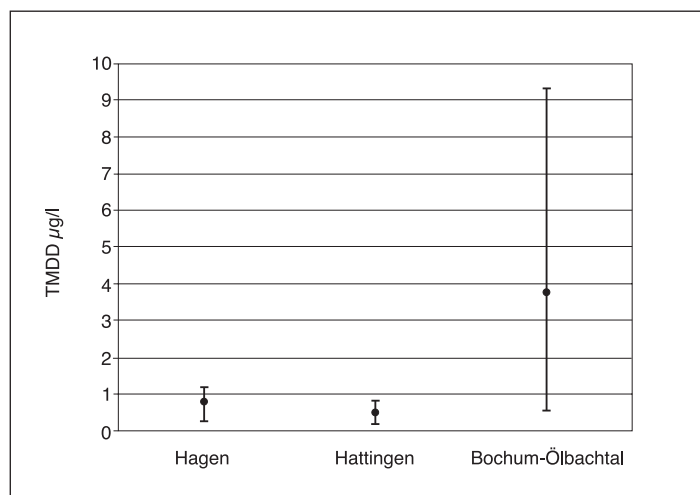


Bild 10.3: Konzentrationen an TMDD in Kläranlagenabläufen
Fig. 10.3: TMDD concentrations in wastewater treatment plant effluents

Eine umfassende Betrachtung der Belastungssituation sowie der Eintragswege des Tensids TMDD in die Ruhr ist auf der Basis des derzeit vorliegenden Datenmaterials noch nicht möglich. Auch wegen der in Bezug auf die Wassergewinnung an der Ruhr ungünstigen Eigenschaften wie der hohen Wasserlöslichkeit dieser Substanz sind weitere Untersuchungen vorgesehen.

Flüchtige Organische Stoffe

Das Untersuchungsprogramm Flüchtige Organische Spurenstoffe (VOC, volatile organic compounds) schließt chemisch sehr unterschiedliche Substanzen und Verbindungsgruppen ein. Diese nicht polaren Spurenstoffe sind alle mit dem standardisierten Verfahren der Purge-und-Trap-Anreicherung und nachfolgender Gaschromatographie analytisch zugänglich. Das Verfahren umfasst Substanzen, deren Flüchtigkeit zwischen Difluordichlormethan (R-12) mit einem Siedepunkt von -29,8 °C und Trichlorbenzol mit einem Sie-

depunkt von 213 °C liegt [10.4]. Derzeit werden mit der Methode über 60 flüchtige Spurenstoffe durch den Ruhrverband analysiert. Ausgewählte Verbindungen der VOC, welche im Berichtsjahr im Ruhrwasser geprüft wurden, sind in der Tabelle 10.1 aufgeführt. Für die Lösemittel Tetrachlorethen (Per) und Trichlorethen (Tri) sowie für weitere Verbindungen existieren EG-Umweltqualitätsnormen [10.5] und AWWR-Zielwerte.

Untersuchungen des Ruhrwassers auf VOC wurden im Rahmen der monatlichen Ruhrlängsuntersuchungen und der wöchentlichen Probenahmen an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen regelmäßig durchgeführt. In Bild 10.4 wird die Situation an Hand der Median- und Maximalwerte sowie der Befundhäufigkeit beispielhaft für die Messstelle Essen-Rellinghausen verdeutlicht. Zur Berechnung des Medianwertes der dargestellten Statistik wurden die jeweiligen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze in voller Höhe eingeschlossen. In Abhängigkeit vom jeweiligen Stoff werden für VOC Bestimmungsgrenzen zwischen 0,01 und 0,05 µg/l erreicht.

Bemerkenswert ist die sich in den letzten Jahren abzeichnende Abnahme der Belastungen des Ruhrwassers an klassischen Lösemitteln der Verbindungsgruppen LHKW und BTXE. Diese Tendenz hat sich auch im Jahr 2008 wieder bestätigt. Die Nachweishäufigkeit der LHKW und BTXE hat weiter abgenommen und die Mehrzahl der Konzentrationen im Ruhrwasser liegt auf einem sehr niedrigen Niveau nahe den jeweiligen Bestimmungsgrenzen der Substanzen.

Eine weit größere Bedeutung haben die relativ „neuen“ Benzin-zusatzstoffe MTBE (Methyl-tertiär-butylether) und ETBE (Ethyl-tertiär-butylether) erlangt. Beide Substanzen wurden in über 50 % der untersuchten Proben an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen oberhalb der Bestimmungsgrenze gemessen. Erstmals trat ETBE häufiger als MTBE auf, was darauf hindeutet, dass dieser Ether in stärkerem Maße Kraftstoffen zugesetzt wird. Aufgrund ungünstiger Umwelteigenschaften von MTBE, wie etwa der hohen

- [10.1] Stellungnahme des DVGW-Technologiezentrums Wasser (TZW) zu 2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol (TMDD)
- [10.2] Guadez, A., Frömmel, S., Diel, P., Püttmann, W.: Eintrag und Verbreitung von 2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol (TMDD) in Oberflächenwasser, Poster anlässlich der SETAC GDCh-Jahrestagung „Neue Problemstoffe in der Umwelt“, 2008
- [10.3] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Pressemitteilung vom 2. Oktober 2008: Information zu TMDD in Gewässern
- [10.4] DIN EN ISO 15680:2003: Wasserbeschaffenheit – Gaschromatographische Bestimmung einer Anzahl monocyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe, Naphthalin und einiger chlorierter Substanzen mittels Purge-und-Trap-Anreicherung und thermischer Desorption, Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [10.5] Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, 60. Jahrgang, Nr. 3 vom 14. Februar 2006

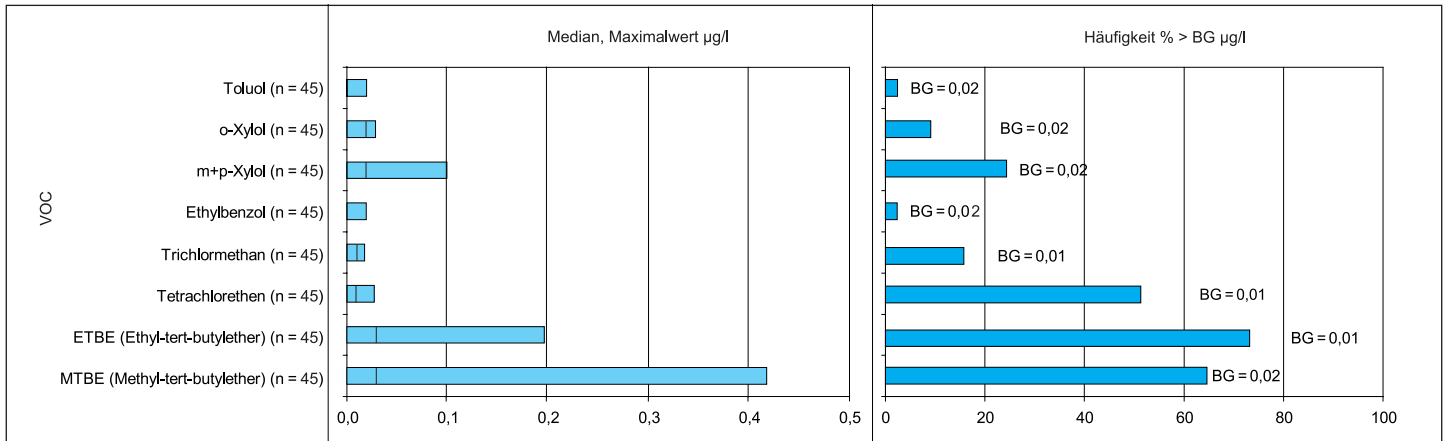


Bild 10.4: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen ausgewählter flüchtiger organischer Spurenstoffe in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)

Fig. 10.4: Frequencies, median and maximum concentrations of selected volatile organic trace substances in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen (BG = LOD = limit of determination)

Mobilität dieses Stoffes, wird alternativ auch ETBE verwendet. Seit den ersten Messungen im Jahr 2006 ist eine kontinuierliche Zunahme der ETBE-Konzentrationen zu beobachten. In Bild 10.5 wird diese Entwicklung auf der Grundlage der Konzentrationsverhältnisse von MTBE zu ETBE an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen verdeutlicht. Im Gegensatz dazu war Benzol, welches aufgrund seiner bekannten cancerogenen Eigenschaften gerade durch die Etherverbindungen als Antiklopffmittel in Vergaserkraftstoffen abgelöst wird, erstmals in keiner der untersuchten Ruhrwasserproben nachweisbar.

Im Längsverlauf der Ruhr (Bild 10.6) wurden für die Etherverbindungen bis zur unteren Ruhr vereinzelt Konzentrationen nahe der Bestimmungsgrenze gemessen. Ab der Probenahmestelle Pegel Wetter nehmen sowohl die Anzahl der Befunde als auch die Werte deutlich zu. Die im Rahmen dieser Untersuchungen ermittelten Maximalkonzentrationen der beiden Ether unterschieden sich mit 0,26 µg/l für MTBE und 0,21 µg/l für ETBE kaum.

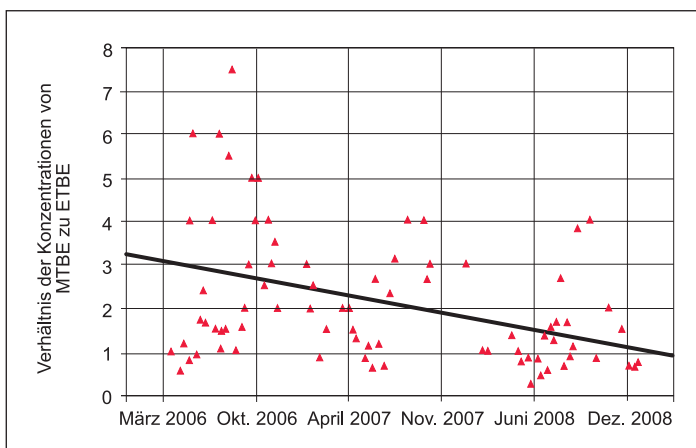


Bild 10.5: Verhältnis der Konzentrationen MTBE zu ETBE, Entwicklung seit 2006

Fig. 10.5: Relationship of concentrations MTBE to ETBE, development since 2006

Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel

Der Einsatz von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PBSM) stellt immer noch eine wesentliche Maßnahme zur Sicherung der Ernteerträge in der Landwirtschaft dar. In Deutschland sind gegenwärtig 257 Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe in 664 Produkten unter 964 Handelsnamen zugelassen (Stand Dezember 2007) [10.6]. Vom Anwender werden PBSM in der Regel hinsichtlich ihres Einsatzspektrums als Unkrautvernichtungsmittel (Herbizide), Insektenbekämpfungsmittel (Insektizide) und als Pilzvernichtungsmittel (Fungizide) eingeteilt. Daneben können PBSM-Wirkstoffe auch entsprechend ihrer chemischen Struktur z. B. in Stickstoffverbindungen (Atrazin, Simazin), Organophosphorverbindungen (Parathion), Organochlorverbindungen (Lindan, DDT) bzw. Phenoxycarbonsäuren (Mecoprop, MCPA) gruppiert werden. Die flächige Anwendung der Mittel und die nicht unbeträchtlichen Einsatzmengen (in Deutschland wurden jährlich ca. 30.000 t PBSM bzw. durchschnittlich 2,5 kg/ha ausgebracht) können entsprechende Umweltbelastungen verursachen [10.7]. PBSM sind hochwirksame Stoffe, die teilweise schon in sehr geringen Konzentrationen die aquatische Lebensgemeinschaft beeinflussen. Die Beurteilung von PBSM-Belastungen in der Ruhr orientiert sich an den Anforderungen für die Trinkwassergewinnung. Hier gelten Grenzwerte von 0,1 µg/l pro Einzelwirkstoff und von 0,5 µg/l für die Summe aller Wirkstoffe (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001). Auch in der Verordnung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (GewBEÜ-V) werden Umweltqualitätsnormen für eine Reihe von PBSM-Wirkstoffen, darunter auch für seit Jahren in Deutschland nicht mehr zugelassene Substanzen wie Atrazin und Simazin, genannt [10.5].

[10.6] pers. Mitteilung, Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, März 2008

[10.7] Mutschmann, Johannes, Stimmelmayer, Fritz: Taschenbuch der Wasserversorgung. Edition 14, Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2007

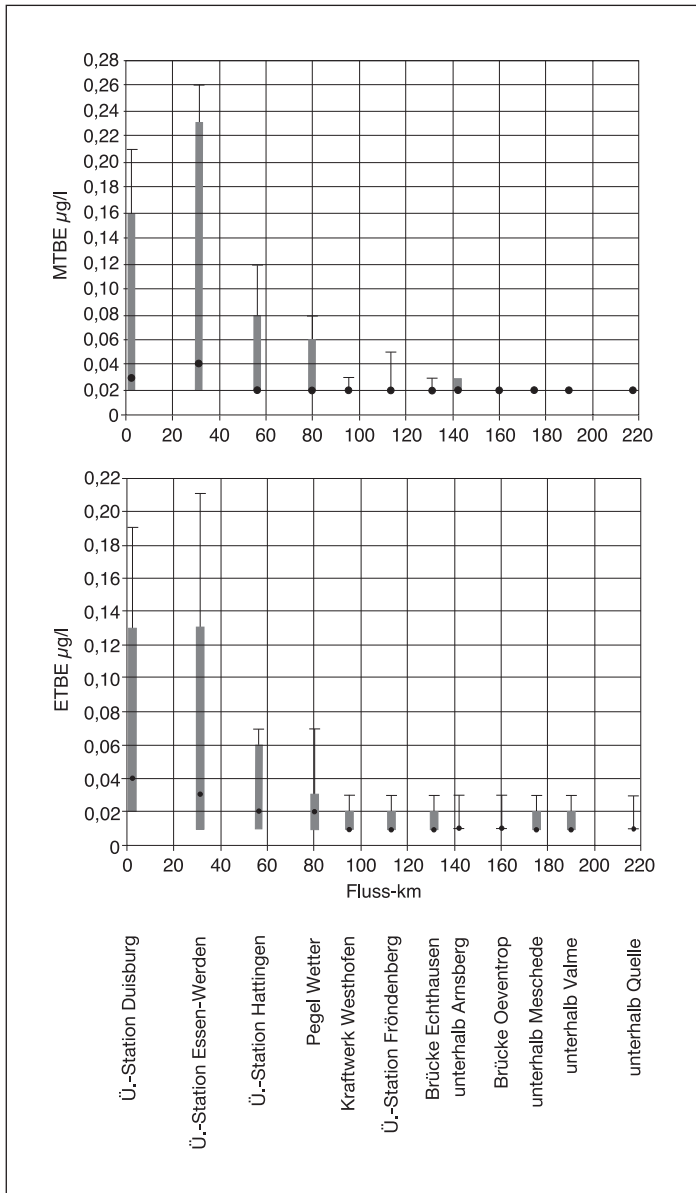


Bild 10.6: Ruhrlängsuntersuchung 2008, statistische Daten MTBE, ETBE
 Fig. 10.6: Investigations along the longitudinal profile of the Ruhr River in 2008, statistical data, MTBE, ETBE

Der Prüfumfang von ca. 85 verschiedenen Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln und ihrer Metaboliten basiert auf dem in der AWWR vereinbarten Untersuchungsprogramm, auf gesetzlichen Vorgaben und auf den Erfahrungen der letzten Jahre. PBSM-Analysen erfolgten im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchungen in den Monaten April bis Oktober sowie an zwei weiteren Probenahmestellen innerhalb der zeitlich dichten Ruhrüberwachung bei Essen-Rellinghausen und an der Probenahmestelle „Auslauf Baldeneysee“.

Die Messungen der letzten Jahre zeigen eine Abnahme der Häufigkeit der PBSM-Befunde und den Rückgang der Konzentrationen. In Bild 10.7 ist die Entwicklung der Befundsituation der letzten elf Jahre für die Ruhr dargestellt. Demnach hat sich der prozentuale Anteil der Proben, in denen Wirkstoffe nachgewiesen wurden, in den Jahren 1998 bis 2008 von 71 % auf 21 % verringert.

Deutlich wird der Rückgang der Zahl nachgewiesener PBSM-Wirkstoffe an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen, wo im Jahr 2008 lediglich die drei PBSM-Substanzen Mecoprop, MCPA und Terbutryn gemessen wurden (Bild 10.8). In keiner der unter-

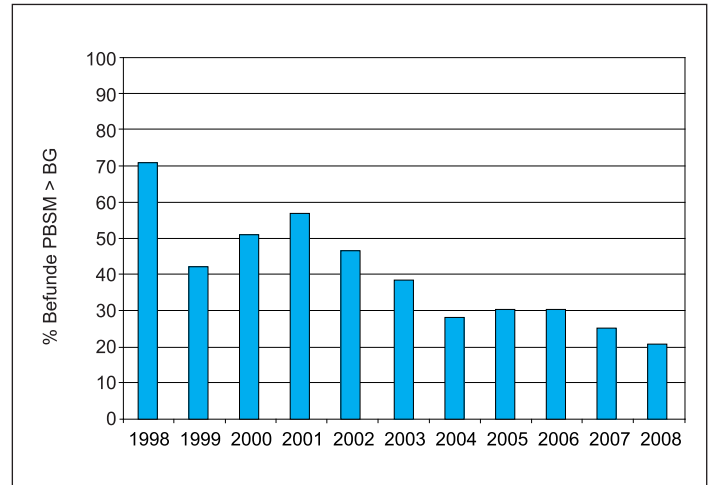


Bild 10.7: Entwicklung aller PBSM-Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze im Ruhrwasser in den Jahren 1998 bis 2008
 Fig. 10.7: Development of pesticides findings above the detection limit in the Ruhr River from 1998 to 2008

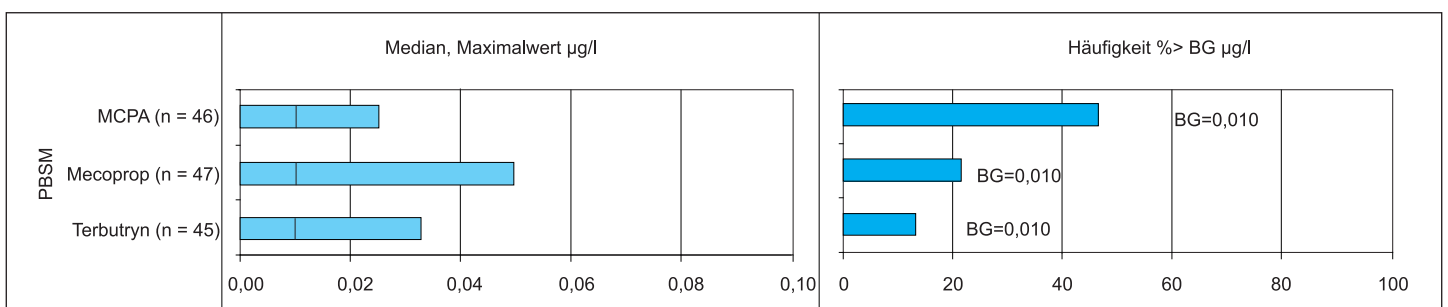


Bild 10.8: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen von PBSM in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)
 Fig. 10.8: Frequencies, median and maximum concentrations of pesticides in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen (BG = LOD = Limit of Determination)

suchten Proben war eine Überschreitung des für Trinkwasser geltenden Grenzwerts von 0,1 µg/l zu verzeichnen.

Synthetische Komplexbildner

Für die Ruhr sind vor allem die starken synthetischen Komplexbildner EDTA und DTPA von großer Bedeutung, da beide Stoffe im Gegensatz zum NTA biologisch schwer abbaubar sind. Die vielfache Anwendung synthetischer Komplexbildner in Industrie, Gewerbe sowie in privaten Haushalten beruht auf der Fähigkeit dieser Stoffe, mit Metall-Ionen stabile und wasserlösliche Komplexe zu bilden. Jährlich werden mit steigender Tendenz weltweit etwa 200.000 t Aminopolycarbonsäuren, zu denen die genannten Komplexbildner gehören, eingesetzt. Synthetische Komplexbildner sind Bestandteil von Wasch- und Reinigungsmitteln, und sie werden in großem Maßstab in der Textil-, in der Photo- und Metallindustrie, in der Landwirtschaft sowie im Rahmen der Papierherstellung eingesetzt. Letzteres ist für die Ruhr wegen des Eintrages von DTPA durch die regional ansässige Papierindustrie von besonderer Bedeutung.

So wurde DTPA an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen 2008 in allen 50 untersuchten Wässern nachgewiesen. Die mediane DTPA-Konzentration lag mit 13,0 µg/l über dem Medianwert von EDTA mit 9,4 µg/l (Bild 10.9). Demgegenüber trat das biologisch abbaubare NTA an der gleichen Probenahmestelle lediglich mit wenigen Werten nahe der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l auf.

Die Ergebnisse der Untersuchungen im Längsverlauf der Ruhr zeigen abermals zwei Belastungsschwerpunkte auf, an denen sowohl die DTPA- als auch die EDTA-Werte stark ansteigen (Bild 10.10). Die für beide Substanzen gemessenen Maximalwerte von 29 µg/l unterschreiten die Höchstgehalte der Vorjahre. So wurde EDTA im Jahr 2007 mit 45 µg/l und DTPA 1997 mit einem Höchstwert von 72 µg/l analysiert.

Die an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen berechnete Jahresfracht hat sich im Vergleich zum Vorjahr beim DTPA um 4,8 t auf 23,2 t/a verringert. EDTA erreicht mit 17 t/a an der gleichen Probenahmestelle eine geringfügig höhere Fracht.

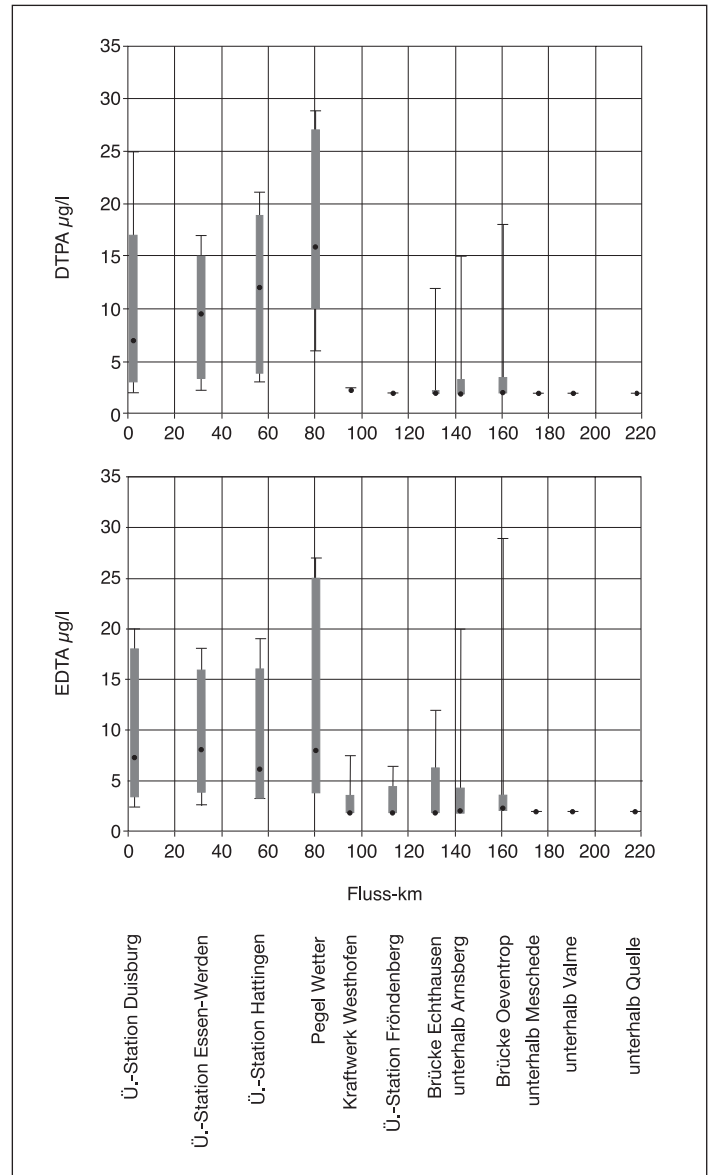


Bild 10.10: Ruhrlängsuntersuchung 2008, statistische Daten Komplexbildner
 Fig. 10.10: Longitudinal investigation of the Ruhr River in 2008, statistical data of complexing agents

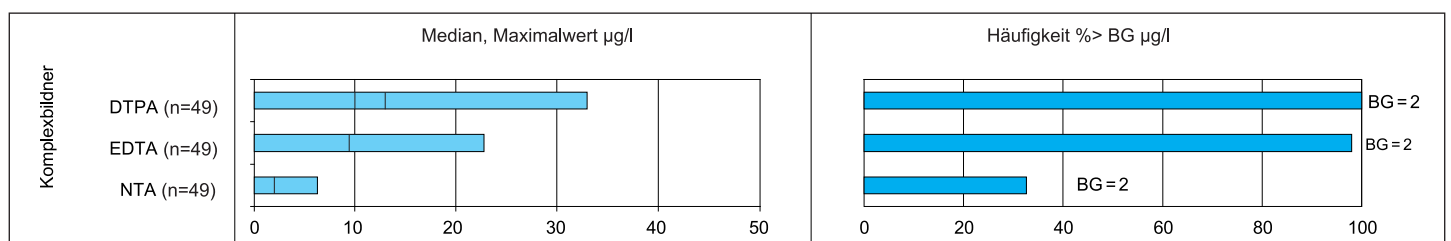


Bild 10.9: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen ausgewählter Komplexbildner in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)
 Fig. 10.9: Frequencies, median and maximum concentrations of selected complexing agents in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen (BG = LOD = Limit of Determination)

Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe

Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) gehören zu den „klassischen“ Umweltkontaminanten, die schon früh legislativ berücksichtigt wurden. So sind PAK z. B. in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) mit Grenzwerten belegt und werden in der Liste prioritärer Stoffe der EG-WRRL als prioritär gefährliche Stoffe bewertet. Die PAK zählen zu den ubiquitär verbreiteten organischen Spurenstoffen, die zu einem großen Teil über diffuse Quellen in die Gewässer gelangen. Aus der Vielzahl der existierenden Einzelverbindungen, es sind mehrere Hundert, werden in der Regel die typischen Vertreter untersucht. In der Trinkwasserverordnung wird ein Summengrenzwert der Stoffe Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren sowie ein Grenzwert für Benzo(a)pyren definiert. Daneben gelten die gleichen Stoffe in der EG-WRRL als prioritär gefährliche Stoffe. Der Vorschlag der Environmental Protection Agency (EPA, USA), welche die 16 am häufigsten in der Umwelt vorkommenden PAK aufführt, wird ebenfalls zur Beschreibung der Belastung mit PAK herangezogen. Der Eintrag in Gewässer erfolgt überwiegend indirekt über den Luftpfad bzw. über die Deposition von Staub. Emissionen in die Luft resultieren aus Verbrennungsprozessen wie Hausfeuerungen und Straßenverkehr.

Zu den in der Ruhr messbaren Hauptkomponenten gehört Naphthalin, Fluoren, Acenaphthen, Phenanthren, Fluoranthen und Pyren (Bild 10.11). Die Untersuchungen des Ruhrwassers können verfahrensbedingt mit einer sehr niedrigen Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l durchgeführt werden. Deshalb sind PAK im Ruhrwasser in niedrigen Konzentrationen nahezu immer nachweisbar. Dennoch wurden die strengen Forderungen der Trinkwasserordnung mit einem Summengrenzwert von 0,100 µg/l in allen untersuchten Proben weit unterschritten. Gleiches gilt für die Einzelverbindung Benzo(a)pyren mit einem Grenzwert von 0,010 µg/l, der im Median der untersuchten Ruhrwasserproben eingehalten wird.

Phosphororganische Flammschutzmittel und Weichmacher

Das Messprogramm phosphororganischer Flammschutzmittel und Weichmacher umfasst zehn der wichtigsten Einzelverbindungen dieser Gruppe (Tabelle 10.1). Phosphororganische Verbindungen, insbesondere die halogenierten Alkylphosphate Tris-(2-chlorethyl)-phosphat (TCEP) und Tris-(2-chlorpropyl)-phosphat (TCPP), erfahren vielfältige technische Anwendungsmöglichkeiten. Zu nennen ist vor allem der Einsatz als Flammschutzmittel in Polyurethan-Werkstoffen der Möbel-, Textil-, Automobil- und Bauindustrie. Daneben werden vorrangig die nichthalogenierten phosphororganischen Verbindungen, z. B. Tributylphosphat (TBP) und Triethylphosphat (TEP), als Weichmacher verwendet. Die phosphororganischen Flammschutzmittel und Weichmacher gelangen unter anderem durch Emissionen während der Fertigung sowie der Verwendung der Produkte aus Polyurethandämm- und -baustoffen in Oberflächengewässer und Umwelt. Zukünftig ist ein weiteres Ansteigen des Verbrauchs dieser Verbindungen mit der Zunahme der Produktion von Kunststoffen zu erwarten.

Die Messungen wurden an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen und im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchungen vorgenommen (Bild 10.12). Bemerkenswert erscheint das im Januar 2008 festgestellte Maximum für TBP von 0,88 µg/l, welches in einer sechswöchigen Phase erst langsam ansteigender und später wieder absteigender Konzentrationen auftrat. Die Umweltqualitätsnorm der EG-WRRL für TBP von 10 µg/l wurde dennoch weit unterschritten.

Wie auch in den Vorjahren war in allen untersuchten Proben für Essen-Rellinghausen TCPP (Bestimmungsgrenze 0,025 µg/l) nachweisbar. Die mediane Konzentration von 0,16 µg/l entspricht den Erfahrungswerten an dieser Probenahmestelle. TCPP übertraf damit die übrigen im Ruhrwasser detektierbaren Organophos-

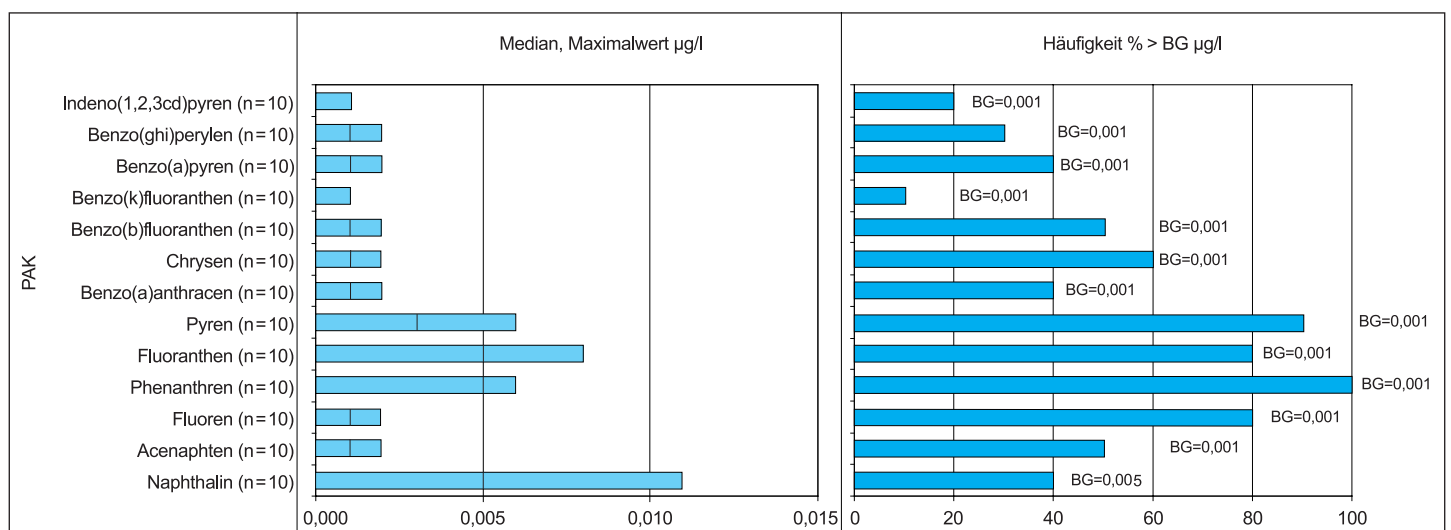


Bild 10.11: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen Polyzyklischer Aromatischer Kohlenwasserstoffe in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)

Fig. 10.11: Frequencies, median and maximum concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen (BG = LOD = Limit of Determination)

Tabelle 10.1: Ausgewählte organische Spurenstoffe des Untersuchungsprogramms
 Table 10.1: Selected organic trace substances of the investigation program

Leichtflüchtige Komponenten	p-p'-DDT	Terbuthylazin	Dibutylphthalat	
1,1,1-Trichlorethan	Quintocen	Terbutryn	Dicyclohexylphthalat	
1,1,2-Trichlorethan	trans-Heptachlorepoxid	Trifluralin	Didecylphthalat	
1,1,2-Trichlortrifluorethan	Trifluralin*	PBSM, Phenylharnstoff- verbindungen, Urone	Diethylphthalat	
1,1-Dichlorethan	Vinclozolin		Dimethylphthalat	
1,2-Dichlorethan*	PBSM, Organophosphorverbindungen		Chloroxuron	Dimethyladipat
1,2-Dichlorpropan			Chlortoluron	Diethylphthalat
1,3-Dichlorpropan	Azinphos-ethyl	Dimefuron	Dipropylphthalat	
2,2-Dichlorpropan	Azinphos-methyl	Diuron *	Diundecylphthalat	
Allylchlorid	Chlorfenvinphos *	Ethidimeron	Alkylphenole, -ethoxylate	
Benzol *	Chlorpyrifos*	Ethofumesat	Nonylphenol*	
cis-Dichlorethen	PBSM, Phenoxyalkancarbonsäuren	Isoproturon *	Octylphenol*	
cis-Dichlorpropen		2,4,5-T	Linuron	4-tert OP*
Dibromchlormethan	2,4-D	Metobromuron	4-OP-1-EO	
Dichlorbrommethan	2,4-DB	Metoxuron	4-NP-1-EO	
Dichlormethan *	Bentazon	Monolinuron	4-OP-2-EO	
ETBE (Ethyl-tert-butylether)	Bromoxynil	Phosphororganische Flammschutzmittel, Weichmacher	4-NP-2-EO	
Ethylbenzol	Clodinafop		4-NP-3-EO	
Hexachlorbutadien *	Clopyralid		4-NP-4-EO	
Isopropylbenzol	Dichlorprop	Tributylphosphat	Perfluorierte Verbindungen	
m/p-Xylol	Fenoprop	Triethylphosphat		
MTBE (Methyl-tert-Butylether)	Fenoxaprop	Triphenylphosphat	Perfluorbutansäure (PFBA)	
o-Xylol	Fluroxypyr	Tripropylphosphat	Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	
Styrol	Ioxynil	Tris(butoxyethyl)phosphat	Perfluorpentansäure (PFPeA)	
TAME (tert-Amyl-butylether)	MCPA	Tris(chlorethyl)phosphat	Perfluorhexansäure (g-PFHxA)	
Tetrachlorethen	MCPB	Tris(chlorisopropyl)phosphat	Perfluorhexansulfonsäure (g-PFHxS)	
Tetrachlormethan	Mecoprop	Tris(dichlorisopropyl)phosphat	Perfluorheptansäure (g-PFHpA)	
Toluol	Quinmerac	Tris(ethylhexyl)phosphat	Perfluoroctansäure (g-PFOA)	
trans-Dichlorethen	PBSM, Triazine und weitere	Tritolylphosphat	Perfluoroctansulfonsäure (g-PFOS)	
trans-Dichlorpropen		Alachlor	Synthetische Komplexbildner	Perfluornonansäure (g-PFNA)
Tribrommethan	Atrazin *	NTA	Perfluordecansäure (g-PFDA)	
Trichlorethen	Azoxystrobin	EDTA	Arzneimittelwirkstoffe	
Trichlormethan *	Bifenox	DTPA		Atenolol
Vinylchlorid	Bromacil	EGTA	Bezafibrat	
PBSM, Organochlorverbindungen	Carbetamid	CDTA	Carbamazepin	
	Alachlor *	Carflutrazon-ethyl	1,3-PDTA	
Aldrin	Chloridazon	β-ADA	Carprofen	
alpha-Endosulfan *	Chlorpropham	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe	Clofibrinsäure	
beta-Endosulfan	Cyanazin		Diclofenac	
Bromocyclen	Desethylatrazin	Acenaphthen	Fenoprofen	
cis-Heptachlorepoxid	Desethylterbuthylazin	Anthracen *	Flurbiprofen	
Dieldrin	Desisopropylatrazin	Benzo(a)anthracen	Gemfibrocil	
Endrin	Diflufenican	Benzo(a)pyren *	Ibuprofen	
HCH, alpha	Flufenacet	Benzo(b)fluoranthren *	Indometazin	
HCH, beta	Flurtamone	Benzo(ghi)perylene *	Indoprofen	
HCH, delta	Hexazinon	Benzo(k)fluoranthren *	Ketoprofen	
HCH, epsilon	Metamitron	Chrysen	Metoprolol	
Heptachlor	Metazachlor	Dibenz(ah)anthracen	Naproxen	
Isodrin	Methabenzthiazuron	Fluoranthren*	Niclosamid	
Lindan * (Hexachlorcyclohexan)	Metolachlor	Fluoren	Sulfamethoxazol	
Methoxychlor	Metribuzin	Indeno(1,2,3cd)pyren *	Tolbutamid	
Mirex	Pendimethalin	Naphthalin *	Tolfenaminsäure	
o-p'-DDD	Phenmedipham	Phenanthren	Röntgenkontrastmittel	
o-p'-DDE	Prometryn	Pyren		Amidotriozoesäure
o-p'-DDT	Propazin	Acenaphthylene	Iohexol	
Oxychloridan	Propiconazol	Phthalate (Weichmacher)	Iopamidol	
p-p'-DDD	Sebuthylazin	Butylbenzylphthalat	Iopromid	
p-p'-DDE	Simazin *	Di(2-ethylhexyl)phthalat* (DEHP)	Industriechemikalien	
		Di(2-methylpropyl)phthalat		TMDD (2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol)

* prioritärer Stoff der EG-WRRL

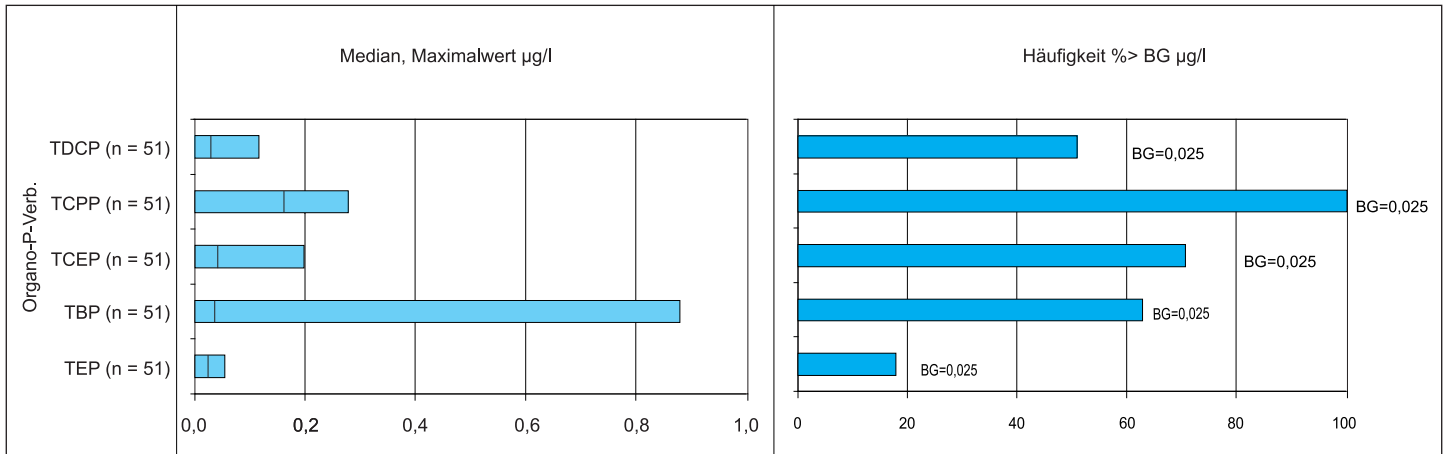


Bild 10.12: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen ausgewählter phosphororganischer Spurenstoffe in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)

Fig. 10.12: Frequencies, median and maximum concentrations of selected organo-phosphorus trace substances in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen (BG = LOD = Limit of Determination)

phate TCEP, TDCP, TBP und TEP sowohl im Median als auch in der Befundhäufigkeit.

Die Ergebnisse der Ruhrlängsuntersuchungen belegen ebenfalls die starke Verbreitung der Organophosphate (Bild 10.13). So ist TBP bereits an der Quelle der Ruhr auf niedrigem Konzentrationsniveau analytisch nachweisbar. Besonders die Gehalte der halogenierten Alkylphosphate steigen mit dem Fließweg der Ruhr kontinuierlich an. Besondere Belastungsschwerpunkte sind jedoch bei keiner Verbindung der untersuchten Organophosphate im Längsverlauf der Ruhr zu erkennen.

Phthalate

Phthalate gehören zu den in der Kunststoffindustrie am häufigsten eingesetzten Weichmachern. Sie verleihen etwa dem Polyvinylchlorid (PVC) die für bestimmte Anwendungszwecke notwendigen elastischen Eigenschaften. Zu den wesentlichsten Endnutzern gehören die Bauindustrie (Kabel, Schläuche, Fußbodenbeläge, Folien, Tapeten), die Elektro- und Kabelindustrie (Ummantelung von Kabeln und Leitungen), der Automobilbau (Unterbodenschutz, Innenraumverkleidungen, Dichtungen) und der Sport- und Freizeitartikelbereich. Die Weichmacher liegen in den Produkten chemisch nicht fest gebunden vor und verteilen sich z. B. durch Auswaschung, Ausdünstung und Abrieb. Der Eintrag in die Gewässer erfolgt in erster Linie über diffuse Quellen und in geringem Maße über Abwassereinleitungen, da die Verbindungen in Kläranlagen in hohem Maße eliminiert werden.

Das Messprogramm der Ruhr umfasst wichtige Vertreter der Phthalate, insgesamt zehn Einzelverbindungen (Tabelle 10.1). Die Analysen wurden ausschließlich im Rahmen der in 2008 durchgeführten Ruhrlängsuntersuchungen vorgenommen. Exemplarisch sind in Bild 10.14 die statistischen Daten des am häufigsten verwendeten Phthalats Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) dargestellt.

Die weitreichende Verbreitung dieses Stoffes in der Umwelt dokumentiert sich durch Befunde über den gesamten Längsverlauf der Ruhr. Der höchste 2008 gemessene Wert von 3,2 µg/l liegt aber noch in der Spannweite der in den letzten Jahren analysierten Konzentrationen. Im Rahmen der Umsetzung der EG-WRRL wurde für DEHP ein Qualitätsziel von 1,3 µg/l festgelegt, welches sich auf das Jahresmittel bezieht. Im Ruhrwasser betrug in 2008 der Jahresmittelwert 0,38 µg/l (n = 148).

Neben DEHP waren wenige Befunde der kurzkettigen Phthalate Di(2-methylpropyl)phthalat und Dibutylphthalat mit Höchstgehalten von 0,19 µg/l bzw. 0,15 µg/l im Ruhrwasser zu beobachten.

Arzneimittelwirkstoffe und Diagnostika

Arzneistoffe und Diagnostika stehen seit geraumer Zeit im Fokus der Umweltbeobachtung. Im Ruhrgütebericht wurde erstmals 1995 zu Befunden der Clofibrinsäure, einem Abbauprodukt mehrerer Wirkstoffe, berichtet. Seither wurde der Umfang des Messprogramms, insbesondere durch den Einsatz spezieller HPLC-MS-Verfahren, stetig erweitert. Diese Analysemethoden basieren auf einer Kopplung der Hochleistungsflüssigchromatographie mit der Tandem-Massenspektrometrie, welche besonders gut zur Analytik nicht-flüchtiger, polarer oder höhermolekularer Wirkstoffe geeignet sind.

Die Arzneistoffe des Prüfprogramms gehören den folgenden Wirkstoffgruppen an: Lipidsenker, Analgetika, Antirheumatika, Beta-Rezeptoren-Blocker, Antiepileptika, Antibiotika und Metabolite von Arzneistoffen. Daneben wurden auch iodidierte Röntgenkontrastmittel, die ausschließlich für die Diagnostik bestimmt sind, berücksichtigt (Tabelle 10.1). Eine Übersicht der detektierten Substanzen wird in Bild 10.15 zur Häufigkeit der Befunde sowie zu den jeweiligen Minimal-, Maximal- und Medianwerten an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen für das Jahr 2008 gegeben.

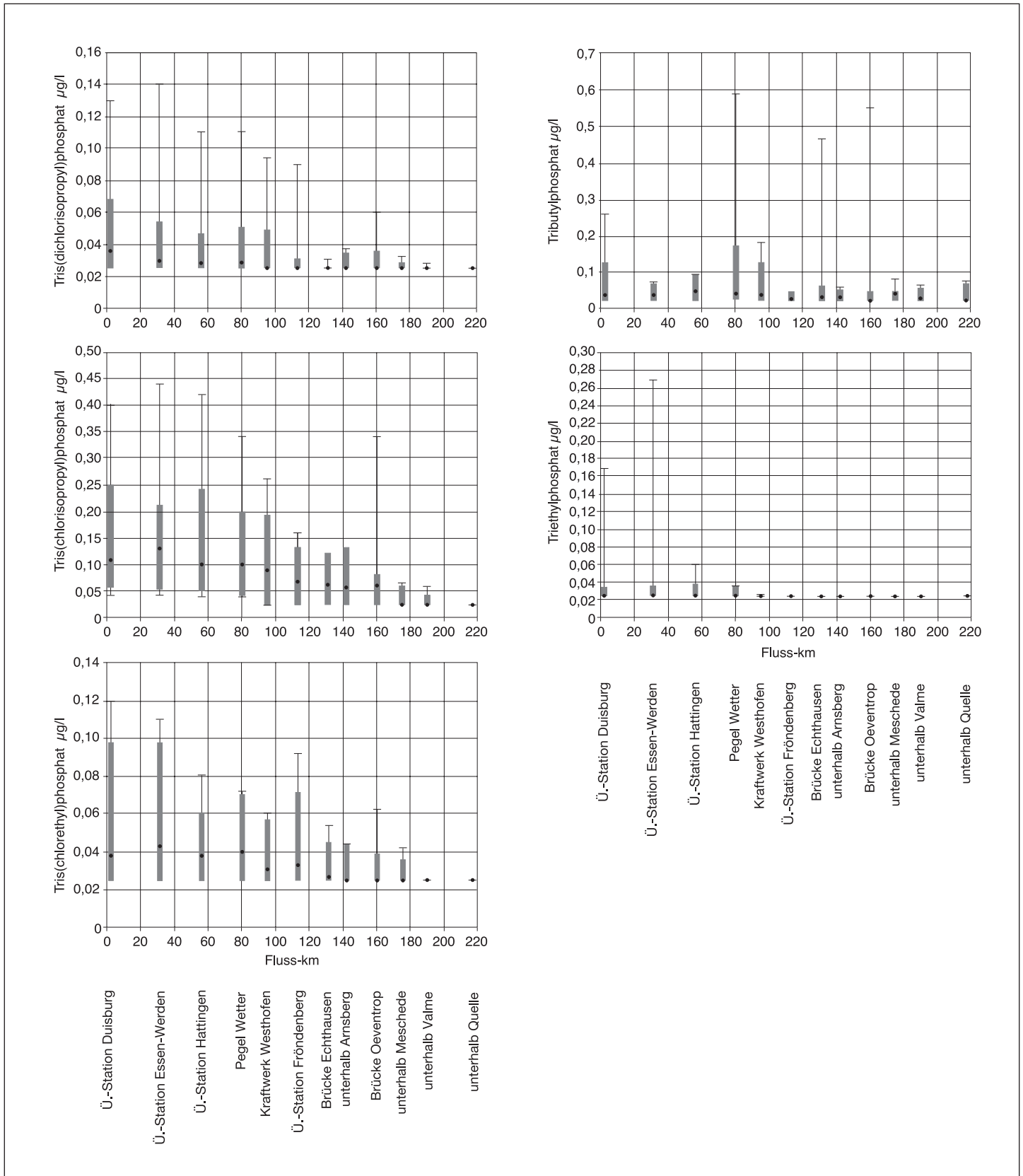


Bild 10.13: Ruhrlängsuntersuchung 2008, statistische Daten phosphorhaltiger Flammschutzmittel und Weichmacher

Fig. 10.13: Longitudinal investigation of the Ruhr River in 2008, statistical data of organo-phosphorus flame retardants and plasticizers

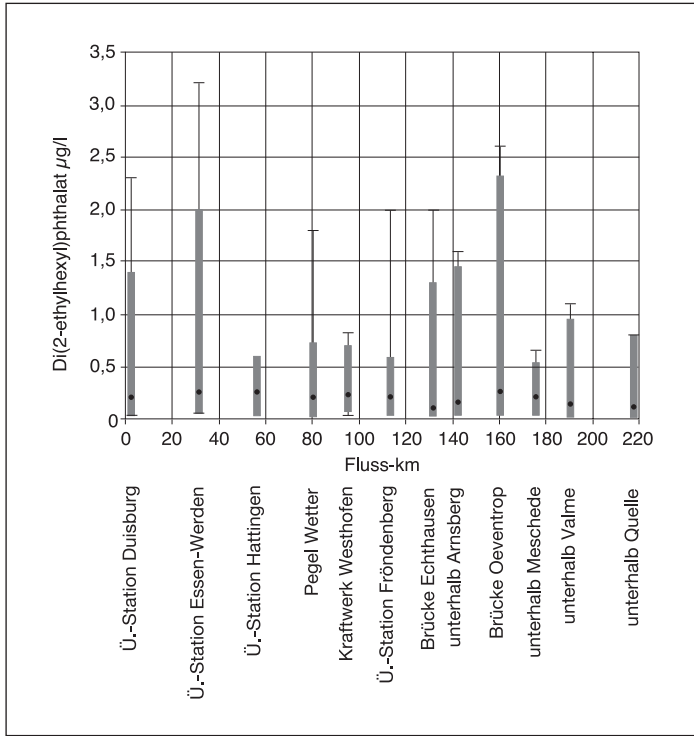


Bild 10.14: Ruhrlängsuntersuchung 2008, statistische Daten DEHP
 Fig. 10.14: Longitudinal stream course investigation of the Ruhr River in 2008, statistical data of DEHP

Mit Ausnahme von Indomethazin, einem Schmerzmittel, welches seltener verordnet wird, traten die genannten Verbindungen regelmäßig im Ruhrwasser auf. Unter den Arzneimittelwirkstoffen weisen Metoprolol, Carbamazepin und Diclofenac die höchsten Medianwerte auf. Diese Medikamente werden in relativ hohen Mengen verkauft und verordnet. Sowohl Carbamazepin als auch

Diclofenac werden aufgrund ihrer sehr geringen biologischen Abbaubarkeit als potenziell umweltrelevant eingestuft [10.8].

Vergleichsweise höhere Gehalte erreichen die iodierten Röntgenkontrastmittel (RKM) Amidotrizesäure, Iopamidol, Iohexol und Iopromid in der Ruhr (Bild 10.15). Der Maximalwert von 1,4 µg/l Amidotrizesäure an der Messstelle Essen-Rellinghausen ist mit den Konzentrationen in anderen deutschen Oberflächengewässern durchaus vergleichbar, in denen nicht selten Nachweise über 1 µg/l erfolgen. Auch im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchungen übertrafen die Maximalkonzentrationen der Amidotrizesäure die übrigen RKM. An der Überwachungsstation Duisburg war im August mit 3,0 µg/l der bisher höchste Wert zu verzeichnen (Bild 10.16). Bemerkenswert erscheint, dass im Vergleich zu den übrigen RKM Iohexol erst in der unteren Ruhr ab km 80,66 nachweisbar ist. Dieses Röntgenkontrastmittel wird aufgrund seiner pharmakokinetischen Kenndaten speziell für die Uro- und Angiographie eingesetzt.

Ursächlich für die vergleichsweise höheren Gehalte der RKM ist der relativ hohe Verbrauch dieser Stoffe von ca. 500 t jährlich in Deutschland. Außerdem sind die gute Wasserlöslichkeit sowie die hohe Stabilität und Inertheit dieser Verbindungen zu berücksichtigen [10.8].

Zusammenfassung

Das Untersuchungsprogramm organischer Spurenstoffe umfasst die wesentlichen bekannten Belastungskomponenten im Ruhrwasser. Dazu gehören Stoffe, die vom Gesetzgeber oder von der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr mit Grenzwerten

[10.8] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Literaturstudie: Eintrag von Arzneimitteln und deren Verhalten und Verbleib in der Umwelt, Fachbericht 2, Recklinghausen 2007

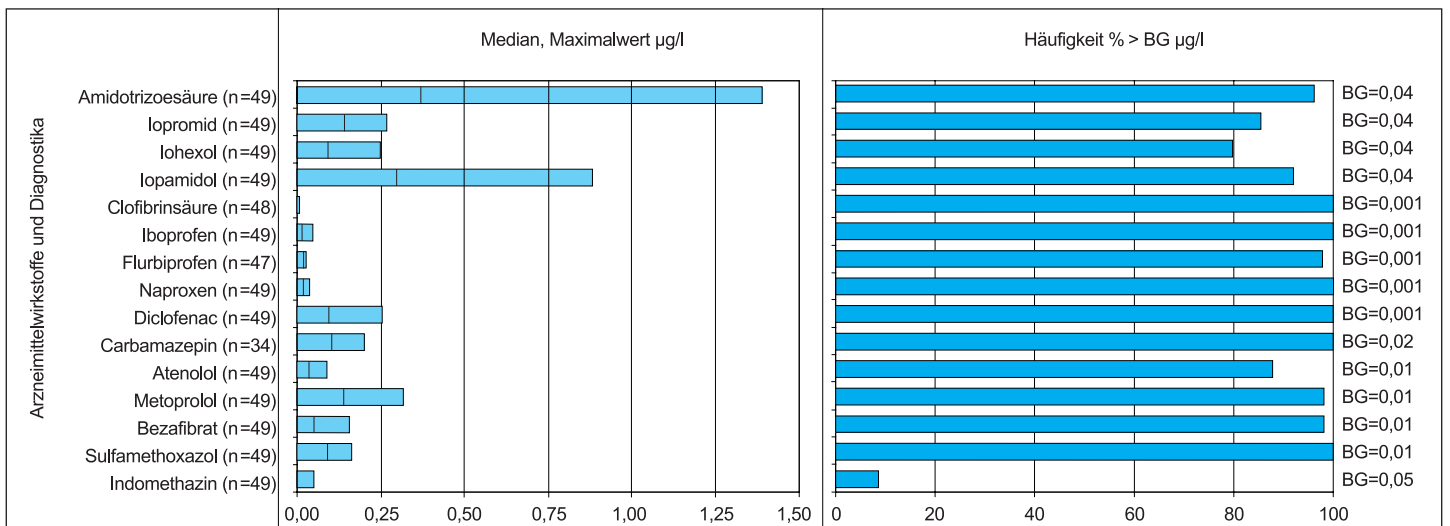


Bild 10.15: Häufigkeiten, Median- und Maximalkonzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen und Diagnostika in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen (BG = Bestimmungsgrenze)

Fig. 10.15: Frequencies, median and maximum concentrations of active pharmaceutical ingredients and diagnostic agents in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen

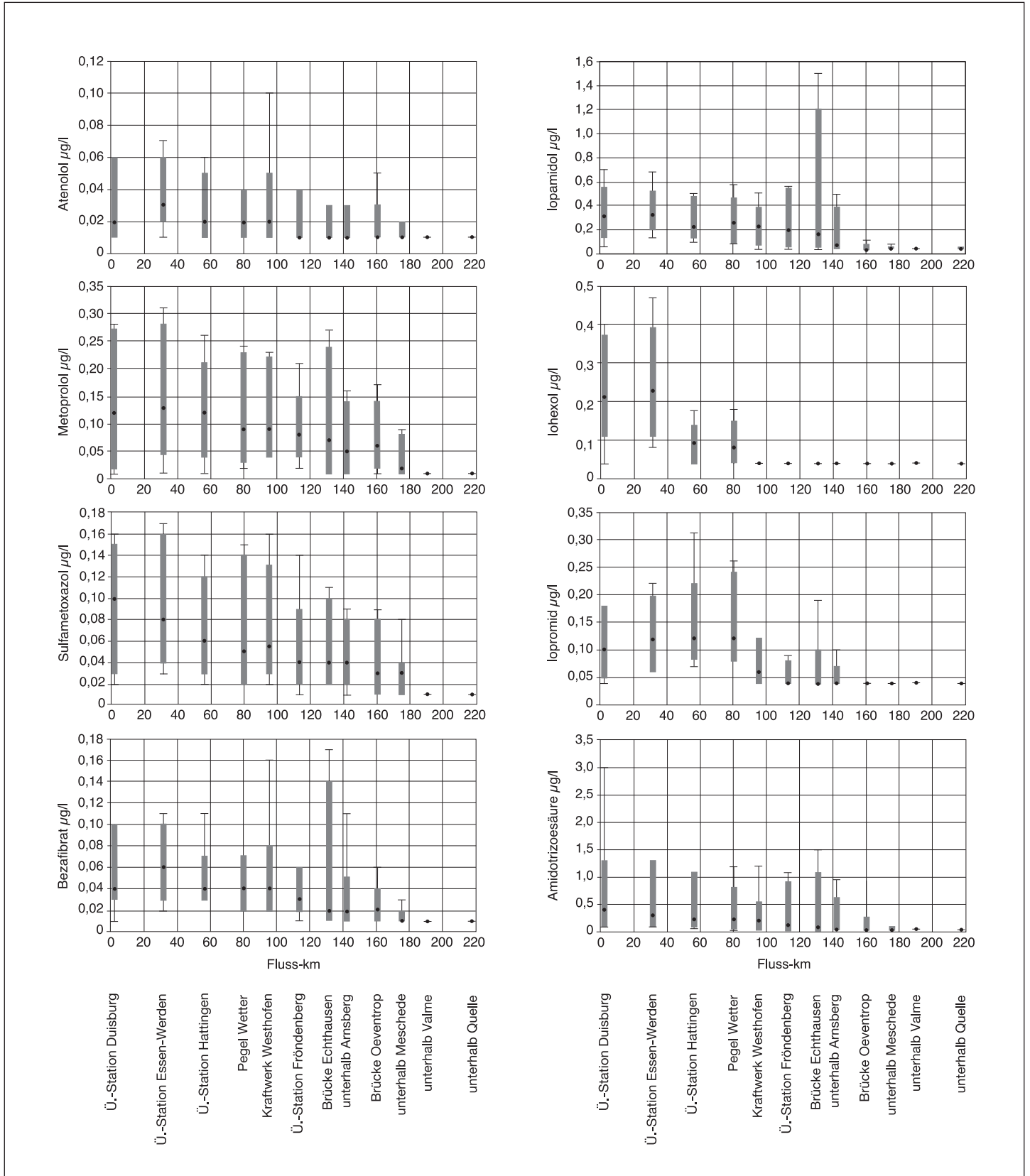


Bild 10.16: Ruhrlängsuntersuchung 2008, statistische Daten Röntgenkontrastmittel

Fig. 10.16: Longitudinal investigation along the river course of the Ruhr in 2008, statistical data of X-ray contrast media

ten und Qualitätszielen versehen wurden. Berücksichtigung finden auch in der Regel Substanzen, die aktuell in der Diskussion stehen. Die ebenfalls zum Untersuchungsumfang gehörenden Perfluorierten Tenside werden aufgrund ihrer besonderen Bedeutung im Kapitel „Die PFT-Situation im Jahr 2008“ besprochen. Das aktuelle Prüfprogramm organischer Spurenstoffe umfasst derzeit mehr als 300 Einzelverbindungen der Hauptgruppen Synthetische Komplexbildner, VOC, PAK, PBSM, Phthalate, Flammschutzmittel, Arzneimittel und Diagnostika sowie Industriechemikalien.

Zu den bezüglich der Befundhäufigkeit und der analysierten Konzentrationen bedeutendsten organischen Spurenstoffen gehören vor allem die synthetischen Komplexbildner EDTA und DTPA, die Flammschutzmittel TCPP, TCEP und TBP, die Benzinzusatzstoffe MTBE und ETBE, die Arzneimittel Metoprolol, Carbamazepin und Diclofenac sowie die iodierten Röntgenkontrastmittel Amidotrioesäure und Iopamidol.

Befunde an PBSM beschränken sich auf wenige Wirkstoffe mit in der Regel sehr niedrigen Konzentrationen. Die Untersuchungsergebnisse weisen auf einen weiteren Rückgang der PBSM-Befunde hin.

Spezielle Untersuchungsprogramme

11 Standpunkt zur Spurenstoffdiskussion aus der Sicht der Abwasserbeseitigung

Die Abwasserbeseitigung steht auch bei der aktuellen Spurenstoffdiskussion häufig im Fokus entsprechender Forderungen, Zielvorgaben und Maßnahmen [11.1]. Die Diskussion wird dabei nicht nur im fachlichen Rahmen geführt, sondern sie ist gerade in jüngster Zeit Gegenstand erheblicher Auseinandersetzungen in Politik, Medien und der Öffentlichkeit [11.2]. Dabei wird die Rolle der Abwasserbeseitigung als ein wesentlicher Baustein der öffentlichen Daseinsvorsorge, der Hygiene und des Gesundheitsschutzes und ihre Ausrichtung auf Mensch und Umwelt häufig übersehen. Oft wird sie heutzutage rein als (Gefahren-)Quelle für kritische Stoffe angesehen. Auch ist in der Diskussion zu berücksichtigen, dass durch die erheblichen Anstrengungen bei der Abwasser- und Niederschlagswasserbehandlung in den letzten etwa 20 Jahren ein technisches Niveau erreicht wurde, bei dem das Aufwand-Nutzen-Verhältnis für mögliche zusätzliche Maßnahmen ungünstiger wird und deshalb kritisch geprüft werden muss. Nicht zu unterschätzen bei weitergehenden Maßnahmen zur Abwasserreinigung sind der erhebliche Mehraufwand an Energie und Einsatzstoffen und der Anfall weiterer Abfälle sowie die mögliche Bildung von Transformationsprodukten bei einer oxidativen Behandlung.

Die Diskussion um Spurenstoffe steht in einer langen Tradition um sogenannte gefährliche und schwer abbaubare Stoffe im Wasserkreislauf. In jüngerer Zeit sind insbesondere Human-Arzneimittel im Blickpunkt (Therapeutika wie Schmerzmittel, Antirheumatika, Antiepileptika, Lipidsenker, Betablocker, Zytostatika, Kontrazeptiva etc.; Diagnostika, insbesondere In-vivo-Diagnostika wie Röntgenkontrastmittel). Insgesamt sind für den Wasserkreislauf neben den Human- und Veterinärpharmaka Industriechemikalien, Körperpflegemittel, Waschmittelinhaltsstoffe, Nahrungsmittelzusatzstoffe, Additive in der Abwasser- und Klärschlammbehandlung, Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel sowie Futterzusatzstoffe zu betrachten [11.3].

[11.1] Arnsberger Vereinbarung „Gemeinsame Verantwortung und kooperatives Handeln für hohe Trinkwasserqualität und Gesundheit“ zwischen der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) und dem Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) vom 25. August 2006

[11.2] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW: Programm „Reine Ruhr“ – Strategie zur Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität an der Ruhr, Juni 2008

[11.3] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Koordinierungsgruppe „Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf“ (Hrsg.): Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf – Arzneistoffe. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 55. Jahrgang, Nr. 9/2008, S. 954-958

Die Aufzählung macht bereits deutlich, dass nicht sämtliche Spurenstoffe über das häusliche bzw. kommunale Abwasser zu erfassen sind. Einträge aus diffusen Quellen (land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen, Straßen und Wege, Altlasten, Entlastungen aus der Kanalisation etc.), aus Unfällen (Straßenverkehr, Schifffahrt, Industrieflächen etc.) oder illegalen Handlungen können neben den Kläranlagen ebenfalls zu einer potenziellen Gewässerbelastung führen – teilweise auch mit den gleichen Stoffgruppen, wie sie im kommunalen Abwasser enthalten sind. Zum Schutz der Gewässer und der jeweiligen Nutzungen bedarf es demnach zuerst einer weitgehenden Stoffbilanzierung zur transparenten Darstellung und Quantifizierung der Stoffeinträge, damit Maßnahmen zur Verminderung oder Vermeidung dort angesetzt werden, wo sie insgesamt am sinnvollsten im Hinblick auf Effizienz und Wirtschaftlichkeit erscheinen.

Der analytische Nachweis von Stoffen im Trinkwasser ist zunächst unkritisch, erst die Bewertung nach öko- und ggf. humantoxikologischen Kriterien kann Handlungsbedarf auslösen. Trotzdem werden Befunde in Trinkwässern, Gewässern und auch in Abwässern oberhalb der (rein analytisch bedingten) Bestimmungsgrenze oftmals fälschlicherweise bereits als Alarmsignal interpretiert. Konzentrationen sind für die Bewertung zwar eine zentrale Größe, ein reiner Zahlenvergleich von Messwerten und normativen Werten wird dem komplexen Wirkungsgefüge auf den Menschen jedoch in keiner Weise gerecht. Vielmehr sind hier neben Fragen der Exposition über das Trinkwasser (d. h. neben der Konzentration auch der Häufigkeit und Dauer des Auftretens) auch weitere vergleichbare Expositionspfade von Bedeutung. Hierzu gehören Nahrungsmittel, Luft, Kleidung, Körperpflegemittel etc. Nicht zuletzt ist zu beachten, dass die erstmalige Detektion mittels verfeinerter Analysemethoden vielfach lediglich suggeriert, dass es sich um eine neue Belastung handelt. Tatsächlich sind diese Stoffe bereits seit vielen Jahren vorhanden, ohne dass sie detektiert werden konnten. Die Erwartung vom absoluten Nichtvorhandensein einzelner Stoffe ist vor dem Hintergrund der fortschreitenden technischen Entwicklungen im Analysebereich, aber auch der weltweiten, unbeabsichtigten Verbreitung von Stoffen durch Wind, Wasser, Nahrungsketten und nicht zuletzt durch den Menschen nicht realistisch.

Die von Toxikologen definierten verschiedenen Höchstwerte (als Konzentrationen) sind meist wenig geeignet, um mit den Medien oder der Öffentlichkeit Risiken und ggf. daraus abgeleitete notwendige Maßnahmen zu diskutieren. Die Anzahl der Werte, deren Bezeichnung und ihre Interpretation sind verwirrend [11.4]. Für eine Bewertung von gemessenen Konzentrationen bezieht man sich vielfach auf den kleinsten genannten normativen Wert. Dieser so genannte Zielwert beträgt in vielen Fällen 0,1 µg/l. Er ist weniger durch Wirkanalysen bedingt, sondern trägt primär dem Vorsorgegedanken Rechnung. Spurenstoffe werden über diffuse Quellen (z. B. über die Landwirtschaft) und über Abwässer aus

Industrie und Gewerbe, Krankenhäusern, Arztpraxen und Haushalten in Gewässer eingetragen. Die meisten Spurenstoffe sind ständig in der gesamten Umwelt nachweisbar. Prinzipiell sind alle Stoffe ubiquitär verbreitet und kommen auch weit entfernt von den Einsatzorten bzw. Emissionsquellen, wie etwa in den Polargebieten, vor. Lediglich ein Stoffverbot würde langfristig dazu führen, dass solche Stoffe aus der Umwelt verschwinden. Aufgrund verbesserter Analysemethoden ist aber auf längere Sicht damit zu rechnen, dass immer mehr Stoffe in der Umwelt nachweisbar sein werden.

Der (weltweite) Verzicht auf die Produktion bestimmter Stoffe bzw. deren Verbreitung in der Umwelt ist der effektivste Weg zur Verminderung deren Auftretens. Dies dürfte – wie bereits in der Vergangenheit – allerdings nur in Einzelfällen durchsetzbar sein. Die positive Wirkung beim gezielten Stoffeinsatz steht dieser Option häufig entgegen, oder Ersatzstoffe mit gleichem Wirkungsspektrum sind nicht verfügbar. Bei der Entwicklung bzw. Produktion und bei der gezielten Anwendung von schädlichen Stoffen sind jedoch auch im Hinblick auf die Wirkung im Wasserkreislauf Anwendungsbeschränkungen anzustreben. Dies gilt im Übrigen auch in gleicher Weise für die anderen Kompartimente Boden und Luft. Verluste bei Produktion und Anwendung sind zu minimieren. Alternative Stoffe mit weniger negativen Wirkungen auf die Umwelt sind verstärkt anzuwenden. Hierfür erscheint nicht zwingend ein weitergehendes System der Regulierung und Kontrolle erforderlich. Vielmehr sind die Produzenten und Anwender (Industrie- und Gewerbebetriebe, private Verbraucher und insbesondere deren Lieferanten) entsprechend zu sensibilisieren. Produktkennzeichnungen zum Umweltverhalten der Stoffe und zur gezielten Entsorgung nach Gebrauch sind weiterzuentwickeln. Insgesamt sind Maßnahmen an der Quelle auf Ebene der EU und den nationalen Ebenen gezielt zu steuern.

Generell ist davon auszugehen, dass ein Rückhalt von Stoffen am Ort des Anfalls bzw. der höchsten Konzentration kostengünstiger und effektiver ist als nach Vermischung und hoher Verdünnung mit dem übrigen Abwasser. Hier sind gezielt auf den spezifischen Stoff ausgerichtete Verfahrenstechniken anwendbar, die für einen großen Volumenstrom nach Vermischung nicht einsetzbar wären. Beispiele hierfür sind die Behandlung von Krankenhausabwässern vor der Einleitung in die Kanalisation oder die separate Behandlung von PFT zur Elimination aus Chromsäurebädern und -spülabwässern.

Im kommunalen Abwasser liegen einzelne Spurenstoffe in einem komplexen Stoffsystem vor und werden wie sämtliche Abwasserinhaltsstoffe aufgrund ihrer stoffspezifischen Eigenschaften, der vorliegenden Konzentrationen und den Bedingungen bei der Behandlung (Temperatur, pH-Wert, Milieubedingungen (anaerob, anoxisch, aerob), vorhandene Biomasse für den biologischen Abbau („Spezialisten“), Konzentration übriger Stoffe als Hintergrundmatrix) mehr oder weniger aus dem Abwasser entfernt bzw. in andere Stoffe umgesetzt. Bevorzugter Schritt ist der biologische Abbau. Nicht zu unterschätzen ist für viele gelöste Stoffe die Adsorption an suspendierte Stoffe, die zu einer Entfernung mit dem Primärschlamm in der mechanischen Stufe oder auch mit

[11.4] Dieter, H. H.: Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte – Definition und Festlegung. In: Schriftenreihe Gewässerschutz Wasser Abwasser (GWA), Bd. 217, Aachen 2009, S. 6/1-6/9

dem belebten Schlamm in der Nachklärung bzw. den Stufen zur weitergehenden Suspensaentfernung führt. Bei der konventionellen Verfahrenstechnik der kommunalen Abwasserbehandlung sind folgende Stoffeigenschaften für eine Elimination in der Kläranlage günstig:

- weitgehende biologische Abbaubarkeit
- gute Adsorption an Suspensa
- geringe Polarität
- hydrophobe Eigenschaften

Generell wirken sich folgende verfahrenstechnische Bedingungen positiv auf die Elimination von Spurenstoffen aus:

- hohes Schlammalter in der biologischen Stufe mit „spezialisierter“ Belebtschlammbiozönose für den biologischen Abbau, hohe Temperatur
- Konzentrationsgradient in der biologischen Stufe durch Kaskadierung und geringe Kreislauf- und Rücklaufschlammführung zur Unterstützung des biologischen Abbaus
- weitgehende Suspensaentnahme zur Entfernung adsorptiv gebundener Stoffe

Diese Hinweise zur Erhöhung der Spurenstoffelimination in Kläranlagen sind lediglich als generelle verfahrenstechnische Modifikationen zu verstehen und für eine gezielte Verminderung nicht geeignet. Vielmehr sind auch bei Kläranlagen nach dem Stand der Technik bei weitergehenden Anforderungen Prozessweiterungen erforderlich, die aus folgenden Verfahren bestehen können:

- chemische Oxidation in einem der biologischen Kläranlage nachgeschalteten Verfahrensschritt
- Adsorption an Aktivkohle

Aus Gründen der Rechtssicherheit und der Umlagefähigkeit von Kosten über die Abwassergebühren ist die Vorgabe von rechtsbehelfsfähigen behördlichen Anforderungen zwingende Voraussetzung zur Implementierung entsprechender Verfahren bei der Abwasserbehandlung. Hinsichtlich der Überwachungsmodalitäten sind hier aufgrund der Vielzahl dieser Spurenstoffe und des Analyseaufwandes neue Strategien bei der bisherigen behördlichen Überwachung erforderlich.

Der Fortschritt in der Analytik lässt die Liste der Spurenstoffe ständig anwachsen. Bei diesen „neuen“ Stoffen dürften möglicherweise die Mechanismen sowohl bei der Abwasserbehandlung als auch im Gewässer und bei der Trinkwasseraufbereitung noch nicht ausreichend bekannt sein und eine schnelle Bewertung sich somit als sehr schwierig darstellen. Forderungen nach einer „Null-emission“ sind in solchen Fällen allerdings auch nicht praktikabel und für die Abwasserbeseitigungspflichtigen in keiner Weise hilfreich. Auch sind Einzelstoff-bezogene Anforderungen wegen des Wissensdefizits und der zwangsläufig ständigen Erweiterung der Stoffliste nicht zielführend. Summen- oder Wirkparameter für die unterschiedlichen Spektren der Stoffe stehen allerdings nicht in praktikabler Form und in der erforderlichen Sensitivität zur Verfügung.

Zur Untersuchung der Spurenstoffelimination durch weitergehende Verfahren bei der kommunalen Abwasserreinigung im Hinblick auf eine eventuelle großtechnische Anwendung plant der Ruhrverband den Einsatz einer nachgeschalteten Oxidationsstufe mit Ozon und Adsorption mit Pulveraktivkohle als großtechnische Versuchsanlage im Parallelbetrieb mit der konventionellen Verfahrenstechnik auf der Kläranlage Schwerte. Hierzu wird in einer der beiden Straßen eine Ozonung und eine Pulverkohlezugabe eingerichtet. Die Dosierung erfolgt in einen eigenen Rezirkulationsstrom vom Ablauf in den Zulauf der Nachklärung oder des Belebungsbeckens. Eine separate Abtrennung der Pulveraktivkohle wird dadurch entbehrlich. Die Rezirkulation erfolgt antizyklisch zum Zufluss der Kläranlage in der Weise, dass das Nachklärbecken hydraulisch annähernd konstant mit dem Mischwasserzufluss (zuzüglich Rücklaufschlamm) belastet wird. Dadurch wird eine Rezirkulation und weitergehende Spurenstoffelimination lediglich in Zeiten durchgeführt, in denen der Zufluss zur Anlage geringer ist als bei Mischwasserzufluss, da ansonsten von einer Verdünnung des Abwassers auszugehen ist, die eine Behandlung aufgrund des Konzentrationsniveaus entbehrlich und ineffektiv machen würde. Inwieweit sich bei dieser Verfahrenstechnik Konzentrationschwankungen – insbesondere bei einsetzendem Mischwasserzufluss – ergeben, wie dem betrieblich entgegenzuwirken und welche gewässergütemwirtschaftliche Bedeutung dem zuzumessen wäre, soll in gezielten Untersuchungen geklärt werden. Eine finanzielle Förderung solcher Untersuchungen gemeinsam mit Partnern aus der Wissenschaft ist beantragt worden [11.5].

Mit Blick auf die Nutzung von Oberflächenwasser für die Trinkwasseraufbereitung ist zu beachten, dass auf einer kommunalen Kläranlage weder Spurenstoffe aus diffusen Quellen noch solche aus Kommunalabwasser, die bei Abschlägen aus den Kanalisationsnetzen ins Gewässer gelangen, entfernt werden können. Daher ist die Trinkwasseraufbereitung der bevorzugte und zwingend erforderliche Ort zur gezielten Elimination von Spurenstoffen, wenn sie in unzulässiger Konzentration im Rohwasser vorhanden sind und daher eine Eliminationsnotwendigkeit vorliegt. Dadurch wird die Trinkwasseraufbereitung einerseits zum „Reparaturbetrieb“ für mögliche Missstände im Gewässerschutz – eine Rolle, gegen die sich die Trinkwasserwirtschaft aus nachvollziehbaren Gründen und auch unter Hinweis auf den Gewässerschutz und seine ökologischen Aspekte verwahrt. Andererseits stellt die Aufbereitung im Wasserwerk aber den Ort dar, wo der größtmögliche Schutz vor Belastungen des Trinkwassers erreicht werden kann. Dies ist dadurch begründet, dass eine Verminderung des Stoffeintrags in die Gewässer aus allen Eintragspfaden und -quellen in der Regel nicht mit vertretbarem Aufwand geleistet werden kann. Hinzu kommt, dass es bei diffusen Quellen oder unfallbedingten Einträgen oft keine zuverlässigen Schutzmaßnahmen gibt. Wahrscheinlich ist die Trinkwasseraufbereitung nicht nur der sicherste Ort der Spurenstoffentfernung, sondern auch der wirtschaftlichste.

[11.5] Bode, H., Grünebaum, T., Klopp, R.: Bewertung der Spurenstoffsituation in der Ruhr aus der Sicht der Abwasserbeseitigung. In: Schriftenreihe Gewässerschutz Wasser Abwasser (GWA), Bd. 217, Aachen 2009, S. 11/1-11/16

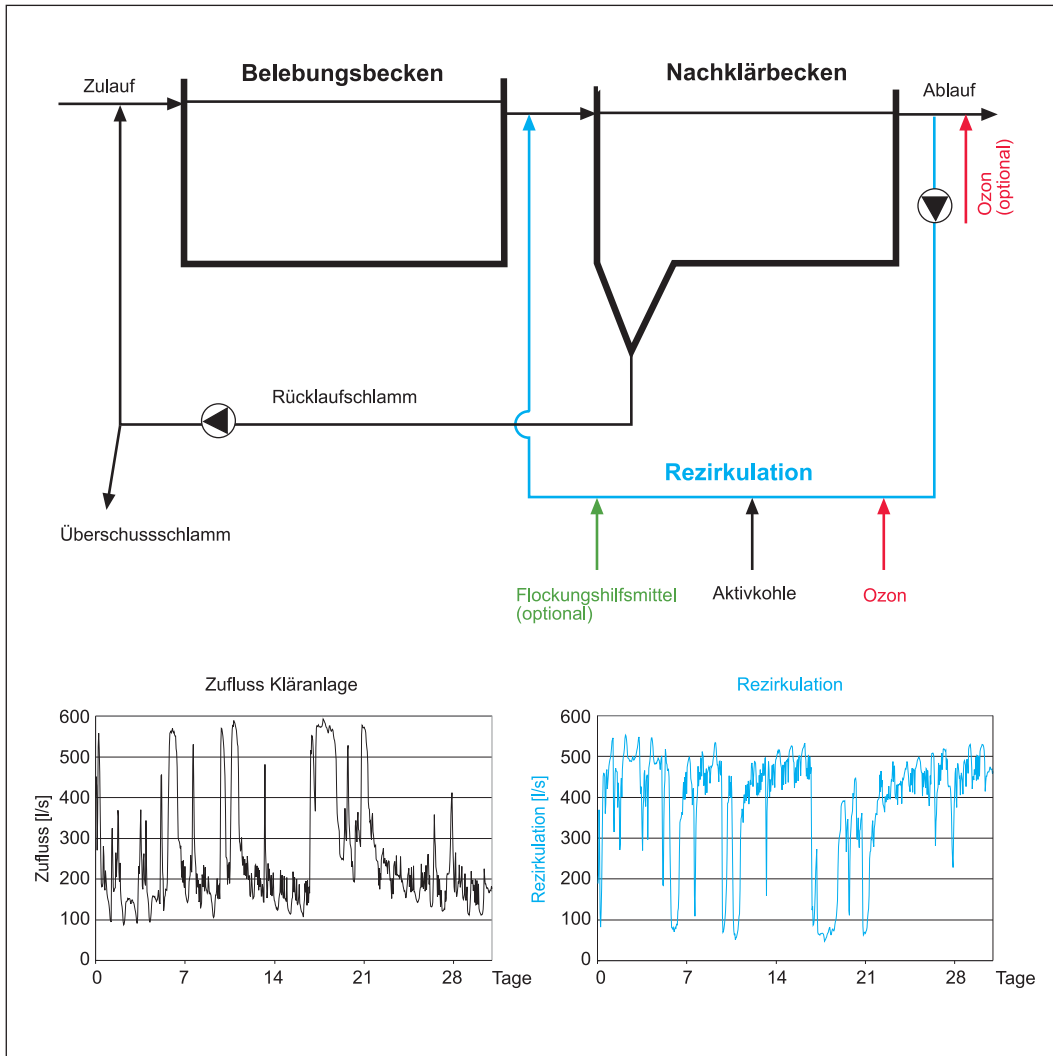


Bild 11.1: Verfahrenskonzept zur Ozonung und/oder Pulveraktivkohledosierung in den Rezirkulationsstrom der Nachklärung auf der Kläranlage Schwerte
 Fig. 11.1: Process concept of ozonation and/or dosage of powdered activated carbon to the return flow of the secondary clarifier at the Schwerte wastewater treatment plant

Die Diskussion um Spurenstoffe bedarf eines wesentlich erweiterten Kreises an teilnehmenden Fachbereichen. Eine alleinige Fokussierung auf das (Trink-)Wasser ist ebenso wenig zielführend wie die Beschränkung auf den technischen und naturwissenschaftlich-analytischen Bereich. Vielmehr sind auch Umweltmediziner, Hygieniker und nicht zuletzt Soziologen und Politiker einzubeziehen. Die notwendige Diskussion um Risiken des täglichen Lebens, ästhetisches Empfinden und eigenverantwortliches Handeln der Verbraucher im Zusammenhang mit Spurenstoffen im Gewässerkreislauf muss neben der technisch-naturwissenschaftlichen Betrachtungsweise um die gesellschaftsrelevante Fragestellung erweitert werden.

Die Diskussion ist derzeit aufgrund vieler offener Fragen aus dem ingenieur- und naturwissenschaftlichen, medizinischen, politisch-gesellschaftlichen, juristischen und organisatorischen Bereich bei weitem nicht abgeschlossen. Sie muss dringend weiter geführt

werden. Der Ruhrverband ist als Betreiber kommunaler Kläranlagen bereit, durch entsprechende Versuche und großtechnische Untersuchungen zur Beantwortung der offenen Fragen beizutragen, die in seinem Bereich abgeklärt werden können. Damit wird sichergestellt, dass vermehrt belastbare Kenntnisse über Kosten, Wirkungsgrade und Risiken unterschiedlicher Verfahren vorliegen.

12 Die PFT-Situation im Jahr 2008

Die intensive Untersuchungstätigkeit auf Perfluorierte Tenside wurde im Jahr 2008 fortgeführt mit dem Ziel, die zeitliche Entwicklung von Emission und Immission zu dokumentieren. Seit Mai dieses Jahres sind neben PFOA und PFOS auch kürzerkettige PFT analytisch fassbar, so dass eine Bestandsaufnahme für diese Stoffe möglich ist.

Entwicklung der Belastungssituation

Möhnefluss und Möhnetalsperre

Wie Bild 12.1 vermittelt, hat das Konzentrationsniveau für die Summe von PFOA und PFOS an der Messstelle Pegel Völlinghausen oberhalb der Möhnetalsperre im Jahr 2008 gegenüber dem Vorjahr tendenziell abgenommen, was nicht zuletzt auf das Ausbleiben von Starkregenereignissen zurückzuführen ist. Die Tagesfrachten erreichten im Regenwetterfall Werte bis 92 g, was nur knapp 10% der Maximalfracht vor der Sanierung ist. Gegen Jahresende 2008 wurden die PFT-Emissionen aus einer kontaminierten Fläche bei Rütthen durch Auskoffierung gestoppt, wodurch sich die Einträge in die Talsperre weiter verringerten. Im Vorbecken der Möhnetalsperre wurden keine Konzentrationen über 130 ng/l mehr gemessen (Bild 12.2). Auch im Hauptbecken vor der Mauer betrug das Maximum nur 133 ng/l. Im Mittel lag die Belastung etwa bei 100 ng/l, dem Zielwert für Trinkwasser (Bild 12.3).

Ruhr

Neben den PFT-Einträgen über die Möhne wird die Ruhr auch über kontaminierte Flächen im Einzugsgebiet der Nebengewässer Elpe und Nierbach (obere Ruhr) belastet. Bild 12.4 stellt die Frachten in der Ruhr oberhalb des Möhnezufusses in Abhängigkeit vom Abfluss für die Zeitspanne Mai 2006 bis Dezember 2007 und für das Jahr 2008 dar. Die unterschiedliche Steigung der Ausgleichsgeraden macht deutlich, dass die niederschlagsbedingten Austräge von PFT rückläufig sind, was ein allmähliches Ausbluten der kontaminierten Flächen anzeigt.

In der Ruhr bei Echthausen, also unterhalb der Möhнемündung, blieben die PFT-Konzentrationen (PFOA + PFOS) ganzjährig deutlich unter 100 ng/l (Bild 12.5). Eine Steuerung der Wasserabgaben aus den Talsperren Möhne, Henne und Sorpe zur Konzentrationsminimierung, wie dies nach dem Aufdecken des PFT-Skandals erfolgte, war also nicht mehr erforderlich. Der Betrieb dieser Talsperren erfolgte wieder ausschließlich im Hinblick auf die Sicherstellung von Mindestabflüssen und zum Hochwasserschutz.

Dem Konzentrationsverlauf an der Probenahmestelle mit der höchsten Untersuchungsdichte, nämlich Essen-Rellinghausen (Zornige Ameise), ist zu entnehmen, dass nur im Sommer 100 ng/l zeitweise überschritten wurden (Bild 12.6). Jedoch wurden hier lediglich maximal 127 ng/l gemessen, eine Konzentration weit

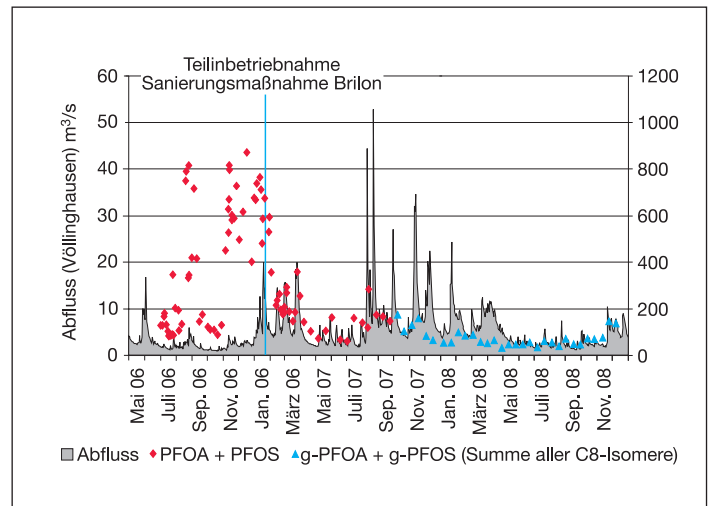


Bild 12.1: Konzentrationen an PFOA + PFOS und Abflüsse (Tagesmittel) der Möhne unterhalb Pegel Völlinghausen

Fig. 12.1: Concentrations of PFOA + PFOS and average daily stream flows of the Moehne River downstream of the gauging station at Voellinghausen

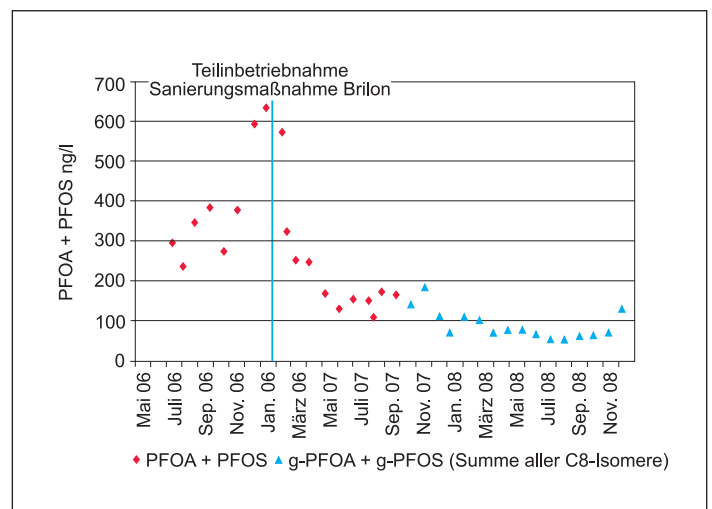


Bild 12.2: Konzentrationen an PFOA + PFOS im Möhnevorbecken

Fig. 12.2: Concentrations of PFOA + PFOS in Moehne pre-reservoir

unter dem PFT-Leitwert der Trinkwasserkommission für die lebenslang duldbare Aufnahme von 300 ng/l. Dennoch weist die Grafik, wie schon im Vorjahr, auf einen Konzentrationsanstieg in Trockenwetterphasen hin.

Die vierwöchentlichen Probenahmen im Rahmen der Ruhrlängsuntersuchungen an zwölf Stellen verdeutlichen, dass nach Einmündung der Möhne die PFT-Konzentrationen in der Ruhr entlang ihres Fließwegs im Median weitgehend konstant sind (Bild 12.7).

Betrachtet man die Einzelkomponenten PFOA und PFOS an der Probenahmestelle Essen-Rellinghausen, so dominiert im Jahresmittel die PFOS-Konzentration mit 36 ng/l gegenüber PFOA mit 18 ng/l. Die Auftragung der Quotienten PFOA/PFOS offenbart

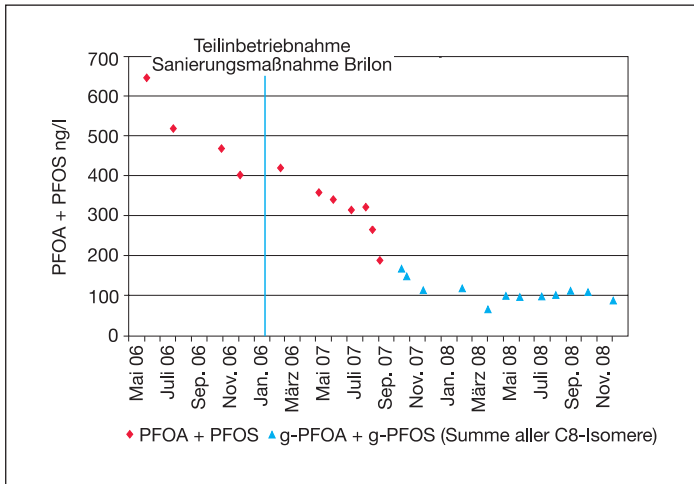


Bild 12.3: Konzentrationen an PFOA + PFOS in der Moehtalsperre vor Mauer (Mittelwert aus Tiefenprofil)
 Fig. 12.3: Concentrations of PFOA + PFOS in the Moehtalsperre in front of dam wall (average from depth profile)

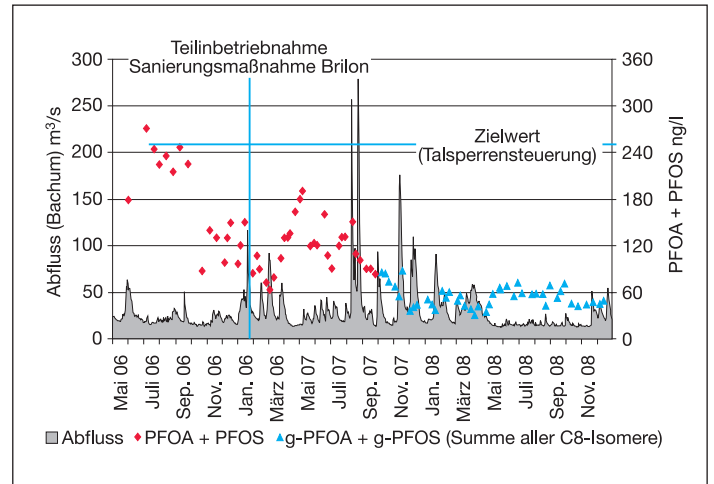


Bild 12.5: Konzentrationen an PFOA + PFOS und Abflüsse (Tagesmittel) der Ruhr unterhalb des Moehtalsperre
 Fig. 12.5: Concentrations of PFOA + PFOS and average daily flow rates of the Ruhr River downstream of the Moehtalsperre inflow

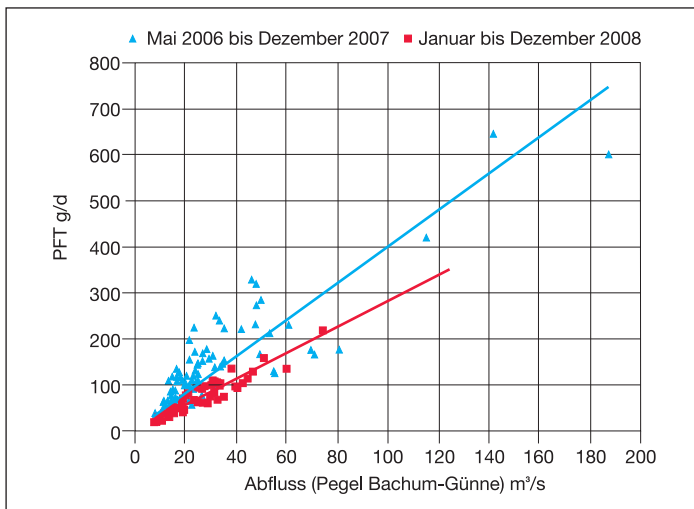


Bild 12.4: Fracht-Abfluss-Beziehung für PFOA + PFOS in der Ruhr oberhalb Moehtalsperre, Mai 2006 bis Dezember 2007 und Januar bis Dezember 2008
 Fig. 12.4: Load-runoff relationship for PFT-loads (PFOA + PFOS) in the Ruhr River upstream of the Moehtalsperre inflow, May 2006 till December 2007 and January till December 2008

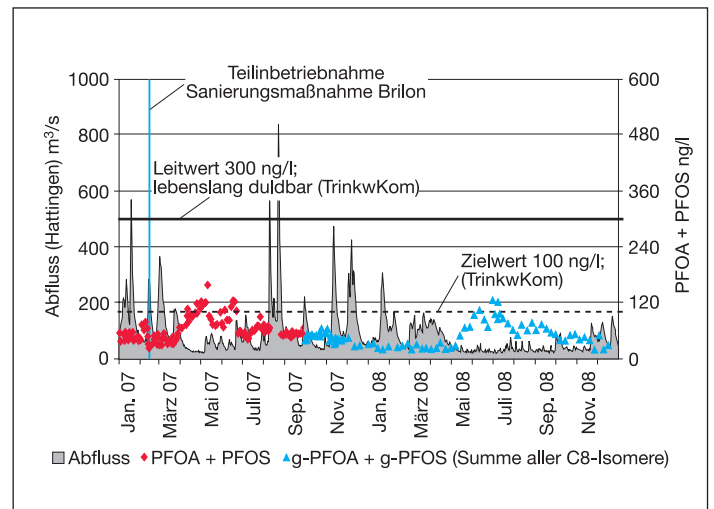


Bild 12.6: Konzentrationen an PFOA + PFOS und Abflüsse (Tagesmittel) der Ruhr bei Essen
 Fig. 12.6: Concentrations of PFOA + PFOS and average daily flow rates of the Ruhr River at Essen

die erwartete Abhängigkeit vom Abfluss (Bild 12.8). Die PFOS-Emissionen stammen überwiegend aus Punktquellen und unterliegen über das Jahr betrachtet nur geringen Schwankungen, wohingegen PFOA in der Regel den Hauptbestandteil der PFT-kontaminierten Flächen darstellt, welcher erst bei Niederschlagsereignissen mobilisiert wird. Die Streuung der PFOA/PFOS-Quotienten um die Ausgleichsgerade ist vergleichsweise groß, was daran liegt, dass die PFOA-Frachten aus dem Moehtalsperreinzugsgebiet bei Niederschlägen nicht zeitnah in die Ruhr gelangen, sondern in der Talsperre (mittlere rechnerische Aufenthaltszeit: ca. sieben Monate) zunächst zwischengespeichert werden, von wo sie dann gemäß dem Regime der Talsperrensteuerung in die Ruhr gelangen.

Bilanzierung der PFT-Belastung im Ruhreinzugsgebiet

Für das Jahr 2007 wurde, bezogen auf die Ruhrmündung, eine mittlere Tagesfracht von 513 g errechnet, wobei rund 64% ihren Ursprung in Ausschwemmungen aus kontaminierten Flächen hatte (Bild 12.9). Dieses Ergebnis ist wesentlich dadurch geprägt, dass die Moehtalsperre 2007 noch vergleichsweise stark belastet war (Bild 12.3). Im Berichtsjahr 2008 hingegen blieb die Konzentration in der Talsperre weitgehend konstant auf niedrigem Niveau und entsprach im Mittel etwa der Konzentration im Moehtalvorbecken (Bild 12.2). Insofern war eine signifikante Frachtabnahme gegenüber dem Vorjahr zu erwarten. Für 2008 errechnet sich eine

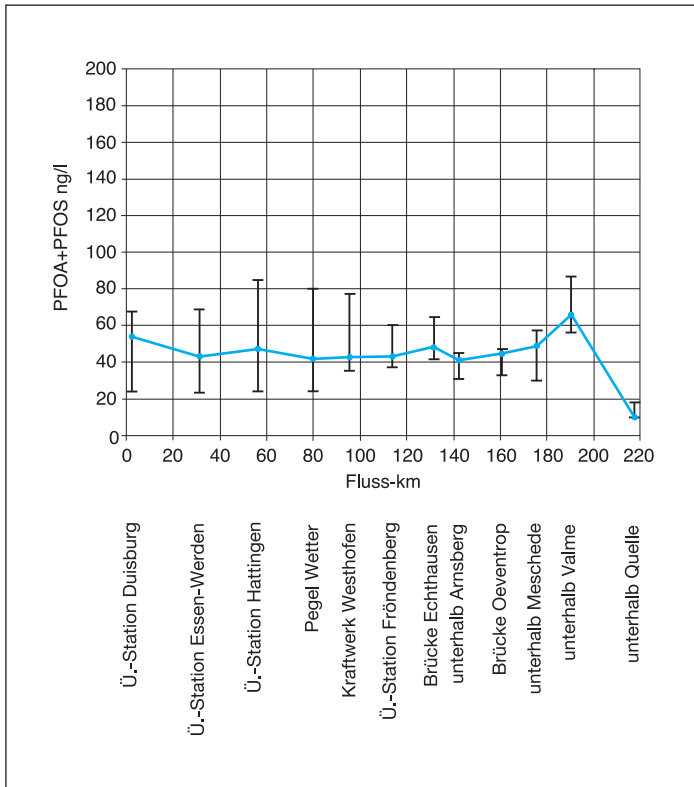


Bild 12.7: 10-, 50- und 90-Perzentile der PFT-Konzentrationen (PFOA + PFOS) im Fließverlauf der Ruhr, Januar bis Dezember 2008

Fig. 12.7: 10-, 50-, and 90-percentile of PFT-concentrations (PFOA + PFOS) along the stream course of the Ruhr River, January till December 2008

mittlere Tagesfracht an der Ruhrmündung von nur noch 286 g. Der Rückgang beträgt also 44 %, d. h. es ist nahezu eine Halbierung der Fracht eingetreten (Bild 12.9). Ursache ist fast ausschließlich die Abnahme der PFT-Einträge aus diffusen Quellen auf ein Drittel des Vorjahreswerts. Hingegen haben die Einträge über die kommunalen Kläranlagen, die im Wesentlichen auf gewerblich-industrielle Emissionen zurückgehen, kaum abgenommen. Diese produktionsbedingten Belastungen sind für knapp die Hälfte der PFT-Fracht an der Ruhrmündung verantwortlich. Der gestiegene Anteil der gewerblich-industriellen PFT-Emission kommt auch im Verhältnis der Komponenten PFOA zu PFOS zum Ausdruck. Während dieses im Jahr 2007 noch bei 1,19:1 lag, verschob es sich in 2008 auf 0,55:1, weil die PFOA-Einträge aus diffusen Quellen (kontaminierte Flächen) deutlich zurückgegangen sind.

Das Ergebnis der Frachtbilanz 2008 im Vergleich mit derjenigen für das Jahr 2007 ist hinsichtlich des nur sehr geringen Rückgangs der PFT-Frachten aus Gewerbe und Industrie von rund 3 % kritisch zu hinterfragen, weil seit Aufdeckung des PFT-Skandals im Mai 2006 intensive Bemühungen der Behörden stattgefunden haben, die Emissionen aus Betrieben nachhaltig zu vermindern.

Zur Erfassung der Frachten aus den Kläranlagen wurden die 24 am stärksten belasteten Anlagen im Jahr 2008 bis zu 40-mal auf der Basis von 24-Stunden-Mischproben untersucht. In Bild 12.10

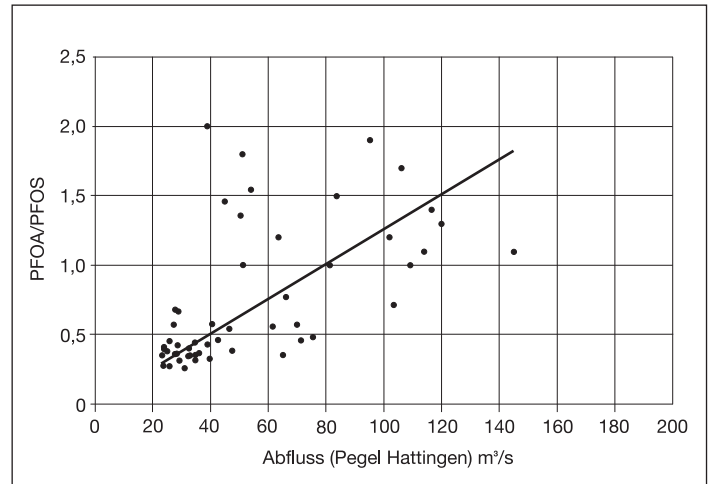


Bild 12.8: Relation von PFOA zu PFOS in der Ruhr bei Essen-Rellinghausen im Jahr 2008

Fig. 12.8: PFOA to PFOS-ratio in the Ruhr River at Essen-Rellinghausen in the year 2008

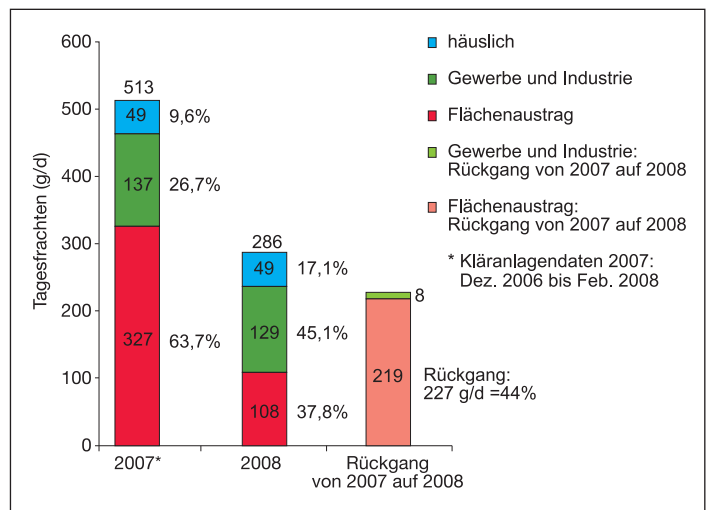


Bild 12.9: Herkunft der durchschnittlichen Tagesfrachten für PFT (PFOA + PFOS) in der Ruhr an der Mündung unter Berücksichtigung der Speicheränderung der Möhnetalsperre und des Entzuges in den Jahren 2007 und 2008

Fig. 12.9: Source of average daily PFT-loads (PFOA + PFOS) at the river mouth, under consideration of the modified storage regime of the Moehne reservoir in the years 2007 and 2008

sind exemplarisch für fünf Anlagen Mittelwerte und Spannweiten der emittierten Tagesfrachten dargestellt. Hier fällt die vergleichsweise große Spannweite (Faktor 4 bis 8) auf, d. h. die gewerblich-industriellen Emissionen unterliegen beträchtlichen Schwankungen, und eine verlässliche Abschätzung der Jahresfracht erfordert daher eine Vielzahl von Messungen und ist mit dem vorliegenden Datenumfang nur eingeschränkt möglich.

Kurzketttige PFC

Neben den C-8-Verbindungen PFOA und PFOS konnten ab Mai 2008 auch kurzketttige perfluorierte Verbindungen (PFC), d. h.

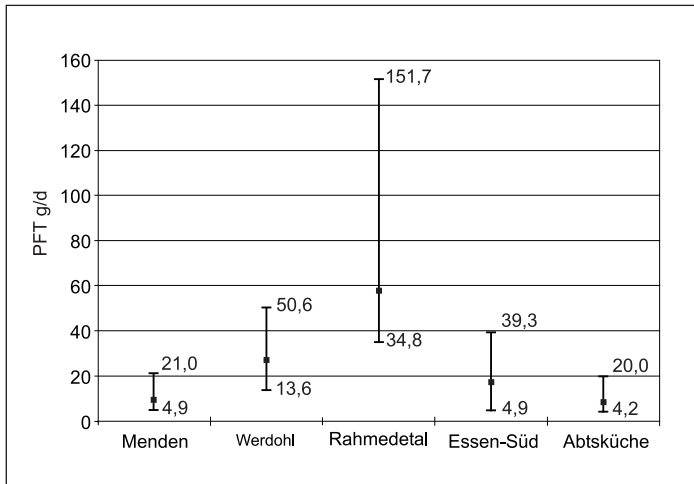


Bild 12.10: Minimum, Mittelwert und Maximum der PFT-Tagesfrachten (PFOA + PFOS) in ausgewählten Kläranlagenabläufen im Jahr 2008

Fig. 12.10: Minimum, mean and maximum daily PFT-loads (PFOA + PFOS) in the effluents of selected waste water treatment plants in the year 2008

C-4-, C-5-, C-6- und C-7-Verbindungen, analysiert werden. Diese kurzketigen PFC gelten zwar für den Menschen als weniger kritisch, sie sind jedoch ebenso persistent wie PFOA und PFOS und daher in der aquatischen Umwelt unerwünscht.

Diese kurzketigen Verbindungen sorgen mit einem knapp 50%-igen Anteil auch dafür, dass in der Ruhr bei Essen der durchschnittliche Wert für die Summe aller analysierten perfluorierter Verbindungen 128 ng/l beträgt. Die dominierende kurzketige Komponente stellt hier die Perfluorbutansulfonsäure (PFBS) mit einer mittleren Konzentration von 33 ng/l dar. Dieser Stoff kommt wie PFOS in der Metallbe- und -verarbeitung zum Einsatz.

Fazit

Als Folge von Sanierungsmaßnahmen an kontaminierten Flächen und deren allmählichem Ausbluten hat die PFT-Belastung (PFOA + PFOS) von Möhne und Ruhr weiter abgenommen. In der Ruhr bei Essen wird der Zielwert für Trinkwasser von 100 ng/l nur noch bei Trockenwetter leicht überschritten. Die durchschnittliche Tagesfracht für PFT (PFOA + PFOS) an der Ruhrmündung hat sich gegenüber dem Vorjahr fast halbiert.

Der Rückgang der gewerblich-industriellen PFT-Emissionen (im Wesentlichen PFOS) ist noch vergleichsweise gering. Die behördlichen Anstrengungen zur Substitution bzw. zur Vorbehandlung müssen fortgeführt werden.

13 *Elodea*-Vorkommen in den Ruhrstauseen

Im Jahr 2000 trat im Harkortsee die Wasserpflanzenart *Elodea nuttallii* erstmals massenhaft in flächigen Beständen auf, die bis zur Oberfläche reichten. Im darauffolgenden Jahr wurde sie ebenfalls in hoher Dichte im Hengsteysee und Kemnader See nachgewiesen. Als Ursache hierfür ist die Optimierung der Reinigungsleistungen der Kläranlagen zu sehen, die zu einem Rückgang der Nährstoffkonzentrationen und zu einem damit verbundenen Verschwinden ausgeprägter Algenblüten führten. Hierdurch wurden geeignete Bedingungen für das Aufkommen von Wasserpflanzen, den so genannten „Makrophyten“, geschaffen. Bild 13.1 gibt einen fotografischen Eindruck der Massenbestände am Beispiel des Harkortsees im Sommer 2004.



Bild 13.1: Makrophytenmassenentwicklung im Harkortsee 2004

Fig. 13.1: Macrophyte mass development in Lake Harkort in 2004

Das Ausmaß der Probleme vorausahnend, die die Massenentwicklung der *Elodea* für die Nutzung bedeuten kann, beantragte der Ruhrverband daher bereits im Jahr 2003 beim Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW (MUNLV) ein dreijähriges Forschungsvorhaben zur Untersuchung der Faktoren, die ein solches massenhaftes Auftreten von Makrophyten begünstigen, und zur Analyse möglicher Gegenmaßnahmen. Nach Abschluss des Projekts und Erstellung eines umfangreichen Abschlussberichts sollen im Folgenden die wichtigsten Ergebnisse, soweit sie nicht schon vorab in früheren Ruhrgüteberichten veröffentlicht wurden [13.1], [13.2], [13.3], [13.4], [13.5], [13.6], erläutert werden. Ergänzend sind die Ergebnisse zum *Elodea*-Vorkommen aus dem Jahr 2008 mit dargestellt. Der vollständige Projekt-Abschlussbericht zum Untersuchungszeitraum 2004 bis 2007 steht unter http://www.ruhrverband.de/ruhrverband_de/html/elodea/elodea_abschlussbericht.pdf zur Verfügung.

Einführung

Massenentwicklungen von Wasserpflanzen sind prinzipiell ein natürliches Phänomen, das in der Natur als Folge der Pionierbesiedlung neu entstandener Biotope auftreten kann. Auch in einigen der Ruhrstauseen zeigten sich kurz nach ihrem Aufstau in der Mitte des 20. Jahrhunderts die ersten Massenentwicklungen von Wasserpflanzen, jedoch nicht von *Elodea nuttallii*, sondern von heimischen Arten [13.3].

Im Vergleich zu den Massenvorkommen dieser heimischen Arten stellt das Aufkommen von *Elodea nuttallii*, einer aus Nordamerika neu eingewanderten Pflanzenart, jedoch ein anders geartetes Problem dar: Invasive Arten, d. h. Arten, die sich bei ihrer Einwanderung sehr schnell ausbreiten können und dabei hohe Dichten erreichen, sind in ihrem Ausbreitungsverhalten nur schwer einschätzbar. In der Regel fehlen auf diese Art spezialisierte Schädlinge oder Fraßfeinde, welche die Entwicklung eindämmen können. Die Reaktion der neu eingewanderten Art auf die sie umgebenden Lebensraumbedingungen, die sich in der Regel zumindest graduell von den Bedingungen an ihrem Ursprungsort unterscheiden, sind kaum zu prognostizieren. Massenbestände in der Goitsche, einem extrem nährstoffarmen Tagebausee in Sachsen-Anhalt, aber auch in einem durch sehr kalkhaltiges Quellwasser gespeisten neugeschaffenen Altgewässer der Altmühl sind weitere Beispiele für das unerwartete massenhafte Auftreten von *Elodea* unter Bedingungen, die sich bezüglich Naturraum, Gewässerform und Wasserqualität sehr stark unterscheiden. In den Ruhrstauseen ermöglichte es erst die deutliche Verbesserung der Wasserqualität, dass Makrophytenarten sich überhaupt ansiedeln konnten.

Mäßig nährstoffreiche Flachseen wie die Ruhrstauseen können in zwei ökologischen Zuständen vorkommen: dem Phytoplankton-dominierten und dem Makrophyten-dominierten Zustand. Zwischen diesen beiden Zuständen können solche Seen in Abhängigkeit von der Wetterlage jährlich wechseln. Bei den Ruhrstauseen als durchflossenen Seen spielt zudem die Abflusssituation der Ruhr eine wichtige Rolle bei der Entscheidung, welche der beiden Zustände sich für ein Jahr einstellt. So war das Jahr 2006 durch für *Elodea* ungünstige Abfluss- und Lichtverhältnisse im Frühjahr und damit fehlende Makrophytenmassenentwicklungen gekennzeichnet. Die Jahre davor und danach waren dagegen für das Wachstum von *Elodea* förderlich, und es bildeten sich ausgedehnte Pflanzenbestände, die große Teile der Seeflächen einnahmen [13.6].

Diese ökologisch als positiv zu bewertende Entwicklung führt jedoch zu Konflikten mit den Nutzern der Seen; Ruderer, Kanuten, Segler und Surfer werden durch die dichten, bis zur Wasseroberfläche reichenden Bestände bei ihren Freizeitaktivitäten in den Sommermonaten deutlich eingeschränkt.

Waren bis 2007 „nur“ die oberen drei Ruhrstauseen Hengsteysee, Harkortsee und Kemnader See von den *Elodea*-Massenentwicklungen betroffen, bildete diese Art 2008 erstmals auch im Baldeneysee in mehreren Abschnitten ausgedehnte Bestände, die den

Wassersport dort einschränkten. Und auch im Kettwiger Stausee zeigten sich 2008 erstmals Pflanzenpolster dieser Art und belegen die kontinuierliche Eroberung neuer Lebensräume durch *Elodea nuttallii* ruhrabwärts.

Bestandsentwicklung

In Bild 13.2 ist ein typischer Jahresverlauf der Makrophyten-Bestandsentwicklung am Beispiel eines Querschnitts durch den Hengsteysee im Jahr 2005 dargestellt (Kartierungsabschnitt [Transekt] vom rechten Seeufer bis zur Seemitte). Deutlich erkennbar ist das ehemalige Ruhrbett in der Nähe des rechten Ufers. Dieses ist deutlich tiefer als die anderen Bereiche des Stausees.

Noch im April finden sich im Querschnittsprofil nur wenige kurze Fragmente und Reste von *Elodea nuttallii*. Diese sind im gesamten Querschnitt präsent. Zu dieser frühen Zeit im Jahr dominieren jedoch wintergrüne, niederwüchsige Arten wie z. B. die Armleuchteralge *Nitella mucronata*. Mit zunehmender Bestandsentwicklung werden diese Pflanzen von *Elodea nuttallii* immer weiter zurückgedrängt und spielen ab Juli, wenn *Elodea* – außer im ehemaligen Ruhrbett – die Wasseroberfläche erreicht hat, mengenmäßig keine Rolle mehr. Diese Massenentwicklung hat dann Bestand, bis – zumeist erst ab Dezember – erhöhte Abflüsse der Ruhr die Bestände zusammenbrechen lassen und sich eine Situation wie im zeitigen Frühjahr einstellt.

Bei Betrachtung der gesamten Seeflächen zeigt sich, dass im Harkort-, Hengstey- und auch Kemnader See die Makrophytenbestände in ihrer maximalen Ausdehnung über 50% der Fläche einnehmen können. 2008 bedeckten die *Elodea*-Bestände erstmals auch im Baldeneysee eine Fläche von ca. 0,35 km², was mehr als 13% der Seefläche entspricht (Bild 13.3).

Auswirkung auf Freizeitnutzung

Nach dem Rückgang der Bedeutung der Flussstauseen zur Reinigung des Ruhrwassers wuchs ihre Bedeutung für die Naherholung des angrenzenden dicht besiedelten Ruhrgebiets stetig an (Bild 13.4). Speziell die Anlage des Kemnader Sees spiegelt diese Ent-

[13.1] Ruhrverband: Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen. In: Ruhrgütebericht 2001, Essen, S. 91-97

[13.2] Ruhrverband: Plankton- und Makrophytenuntersuchungen in der Ruhr – Makrophyten. In: Ruhrgütebericht 2003, Essen, S. 42-44

[13.3] Ruhrverband: Makrophyten in den Ruhrstauseen – Vergangenheit und Gegenwart. In: Ruhrgütebericht 2004, Essen, S. 80-85

[13.4] Ruhrverband: *Elodea*-Vorkommen in den Ruhrstauseen. In: Ruhrgütebericht 2005, Essen, S. 69-74

[13.5] Ruhrverband: *Elodea*-Vorkommen in den Ruhrstauseen im Jahr 2006. In: Ruhrgütebericht 2006, Essen, S. 72-76

[13.6] Ruhrverband: *Elodea*-Vorkommen in den Ruhrstauseen im Jahr 2007. In: Ruhrgütebericht 2007, Essen, S. 90-94

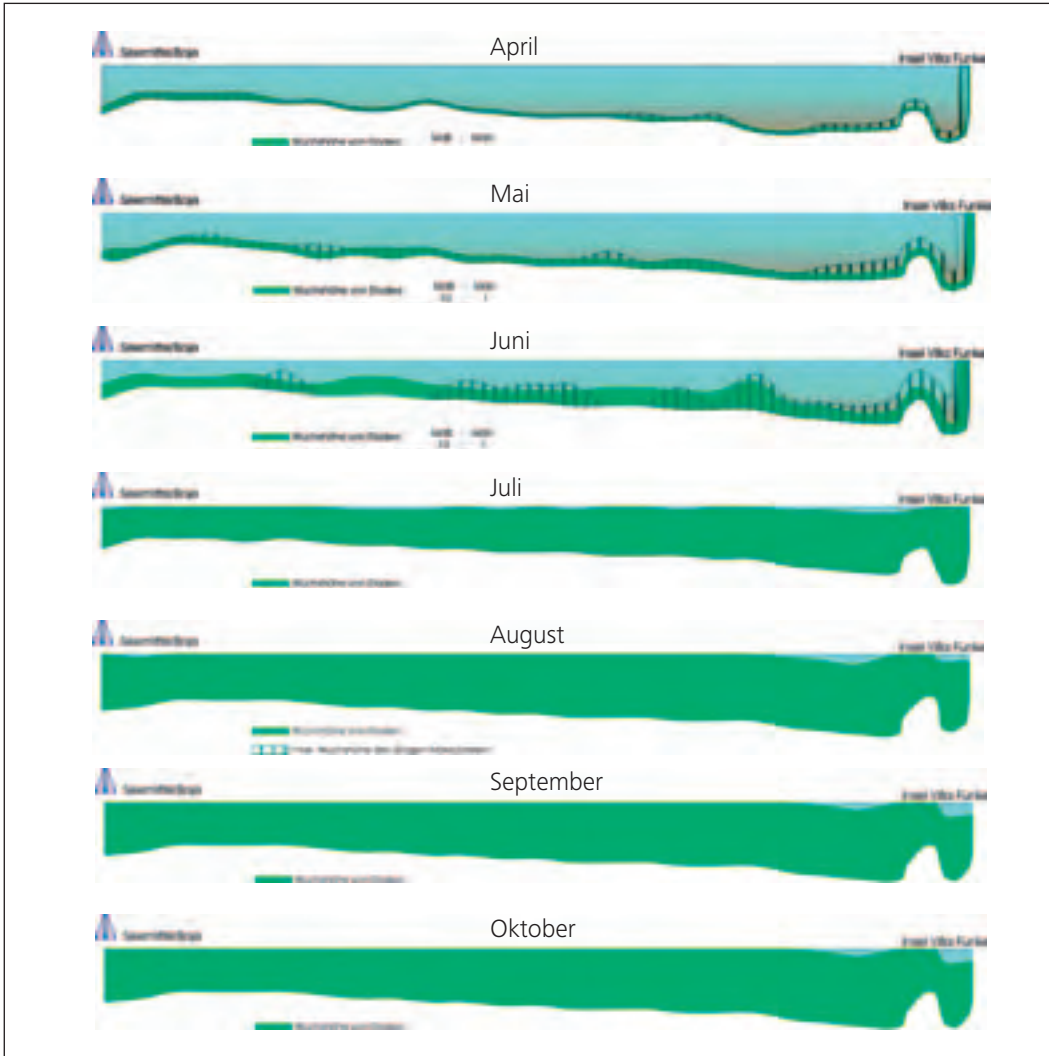


Bild 13.2: Ergebnisse der Transektkartierung im Hengsteysee im Jahr 2005 (grün: Wuchshöhe von *Elodea nuttallii*, schraffiert: Wuchshöhe anderer Makrophytenarten)

Fig. 13.2: Results of transect mapping in Lake Hengstey carried out in 2005 (green plot: growth level of *Elodea nuttallii*, hatched plot: growth level of other macrophyte species)



Bild 13.3: Makrophytenbestände 2008 im Baldeneysee (Luftbildauswertung der Überfliegung am 18. September 2008)

Fig. 13.3: Macrophyte stock in Lake Baldeney in 2008 (aerial photo analysis from September 18, 2008)

wicklung in der Region wider. Auf den Seen sind ca. 50 verschiedene Yacht-, Segel-, Ruder-, Kanu- und sonstige Wassersportvereine aktiv; Ruder-, Paddel-, Tret- und Elektroboote können ausgeliehen werden. Die Fahrgastschiffe der „Weißen Flotte“ sind ein wichtiger Beitrag zur Personenschifffahrt auf der Ruhr. Der Baldeneysee ist Landes-Leistungstützpunkt der Kanuten und Ruderer, hier werden internationale Regatten und Turniere ausgerichtet.

Makrophytenmassenentwicklungen, wie sie seit 2000 im Harkortsee, Hengsteysee und Kemnader See und seit 2008 auch im Baldeneysee auftreten, gefährden diese Nutzungen. Bereits ab Juni können die wachsenden Wasserpflanzenbestände Segelboote mit größerem Tiefgang in ihrem Fahrverhalten beeinflussen, ab Juli erreichen die Wasserpflanzenbestände in der Regel die Wasseroberfläche. Dann wird das Segeln und Rudern in den stark verkrauteten Bereichen unmöglich. Einzelne Regatten mussten bereits abgesagt werden, da die Regattastrecken nicht frei passierbar waren. Finanzielle Einbußen entstehen bei Vereinen und Betreibern, da Schiffseigentümer ihre Boote zu anderen Gewässern ohne Makrophytenproblematik umsetzen. Der Umsatz für Leihbootbetreiber geht ebenfalls zurück, weil die Seen entweder nur



Bild 13.4: Essener Segelwochen auf dem Baldeneysee
Fig. 13.4: Essen sailing event on Lake Baldeney

teilweise befahren werden können bzw. Touristen die Pflanzenteppiche als unattraktiv empfinden und auf Bootsfahrten verzichten. Gleiches kann sich auch auf die Nutzung der Fahrgastschiffe auswirken.

Neben Massenentwicklungen von *Elodea* in den Ruhrstauseen war 2008 auch die Listertalsperre wieder in den Uferbereichen stark verkräutet (Bild 13.5). Dies beeinträchtigte vor allem den Badebetrieb erheblich und es wurde zeitweise aus Vorsorge ein Badeverbot ausgesprochen.



Bild 13.5: *Elodea*-Entnahme am Badestrandbereich der Listertalsperre im Sommer 2008
Fig. 13.5: Removal of *Elodea* on the beach of the Lister reservoir in summer 2008

Methoden der Bestandskontrolle

Auch wenn aus ökologischen Gründen eine Kontrolle der *Elodea*-Bestände nicht notwendig erscheint, so machen doch die deutlichen Einschränkungen der Wassersportnutzung und die Probleme bei der Wasserkraftgewinnung Maßnahmen zur Bestandskontrolle notwendig. Bild 13.6 zeigt exemplarisch die Situation im Sommer



Bild 13.6: *Elodea*-Massenentwicklung behindert die Wassersportnutzung – Luftbild der Yachtschule Harkortsee
Fig. 13.6: Mass development of *Elodea* can become a nuisance for water sports – aerial view of the sailing school at Lake Harkort

2001 am Harkortsee. Deutlich wird hier, dass die Liegeplätze der Sportboote und ein breiter Streifen entlang der Uferlinie völlig verkräutet sind, so dass ein Passieren nur noch für stark motorisierte Boote möglich ist.

Tabelle 13.1 stellt mögliche Maßnahmen zur Reduktion von Makrophytenbeständen zusammen, die im Folgenden näher erläutert werden.

Tabelle 13.1: Zusammenstellung von hydraulischen, physikochemischen, mechanischen und biologischen Maßnahmen zur Reduktion von Makrophytenbeständen
Table 13.1: Range of hydraulic, physico-chemical, mechanical, and biological measures considered appropriate to reduce macrophyte development

Maßnahmen zur Makrophyten Reduktion
• Pestizideinsatz
• Ablassen der Seen und Ausfrieren
• Vertiefung der Seen durch Sedimententnahme
• Erhöhung der Phytoplanktondichte durch P-Zufuhr (Trübung)
• Erhöhung der Trübung durch gründelnde Schuppenkarpfen
• Abdecken der Pflanzenbestände mit schwarzer Folie
• Hydraulischer Stress durch Hochwasser
• Biomanipulation (Herbivorie)
• Mahd

Pestizideinsatz

Gemäß § 6 Abs. 2 Satz 2 PflSchG ist in Deutschland der Einsatz von Pestiziden zur Reduktion von Makrophytenbeständen nicht zulässig. In Ländern ohne dieses Verbot werden Total-Herbizide wie Dichlobenil oder Terbutryn eingesetzt, die außer *Elodea*

nuttallii auch alle anderen Makrophyten schädigen. Ein ausschließlich gegen *Elodea nuttallii* wirkendes Herbizid ist nicht bekannt.

Außer durch das gesetzliche Verbot ist auch aus zwei weiteren Gründen der Herbizideinsatz für die Ruhrstauseen zu verwerfen: Die Ruhr dient der Trinkwasserversorgung von fast fünf Mio. Menschen. Eine bewusste Kontamination des Wassers mit Herbiziden würde die Einhaltung der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung für Pflanzenbehandlungsmittel gefährden und ist daher zu unterlassen.

Da die Ruhrstauseen durchflossene Systeme darstellen, würden in den Stauseen eingesetzte Herbizide ausgespült und auch das Gewässer unterhalb belasten. Dies widerspricht dem Verschlechterungsverbot des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG).

Ablassen der Seen und Ausfrieren

Die winterliche Absenkung des Wasserspiegels unter die maximale Verbreitungstiefe von *Elodea nuttallii* ist eine Methode, die im Ruhrverbandsgebiet an der Listertalsperre bereits einige Male mit Erfolg angewendet wurde. Ein erneutes Absenken der Listertalsperre im Winter 2008/2009 schädigte jedoch, trotz strengen Dauerfrosts, die am Ufer trocken gefallen *Elodea*-Bestände nur geringfügig. Es verblieben trotz mehr als einmonatigen Ausfrierens immer noch viele grüne Pflanzen, deren Zellen keine Frost- und Trocknungsschäden aufwiesen (Bild 13.7) und zurückgeführt ins Wasser wieder neue grüne Knospen ausbildeten (Bild 13.8).

Die Ruhrstauseen liegen im Vergleich zu der Listertalsperre in geringerer Höhenlage mit weniger Frosttagen im Winter. Damit ist die Wahrscheinlichkeit für das Erreichen vergleichbarer Temperaturbedingungen wie im Sauerland deutlich verringert. Zudem führt, wie an der Listertalsperre gezeigt, selbst strenger Frost nicht gesichert zu dem gewünschten Erfolg.



Bild 13.7: Ufer der Listertalsperre mit trocken gefallen *Elodea*-Beständen bei abgesenktem Wasserspiegel im Januar 2009. Detailansicht: abgestorbene helle Bestände mit dazwischen vitalen, grün gefärbten Pflanzen, aus denen eine Neubesiedlung erfolgen kann

Fig. 13.7: Dried *Elodea* at the shore of the Lister reservoir during a period of lowered water level in January 2009. Detail view: dead whitish plant material and in-between green pigmented vital plants, being able to recolonize the area



Bild 13.8: März 2009: Austreibende *Elodea*-Knospe aus dem trocken gefallen und Frost ausgesetzten Makrophytenbestand der Listertalsperre nach Wiedereinstau

Fig. 13.8: March 2009: New *Elodea* buds developing from the completely dry and frozen Macrophyte stocks in the Lister reservoir, after raising of the water level

Bei den Ruhrstauseen handelt es sich zudem um Flachseen, die, wie z. B. in Bild 13.2 zu sehen, auf der gesamten Fläche mit *Elodea nuttallii* bewachsen sind. Ein Ablassen bis unter die Verbreitungstiefe ist damit nicht möglich, da *Elodea* selbst das tiefer gelegene alte Ruhrbett besiedelt. Auch bei vollständigem Ablassen der Seen – unter Vernachlässigung der technischen Probleme z. B. für den Betrieb des Pumpspeicherwerks Koepchenwerk am Hengsteysee – würden im alten Ruhrbett *Elodea*-Pflanzen verbleiben und von dort aus eine schnelle Wiederbesiedlung nach erneutem Einstau ermöglichen.



Bei der Maßnahmenoption, die Ruhrstauseen abzulassen, müssen zudem Artenschutzaspekte mit berücksichtigt werden. Ist bei der Listertalsperre auf Grund der steilen Uferneigung nur ein schmaler Ufersaum von der Wasserspiegelabsenkung betroffen, würde durch das Ablassen eines Flusstausees dessen gesamter Boden trocken fallen, was zum Absterben der dort lebenden Organismen – auch Großmuscheln und Krebse – führen würde.

Vertiefung der Seen durch Sedimententnahme

Elodea nuttallii kann in Tiefen von mehr als 10 m vorkommen. Eine Eintiefung der Flusstauseen auf diese Tiefe ist technisch nur schwer umsetzbar und mit unrealistisch hohen Kosten verbunden.

Eine Entnahme der oberen Sedimentschichten mit dem Ziel, hierdurch auch alle Pflanzenteile mit zu entfernen, führt jedoch nicht zu dem gewünschten Erfolg. Am Harkortsee wurde 2001 eine solche Sedimententnahme durchgeführt, mit dem Ergebnis, dass sich während der Sedimententnahme durch einen Saugbagger auf Grund der entstehenden Trübung im Bereich der Maßnahme keine *Elodea*-Bestände ausbildeten. Im darauffolgenden Jahr bildeten sich jedoch im Harkortsee wieder Massenbestände, vergleichbar zu den benachbarten Ruhrstauseen, aus, d. h. die Sedimententnahme hatte keine nachhaltigen Auswirkungen auf die Massenentwicklung.

Vergleichbare Sedimententnahmen in einem Altgewässer der Altmühl, die von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG, Koblenz) wissenschaftlich begleitet wurden, führten ebenfalls zu keinem Rückgang der *Elodea*-Bestände. Dies ist von besonderer Bedeutung, da das untersuchte Altgewässer nicht mehr durchflossen ist und somit der Eintrag von *Elodea*-Pflanzen aus dem Oberlauf als Quelle der Wiederbesiedlung ausscheidet.

Erhöhung der Phytoplanktondichte durch P-Zufuhr (Trübung)

Der Rückgang der Phosphorkonzentrationen in der Ruhr (Bild 13.9) ist der Grund dafür, dass die Ruhrstauseen von einem dauerhaft Phytoplankton-dominierten Zustand in einen Makrophyten-dominierten Zustand, der nur hin und wieder in den erstgenannten Zustand zurückfällt, wechselte.

Eine Erhöhung der Phosphorkonzentrationen der Ruhr könnten diesen Wechsel wieder rückgängig machen. Der Ausbau der Kläranlagen auf den jetzigen Stand der Abwasserreinigung erforderte Investitionen des Ruhrverbands von ca. 1,6 Mrd. € in den letzten 15 Jahren. Eine reduzierte Reinigungsleistung der Kläranlagen mit Erhöhung der Phosphorkonzentrationen im Ablauf würde einen Großteil dieser Erfolge zunichte machen und den gesetzlichen Anforderungen an die zulässigen Emissionen aus Kläranlagen widersprechen.

Zudem kann der Phytoplankton-dominierte Zustand sowohl für das Ökosystem als auch für die menschliche Nutzung eine Vielzahl negativer Effekte aufweisen:

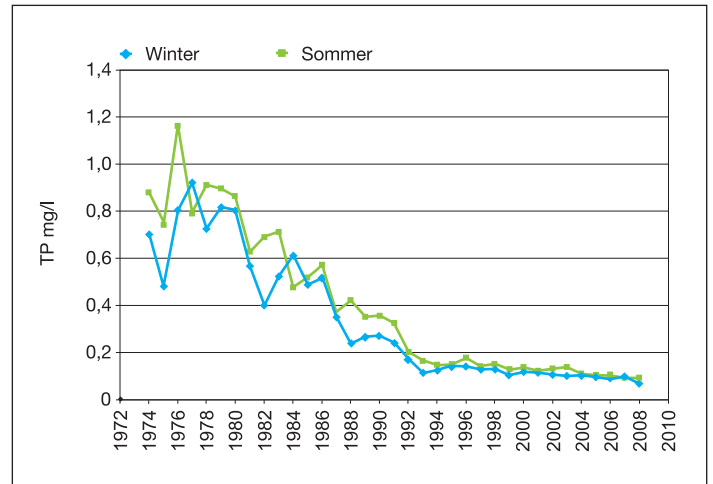


Bild 13.9: Mittlere Konzentrationen des Gesamt-Phosphors (TP) im Sommer- und Winterhalbjahr in Essen-Rellinghausen („Zornige Ameise“) 1972-2008

Fig. 13.9: Mean concentration of total phosphorus (TP) in summer and winter at Essen-Rellinghausen („Zornige Ameise“ sampling station) 1972-2008

- tagesperiodische Sauerstoffschwankungen
- tagesperiodische pH-Wertschwankungen
- erhöhte Partikeldichten, in durchflossenen Systemen Partikelabtrieb
- unansehnliches Erscheinungsbild mit trübem Wasser
- aufschwimmende Algenwatten
- Schaumbildung bei der Zersetzung absterbender Phytoplanktonbiomasse
- Geschmacks- und Geruchsbeeinträchtigung, Bildung von Toxinen in Abhängigkeit von den dominierenden Phytoplankton-Gruppen

Daher sind grundsätzlich Maßnahmen des Gewässermanagements – nicht nur im Ruhr-Einzugsgebiet – darauf ausgerichtet, einen Phytoplankton-dominierten Zustand zu vermeiden bzw. diesen in einen Makrophyten-dominierten Zustand zu überführen.

Seit dem Wechsel der Ruhrstauseen in den Makrophyten-dominierten Zustand konnte auf eine zusätzliche Belüftung der Seen verzichtet werden. Auch das sogenannte „Fronleichnamsfischsterben“ – verursacht v. a. durch pH-Wert-Verschiebungen und deren Auswirkungen auf das Ammonium-Ammoniak-Gleichgewicht der Ruhr – tritt nicht mehr in dem Maße auf wie in der Zeit vor dem Jahr 2000 und belegt damit die positiven Effekte der verringerten Phosphorkonzentrationen in der Ruhr.

Erhöhung der Trübung durch gründelnde Schuppenkarpfen

Ein reduzierter Lichteinfall durch Trübung, der das Wachstum von *Elodea* verlangsamt oder sogar verhindert, kann durch Phytoplankton, aber auch durch suspendierte mineralische oder organische Feststoffe verursacht werden. Um die oben dargestellten negativen Effekte einer Algenblüte zu vermeiden, jedoch über Trübung das Makrophytenwachstum einzudämmen, hat der Ruhr-

verband 2004 im Harkortsee 7.000 Schuppenkarpfen ausgesetzt. Diese Fischart wühlt bei ihrer Nahrungssuche, dem „Gründeln“, den Seeboden auf und trübt hierdurch das Wasser. Dieser Trübungseffekt ist jedoch nur lokal auf den Aktivitätsbereich des nahrungssuchenden Fisches beschränkt, und die Tiere sind nicht in der Lage, den gesamten Wasserkörper des Sees einzutrüben. Ziel war es daher, durch diese Maßnahme eine – wenn auch nur seegrundnahe – Trübung hervorzurufen, die in der Lage ist, das Anfangswachstum von *Elodea* im Frühjahr zu behindern. Da die Schuppenkarpfen jedoch bei niedrigen Wassertemperaturen weitgehend inaktiv sind und erst mit steigenden Wassertemperaturen mit der Nahrungssuche beginnen, kommt die durch die Fische verursachte Trübung zu spät, um das Anfangswachstum von *Elodea* zu beeinflussen.

Abdecken der Pflanzenbestände mit schwarzer Folie

Das Abdecken des Gewässergrunds mit schwarzer Folie ist eine in kleinen Teichen praktizierte Methode, Wasserpflanzenbestände zu eliminieren. Um zu verhindern, dass nach Entfernung der Folie die freien Bereiche wieder durch opportunistische Pionierbesiedler wie *Elodea* besiedelt werden, empfiehlt es sich, diese Bereiche mit anderen Wasserpflanzenarten zu bepflanzen. Für die Ruhrstauseen ist ein Abdecken mit schwarzer Folie auf Grund der Größe der Seen nicht realisierbar. Zudem handelt es sich hierbei um durchflossene Systeme: Bei erhöhtem Abfluss der Ruhr würde die dann herrschende Strömung die Folie erfassen, zerreißen und abtransportieren. Eine strömungssichere Befestigung einer solchen Folie auf dem Grund der Ruhrstauseen ist nicht möglich.

Hydraulischer Stress durch Hochwasser

Erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten mit Sedimentumlagerungen sind in der Lage, zu Beginn der Wachstumsperiode von *Elodea* diese im Wachstum zu schädigen und damit die Bildung von Massenbeständen zu verhindern. Die Entstehung von Hochwässern ist jedoch in erster Linie von der Intensität der Niederschläge abhängig. Eine Beeinflussung durch Maßnahmen der Abflusssteuerung an den großen Talsperren ist nur in geringem Maße möglich und sollte nur unter Berücksichtigung z. B. der Mindestwasserführung bei Trockenwetter zur Aufrechterhaltung der Trinkwasserversorgung erfolgen.

Während Hochwasserwellen in den oberen drei Ruhrstauseen auf Grund der vergleichsweise geringen Profilbreiten noch hydraulisch wirksam werden können, flacht eine Hochwasserwelle im deutlich ausgedehnteren Baldeneysee ab. Hierbei verbleiben weiterhin weite Bereiche, die kaum durchströmt werden. Eine erkennbare Reduktion der *Elodea*-Bestände ist daher für den Baldeneysee auch bei Hochwasser nicht zu erwarten.

Bio-manipulation (Herbivorie)

Bei der Herbivorie, d. h. dem Fressen von Pflanzen, hier v. a. von *Elodea*, ist zwischen Fischen, Vögeln und dem Makrozoobenthos zu differenzieren. Das Makrozoobenthos leistet auf Grund der geringen Größe der Tiere nur einen relativen kleinen Beitrag zur

Reduktion der *Elodea*-Bestände und ist zudem durch Maßnahmen kaum weiter zu fördern. Wasservögel, auf den Ruhrstauseen vor allem Höckerschwäne und Blesrallen, nehmen bei bis zur Oberfläche reichenden *Elodea*-Beständen in ihren Dichten deutlich zu, da sie diese Pflanzen bevorzugt als Nahrung nutzen. Da beides jedoch Arten sind, die zur Nahrungsaufnahme nicht abtauchen, sondern Pflanzen nur soweit abfressen, wie sie von der Wasseroberfläche aus erreichbar sind, ist ihr Fraßdruck auf *Elodea* auf den oberflächennahen oberen Teil der Pflanze beschränkt. Schwäne und Rallen sind zudem flugfähig und damit mobil, so dass ihre Bestandsdichte durch Maßnahmen nur schwer beeinflusst werden kann.

Für Maßnahmen der Bio-manipulation grundsätzlich geeignet sind jedoch Fische. Von den 19 in den Ruhrstauseen vorkommenden Fischarten ist jedoch nur die Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*) herbivor. Die Rotfeder ist eine heimische Fischart, die auch in Mischbeständen *Elodea nuttallii* als Nahrung präferiert und von dieser Makrophytenart am meisten aufnimmt.

Ein weiterer Vorteil des Einsatzes von Rotfedern zur Makrophytenregulierung ist, dass diese Art ab Wassertemperaturen von ca. 6 °C Nahrung zu sich nimmt und damit in der Lage ist, während der gesamten Vegetationsperiode von *Elodea nuttallii* auf diese Art einen Fraßdruck auszuüben.

Rotfedern sind zudem omnivor. Sie präferieren zwar Pflanzenmaterial als Nahrung, nehmen aber auch tierische Nahrung in Form von Zooplankton und Zoobenthos auf. Damit besteht bei Rotfedern nicht die Gefahr der vollständigen Vernichtung von Makrophytenbeständen durch übermäßige Beweidung.

Durch diese Vorteile unterscheiden sich die Rotfedern von chinesischen Graskarpfen, die vor allem in den östlichen Bundesländern lange Zeit zur Makrophytenkontrolle eingesetzt wurden. Da Graskarpfen nicht heimisch sind, ist deren Besatz in NRW in offenen, durchflossenen Gewässersystemen verboten. Diese Fischart stammt aus wärmeren Gewässern und beginnt mit ihrer Fraßaktivität erst bei Wassertemperaturen über 20 °C, zu einem Zeitpunkt, zu dem das *Elodea*-Wachstum bereits weit fortgeschritten ist und die Pflanzen schon die Wasseroberfläche erreichen. Zudem frisst der Graskarpfen weitgehend unselektiv und ist in der Lage, in Gewässern die Makrophytenbestände vollständig zu eliminieren. Daher konzentrieren sich die Managementmaßnahmen des Ruhrverbands zur Bio-manipulation auf den Besatz mit Rotfedern.

Experimentelle Laborstudien haben ergeben, dass Rotfedern von ca. 12 cm Körperlänge in Abhängigkeit von der Wassertemperatur bis zu 4,4 g *Elodea* pro Tag fressen können. Für den Kemnader See bedeutet dies, dass Rotfedern rechnerisch bei einer Bestandsdichte von 6.259 Tieren pro ha den Gesamtbestand in der Vegetationsperiode fressen könnten. Von 2002 bis 2007 wurden im Kemnader See in Summe ca. 10.900 adulte und ca. 99.000 juvenile Rotfedern besetzt. Bei einer Mortalität von 5 % bei den adulten und ca. 90 % bei den juvenilen Fischen resultiert ein Gesamtbestand (ohne Reproduktion) von 11.545 Rotfedern, was einer Dichte von 159 Rotfedern /ha entspricht. Diese sind theoretisch in der Lage, 2,5 % des *Elodea*-Bestands zu fressen.

Damit reicht aktuell die Bestandsdichte noch nicht aus, um einen erkennbaren Einfluss auf die Bestandsentwicklung von *Elodea nuttallii* auszuüben. Untersuchungen der Fischfauna belegen jedoch, dass eine natürliche Reproduktion der Rotfedern im Kernader See erfolgt. Allerdings sind die Reproduktionsraten, d. h. der Nachweis juveniler Fische, gering. Aber auch die Wiederfänge der besetzten Fische sind gering, was auf einen erhöhten Fraßdruck, v. a. durch Kormorane, hinweist.

Bild 13.10 zeigt Fraßspuren an einer *Elodea*-Pflanze. Die roten Pfeile markieren Stellen, an denen Pflanzenspitzen und Knospen von Rotfedern abgebissen wurden. Die Pflanze wurde aus mehr als 1 m Wassertiefe entnommen, so dass diese Fraßspuren nicht auf Wasservögel zurückzuführen sein können. Dies belegt, dass Rotfedern auch unter Freilandbedingungen *Elodea* als Nahrung nutzen und damit potenziell in der Lage sind, die Makrophytenbestände zu kontrollieren. Erst ein weiterer Besatz und ein allmählicher Aufbau einer ausreichend großen Population durch weitere natürliche Vermehrung kann in Zukunft zu dem gewünschten Effekt führen. Flankierende Maßnahmen zum Schutz der Rotfedern, z. B. durch Unterstände in Totholz für das makrophytenfreie Winterhalbjahr zum Schutz vor dem Kormoran und eine Vergrämung der Kormorane v. a. vor und während deren Brutzeit, können sich dabei positiv auf den Populationsaufbau der Rotfedern auswirken.

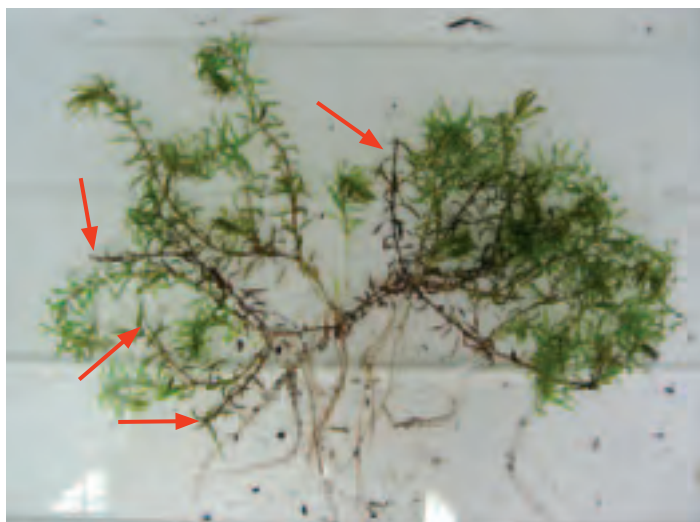


Bild 13.10: *Elodea nuttallii* – gedrunken-verzweigte Wuchsform im Sommer 2006. Die Pfeile markieren fehlende Triebspitzen
Fig. 13.10: Stocky, branched growth form of *Elodea nuttallii* observed in summer 2006. Arrows point to missing shoot tips

Mahd

Die Mahd stellt eine mechanische Methode zur Reduzierung bestehender Makrophytenbestände dar. Sie kann mittels Mähboot oder mittels einer hinter einem Boot hergezogenen Schleppsense erfolgen. Vorteil eines Mähboots, wie des vom Ruhrverband eingesetzten Boots „Manati“ (Bild 13.11) ist es, dass das abgeschnittene Pflanzenmaterial bei diesem Vorgang gleichzeitig mit



Bild 13.11: Mäh-Sammelschiff „Manati“ auf dem Hengsteysee
Fig. 13.11: Mowing boat „Manati“ on Lake Harkort

entnommen wird und nicht abtreibt, so dass Probleme an den Rechen der Wasserkraftanlagen ausbleiben. Die Mahd mittels Mähboot ist erst dann sinnvoll, wenn die Makrophyten eine ausreichende Länge erreicht haben und quantitativ auch entnommen werden können. Der Einsatz von Schleppsensen, um die bereits aufwachsenden Bestände zu reduzieren, hat nach ersten Versuchen keine Auswirkungen auf die weitere Bestandsentwicklung erbracht.

Weitere Untersuchungen in Testfeldern zur besseren Quantifizierung der Effekte bestätigen die Aussagen der Vorversuche, dass der Einsatz von Schleppsensen auch früh im Jahr keinen reduzierenden Effekt auf die Bestandsentwicklung von *Elodea nuttallii* hat. Bei dem Vergleich zwischen der Wirkung von Mahd und Schleppsensen-Einsatz konnten weder in der akuten Wirkung noch in der Nachhaltigkeit der Effekte Unterschiede nachgewiesen werden.

Bild 13.12 zeigt exemplarisch für den Kernader See die Makrophytenbestände als Biomassefrischgewicht für die Jahre 2004 und 2005. Da zwischen den einzelnen Terminen der Bestandserhebung die Makrophyten gemäht wurden, sind die jeweils zwischenzeitlich bei der Mahd entnommenen Pflanzenmassen zusätzlich dargestellt.

Es wird deutlich, dass in den jeweiligen Zeiten zwischen den Bestandserhebungen ca. 10% bis 25% der Bestände durch Mahd entnommen wurden. Da *Elodea nuttallii* jedoch in der Lage ist, pro Woche ca. 15% bis maximal 40% Zuwachs zu erbringen, werden die Verluste der Mahd durch Wachstum schnell wieder ausgeglichen. Zudem wird *Elodea nuttallii* auch durch mehrfache Mahd nicht geschädigt, sondern der Spross treibt Seitenknospen und verzweigt sich. Dies führt dazu, dass die Bestände in der Vegetationsperiode trotz regelmäßiger Mahd weiterhin zunehmen.

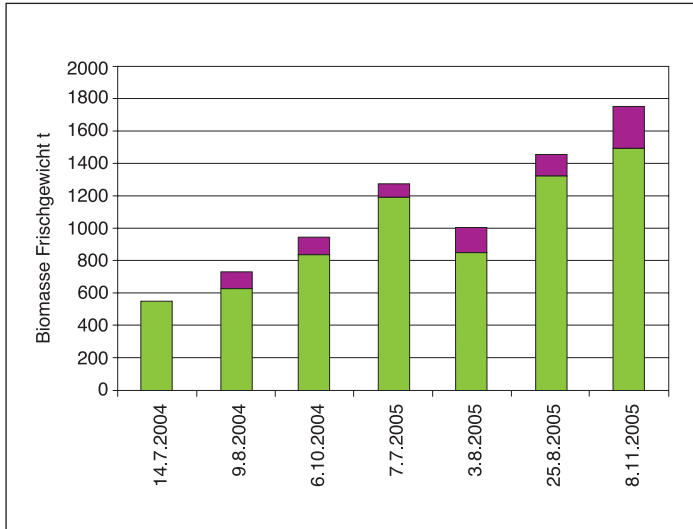


Bild 13.12: Bilanzierung der Makrophytenbestände des Kemnader Sees (grüner Balken) für 2004 und 2005 mit Darstellung der vor der jeweiligen Bestandsaufnahme durch Mahd entnommenen Biomasse (violetter Balken)

Fig. 13.12: Quantification of macrophytes in Lake Kemnade in 2004 and 2005 (green bar), with indication of the amount of biomass removed by mowing (magenta bar)

Diese Ergebnisse machen deutlich, dass ein Freihalten der verkrauteten Ruhrstauseen durch Mahd nur mit einem deutlich höheren Aufwand als bisher möglich wäre. Nach Kostenfeststellungen aus den Jahren 2005 und 2008 belaufen sich die Kosten für die Mahd auf 2.200,- €/Arbeitstag (Schicht) je Mähboot. Ein Mähboot erreicht dabei am Tag durchschnittlich eine Leistung von 0,5 ha gemähter Fläche. Das bedeutet Kosten von 4.400,- €/ha gemähter Fläche. Diese Kosten setzen sich wie folgt zusammen:

Abschreibung	15%	330,- €/Ad	bzw.	660,- €/ha
Betrieb/Instandhaltung	25%	550,- €/Ad	bzw.	1.100,- €/ha
Personal	30%	660,- €/Ad	bzw.	1.320,- €/ha
Entsorgung	30%	660,- €/Ad	bzw.	1.320,- €/ha

In der viermonatigen Saison, in der der Wassersport durch die Makrophytenmassenbestände behindert wird, sind die Seeflächen (Hengsteysee 1,36 km²; Harkortsee 1,37 km²; Kemnader See 1,25 km²; Baldeneysee 2,64 km²) aufgrund der hohen Wachstumsleistung von *Elodea nuttallii* ca. monatlich einmal zu mähen. Unter der Annahme, dass der Baldeneysee zu ca. 25% von der Verkrautung betroffen ist, die anderen Seen dagegen auf ca. 50% der Fläche Makrophytenmassenbestände aufweisen, müssen monatlich auf jedem See ca. 0,65 km² bzw. 65 ha gemäht werden. Bei einer Tagesleistung eines Mähboots von 0,5 ha und 22 Arbeitstagen pro Monat sind sechs Mähboote notwendig, um die Fläche von 65 ha monatlich zu mähen. Dies würde pro See Tageskosten von 14.200,- € bzw. von 1.161.600,- € pro Saison verursachen. Da die Bereitstellung dieser Mittel bei vier von Makrophytenmassenentwicklungen betroffenen Seen unverhältnismäßig und vom

Ruhrverband nicht leistbar ist, bedeutet dies, dass die Mahd nur eingeschränkt als Maßnahme zur Bestandskontrolle geeignet ist. Dies gilt in erster Linie für die Übergangsphase, bevor nachhaltige Managementstrategien der Biomanipulation wirksam werden, und dann nur, um lokal Bereiche von Makrophyten freizuhalten.

Verwertung des Pflanzenmaterials

Im Herbst abtreibendes Pflanzenmaterial, das an Rechenanlagen entnommen wird, sowie das Mähgut müssen zeitnah entsorgt werden. Dies ist notwendig, da *Elodea nuttallii* einen hohen Wassergehalt von > 90% aufweist und bei ihrer Lagerung schnell anfängt zu faulen. Dabei treten Sickersäfte mit hohen BSB₅-Konzentrationen aus, und das faulende Material führt zu Geruchsbelästigungen.

Möglichkeiten der Entsorgung sind zum einen die Kompostierung und zum anderen die anaerobe Co-Vergärung in Faultürmen der Kläranlagen. Beide Verfahren sind technisch durchführbar, weisen prinzipiell eine hohe Entsorgungssicherheit auf, sind jedoch bei der praktischen Umsetzung mit Schwierigkeiten verbunden.

Für die Co-Vergärung muss das Pflanzenmaterial zu einer pumpfähigen Masse zerkleinert werden, um den Faulbehältern zugeführt werden zu können. Der hohe Anteil an Fremdstoffen (Holz, Wohlstandsmüll) behindert das Pumpen und verursacht Verstopfungen der Zuleitung. Auf Grund des hohen Wassergehalts und nur geringen Kohlenstoffgehalts von *Elodea* ist die Ausbeute an Faulgas bei der Co-Vergärung relativ gering. Der entstehende Faulschlamm der Co-Vergärung von *Elodea*-Material und kommunalem Klärschlamm muss anschließend entwässert und verbrannt werden.

Auch eine Kompostierung ist nicht durch das einfache Aufschütten zu Mieten möglich, da dann nur ein langsamer anaerober Faulungsprozess einsetzen würde. Daher muss das Pflanzenmaterial durchsetzt mit Strukturmaterial, z.B. Holz, aufgesetzt werden (Bild 13.13). Durch den anschließenden Rotlungsprozess kann das Volumen der eingesetzten *Elodea* um 80% bis 85% reduziert werden.

Der bei der Kompostierung entstehende feinkrümelige braune Kompost kann jedoch nicht für die Landwirtschaft bzw. den Garten- und Landschaftsbau eingesetzt werden, da durch den Aufkonzentrierungsprozess bei der Verrottung auch die Schadstoffgehalte zunehmen. Dabei überschreiten bei einigen Versuchen die Konzentrationen der Schwermetalle Zink und Cadmium die zulässigen Grenzwerte, so dass der gewonnene Kompost anschließend thermisch entsorgt werden muss.

Beide Verwertungswege – Kompostierung und Co-Vergärung – wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens beim Ruhrverband praktisch erprobt. Die Kosten der Co-Vergärung liegen bei netto 50,- €/t. Die sich aus der Kompostierung von *Elodea* in offenen Dreiecksmieten mit passiver Belüftung und Strukturmaterialzugabe ergebenden Kosten liegen bei netto 46,- €/t. Hinzu kommen für beide Verfahren noch Kosten für den Transport von ca. 24,- €/t.



Bild 13.13: Vorbereitung zur Kompostierung von Elodea: Strukturmaterial (zerkleinertes Treibholz) wird mit gemähtem Elodea-Material durchmischt und zur Kompostierung zu Mieten aufgesetzt

Fig. 13.13: Preparation for Elodea composting: structure material (shredded driftwood) is mixed with mowed Elodea plant material and piled up for composting

Bei der Kompostierung kommen zudem die Kosten für die Verbrennung hinzu, die inkl. Transport bis zu 100,- €/t Kompost betragen.

Schlussfolgerungen

Die Makrophytenmassenentwicklungen in den Ruhrstauseen werden in erster Linie durch die Wasserpflanzenart *Elodea nuttallii* verursacht. Ihre relativ plötzliche Bestandsentwicklung seit dem Jahr 2000 ist auf die deutlich verbesserte Wasserqualität zurückzuführen. Aus ökologischen Gründen oder aus den Zielen der EG-Wasserrahmenrichtlinie lässt sich keine Notwendigkeit für Maßnahmen gegen die Massenbestände ableiten. Eine Notwendigkeit hierzu wird jedoch aus Sicht der Nutzungen (Wassersport, Wasserkraftnutzung) formuliert.

Konflikte mit der Wasserkraftnutzung treten vor allem im Herbst auf, wenn die Bestände in z. T. dichten, zusammenhängenden Teppichen abtreiben und die Rechenanlagen zusetzen. Bis auf den Kemnader See als „Freizeitsee“ sind die Ruhrstauseen als Flusskläranlagen genehmigt und gebaut worden. Mit dem Ausbau der Kläranlagen und Anlagen zur Niederschlagswasserbehandlung tritt jedoch auch bei diesen die Funktion als Flusskläranlage in den Hintergrund. Die Stauseen dienen als Naherholungsgebiete für die Bevölkerung des Ruhrgebiets und darüber hinaus sind sie aus dem Landschaftsbild nicht mehr wegzudenken. Die Anliegerstädte und Gemeinden nutzen ihre attraktive „Lage am See“ zudem für ihr Stadtmarketing. In den Stadtbroschüren wird mit den Bildern vom See geworben. Daraus hat sich ein nicht unerheblicher Wirtschaftsfaktor entwickelt, von der Imbissbude bis zum Hotelbetrieb, vom Wassersportverein bis zur gewerblichen Freizeitschiffahrt.

Die Wassersportler sind jedoch direkt von den Makrophyten-Massenentwicklungen betroffen. Für die Freizeitnutzung „Wassersport“ ist in der Zeit von Juni bis Oktober mit Konflikten zu rechnen. Die maximale Verkrautung betrug im Untersuchungszeitraum 2004 bis 2007 über 50% der Fläche der betroffenen Seen. Im Bereich des ehemaligen Ruhrbetts erreichen die Pflanzen die Wasseroberfläche in der Regel nicht. Da jedoch die Bereiche der Liegeplätze zumeist verkrautet, ist es für die Wassersportler schwierig, die freie Wasserfläche zu erreichen. In den Seen mit *Elodea*-Massenbeständen sind auch Bereiche, in denen Regatten ausgetragen werden, von der Verkrautung betroffen. In den Wassersportvereinen wird wegen dieser Situation ein Mitgliederschwund beklagt. Wettkämpfe und Regatten auf den Seen mussten abgesagt werden. Dies hat auch für die Folgejahre Auswirkungen, weil in Konkurrenz mit anderen Segelrevieren Regattaveranstaltungen abwandern.

Auf Grund der Kosten für Mahd und Beseitigung des entnommenen Pflanzenmaterials und wegen der Tatsache, dass hierdurch mit vertretbarem Aufwand trotzdem keine dauerhafte Freizeitnutzung im gewünschten Umfang zu erzielen ist, ist der Versuch, eine gesamte Seefläche durch Mähen makrophytenfrei zu halten, nicht vertretbar und zielführend. Um jedoch eine Wassersportnutzung in angepasstem Umfang zu ermöglichen, sollten Regatten in die Zeiten gelegt werden, bevor *Elodea* die Wasseroberfläche erreicht. Ziel einer auch an der weitergehenden Nutzung orientierten Bewirtschaftung der Ruhrstauseen ist es daher, den Einsatz des Mähboots so zu koordinieren, dass, wenn zeitlich realisierbar, primär Schneisen zwischen Liegeplätzen und freier Wasserfläche und bei Bedarf auch Regattabereiche möglichst makrophytenfrei gehalten werden.

14 Untersuchungen zur hygienischen Beschaffenheit der unteren Ruhr

Die Ruhr ist, wie jedes intakte Fließgewässer, ein natürlicher Lebensraum für eine vielfältige Flora und Fauna. Mikroorganismen wie Bakterien und Pilze nehmen darin ihre Funktion als Destruenten wahr. Durch Eintrag aus dem Boden und von Oberflächen sowie über pflanzliches Material oder durch Tiere unterliegt die Zusammensetzung der bakteriellen Biozönose eines Oberflächenwassers einer ständigen Dynamik. Physikalische Faktoren wie Wassertemperatur, Sonneneinstrahlung und Strömungsgeschwindigkeit sowie chemische Beschaffenheitsmerkmale wie Nährstoffgehalt und Sauerstoffkonzentration des Wassers und des Sediments bestimmen die Lebensbedingungen und damit die Vermehrungsmöglichkeiten der Mikroorganismen in einem Fließgewässer.

Über Abschwemmungen und Abwässer können mit den Exkrementen von Mensch und Tier auch Krankheitserreger in Oberflächengewässer eingetragen werden und zu einer unerwünschten hygienischen Belastung führen. Dies ist für die Ruhr angesichts ihrer Nutzung u. a. als Rohwasserlieferant für die Trinkwassergewinnung und als Freizeitgewässer von besonderer Bedeutung. Der Ruhrverband und die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) streben daher grundsätzlich eine Verringerung der hygienischen Belastung des Ruhrwassers an, was in der Formulierung eines AWWR-Zielwerts für die coliformen Bakterien als Indikator einer fäkalen Belastung Ausdruck findet [14.1]. Sowohl von den Laboratorien der Wasserwerke an der Ruhr als auch vom Laboratorium des Ruhrverbands wird die Ruhr seit vielen Jahren an zahlreichen Messstellen zeitdicht auf coliforme Bakterien untersucht. Die Ergebnisse werden jährlich im Ruhrgütebericht dokumentiert und zeigen in der Rückschau über die letzten zehn Jahre eine positive Entwicklung, die auf die Steigerung der Reinigungsleistung der Kläranlagen und den Ausbau der Niederschlagswasserbehandlung zurückgeführt wird.

Die hygienischen Kenngrößen coliforme Bakterien, *Escherichia coli* und intestinale Enterokokken

Die Bestimmung der coliformen Bakterien als Hygieneindikator hat in der Wasseruntersuchung weltweit eine lange Tradition. Das Laboratorium des Ruhrverbands und die Laboratorien der Wasserwerke an der Ruhr wenden vereinbarungsgemäß seit mehr als 20 Jahren das Membranfilterverfahren mit dem Nachweis fuchsiglänzender Kolonien auf einem Lactose-Fuchsin-Sulfit-Agar (Endo-Agar) an [14.2]. Das Bestimmungsmerkmal ist die Fähigkeit der coliformen Bakterien, Lactose bei 37 °C abzubauen.

Die coliformen Bakterien gehören zur Familie der Enterobacteriaceae, stellen aber keine einheitliche taxonomische Gruppe dar, sondern werden über gemeinsame physiologische Eigenschaften definiert. Die Entwicklung verschiedener neuer Nachweisverfahren in den letzten Jahren führte dazu, dass mit der Klassifizierung als

coliform in Abhängigkeit vom angewandten Verfahren ein unterschiedliches Bakterienspektrum erfasst wird. Einige als coliform nachweisbare Gattungen, die sogenannten Umweltcoliformen, stammen nicht aus Fäkalien. Damit kommt den coliformen Bakterien als Hygieneindikator heute eine gewisse Unschärfe zu, was ihre Eignung als Überwachungsparameter einschränkt.

Die neue europäische Badegewässerrichtlinie aus dem Jahr 2006 nennt im Unterschied zur alten Badegewässerrichtlinie aus dem Jahr 1976 die coliformen Bakterien nicht mehr als Überwachungsparameter [14.3]. Die Bewertung der hygienischen Gewässerqualität basiert jetzt auf der Bestimmung von *Escherichia coli* und intestinalen Enterokokken. *E. coli* gehört zu den coliformen Bakterien und ist ein spezifischer Indikator für Verunreinigungen mit Warmblüterfäkalien. Die intestinalen Enterokokken besiedeln ebenfalls den menschlichen und tierischen Darm und werden zusammen mit *E. coli* in verschiedenen Regelwerken als Parameter der hygienischen Qualitätsüberwachung aufgeführt. Für den Nachweis von *E. coli* und intestinalen Enterokokken nennt die neue Badegewässerrichtlinie Referenzanalysemethoden, mit denen spezifische Enzymaktivitäten von *E. coli* bzw. intestinalen Enterokokken erfasst werden. Im Laboratorium des Ruhrverbands wurden diese Methoden im Jahr 2007 methodisch etabliert.

Die Norm DIN EN ISO 9308-3 [14.4] beschreibt ein miniaturisiertes Flüssigkulturverfahren in Mikrotiterplatten, das *E. coli* über die Aktivität des Enzyms β -D-Glucuronidase fluorezenzoptisch anzeigt. Nach DIN EN ISO 7899-1 [14.5] steht für den Nachweis von intestinalen Enterokokken ebenfalls ein miniaturisiertes Verfahren zur Verfügung, mit dem fluorezenzoptisch die Aktivität des Enzyms β -D-Glucosidase nachgewiesen wird. Die Wahl geeigneter Verdünnungsreihen erlaubt die quantitative Auswertung auf der Basis eines statistischen Schätzverfahrens, mit dem die wahrscheinliche Zahl der nachzuweisenden Bakterien in der Ausgangsprobe als MPN (Most Probable Number) ermittelt wird.

-
- [14.1] Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) (Hrsg.): Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers, 2005
- [14.2] Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR): „Bestimmung der Coliformen im Ruhrwasser – Erfahrungen des AWWR-Arbeitskreises Mikrobiologie“. In: Ruhrwassergüte 1989, Essen, S. 85-91
- [14.3] Richtlinie 2006/7/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160/EWG
- [14.4] DIN EN ISO 9308-3:1998: Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von *Escherichia coli* und coliformen Bakterien in Oberflächenwasser und Abwasser – Teil 3: Miniaturisiertes Verfahren durch Animpfen in Flüssigmedium (MPN-Verfahren), Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [14.5] DIN EN ISO 7899-1:1998: Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von intestinalen Enterokokken in Oberflächenwasser und Abwasser – Teil 1: Miniaturisiertes Verfahren durch Animpfen in Flüssigmedium (MPN-Verfahren), Berlin: Beuth-Verlag GmbH

Die untere Ruhr im Fokus bakteriologischer Untersuchungen

Die stark urban geprägte untere Ruhr unterliegt einem hohen freizeitlichen Nutzungsdruck, der auch den Wunsch beinhaltet, in der Ruhr baden zu können. Die Anforderungen der alten EG-Badegewässerrichtlinie aus dem Jahr 1976 an die Qualität von Badegewässern erlaubten es jedoch nicht, offizielle Badestellen auszuweisen. Trotzdem sind an der unteren Ruhr Uferstellen bekannt, an denen im Sommer gebadet wird. Insbesondere für den Baldeysee ist das Badeverbot der Bevölkerung schwer zu vermitteln. Die europäische Badegewässerrichtlinie aus dem Jahr 2006 eröffnet nun jedoch mit dem Konzept der Bewirtschaftung von Badestellen neue Perspektiven und definiert drei Kategorien der Badegewässerqualität über unterschiedliche Grenzwerte für *E. coli* und intestinale Enterokokken (Tabelle 14.1). Dies war der Anlass, die bakteriologischen Untersuchungen an der unteren Ruhr zu intensivieren und die Ergebnisse im Hinblick auf die Anforderungen der aktuellen Badegewässerrichtlinie zu bewerten. Nach ersten orientierenden Untersuchungen im Jahr 2006 wurden in den Sommermonaten der Jahre 2007 und 2008 umfangreiche Messprogramme zur Belastung der unteren Ruhr mit *E. coli* und intestinalen Enterokokken realisiert.

Ausgewählt wurde dafür ein ca. 45 km langer Gewässerabschnitt zwischen Hattingen-Welper und Mülheim-Menden (Bild 14.1). Die Festlegung der Messpunkte erfolgte unter besonderer Berücksichtigung von Uferstellen, an denen im Sommer gebadet wird, mit dem Ziel, die hygienische Belastung der Ruhr im Fließverlauf und die Auswirkungen relevanter Einleitungen zu erfassen. Keimeinträge wurden über die kommunalen Kläranlagen, über Mischwassereinleitungen sowie möglicherweise über hygienisch belastete Nebengewässer erwartet. In wetterunabhängigen Längsuntersuchungen wurden daher die Ruhr an sechs ausgewählten Stellen

Tabelle 14.1: Grenzwerte für *Escherichia coli* und intestinale Enterokokken gemäß Anhang I der Badegewässerrichtlinie 2006/7/EG
Table 14.1: Mandatory threshold limit values for *Escherichia coli* and intestinal enterococci according to Annex I of the EU-Directive 2006/7/EC on Bathing Waters

Binnengewässer					
	A	B	C	D	E
	Parameter	Ausgezeichnete Qualität	Gute Qualität	Ausreichende Qualität	Referenzanalysemethoden
1	Intestinale Enterokokken (cfu/100 ml)	200 (*)	400 (*)	330 (**)	ISO 7899-1 oder ISO 7899-2
2	<i>Escherichia coli</i> (cfu/100 ml)	500 (*)	1.000 (*)	900 (**)	ISO 9308-3 oder ISO 9308-1

(*) Auf der Grundlage einer 95-Perzentil-Bewertung. Siehe Anhang II.
(**) Auf der Grundlage einer 90-Perzentil-Bewertung. Siehe Anhang II.

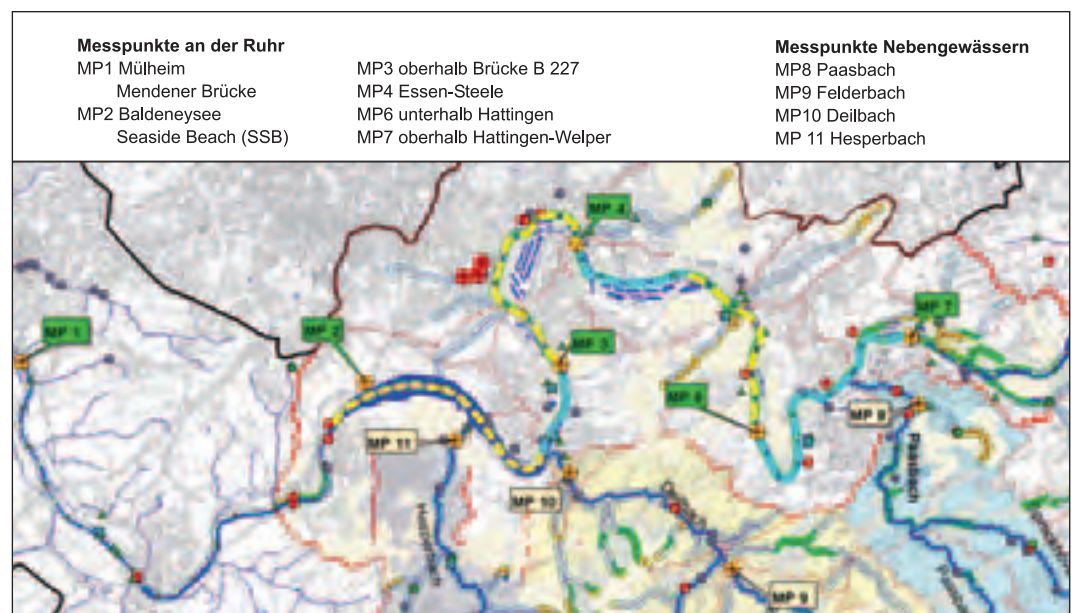
sowie die relevanten Nebengewässer Paasbach, Felderbach, Deilbach und Hesperbach an ihrer Mündung beprobt. Um den Einfluss von Entlastungsereignissen auf die hygienische Beschaffenheit der Ruhr darzustellen, wurden drei Mischwasserbehandlungsanlagen im Essener Süden sowie die Ruhr während und nach Regenereignissen untersucht.

Ergebnisse wetterunabhängiger Untersuchungen der unteren Ruhr

Bei den dargestellten Ergebnissen handelt es sich um Einzelwerte, da die vorliegende Datendichte die in der Badegewässerrichtlinie geforderte Perzentil-Auswertung nicht zulässt. Die Einzelwerte

Bild 14.1: Messstellen für bakteriologische Untersuchungen an der unteren Ruhr in den Jahren 2007 und 2008

Fig. 14.1: Map showing the sampling points located along the lower Ruhr River that were used for bacteriological monitoring in 2007 and 2008



werden mit den als 90-Perzentile definierten Anforderungen für eine ausreichende Badegewässerqualität verglichen.

Im Jahr 2007 lagen die MPN-Werte für *E. coli* in der unteren Ruhr zwischen < 38 und 35.000/100 ml und schwankten somit um drei Zehnerpotenzen (Bild 14.2). Für die intestinalen Enterokokken wurden MPN-Werte zwischen < 38 und 6.200/100 ml ermittelt (Bild 14.3). An vier der sieben Messtage wurden die Grenzwerte für beide Kenngrößen an allen Messstellen eingehalten. Überschreitungen der Grenzwerte für eine ausreichende Badegewässerqualität betrafen häufiger *E. coli* als die intestinalen Enterokokken. An keiner der sechs Messstellen entlang der Ruhr konnte der Grenzwert für *E. coli* an allen Messtagen des Jahres 2007 eingehalten werden.

Mit insgesamt wesentlich niedrigeren Keimbelastungen fielen die Ergebnisse für die untere Ruhr im Jahr 2008 durchweg positiver aus. Für *E. coli* lautete der maximale MPN-Wert 1.700/100 ml und für die intestinalen Enterokokken 380/100 ml (Bild 14.4, 14.5). Mit jeweils einer Ausnahme pro Kenngröße wurden die Anforderungen an eine ausreichende Badegewässerqualität an den 16 Untersuchungstagen an allen Messstellen zwischen Hattingen und Mülheim-Menden erfüllt.

Die Nebengewässer Paasbach, Deilbach und Hesperbach erwiesen sich in den Untersuchungen des Jahres 2007 als hygienisch erheblich belastet. Der Grenzwert für *E. coli* war in nahezu allen Proben, der für die intestinalen Enterokokken in der Mehrzahl der Proben überschritten. Im Jahr 2008 war die Belastung der drei

Bäche zwar insgesamt deutlich geringer, aber dennoch höher als in der Ruhr. Wesentlich günstiger fielen die Ergebnisse für den Felderbach, ein Nebengewässer des Deilbachs, aus, der im Jahr 2008 an den Untersuchungstagen Badegewässerqualität erreichte.

Die unterschiedlichen Ergebnisse beider Jahre erscheinen vor dem Hintergrund der jeweiligen Abflusssituation plausibel. Das Jahr 2007 war durch einen insgesamt verregneten Sommer mit erhöhtem Abfluss gekennzeichnet. An drei der sieben Messtage des Jahres 2007 betrug der Abfluss am Pegel Hattingen über 100 m³/s. Das Abflussgeschehen im Jahr 2008 unterscheidet sich von dem im Extremjahr 2007 deutlich. Nur an zwei der 16 Messtage wurde am Pegel Hattingen ein Abfluss über 50 m³/s gemessen.

Ergebnisse von Untersuchungen zum Mischwassereinfluss

Die Bedeutung von Mischwassereinleitungen für die hygienische Qualität der unteren Ruhr konnte in weiteren Untersuchungen einer etwa drei Kilometer langen Fließstrecke im Essener Stadtgebiet bestätigt werden. An drei Tagen des Sommers 2007, an denen es in Folge extremer Niederschläge zu Abschlägen aus der Kanalisation kam, wurden drei Mischwasserbehandlungsanlagen in Essen-Rellinghausen sowie die Ruhr oberhalb und unterhalb der Einleitungen beprobt (Bild 14.6). Das entlastete Mischwasser aus zwei Regenüberlaufbecken und einem Stauraumkanal erwies sich als sehr hoch belastet. Für *E. coli* lagen die MPN-Werte zwischen 10⁶ und 10⁷/100 ml, für die intestinalen Enterokokken zwischen

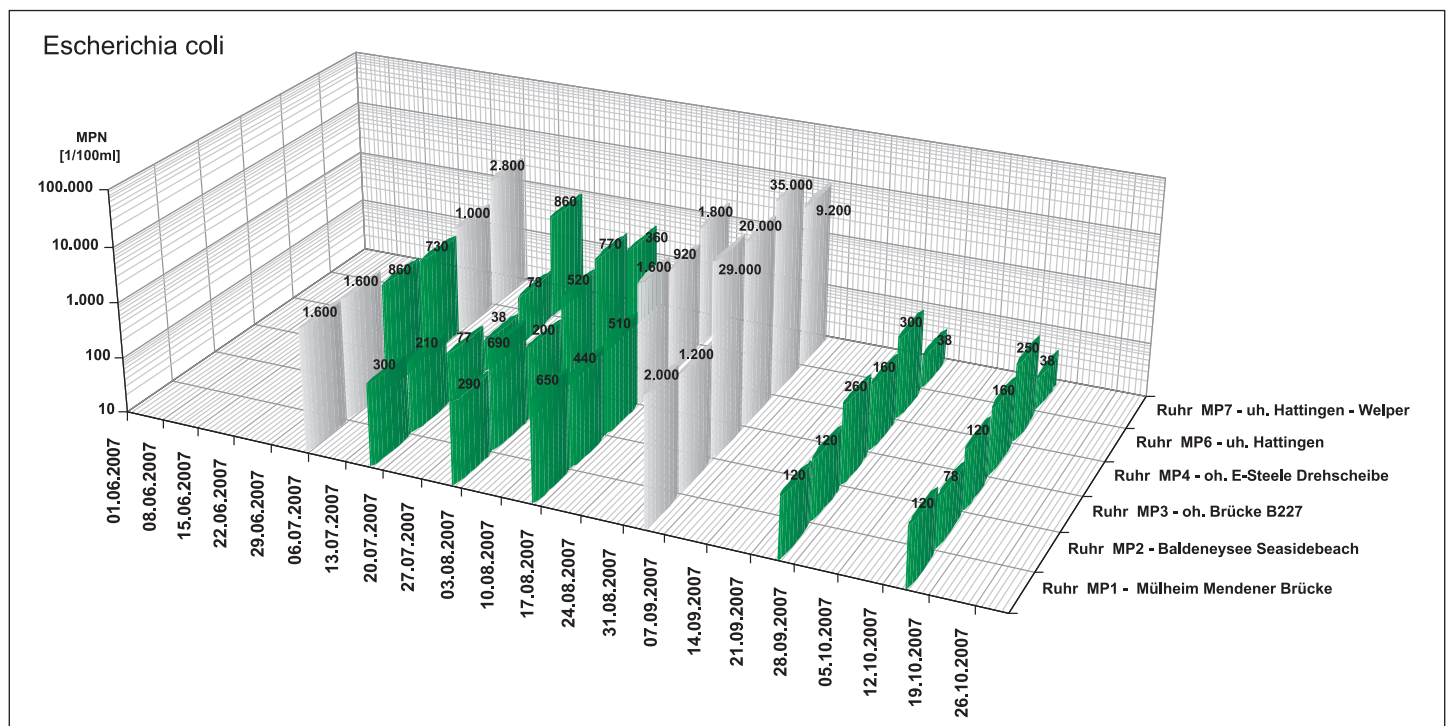


Bild 14.2: Nachweis von *Escherichia coli* in der unteren Ruhr im Jahr 2007
 Fig. 14.2: Detection of *Escherichia coli* in the lower Ruhr River in 2007

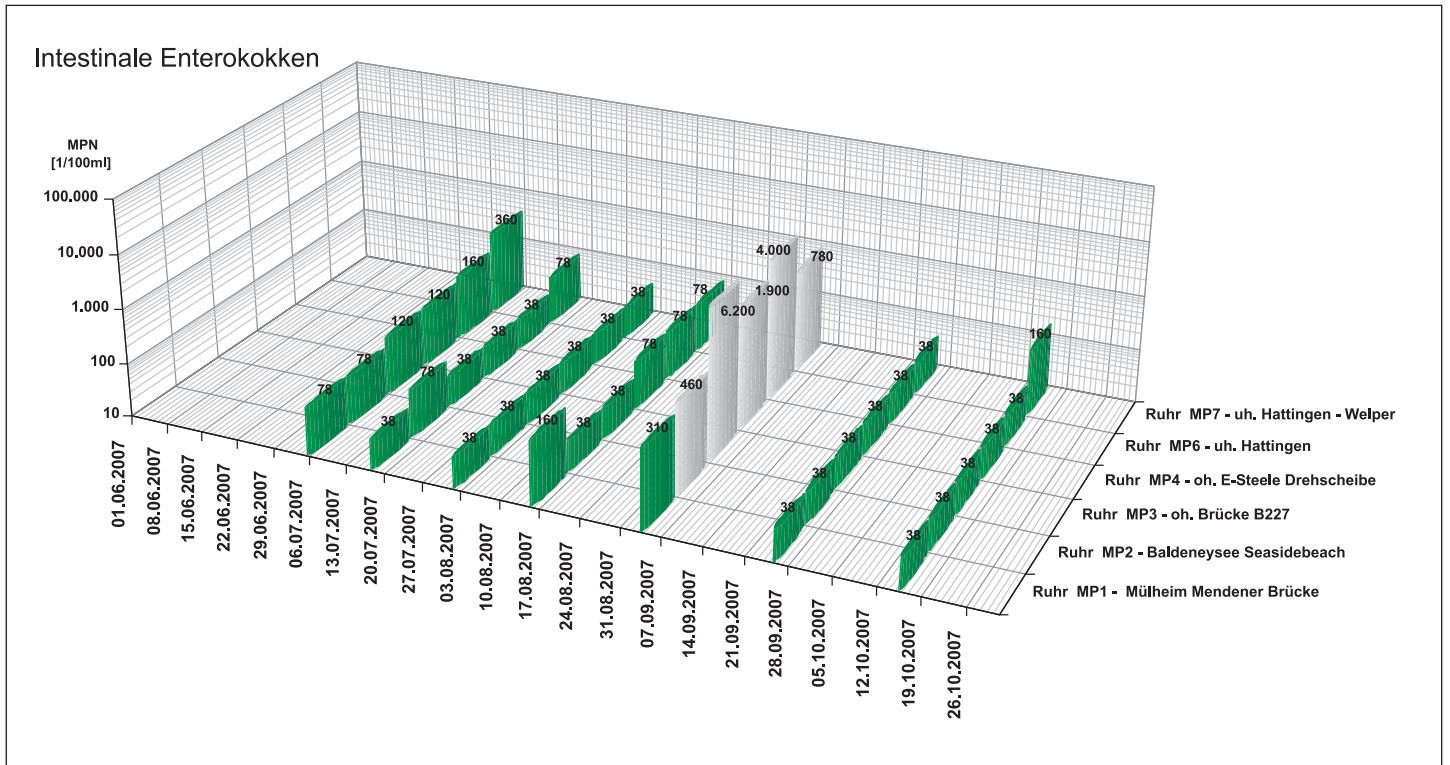


Bild 14.3: Nachweis von intestinalen Enterokokken in der unteren Ruhr im Jahr 2007
 Fig. 14.3: Detection of intestinal enterococci in the lower Ruhr River in 2007

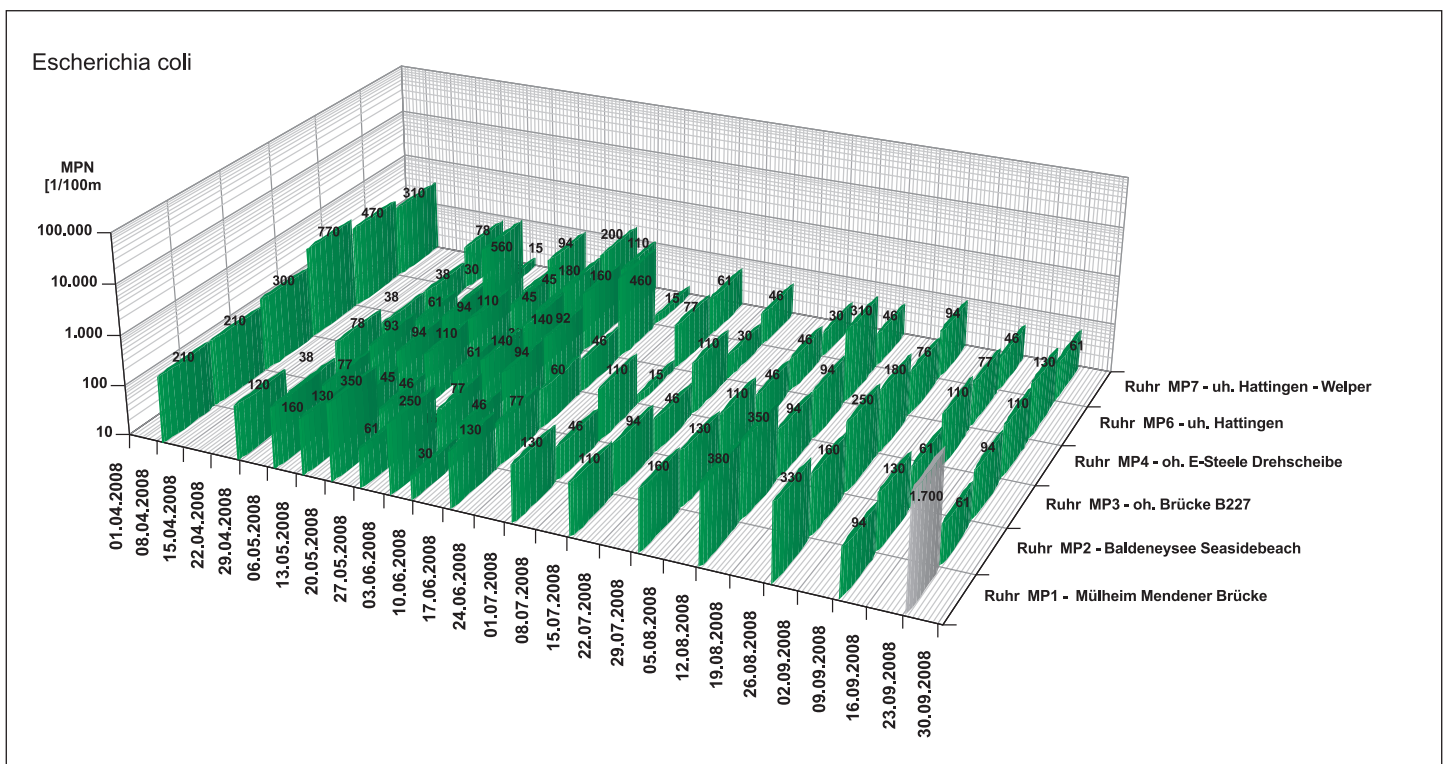


Bild 14.4: Nachweis von Escherichia coli in der unteren Ruhr im Jahr 2008
 Fig. 14.4: Detection of Escherichia coli in the lower Ruhr River in 2008

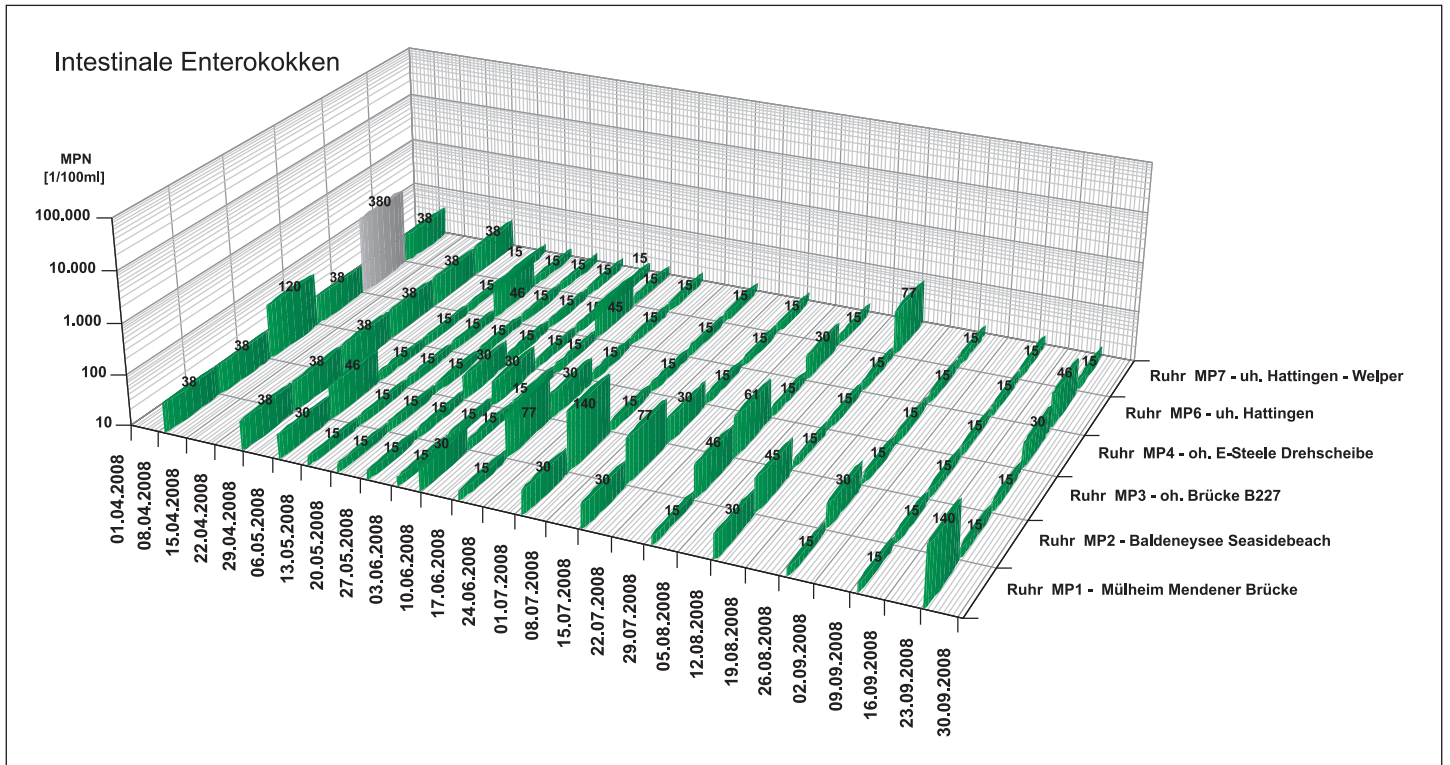


Bild 14.5: Nachweis von intestinalen Enterokokken in der unteren Ruhr im Jahr 2008
 Fig. 14.5: Detection of intestinal enterococci in the lower Ruhr River in 2008

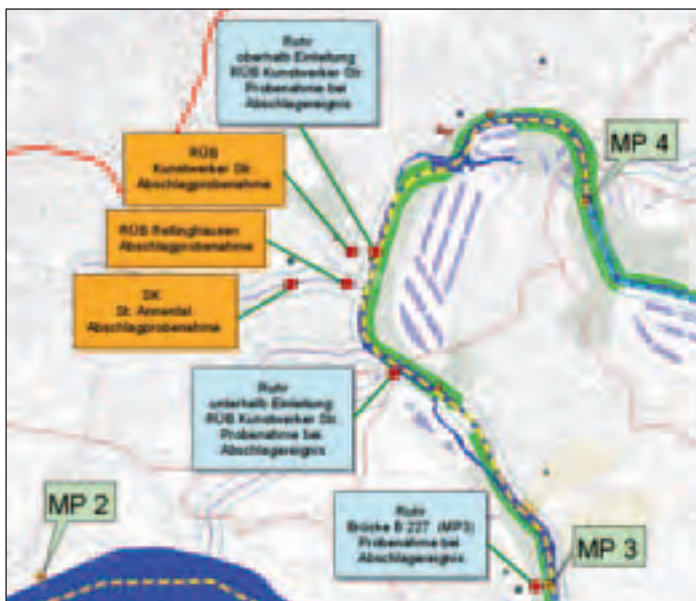


Bild 14.6: Messstellen für bakteriologische Untersuchungen zur Erfassung des Mischwassereinflusses auf die Ruhr im Essener Stadtgebiet
 Fig. 14.6: Map showing the sampling points in the municipal area of Essen, used for monitoring the influence of combined wastewater discharge on bacteriological parameters

10^4 und $10^6/100$ ml (Bild 14.7, 14.8). Diese Belastung liegt in der Größenordnung von ungereinigtem kommunalen Abwasser. An den Tagen, an denen es zu Abschlagsereignissen kam, wurden auch in der Ruhr sehr hohe hygienische Belastungen ermittelt. In Essen-Überruhr, knapp einen Kilometer unterhalb der drei Mischwassereinleitungen, wurde für *E. coli* am 21. Juni 2007 ein maximaler MPN-Wert von 190.000/100 ml ermittelt. Einen Tag zuvor waren an derselben Messstelle noch die Grenzwerte der Badegewässerrichtlinie unterschritten worden.

Weitere Ergebnisse aus dem Jahr 2008 bestätigen eine massive Erhöhung der Keimzahlen in der unteren Ruhr durch Mischwassereinleitungen. Anfang Juni 2008 konnte innerhalb von 24 Stunden ein Anstieg des MPN-Werts für *E. coli* an der Messstelle Essen-Überruhr um zwei Zehnerpotenzen auf 4.000/100 ml dokumentiert werden. Einen Tag nach dem Regenereignis war die Belastung wieder um eine Zehnerpotenz gesunken. Der maximale MPN-Wert des Jahres 2008 für *E. coli* wurde mit 24.000/100 ml am 23. Juni 2008 an der Messstelle Essen-Überruhr gemessen. In diesem Fall war die Beeinträchtigung der hygienischen Qualität der unteren Ruhr noch zwei Tage nach einem Entlastungsereignis nachzuweisen.

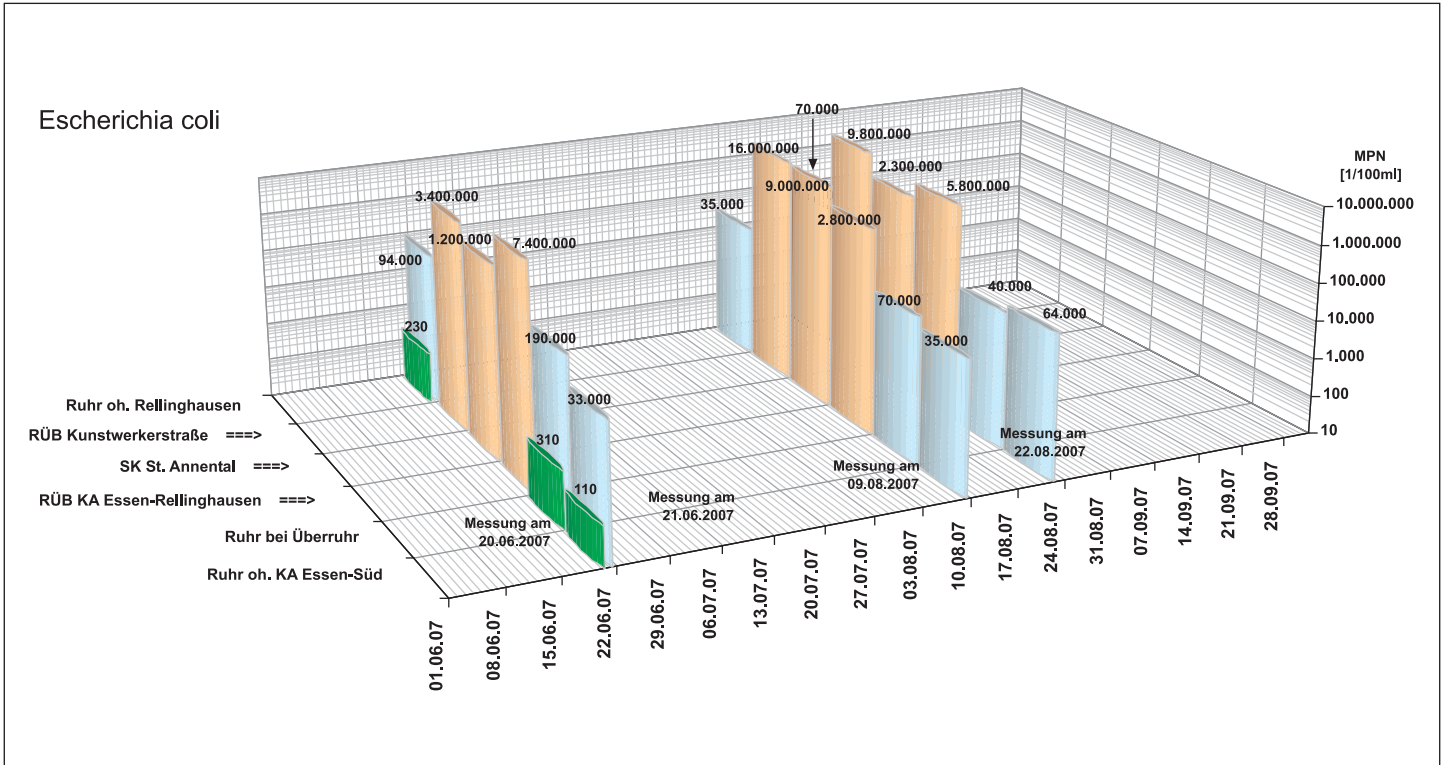


Bild 14.7: Nachweis von Escherichia coli in entlastetem Mischwasser sowie in der Ruhr oberhalb und unterhalb der Einleitungsstellen
 Fig. 14.7: Detection of Escherichia coli in combined wastewater discharge as well as in the Ruhr River upstream und downstream of the discharge points

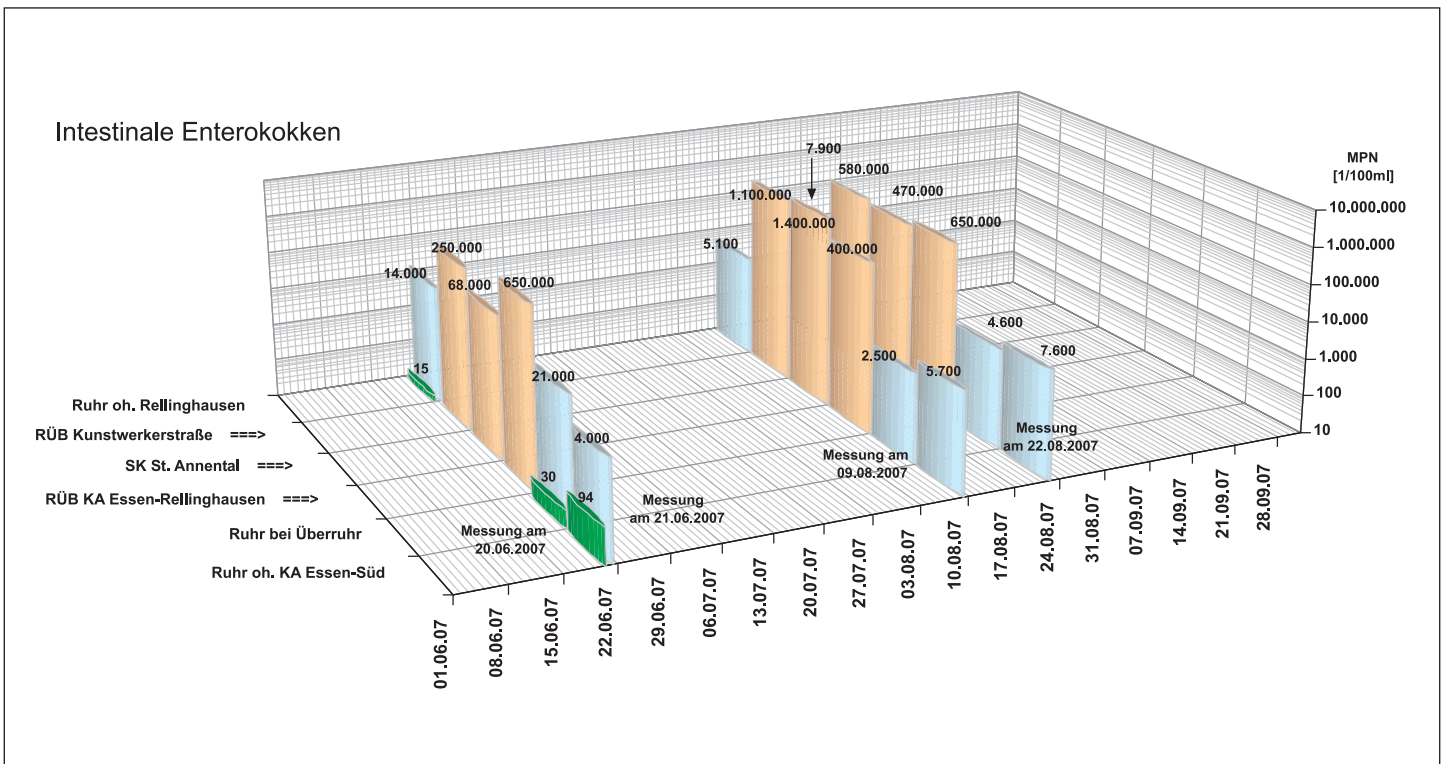


Bild 14.8: Nachweis von intestinalen Enterokokken in entlastetem Mischwasser sowie in der Ruhr oberhalb und unterhalb der Einleitungsstellen
 Fig. 14.8: Detection of intestinal enterococci in combined wastewater discharge as well as in the Ruhr River upstream und downstream of the discharge points

Fazit und Ausblick

Die hygienische Qualität der unteren Ruhr, hier ausschließlich definiert über die Belastung mit *E. coli* und intestinalen Enterokokken, unterliegt der hohen Dynamik, die Fließgewässer insgesamt kennzeichnet. Erwartungsgemäß weisen daher die Ergebnisse der Untersuchungen aus den Jahren 2007 und 2008 erhebliche Schwankungen für beide Kenngrößen aus. Wie hoch die Keimbelastung an einer Messstelle zu einem bestimmten Zeitpunkt ist, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Keimeinträgen aus punktförmigen und diffusen Quellen auf der einen Seite stehen Vorgänge der Keimelimination im Gewässer auf der anderen Seite gegenüber.

Die mit dem gereinigten Abwasser über die kommunalen Kläranlagen eingetragenen Keime führen zu einer permanenten Grundbelastung der unteren Ruhr. Dennoch zeigen die Ergebnisse aus dem Jahr 2008, dass die untere Ruhr bei günstigen Witterungs- und Abflussbedingungen eine hygienische Qualität erreichen kann, die nach den Vorgaben der aktuellen Badegewässerrichtlinie für eine Nutzung als Badegewässer ausreichen würde. Starke Niederschlagsereignisse und hohe Abflüsse verschlechtern dagegen die hygienische Qualität der unteren Ruhr. Die erhobenen Daten zeigen, dass das Abschlagen von Mischwasser aus den Behandlungsanlagen im Essener Stadtgebiet nach Starkregen zu einer Keimbelastung des unterhalb gelegenen Gewässerabschnitts über eine Dauer von zwei bis drei Tagen maßgeblich beiträgt.

Die Untersuchungen erfolgten mit dem Ziel, Daten zur hygienischen Qualität an der unteren Ruhr zu erheben und damit den Ist-Zustand darzustellen. Es wurde deutlich, wie groß der Unterschied in der Keimbelastung bei Trocken- und bei Regenwetter ist. Im Jahr 2009 sollen die Untersuchungen schwerpunktmäßig am Baldeneysee fortgesetzt werden.

15 Auswirkungen der Extremwetterereignisse auf die limnologischen Verhältnisse in den Talsperren

Das Jahr 2007 war hinsichtlich der meteorologischen Bedingungen für das Ruhreinzugsgebiet ein außergewöhnliches Jahr. Als besondere Ereignisse seien hier der ungewöhnliche Wintersturm „Kyrill“, die hochsommerlichen Witterungsbedingungen im April/Mai und die Starkregenfälle im August zu nennen. Die erhöhten Abflüsse, die Änderungen in der Vegetationsstruktur durch die Entwaldung sowie die ungewöhnlichen Licht- und Temperatureinwirkungen ließen eine Verschiebung des Trophiegrades der Talsperren als möglich erscheinen. Daher werden im Folgenden die limnologischen Verhältnisse, wie Nährstoffeintrag und -situation sowie Primärproduktion, an zwei ausgewählten Talsperren für die Jahre 2007 und 2008 sowie die langjährigen Entwicklungen dargestellt und diskutiert. Ein Augenmerk liegt dabei zum einen auf den Einflüssen durch „Kyrill“, zum anderen auf den Auswirkungen der sommerlichen Starkregenfälle, die sich bei den einzelnen Talsperren deutlich unterschiedlich darstellten.

Extremwetterereignis I – „Kyrill“

Mitte Januar 2007 erreichte der Orkan „Kyrill“, ein über Neufundland entstandenes Orkantiefdruckgebiet und hinterließ in Nordrhein-Westfalen mit etwa 25 Mio. umgestürzten Bäumen einen erheblichen Schaden. Im Ruhreinzugsgebiet sind auf etwa 5 % der Gesamtfläche bzw. auf über 10 % der Waldfläche die Bäume entwurzelt oder abgebrochen worden (Bild 15.1). Von den Einzugsgebieten der Talsperren waren die der Henne- und Sorpetalsperre am stärksten betroffenen. Hier kam es durch den Orkan zu Waldschäden auf etwa 25 % der Waldflächen bzw. 14 % des Einzugsgebiets (Bild 15.2). Als Folgen der fehlenden Vegetationsdecken waren zumindest in den ersten beiden Jahren eine Verminderung des Stickstoffrückhalts im Einzugsgebiet und ein Anstieg der Stickstoffkonzentrationen in den Oberflächengewässern zu erwarten. Dies ist zwar bei der bestehenden Phosphorlimitierung trophisch nicht relevant, kann aber für die Zusammensetzung des Phytoplanktons eine Rolle spielen.

Seit dem Jahr 2000 sind die Stickstoff-Zulaufkonzentrationen auf einem vergleichbaren Niveau (Bild 15.3). Während dies an der Sorpetalsperre auch für das Jahr 2007 gilt, war an der Hennetalsperre ein über 10 %-iger Anstieg der Stickstoffkonzentrationen im Zulauf zu verzeichnen. In den Hauptbecken wiesen jedoch beide Talsperren erhöhte Werte auf. Auch im Jahr 2008 blieben diese Verhältnisse bestehen. Allerdings kam es zu keinem weiteren relevanten Anstieg der Stickstoffkonzentrationen in den Talsperrensystemen der Henne und Sorpe. Vergleicht man die Jahre bis 1998 mit den letzten Jahren, sind die Stickstoffkonzentrationen insgesamt sowohl im Zulauf als auch in den Talsperren merklich zurückgegangen.

Für das unterschiedliche Verhalten der beiden Talsperren hinsichtlich der Stickstoffgehalte im Zulauf und im Hauptbecken spielte



Bild 15.1: Waldschäden durch den Wintersturm „Kyrill“ am 18./19. Januar 2007
 Fig. 15.1: Severe forest damage caused by the winter gale “Kyrill” on January 18/19, 2007

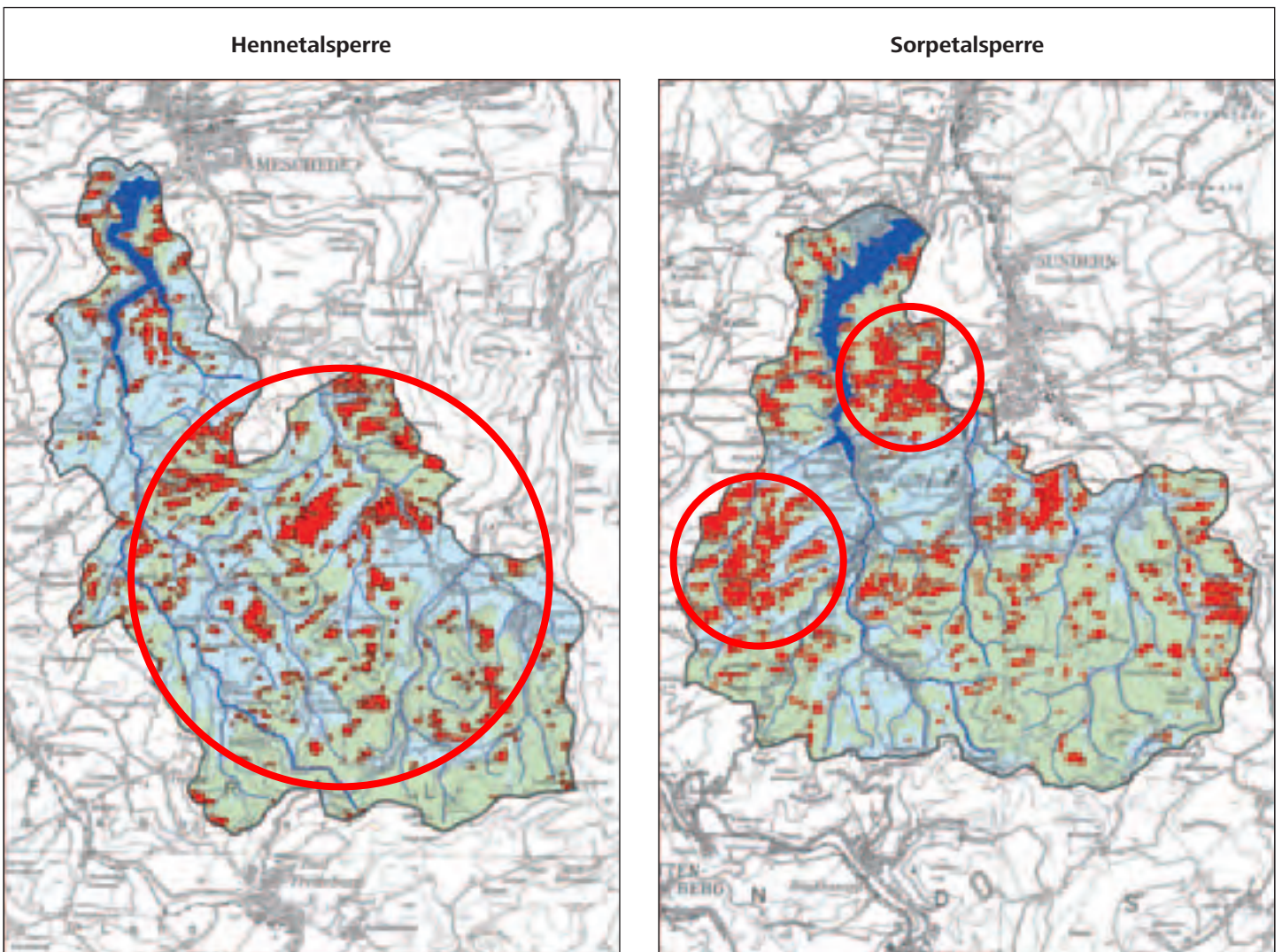


Bild 15.2: Baumwurfflächen (rot) in den Einzugsgebieten der Henne- und Sorpetalsperre
 Fig. 15.2: Tree windthrow areas (red) in the catchment areas of the Henne and Sorpe reservoirs

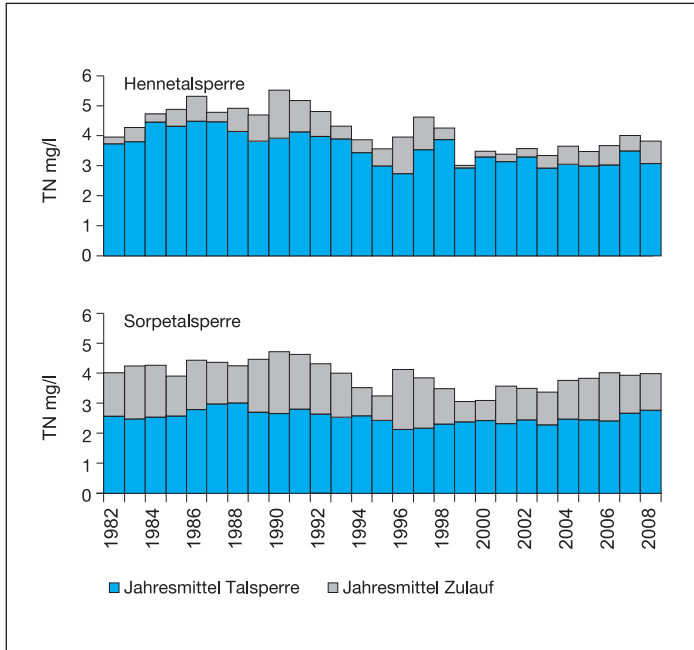


Bild 15.3: Stickstoffkonzentrationen (TN) im Zulauf und Hauptbecken der Henne- und Sorpetalsperre (Jahresmittel 1982 bis 2008)
 Fig. 15.3: Nitrogen concentrations (TN) in the inflow and the main basin of the Henne and Sorpe reservoirs (yearly average 1982-2008)

die Verteilung der geschädigten Flächen die entscheidende Rolle (Bild 15.2). Während an der Hennetalsperre vor allem Flächen im oberen Einzugsgebiet von „Kyrill“ betroffen waren, befanden sich an der Sorpetalsperre die Windwurfflächen im direkten Umfeld der Talsperre. Daher wirkte sich der verminderte Stickstoffrückhalt durch die Brachflächen an der Hennetalsperre auf die zufließenden Gewässer aus, während dieser an der Sorpetalsperre direkt im Talsperrenkörper zu höheren Konzentrationen führte. An der Hennetalsperre war nach „Kyrill“ zudem ein deutlicher Rückgang der Blaualge *Planktothrix rubescens* zu beobachten. Inwieweit dies als ein Einfluss durch die leicht erhöhten Stickstoffwerte oder den gleichzeitigen Rückgang der Phosphorkonzentrationen zu werten ist, wird in den nächsten Jahren zu beobachten sein.

Extremwetterereignis II – lange hochsommerliche Wetterlage im Frühjahr

Im April/Mai 2007 wurden über einen Zeitraum von etwa fünf Wochen hochsommerliche Witterungsbedingungen erreicht. So übertraf der durchschnittliche Monatswert der Globalstrahlung das bisherige Maximum um über 22% (Bild 15.4). Zu dieser Zeit stiegen die Wassertemperaturen auch im Einzugsgebiet der Ruhr um etwa 9 °C bis auf 15 °C an, so dass in den Ruhrverbandstalsperren schon früh eine stabile thermische Schichtung vorhanden war.

Dennoch blieb ein außergewöhnlicher Anstieg der Primärproduktion als Folge dieser günstigen Strahlungsbedingungen aus (Bild 15.5). Die hohen Chlorophyllwerte in der Hennetalsperre im April 2007 wurden durch eine massive Diatomeenentwicklung hervor-

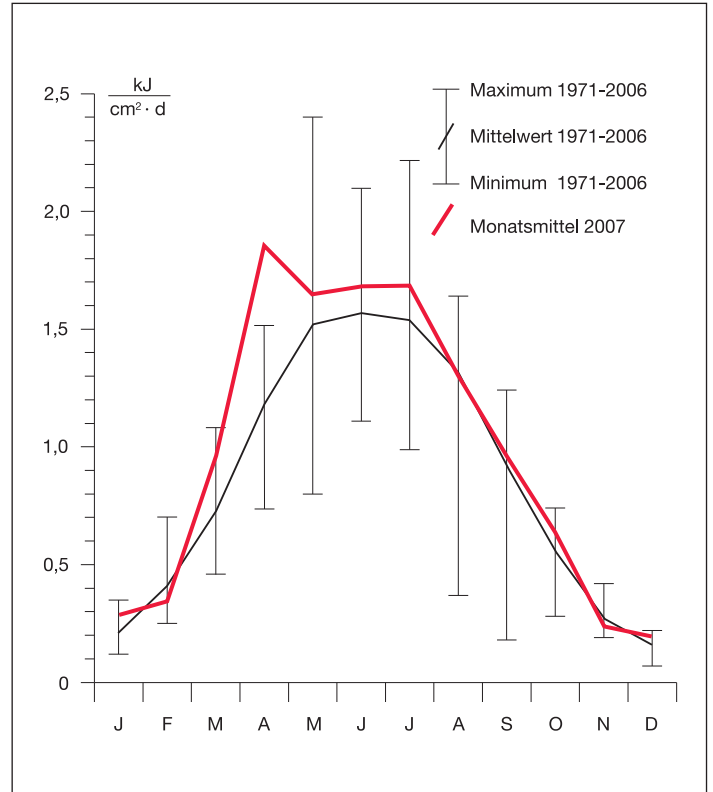


Bild 15.4: Überdurchschnittliche Strahlungsbedingungen im Frühjahr 2007
 Fig. 15.4: Above-average radiation in spring 2007

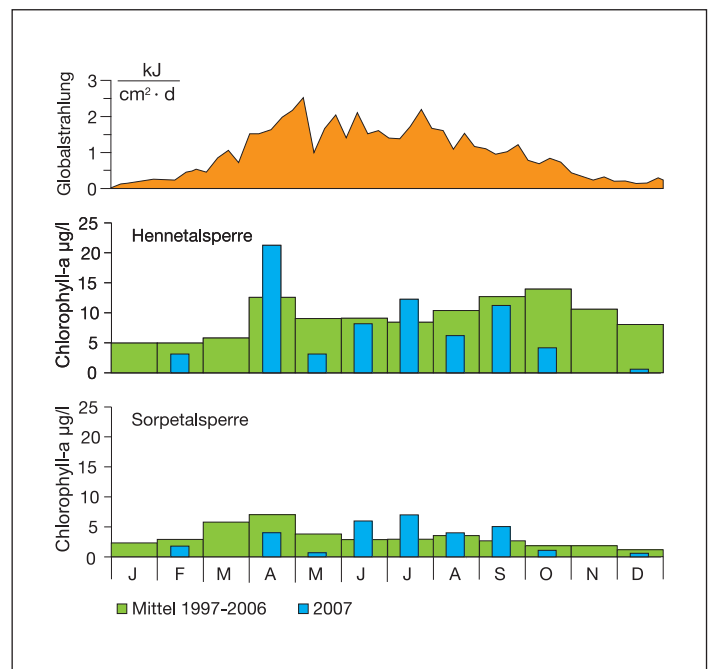


Bild 15.5: Auswirkungen des strahlungsreichen Frühjahrs 2007 auf die epilimnische Chlorophyll-a-Konzentrationen in der Henne- und Sorpetalsperre
 Fig. 15.5: Effects of the above-average radiation, observed in spring 2007, on the chlorophyll-a concentrations in the epilimnion of the Henne and Sorpe reservoirs

gerufen. Diese setzte jedoch schon zu Beginn der Schönwetterperiode ein, als die Wassertemperaturen noch niedrig waren, und kann also nicht auf überdurchschnittliche Strahlungsbedingungen zurückgeführt werden. Im Mai gingen die Chlorophyllwerte wieder zurück, da zu dieser Zeit schon das Klarwasserstadium einsetzte. An der Sorpetalsperre, wo die Probenahme 14 Tage später stattfand, war im Frühjahr 2007 eine deutlich unterdurchschnittliche Primärproduktion zu verzeichnen. Auch hier waren wahrscheinlich vorangegangene Diatomeenentwicklungen ausschlaggebend, worauf auch die zurückgegangenen Siliziumwerte schließen ließen. Erst in den Sommermonaten, hier sogar bei weniger günstigen Strahlungsbedingungen, waren wieder Algenentwicklungen mit dem so genannten Sommerplankton, vor allem mit Chlorophyceen und Chrysophyceen, festzustellen.

Extremwetterereignis III – Sommerliche Starkregen- und Hochwasserereignisse

Im August 2007 stiegen aufgrund von außergewöhnlichen Starkregenfällen die Abflüsse im Sauerland sehr stark an. Bild 15.6 zeigt dies eindrucksvoll am Beispiel der Möhnetalsperre, die seit 1984 erstmals wieder überlief. So wurde hier ein Spitzenzulauf von 170 m³/s erreicht. Das entsprach in etwa dem 20-fachen Mittelwasserabfluss. Dabei wurden, wie auch bei den übrigen Ruhrverbandstalsperren, oberflächennahe Bodenschichten abgetragen, was zu einer starken Eintrübung der Zuläufe führte. Diese reichte über die Vorbecken bis in die Hauptbecken der Talsperren hinein. In landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten sind Abschwemmungen zu dieser Jahreszeit meist mit Phosphorverbindungen angereichert, die so in das Talsperrensystem gelangen. Aufgrund ihrer meist partikulären Natur sind diese jedoch nicht direkt pflanzenverfügbar.



Bild 15.6: Überlauf der Möhnetalsperre mit 64 m³/s am 11. August 2007
Fig. 15.6: Overflow of the Moehne reservoir with 64 m³/s on August 11, 2007

Auch an der Henne- und Sorpetalsperre folgte dem Phosphoreintrag über die Zuläufe eine merkliche Konzentrationserhöhung im September (Bild 15.7). Der deutlich höhere Anstieg in der Hennetalsperre im Vergleich zur Sorpetalsperre war sowohl auf das geringere

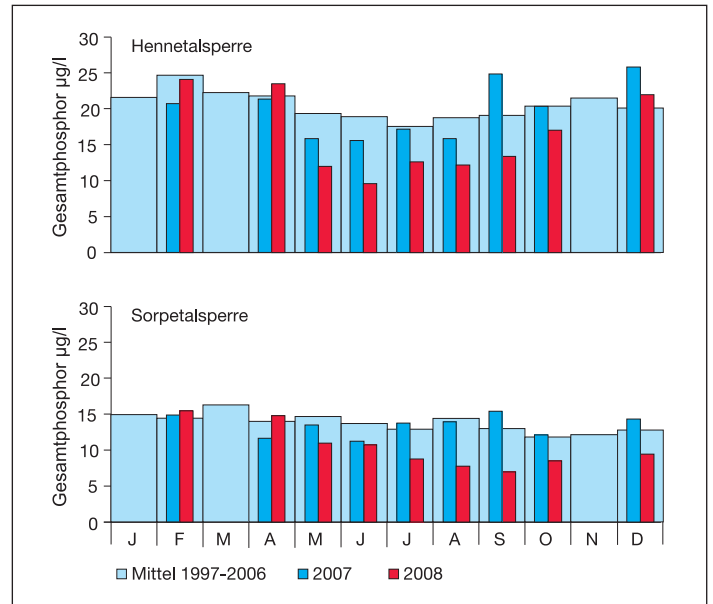


Bild 15.7: Auswirkungen der sommerlichen Hochwasserereignisse auf die Gesamtphosphorkonzentrationen in der Henne- und Sorpetalsperre und Konzentrationsentwicklung 2007 und 2008

Fig. 15.7: Effects of the summer floods on the total phosphorus concentrations in the Henne and Sorpe reservoirs in 2007 and 2008

gere Stauvolumen und die geringere theoretische Aufenthaltszeit (geringerer Ausbaugrad) als auch auf den größeren landwirtschaftlichen Anteil im Einzugsgebiet zurückzuführen. Zudem führten die starken Niederschläge und hohen Abflüsse zu einer außergewöhnlich frühen thermischen Durchmischung in den Hauptbecken. So befand sich z. B. die Hennetalsperre schon Anfang September im Zustand der Vollzirkulation. Einen Monat später gingen die Phosphorkonzentrationen wieder zurück. Hier spielten vor allem Sedimentationsprozesse von eingetragenen Feinsedimenten eine entscheidende Rolle, wodurch die zuvor an die Partikel adsorbierten Phosphorverbindungen der Wasserphase entzogen wurden.

In Bild 9.1 (Beitrag „Talsperrenuntersuchungen“) ist die Trophie-situation in den Ruhrverbandstalsperren für die letzten 20 Jahre entsprechend der LAWA-Trophieklassifikation dargestellt. Seit dem Jahr 2000 sind die hier dargestellten Talsperren des Ruhrverbands sicher als mesotrophe Gewässer einzustufen. Im Jahr 2007 waren hinsichtlich der Trophieindizes keine Änderungen festzustellen. Die Trophieverhältnisse der Sorpetalsperre blieben im Bereich der Vorjahre, obwohl im Vergleich zu 2006 ein deutlicher Anstieg vorhanden war. Der außergewöhnlich niedrige Trophiegrad 2006 war dadurch zustande gekommen, dass eine starke Diatomeenentwicklung vor der Vegetationsperiode eine sommerliche Primärproduktion kaum mehr zugelassen hatte. Bemerkenswert ist, dass auch im Jahr 2008 an allen Talsperren die Trophiegrade weiter rückläufig waren oder auf einem schon niedrigen Niveau blieben.

Hinsichtlich der Relevanz der geschilderten außergewöhnlichen meteorologischen Ereignisse auf die limnologische Situation in der Henne- und Sorpetalsperre können folgende Aussagen getroffen werden:

- der leicht erhöhte Stickstoffeintrag durch den reduzierten Baumbestand ist trophisch nicht wirksam
- ein Anstieg der Primärproduktion in den Talsperren trat trotz günstiger Strahlungsbedingungen im Frühjahr nicht auf
- der nur geringfügige Anstieg der Gesamtposphorkonzentrationen in den Talsperren während der sommerlichen Starkniederschläge ist trophisch weder akut noch mittelfristig wirksam

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die kurzzeitigen extremen Wetterkapriolen für die Trophiesituation weder akut noch mittelfristig bedeutsam waren. Das ist auch ein Beleg dafür, dass die Talsperren des Ruhrverbands mit ihrer hohen ökologischen Vielfalt und Ausgewogenheit stabile Gewässer darstellen, wie das hier an Hand der LAWA-Trophieklassifikation gezeigt werden kann.

16 Bypassgerinne am Horbach-Hennetal-sperre – naturnaher Ersatzlebensraum

Als Maßnahme zur Optimierung des aquatischen Lebensraums wurde im November 2006 am Horbach, einem Zufluss der Hennetal-sperre, ein naturnahes Bypassgerinne in Betrieb genommen. Ziel war es, ein Laich- und Aufwuchshabitat für Bach- und Seeforellen (*Salmo trutta f. fario* und *Salmo trutta f. lacustris*) sowie für Koppen (*Cottus gobio*) zu schaffen, da bisher keine geeigneten Laich- und Aufwuchshabitats für diese Arten im Einzugsgebiet der Hennetal-(Haupt)sperre vorhanden waren.

Das Projekt wurde jeweils zur Hälfte mit Mitteln des Landes NRW und der EG – zur Förderung gemeinschaftlicher Strukturmaßnahmen im Fischereisektor (FIAF) – mit insgesamt 30.000,- € gefördert. Der Eigenanteil des Ruhrverbands bestand aus der Planung und Bauausführung. Da der naturfern ausgebaute Horbach aus hydraulischen Gründen selbst nicht renaturiert werden konnte, erfolgte alternativ die Anlage eines naturnahen Bachlaufs als Bypass mit Anbindung an den Horbach (Bild 16.1).



Bild. 16.1: Blick vom Talsperren-Randweg: Horbach (links) und Bypass (rechts) nach der Inbetriebnahme
 Fig. 16.1: View from the panoramic walking trail along the reservoir: Horbach (left) and bypass (right) after its activation

Durch die natürliche Reproduktion der Seeforelle werden die an der Hennetal-sperre durchgeführten fischereilichen Maßnahmen zur Nahrungsnetzsteuerung – Seeforellenbesatz zur Regulierung der planktivoren Kleinen Maräne (*Coregonus albula*) – auf mittel- und langfristige Sicht unterstützt und der Besatzaufwand reduziert. Bei den Seeforellen handelt es sich um eine großwüchsige und räuberische Unterart der Stammform *Salmo trutta*, zu der auch die Bach- und die Meerforelle (*Salmo trutta trutta*) zählen. Die Seeforelle stammt ursprünglich aus dem Voralpenraum und besiedelt tiefe und sauerstoffreiche, oligo- bis mesotrophe Seen. Zur Laichzeit von Oktober bis Dezember steigt sie in die Zuflüsse

der Seen auf, um dort ihre Eier im Kiesgrund abzulegen. Die Jungfische verbringen das erste Lebensjahr in den Zuflüssen, bevor sie in den See oder die Talsperre abwandern (Bild 16.2). Neben der Förderung dieser aus fischereibiologischer und wassergütwirtschaftlicher Sicht bedeutenden Fischart war die Schaffung eines Ersatzlebensraums für die standorttypischen Arten Bachforelle und Koppe ein aktiver Beitrag zum Schutz und zur Erhaltung dieser in der Roten Liste NRW als gefährdet aufgeführten Fischarten.



Bild 16.2: Lebenszyklus der Seeforelle
Fig. 16.2: Lifecycle of lake trout

Der neu angelegte Bypass ist weitestgehend naturnah und den ökologischen Ansprüchen der zu fördernden Fischarten entsprechend gestaltet. Dabei stand die Schaffung eines zwar befestigten, jedoch mäandrierenden Bachlaufs mit einer hohen Strukturvielfalt durch unterschiedliche Sohlsubstrate, Flachwasserbereiche und Auskolkungen, Fischunterstände, Uferbepflanzung etc. im Vordergrund. Die Länge des Bypasses beträgt ca. 120 m. Sein Anschluss erfolgte mittels eines Durchstichs oberhalb einer Querverbauung im Horbach (Bild 16.3). Die ersten 40 m Gerinnestrecke entlang eines Fremdgrundstücks sind kanalisiert. Daran schließt der mäandrierende Bachlauf mit einer Länge von ca. 80 m an, welcher schließlich vor dem Talsperrenrandweg wieder in das Bachbett des kanalisierten Horbachs mündet. Das Bachbett des Bypasses selbst besteht aus engeren Bereichen mit höheren Fließgeschwindigkeiten (max. 1,3 m/s), ausgeweiteten Bereichen mit geringeren Fließgeschwindigkeiten (mind. 0,3 m/s), zwei kleineren und vier größeren Kolken. Die Breite des Bypasses variiert von



Bild 16.3: Einlassbauwerk im Bau
Fig. 16.3: Intake building under construction

1,20 m an engeren Passagen bis zu 5 m in den Kolken. Die Wassertiefen variieren hierbei von mindestens 18 cm über den Kiesbänken bis zu 80 cm in den Kolken. Die durchschnittliche Abflussmenge beträgt 104 l/s. Um den sohnahen Strömungskräften (Schubspannungen) von rd. 50 N/m² bei Auslegungswassermenge und 90 bis 110 N/m² bei höheren Abflüssen zu widerstehen, ist die Sohle aus einem Gemisch von Wasserbausteinen der Klasse 0 (50 – 100 mm) und I (100 – 200 mm) hergestellt worden. Darunter befindet sich ein geotextiles Filtervlies. Als Sohlsubstrat dient Sandfangmaterial von 1 bis 5 mm Körnunggröße. In den Bereichen zwischen den Kolken sind Schüttungen aus Mittel- und Grobkies mit einer Körnung von 6 bis 20 mm bzw. 20 bis 63 mm als Laichsubstrate ausgebracht (Bild 16.4). Die Kiesbetttiefe schwankt dabei zwischen 10 und 35 cm. Als Laichplätze für die Forellen sind somit größere und kleinere Kiesbänke (Grundfläche 10 bis 20 m²) an geeigneten, flachen Stellen mit schneller Strö-



Bild 16.4: Mittelkies (links) und Grobkies (rechts) als Laichsubstrat
Fig. 16.4: Medium gravel (left) and coarse gravel (right) used as spawn substrate

mung vorhanden. Neben den Bereichen mit rascher Wasserführung, grobem Kies und Steinen wurde auch auf strömungsberuhigte Gewässerabschnitte geachtet. Hier wurde entsprechend feineres Kiessubstrat verwendet.

In das Bachbett eingebrachte Störsteine und Totholz dienen zur Regulierung der Strömungsgeschwindigkeit und der Wasserspiegelerhöhung sowie als Ruhezone für die wandernden Fische. Das eingesetzte Totholz, wie Baumwurzeln und Stämme von Erle und Weide dient ebenfalls als Unterschlupf für die Fische und somit als Schutz vor Feinden sowie zur Beschattung des Bypasses (Bild 16.5). Neben diesen Gestaltungsmaßnahmen sind die Strukturvielfalt und der optische Gesamteindruck noch durch eine Uferbepflanzung mit standorttypischen Baum- und Staucharten, wie Erle, Weide, Hainbuche, Ahorn, Hartriegel und Vogelkirsche verbessert worden.



Bild 16.5: Totholz und Störsteine im Bypass
Fig. 16.5: Deadwood and rock riprap in the bypass

Im Zeitraum von Dezember 2006 bis Juni 2007 wurde im Rahmen einer Diplomarbeit untersucht, ob das Gerinne von den Seeforellen als potenzielles Laichgewässer angenommen wird, ob ihre Reproduktion erfolgt und ob die Bedingungen für ein erfolgreiches Aufwachsen der Jungfische gegeben sind. Des Weiteren wurde die Erstbesiedlung des Bypasses durch Makrozoobenthos untersucht. Es konnten Unterschiede bzgl. der Artenvielfalt und Häufigkeit von Fischen und Fischnährtieren im Vergleich zum Horbach dargestellt werden. Neben regelmäßigen Elektrofischungen fanden Vergleichsexperimente mit im Interstitial des Bypasses exponierten Forelleneiern statt.

Ergebnisse

Fische

Da die Fertigstellung des Bypasses zu Beginn der Seeforellenlaichzeit erfolgte, konnten bereits wenige Tage nach der Inbetriebnahme Anfang Dezember 2006 laichbereite Seeforellen mit bis

zu 80 cm Körperlänge gesichtet sowie deren frisch geschlagene Laichgruben im Bypass festgestellt werden (Bild 16.6, 16.7). Präferenzen der Fische bzgl. der Wahl des Laichsubstrats konnten hierbei nicht festgestellt werden, sowohl der Mittel- als auch der Grobkies wurden von den Fischen akzeptiert. Nach der Eiablage wanderten die Seeforellen umgehend in die Hennetalsperre zurück. Um die Seeforellen zur Laichzeit im Bypass nicht zu stören, beschränkten sich die Untersuchungen in den Monaten Dezember bis Januar auf Beobachtungen mit Foto- und Filmdokumentation. Während der Laichzeit 2006 wurden so insgesamt ca. 20 adulte Seeforellen und sechs Laichgruben nachgewiesen.

Ab Ende Januar bis Mitte Juni 2007 erfolgten vier vergleichende Elektrofischungen des Bypasses sowie des benachbarten Horbachs. In dieser Zeit fanden sich in beiden Gewässern Bachforellen, die aus dem Einzugsgebiet des Horbachs stammten und bis hierher verdriftet wurden. Des Weiteren wurden der Bypass und der Horbach von juvenilen Seeforellen bis 30 cm Körperlänge, die aus der Talsperre aufgestiegen waren, besiedelt.



Bild 16.6: Drei laichbereite Seeforellen über einer Kiesbank
Fig. 16.6: Three lake trout ready to spawn on a gravel bank



Bild 16.7: Gewässerkarte mit Laichgruben der Seeforellen
Fig. 16.7: Habitat map with spawning hollows of the lake trout

Ab April 2007 konnten darüber hinaus massenhaft Seeforellen-Jungfische (Brütlinge mit 3 bis 5 cm Körperlänge) im Bypass nachgewiesen werden, von denen dort im September 2007 noch 64 Exemplare mit Körperlängen von 8 bis 15 cm zu finden waren (Bild 16.8). Das Ergebnis belegte, dass die Jungfische den Bypass erfolgreich als Aufwuchshabitat nutzen konnten. Eine weitere Elektrofischung Ende April 2008 lieferte dann nur noch sieben juvenile Seeforellen zwischen 10 und 30 cm Körperlänge im Bypass. Entsprechend ihrer Entwicklung wandern die meisten Seeforellen also mit zunehmender Körpergröße bzw. mit zunehmendem Alter in den Herbst- und Wintermonaten in die Hennehtalsperre ab. Außerdem wurden auch wieder zahlreiche Forellenbrütlinge mit durchschnittlich 2 bis 3 cm Körperlänge entdeckt.



Bild 16.8: Seeforellen-Brütling aus natürlicher Reproduktion
Fig. 16.8: Lake trout spawn from natural propagation

Koppen wurden bisher hingegen nur vereinzelt im Horbach nachgewiesen. Da der Koppenbestand hier sehr gering ist, scheint eine Besiedlung des Bypasses durch diese Art auch nur sehr langsam erfolgen zu können.

Der Vergleich der Befischungsergebnisse des Horbachs mit denen des Bypasses belegte, dass mehr Fische das Bypassgerinne als den Horbach besiedeln.

Ein Vergleichsexperiment im Rahmen der Diplomarbeit sollte Aufschluss darüber geben, ob sich die Forelleneier im Kiesgrund des Bypasses ungehindert entwickeln oder ob es mögliche Faktoren gibt, welche die Entwicklung beeinträchtigen können. Einer dieser Faktoren könnte der übermäßige Eintrag von organischem Material und Feinsedimenten sein. Diese verstopfen das Kieslückensystem und verhindern somit die Frischwasser- und Sauerstoffzufuhr, die zur Entwicklung der Eier notwendig ist. Bei dem Experiment wurden Seeforelleneier aus der Besatzfischzucht des Ruhrverbands in durchströmten Versuchsbehältern im Kiesgrund des Bypasses exponiert. Die Behälter waren so konzipiert, dass geschlüpfte Jungfische diese nicht verlassen konnten. Ende März 2007 wurden in den Versuchsboxen ebenfalls Fischlarven nachgewiesen, die in diesen aus dem Kiesbett aufgestiegen waren. In den Ver-

suchsbehältern lagerte sich teilweise eingetragenes Feinsediment ab, welches die Entwicklung der Jungfische aber nicht beeinträchtigte. Somit konnte auch experimentell belegt werden, dass die Bedingungen im Bypassgerinne eine natürliche Reproduktion der Fische ermöglichen.

Fischnährtiere

Zur Dokumentation der Erstbesiedlung durch Makrozoobenthos wurde der Bypass an acht Probestellen unter Berücksichtigung der Vorschriften der DIN 38410-1 [16.1] untersucht. Die Proben aus dem jeweiligen Kieslückensystem wurden mittels der „Kick-Sampling-Methode“ gewonnen. Dabei wurde ein Sieb entgegen der Strömungsrichtung gehalten, mit welchem die aus dem Kieslückensystem aufgewirbelten Organismen gefangen wurden. Die Organismen auf den Stein- und Totholzproben wurden mittels Pinzette abgesammelt. Die Beprobung des Bypasses und des Horbachs fand 14-täglich über einen Zeitraum von fünf Monaten statt.

Aus fischereibiologischer Sicht hat die Besiedlung des Bypasses mit Fischnährtieren eine hohe Bedeutung, da diese den heranwachsenden Jungfischen als Nahrungsquelle dienen. Im Bypass konnten 42 Makrozoobenthos-Taxa nachgewiesen werden. Acht dieser Taxa wurden auch im Horbach gefunden. Darunter befanden sich verschiedene Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*), Köcherfliegen (*Trichoptera*), Steinfliegen (*Plecoptera*), Zweiflügler (*Diptera-Larve*), Käfer (*Coleoptera*), Krebstiere (*Crustacea*), Schnecken (*Gastropoda*), Strudelwürmer (*Turbellaria*), Wenigborster (*Oligochaeta*) sowie Egel (*Hirudinea*). Es wurden somit 34 Makrozoobenthos-Taxa mehr im naturnahen Bypassgerinne als im ausgebauten Horbach entdeckt (Bild 16.9).

Teilt man diese Organismen entsprechend ihrer Ernährungstypen ein, so dominierten im Bypass sowie im Horbach eindeutig die Weidegänger (ca. 90%). Sammler und Zerkleinerer machten in beiden Gewässern nur einen geringen Teil aus (7%), Räuber (3%) waren kaum vorhanden und konnten nur im Bypass nachgewiesen werden.

Bei vielen Arten konnte eine Präferenz des Substrattyps festgestellt werden. So besiedelten z. B. die räuberisch lebenden Köcherfliegen hauptsächlich das Kieslückensystem des Grobkieses sowie das Totholz. Schnecken dagegen konnten vermehrt auf größeren Steinen aber auch auf Totholz gefunden werden.

Die Besiedlung von Fließgewässern durch benthische Makroinvertebraten wird im Allgemeinen als sehr schnell beschrieben. Betrachtet man den Besiedlungsverlauf des Makrozoobenthos an den einzelnen Probestellen, fällt auf, dass die Besiedlung durch passive, ggf. auch durch aktive Verdriftung in Fließrichtung des Gewässers eine sehr große Rolle spielte. Zu Beginn der Untersu-

[16.1] DIN 38410-1:2004-10: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M) – Teil 1: Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern (M1). Berlin: Beuth-Verlag GmbH

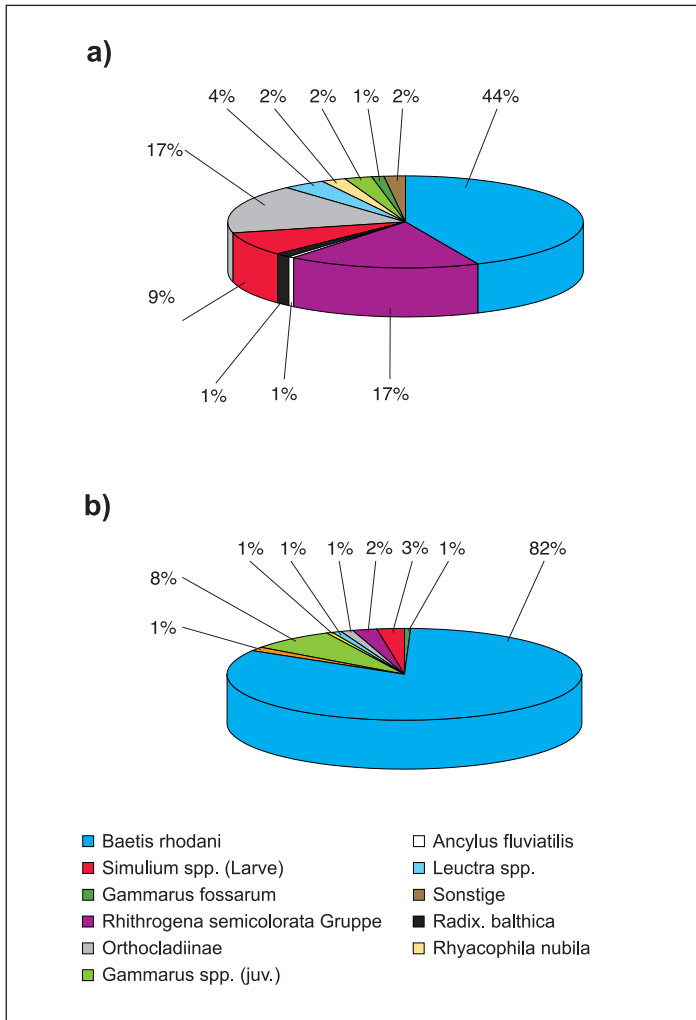


Bild 16.9: Häufigkeiten der im Bypassgerinne (a) und Horbach (b) nachgewiesenen Makrozoobenthos-Taxa
 Fig. 16.9: Abundance of macrozoobenthos taxa found in the fish bypass (a) and in the Horbach (b)

chung war die Besiedlung im oberen Abschnitt des Bypasses wesentlich höher als an den unteren Probestellen. Im Laufe der Zeit nahm aber die Besiedlungsdichte der unteren Probestellen zu. Die Organismen brauchten also eine gewisse Zeit, um mit der Strömung flussabwärts zu verdriften.

Schlussbetrachtung

Die Errichtung des Bypasses am Horbach ist als Erfolg zu werten. Die gewünschten Zielvorstellungen, ein Laich- und Aufwuchshabitat für See- und Bachforelle zu erschaffen, wurden erfüllt. Der Bypass wird von den Forellen als Laichgewässer angenommen, deren Eier sich im Kiesgrund zu Jungfischen entwickeln. Durch eine sehr rasche Besiedlung mit Fischnährtieren finden die Jungfische ausreichend Nahrung. Die Artenvielfalt des Makrozoobenthos im Bypass im Gegensatz zum Horbach spricht für eine sehr gute Strukturierung dieses naturnahen Bachlaufs.

Das neu geschaffene Gewässer stellt für adulte Seeforellen ausschließlich ein Laichbiotop dar, da die Fische nach dem Abbläichen umgehend in die Hennetalsperre zurückwandern. Die juvenilen Seeforellen nutzen das Habitat etwa bis zum ersten Winter als Aufwuchslebensraum, bevor auch sie in die Talsperre abwandern.

Kiesbänke degenerieren im Laufe der Zeit bzw. lagern sich aufgrund der Schleppkraft des Wassers um. Durch den ausgebauten und naturfernen Horbach wird das Gerinne nicht mit neuen Kiessubstraten versorgt. Somit ist eine jährliche Nachmodellierung bzw. Aufschüttung der Kiesbänke vor der Laichzeit der Forellen notwendig. Des Weiteren müssen die bestehenden Kiesbänke sowie Kolke von eingetragenen Feinsedimenten mittels Harken befreit und somit ertüchtigt werden. Ebenso kann es notwendig sein, durch eine Nachmodellierung der Strukturen im Gerinne die Ansprüche der Forellen bzgl. ihres Laichhabitats (Kieseltiefe, Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit) zu erhalten. Der gesamte Arbeitsaufwand hierfür ist allerdings mit jährlich maximal zwei Personentagen gering.

Durch die gute Zugänglichkeit und Einsicht des Bypasses über den Talsperrenrandweg und die Errichtung einer Infotafel für Gäste der Hennetalsperre kommt es zu einer großen öffentlichen Wahrnehmung des Projekts (Bild 16.10). Der Bau dieses Ersatzlebensraums findet bei den Besuchern eine hohe Anerkennung und fördert das Interesse und die Akzeptanz für gewässerökologische Belange.

Laichbiotop Horbach

Fischereiwirtschaft der Hennetalsperre

Zur Sicherung einer guten Wasserqualität wird der Fischbestand der Hennetalsperre nach fischereibiologischen und gewässerökologischen Kriterien bewirtschaftet und geegnet. Ziel ist die Schaffung und Erhaltung eines artenreichen, gesunden und gut strukturierten Fischbestandes mit entsprechender Anpassung an den Lebensraum Talsperre.

Durch den Besatz von Raubfischen kann die Qualität des Wassers sowie die Menge des Fischbestandes den gewünschten Zielvorstellungen weitestgehend angepasst werden.

Zielfischart Seeforelle

Eine der wichtigsten künstlich besetzten Raubfischarten in der Talsperre, ist die Seeforelle (*Salmo trutta f. lacustris*). Als Raubfisch der Freiwasserzone hält sie, den Bestand der Kleinen Maräne zu regulieren. Die Seeforelle bewohnt natürlicherweise tiefe, kalte und sauerstoffreiche Seen und ernährt sich überwiegend von kleinen Fischen. In der Laichzeit wandern die Tiere in die Zuflüsse, um geeignete Laichplätze aufzusuchen. Der Laichplatz muss Kiesbänke mit rasch fließendem, sauerstoffreichem Wasser aufweisen.

Zum Abbläichen gräbt der weibliche Fisch (Rogner) durch Schwarzschläge eine Kiesgrube in der es die Eier ablegt. Der männliche Fisch (Milchner) besamt währenddessen die Eier. Nach erfolgreichem Abbläichen wandern die Fische in den See zurück.

Die Entwicklung der Eier ist abhängig von der Wassertemperatur und beträgt ca. 2-3 Monate. Die geschlüpften Larven ziehen sich zunächst zum Schutz in das Kieslückensystem zurück, später wandern die Jungfische an die Wasseroberfläche.

Lebenszyklus der Seeforelle

Der Horbach

Die Zuflüsse der Hennetalsperre weisen keine geeigneten Laichplätze für die Seeforelle auf, so dass ihr Bestand durch Besatz erhalten werden muss. Einer dieser Zuflüsse ist der Horbach. Dieser ist sowohl ober- als auch unterhalb des Talsperren-Randweges zur Sicherung des Abflussvermögens ausgebaut worden. Böschung als auch Gewässersohle des Horbache bestehen aus Steinflösetungen. Gewässersohlensubstrate wie Kies sowie Unterstände für Fische fehlen im Bachbett.

Das Laich- und Aufwuchserinne

Zur Verbesserung des aquatischen Lebensraumes, hat der Ruhrverband hier am Horbach ein naturnahes Gerinne errichtet, welches im November 2006 in Betrieb genommen wurde. Dieses Fließgewässer berücksichtigt die Lebensraumsansprüche sowie die Ansprüche an Laich- und Aufwuchsplätze insbesondere von Seeforellen, Bachforellen und Mühlkopfen. Die Länge des Gerinnes beträgt ca. 120 m, und weist zwei kleinere und vier größere Kolke auf. In den Bereichen zwischen den Kolken ist eine Steinschüttung aus Mittel- und Grobkies als Laichsubstrat ausgebaut.

In das Bachbett eingebrachte Störsteine und Totholz dienen zur Regulierung der Strömungsgeschwindigkeiten, zur Wasserspieleerhöhung und als Ruhezone für die wandernden Fische. Das in die Kolke eingesetzte Totholzmaterial, wie z. B. Baumwurzeln, Stämme und Äste, dient den Fischen als Unterschlupf zum Schutz vor Feinden sowie der Beschattung.

Infotafel am Horbach-Bypass

Bild 16.10: Infotafel am Horbach-Bypass
 Fig. 16.10: Infotafel am Horbach-Bypass

Danksagung

Wir danken Dipl. Landsch. Ökol. Patrick Rebbe für die Zurverfügungstellung seiner Diplomarbeit, die Grundlage dieses Berichts ist.

17 Bewirtschaftungsplanung im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie

Die Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen ist einer der wesentlichen Aspekte der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL). Damit soll ein rechtlich verbindliches Instrument geschaffen werden, um die in der EG-WRRL formulierten Zustandsziele für Oberflächengewässer und Grundwasser auch erreichen zu können. Diese Form der Bewirtschaftungsplanung unterliegt stringenten formalen und zeitlichen Vorgaben, ist auf natürliche, sich an hydrologischen Grenzen orientierende Flusseinzugsgebiete ausgerichtet und bedeutet daher eine entscheidende Weichenstellung für das zukünftige wasserwirtschaftliche Handeln. Bis Ende 2008 standen die Wasserbehörden in der Pflicht, den Entwurf eines ersten Bewirtschaftungsplans und Maßnahmenprogramms zu erarbeiten und zur Diskussion zu stellen. Dieser Pflicht ist das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW (MUNLV) mit der Veröffentlichung dieser beiden Dokumente [17.1] für die nordrhein-westfälischen Anteile an den Einzugsgebieten von Rhein, Weser, Ems und Maas am 22. Dezember 2008 fristgerecht nachgekommen.

Inhalte von Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm

Bei einer Bewirtschaftungsplanung im Sinne der EG-WRRL steht bei den Oberflächengewässern die ökologische Entwicklung im Vordergrund mit dem Ziel, zukünftig eine weitgehend gewässertypgerechte Zusammensetzung von Kleinlebewesen, Fischen und Wasserpflanzen zu schaffen und somit einen Beitrag zur nachhaltigen Umweltentwicklung zu leisten. Hinsichtlich des Grundwassers gilt es, in Zukunft eine ausgeglichene Wasserbilanz sowie eine den europäischen Qualitätsnormen entsprechende qualitative Beschaffenheit zu gewährleisten. Um für die Erreichung dieser Ziele die richtigen Schritte einleiten zu können, enthält der Bewirtschaftungsplan zunächst eine Analyse und Bewertung des derzeitigen Zustands, die im Wesentlichen auf den Ergebnissen und Erkenntnissen des durchgeführten Monitorings basieren. Dabei ist zu konstatieren, dass bezogen auf das Ruhreinzugsgebiet das Grundwasser bereits heute fast durchgehend die Anforderungen der EG-WRRL erfüllt. Für die Oberflächengewässer weist die saprobielle Bewertungskomponente, welche die qualitative Gewässerbeschaffenheit an Hand des Makrozoobenthos beschreibt, für fast alle Gewässerabschnitte einen guten oder sogar sehr guten Zustand aus. Dies bestätigt die positive Wirkung der in den letzten 15 Jahren durch den Ruhrverband getätigten Investitionen. In Bezug auf die Wasserqualität sind daher nach heutigem Kenntnisstand keine Maßnahmen zu erwarten, die über die bereits in den Abwasserbeseitigungskonzepten enthaltenen Projekte hinausgehen.

Allerdings ist die Saprobie nur eine von mehreren Bewertungskomponenten, die zur Beurteilung des Gewässerzustands gemäß

der EG-WRRL herangezogen werden. Eine intensive Landnutzung, eine fortschreitende Urbanisierung und eine ausgedehnte Gewässernutzung haben im Laufe der letzten Jahrhunderte Gewässerausbaumaßnahmen mit sich gebracht, deren Folge ein heute in vielen Fällen nicht typgerechtes Vorkommen an Fischen, Wasserpflanzen und Kleinlebewesen ist. Dadurch bedingt weist der Bewirtschaftungsplan trotz einer guten Wassergüte für viele Gewässerstrecken einen defizitären Gewässerzustand aus.

Neben dieser Zustandsbeschreibung von Oberflächengewässern und Grundwasser befasst sich der Bewirtschaftungsplan auch mit den Ursachen des defizitären Zustands, die vor allem in den Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten und der anthropogenen Nutzung der Gewässer zu suchen sind. Unter Berücksichtigung der auch in Zukunft weiterhin notwendigen und nicht durch andere Optionen ersetzbaren Gewässernutzungen legt er dann die zu erreichenden Umweltziele fest und fasst die hierfür erforderlichen Maßnahmen zusammen.

Bei der wirtschaftlichen Analyse beschränkt sich der Bewirtschaftungsplan auf Aussagen zur ökonomischen Bedeutung der Wassernutzungen und deren zukünftiger wirtschaftlicher Entwicklung sowie zur Ermittlung der Kostendeckung für Wasserdienstleistungen. Letztere bezieht sich in der Bundesrepublik Deutschland allerdings lediglich auf die Betrachtung der Handlungsbereiche Wasserver- und Abwasserentsorgung, wohingegen die Europäische Kommission den Begriff Wasserdienstleistung deutlich weiter gefasst sehen will und hierunter auch die Wassernutzung zu Zwecken der Schifffahrt und des Aufstaus mit einschließt. Ergänzt wird die wirtschaftliche Analyse zudem um Ausführungen und Erläuterungen zu verschiedenen methodischen Ansätzen für die Ermittlung von kosteneffizienten Maßnahmen oder Maßnahmenkombinationen.

Das Maßnahmenprogramm beschreibt in sehr allgemeiner Form die Aktivitäten, die für die Erreichung der Ziele der EG-WRRL noch erforderlich sind. Dabei wird unterschieden zwischen verschiedenen Belastungsbereichen, die auf den Gewässer- bzw. Grundwasserzustand einwirken. Hierbei handelt es sich beispielsweise um punktuelle oder diffuse Stoffeinträge in die Gewässer, um gewässerstrukturelle Beeinträchtigungen oder um quantitative und qualitative Defizite des Grundwassers. Abschließend enthält das Maßnahmenprogramm einige Hinweise zu Kosten und zur Finanzierung.

Es ist festzustellen, dass sich das Maßnahmenprogramm im jetzigen Stadium des Umsetzungsprozesses der EG-WRRL grundsätzlich auf die Benennung von potenziellen Maßnahmenbereichen und großräumigen Gewässerabschnitten beschränkt, ohne eine direkte Zuordnung von Maßnahmen auf einen bestimmten Gewässerkilometer oder potenziellen Belastungspunkt vorzunehmen.

[17.1] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes NRW: Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm für die Gewässer und das Grundwasser in Nordrhein-Westfalen, Entwurf vom Dezember 2008

men. Dies kann vor dem Hintergrund der teilweise immer noch offenen Fragestellungen bei der Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten und der bestehenden Unsicherheiten hinsichtlich der Beurteilung der konkreten Maßnahmenwirkung auf den Zustand der Gewässerökologie nur richtig und zieleffizient sein. Beleg für diese vorgenannte Wissensseinschätzung ist die Tatsache, dass vor allem rein konzeptionelle Maßnahmen (Durchführung weitergehender Untersuchungen, Erstellung von Konzepten etc.) Eingang in das Maßnahmenprogramm gefunden haben. Die fehlende Zuordnung von Maßnahmen kommt vor allem darin zu Ausdruck, dass in den Steckbriefen, die für die verschiedenen in Nordrhein-Westfalen abgegrenzten Planungseinheiten erstellt wurden, diese konzeptionellen Maßnahmen lediglich auf die Ebene der Wasserkörpergruppen heruntergebrochen wurden. Für das Ruhreinzugsgebiet fassen diese Gruppen die Gewässer in der freien Landschaft (z. B. die Lenne in ihrem Oberlauf), die urbane geprägten Gewässer (z. B. die Volme in Hagen), die überwiegend naturnahen Gewässer (z. B. die Heve), die überwiegend gestauten Gewässer (z. B. die Ruhr in ihrem Unterlauf) und die Talsperren zusammen.

Die Bedeutung von Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm für das Teileinzugsgebiet der Ruhr

Aufgrund der bereits genannten nur noch geringfügigen Defizite, die auf nicht zielkonforme Grundwasserverhältnisse oder einen nur unzureichenden saprobiellen Gütezustand der Oberflächengewässer zurückzuführen sind, wird bezogen auf das Ruhreinzugsgebiet der Schwerpunkt der Maßnahmen eindeutig in der Verbesserung des hydromorphologischen Zustands der Gewässer liegen. Im Rahmen einer Pressemitteilung des MUNLV zur Veröffentlichung der Entwürfe von Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm kam dies auch im gewählten Titelmotto „Impulse für lebendige Gewässer in Nordrhein-Westfalen“ zum Ausdruck. Vor diesem Hintergrund sollen bis zum Jahr 2027 von insgesamt rund 14.000 Kilometern berichtspflichtiger Gewässer 2.200 Kilometer ökologisch verbessert werden. Übertragen auf rd. 1.870 Kilometer berichtspflichtiger Gewässer im Einzugsgebiet der Ruhr bedeutet dies, dass rund 300 Gewässerkilometer von Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur oder zur Herstellung der Durchgängigkeit von Gewässersystemen betroffen sein werden.

Um in diesem zukünftig wesentlichen wasserwirtschaftlichen Handlungsfeld unter Nutzung der Inhalte von existierenden Konzepten zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern eine kosteneffiziente Maßnahmenumsetzung zu ermöglichen, hat der Ruhrverband mit dem Deutschen Rat für Landespflege e.V. (DRL) den Ansatz der Strahlwirkung – auch Trittsteinkonzept genannt – analysiert, weiterentwickelt und bewertet [17.2, 17.3]. Dieser Ansatz hat mittlerweile unter den Begriffen „Strahlursprung“ oder „Strahlquelle“ und „Trittstein“ Eingang in die landesseitig vorgesehenen Maßnahmen zur ökologischen Entwicklung der Gewässer gefunden und wird von Politik, Verwaltung und Fachkreisen unterstützt. Darauf aufbauende, gezielt ausgewählte Maßnahmen und Umsetzungsstandorte schaffen grundlegende Voraussetzungen für die Erreichung des guten ökologischen Zustands.

Aufgrund seiner konzeptionellen Ausrichtung ist das Maßnahmenprogramm derzeit noch wenig konkret. Daher ist auch die Betroffenheit der Gewässernutzer bzw. Gewässeranlieger bislang kaum ausgeprägt. Hier ist es Aufgabe der noch ausstehenden Betrachtungen, Untersuchungen und Analysen, entsprechende Klarheit im zukünftigen Handeln zu schaffen. So reicht es beispielsweise bei einer erkannten Nährstoffbelastung im Gewässer oftmals nicht aus, lediglich eine existierende Kläranlage als Nährstoffemittenten in den alleinigen Fokus etwaiger Aktivitäten zu rücken. Vielmehr ist es erforderlich, alle potenziellen Verursacher einer Nährstoffbelastung zu erfassen und zu bewerten, um im Ergebnis einer durchgeführten Analyse die sinnvollste und zielführendste Maßnahme festzulegen. Gleiches gilt auch für etwaige weitergehende Anforderungen an Abwasser- und Niederschlagswassereinleitungen, deren tatsächliche Relevanz für den Gewässerzustand es zunächst zu überprüfen gilt [17.4]. Dieser grundlegenden Aufgabe, die als sogenannte „Konzeptionelle Programmmaßnahme“ in die Steckbriefe der Planungseinheiten Eingang gefunden hat, wird sich der Ruhrverband in den nächsten Jahren für alle Kläranlageinzugsgebiete im Rahmen der Integralen Entwässerungsplanung (IEP) widmen. Kernelement der IEP ist die umfassende Untersuchung der bestehenden Wechselwirkungen zwischen Kanalisation, Niederschlagswasserbehandlung, Abwasserreinigung und den Gewässern, welche die Entlastungsabflüsse und den Kläranlagenablauf aufnehmen müssen.

Mit Blick auf die noch notwendige Konkretisierung des derzeitigen Maßnahmenprogramms ist es generell von Bedeutung, diesen Handlungsschritt stets streng auf das Ziel der Zustandsverbesserung der Gewässer selbst auszurichten und diesbezügliche Aktivitäten vorzusehen. So geht es zum Beispiel bei der immer wieder diskutierten Frage der hydraulischen Auswirkungen von Niederschlagswassereinleitungen in unsere Gewässer aus Sicht der Gewässerbiozönose weniger darum, lediglich eine Begrenzung des Einleitungsabflusses im Auge zu haben. Eigentliche Zielgröße im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie ist vielmehr die Begrenzung der hydraulischen Kräfte im Gewässer, um eine Verdriftung von Organismen und ein „Ausräumen“ des Gewässerbetts zu verhindern. Die Reduzierung dieser Sohl Schubspannung ist aber neben einer Limitierung des Einleitungsabflusses auch über eine Aufweitung des Gewässerquerschnitts und somit über hydromorphologische Maßnahmen möglich. Dieses Beispiel mag verdeutlichen, dass für die richtige Maßnahmenwahl oftmals verschiedene Aspekte und Sichtweisen heranzuziehen sind.

[17.2] *Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.): Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. Gutachtliche Stellungnahme und Ergebnisse des Projektes „Potenziale der Fließgewässer zur Kompensation von Strukturdefiziten („Strahlwirkung“)" vom 1. Oktober 2006 bis 30. November 2007, Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, Januar 2008*

[17.3] *Ruhrverband: Maßnahmen zur Zielerreichung „Guter ökologischer Zustand“ der Fließgewässer – das Projekt „Strahlwirkung“. In: Ruhr-gütebericht 2007, Essen, S. 120-124*

[17.4] *Weyand, M.; Jardin, N.; Podraza, P.: Niederschlagswassereinleitungen und deren Auswirkungen auf den guten Zustand der Gewässer – Erfahrungen aus der Integralen Entwässerungsplanung. In: Schriftenreihe Gewässerschutz Wasser Abwasser (GWA), Bd. 216, Aachen 2009, S. 11/1-11/15*

Dies trifft insbesondere auch auf den hydromorphologischen Maßnahmenbereich zu, für den im Ruhreinzugsgebiet überwiegend die Kommunen in ihrer Funktion als Gewässerunterhaltungspflichtige zuständig sind. Denn trotz der seitens des MUNLV für eine Maßnahmenumsetzung in Aussicht gestellten Förderung haben diese mindestens zwanzig Prozent der insgesamt aufzuwendenden Investitionen zu tragen. Daher gilt es, kompetentes Fachwissen einzusetzen, um aufbauend auf den bereits existierenden Gewässerentwicklungs- und Auenkonzepten und mit Hilfe des vom Land angedachten Trittsteinansatzes die naturnahe Entwicklung der Fließgewässer möglichst kosteneffizient umzusetzen.

Ausblick

Die vorgenannten Ausführungen belegen eindeutig, wie wichtig der von der EG-WRRRL geforderte integrative, flusseinzugsgebietsbezogene Denkansatz für das zukünftige wasserwirtschaftliche Handeln ist. Dadurch wird der Grundsatz der Betrachtung ganzer Flussgebietseinheiten, der im Ruhreinzugsgebiet in der Vergangenheit erfolgreich und effizient Anwendung gefunden hat, nun auch auf gewässerzustandsbezogene Aspekte übertragen.

Mit seinen eher allgemeinen Aussagen zur Art und Weise, wie die Zielvorgaben der EG-WRRRL zu erreichen sind, eröffnet der Bewirtschaftungsplan gewisse Spielräume und Handlungsoptionen. Auch das Maßnahmenprogramm ist bislang nur wenig konkret und belegt mit der Aufzählung einer Vielzahl von konzeptionellen Maßnahmen, dass vor deren realer Umsetzung noch manche Fragestellungen zu klären sind. Vor dem Hintergrund der noch notwendigen differenzierten Ausgestaltung dieses Maßnahmenprogramms wird daher dem zukünftigen wasserwirtschaftlichen Vollzug eine entscheidende Bedeutung zukommen.

Zur Erreichung der durch die EG-WRRRL gesteckten Ziele erscheint eine kooperative Zusammenarbeit aller Betroffenen sinnvoll. Mit Blick auf die notwendige integrative Betrachtung des wasserwirtschaftlichen Handelns ist zudem eine Koordination entsprechender Aktivitäten angezeigt. Diese erstreckt sich vor allem auf eine übergreifende Betrachtung potenzieller Belastungen aus Punktquellen, diffusen Quellen und Hydromorphologie, um gegenseitige Abhängigkeiten zu berücksichtigen und bestehendes Synergiepotenzial zu nutzen. Ein derartiges Vorgehen verspricht für alle Beteiligten einen höchstmöglichen Nutzen bei einem gleichzeitig effizienten Mitteleinsatz.

18 Registrierte Gewässerverunreinigungen

Im Berichtszeitraum wurden dem Ruhrverband und den Wasserwerken insgesamt neun Gewässerverunreinigungen mit unterschiedlichen Auswirkungen auf die betroffenen Gewässer gemeldet. Ereignisse, bei denen es sich lediglich um vorsorgliche Meldungen handelte, sowie offensichtliche Bagatellfälle sind nicht berücksichtigt. Bezogen auf die langjährigen Aufzeichnungen – in der Dekade von 1998 bis 2007 wurden durchschnittlich 13 Ereignisse pro Jahr registriert – waren es rund 70% der sonst üblichen Anzeigen. In der folgenden Aufstellung sind die relevanten Ereignisse des Kalenderjahres 2008 zusammengefasst und kurz erläutert:

1. Am 14. Februar 2008 sind bei Verpressarbeiten auf dem Gelände der ehemaligen Henrichshütte in Hattingen etwa 30 m³ einer Bentonit-Zement-Suspension über eine undichte Absperrung in den Paasbach und weiter in die Ruhr geflossen. Durch die damit verbundene starke Trübung sind einige Fische verendet.
2. Am 4. April 2008 sind in Drolshagen durch einen Betriebsunfall etwa 4 m³ einer wässrigen Acrylat-Dispersion ausgelaufen und zum Teil über die Regenentwässerung in den Rosebach und die Brachtpe geflossen. Im Einlaufbereich der Brachtpe in das Olper Vorbecken war noch eine schwache milchige Trübung erkennbar. Auswirkungen auf die Biozönose der betroffenen Gewässer waren nicht erkennbar.
3. Am 10. April 2008 liefen durch einen Betriebsunfall in einem landwirtschaftlichen Betrieb in Altenrüthen mehrere Kubikmeter Gülle aus, die über die Kanalisation zur Kläranlage Rüthen flossen. Auswirkungen der hierdurch überlasteten Kläranlage auf die Biozönose des Kitzelbachs bzw. der Möhne waren nicht festzustellen.
4. Am 12. Mai 2008 ist bei der Bergung eines Kraftfahrzeugs aus der Ruhr bei Fröndenberg eine geringe Menge Öl ausgelaufen. Die Feuerwehr legte zeitnah eine Ölsperre.
5. Am 18. Juni 2008 sind in der Rahmede oberhalb der Kläranlage Rahmedetal mehrere Fische verendet. Ursache und Verursacher blieben unbekannt.
6. Am 18. September 2008 floss bei Löscharbeiten an einer Lagerhalle für Leiterplatten Löschwasser bzw. Löschschaum in die Volme bei Hagen-Haspe. Nach Angaben des Löschschaum-Herstellers ist das Produkt PFT-frei. Kontrollmessungen in der Volme ergaben keine erhöhten PFT-Gehalte.
7. Am 17. Oktober 2008 wurde auf der Ruhr in Höhe der Wehranlage Hengsen ein Ölfilm festgestellt. Die Feuerwehr brachte Ölsperren aus. Ursache und Verursacher blieben unbekannt, die Trinkwassergewinnung war nicht beeinträchtigt.
8. Am 20. Oktober 2008 wurde in einem kleinen Seitensiepen des in die Hennetalsperre mündenden Horbachs eine starke mil-

chige Trübung festgestellt. Ursache waren Silageabwässer, die von einem landwirtschaftlichen Betrieb in den Bach flossen.

9. Am 11. November 2008 traten bei einem LKW-Unfall auf der A 45 in Höhe der Anschlussstelle Hagen-Süd etwa 350 l Diesel aus. Ein Teil des Kraftstoffs floss über die Regenentwässerung in den Milchenbach und über den Holthäuser Bach in die Lenne. Bedingt durch die starke Strömung war die Funktionsfähigkeit der von der Feuerwehr ausgebrachten Ölsperren beeinträchtigt. Die Ruhrwasserentnahme des Wasserwerks Hengstey wurde aus Vorsorgegründen kurzzeitig eingestellt.

Bild 18.1 zeigt die Verteilung der stofflichen Ursachen der Gewässer-Verunreinigungen als Kreisdiagramm. Von den insgesamt neun Ereignissen waren in drei Fällen Öle bzw. Kraftstoffe die verunreinigende Komponente. Hauptursache waren dabei Verkehrsunfälle, nur bei einer Ölverschmutzung blieb die Ursache unbekannt. Je zwei Gewässer-Verunreinigungen betrafen die Stoffgruppen Industriechemikalien bzw. organische Stoffe. Ursache waren jeweils zur Hälfte Betriebsunfälle bei Bauarbeiten in Gewässernähe und Unfälle in landwirtschaftlichen Betrieben. In einem weiteren Fall wurde bei einem Brand Löschschaum eingetragen, nur ein Ereignis (Ifd. Nr. 5) blieb sowohl hinsichtlich des Verursachers als auch der stofflichen Komponente unbekannt.

Zwei der neun Ereignisse waren mit Fischsterben geringeren Ausmaßes verbunden, wobei das Ereignis in der Rahmede (Ifd. Nr. 5) erst durch das Fischsterben bekannt wurde. Ursache und Verursacher konnten trotz intensiver Nachforschung nicht ermittelt werden.

In Tabelle 18.1 sind die Auswirkungen aller Ereignisse auf die Gewässer bewertet. Dabei wird zwischen den schutzgutbezogenen Kriterien „Aquatische Lebensgemeinschaft“ und „Trinkwassergewinnung“ unterschieden. In zwei Fällen waren die aquatischen Lebensgemeinschaften betroffen. Die Rohwasserentnahme zur Trinkwassergewinnung musste nur in einem Fall (Ifd. Nr. 9) kurzzeitig eingestellt werden.

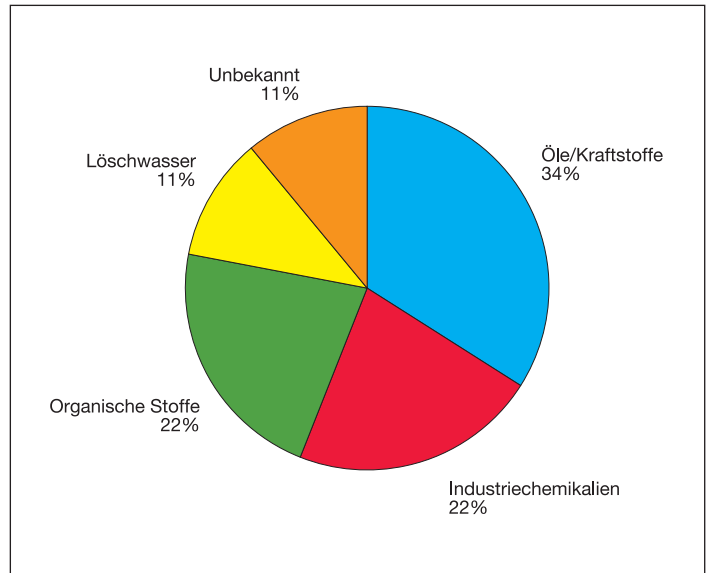


Bild 18.1: Verteilung der stofflichen Ursachen der bekannten Gewässer-Verunreinigungen im Kalenderjahr 2008

Fig. 18.1: Distribution of detected substance-related waterbody pollution incidents in the calendar year 2008

gewinnung“ unterschieden. In zwei Fällen waren die aquatischen Lebensgemeinschaften betroffen. Die Rohwasserentnahme zur Trinkwassergewinnung musste nur in einem Fall (Ifd. Nr. 9) kurzzeitig eingestellt werden.

Abschließend sei auf die gelegentlich in den Sommermonaten in einigen Gewässern auftretenden Fälle von Badedermatitis hingewiesen, die von einigen Betroffenen irrtümlich als Folge einer Wasserverunreinigung interpretiert wird. Sie wird durch die weni-

Tabelle 18.1: Schutzgutbezogene Bewertung der besonderen Ereignisse im Ruhreinzugsgebiet 2008

Table 18.1: Protection target-oriented assessment of specific occurrences in the Ruhr catchment area in 2008

Vorkommnis Ifd. Nr.	Gewässer	Stoffgruppe	Schutzgutbezogene Bewertung	
			„Aquatische Lebensgemeinschaften“	„Trinkwassergewinnung“
1	Paasbach/Ruhr	Industriechemikalien	3	1
2	Brachtpe/Olper Vorbecken	Industriechemikalien	1	1
3	Kitzelbach/Möhne	Abwasser/Organisch	1	1
4	Ruhr	Öle/Kraftstoffe	1	1
5	Rahmede	unbekannt	3	1
6	Volme	Löschwasser	1	1
7	Ruhr	Öle/Kraftstoffe	1	1
8	Horbach/Hennetalsperre	Abwasser/Organisch	1	1
9	Holthäuser Bach/Lenne	Öle/Kraftstoffe	1	2

Der Bewertung liegt folgende Einstufung zugrunde:

0 = Bewertung aufgrund fehlender Informationen nicht möglich

1 = keine bis geringe Auswirkung

2 = mäßige Auswirkung

3 = deutliche Auswirkung

ger als 1 mm großen Larven (Cercarien) von tierpathogenen Saugwürmern hervorgerufen, die vereinzelt auch in die Haut des Menschen eindringen können. Die als Gabelschwanzlarven bezeichneten Parasiten gehen hier jedoch schnell zugrunde, verursachen aber eine mit starkem Juckreiz verbundene Dermatitis mit mückenstichartigem Aussehen. Verlauf und Intensität der Hauterscheinungen sind individuell verschieden, meist sind die Hautveränderungen jedoch nach zehn bis 18 Tagen verschwunden.

19 Leistungsvergleich der Kläranlagen des Ruhrverbands

Um die Öffentlichkeit über die Qualität der Abwasserreinigung beim Ruhrverband in verständlicher Form zu informieren, wird alljährlich ein Vergleich der Kläranlagen aufgestellt, der den aktuellen Stand der Reinigungsleistung wiedergibt. Die Berechnungen sind konform zu denen der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), die einen bundesweiten Leistungsvergleich aller Kläranlagen veröffentlicht. Grundlage bilden die mittleren Ablaufkonzentrationen aus dem Jahr 2008 hinsichtlich der Kenngrößen Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅), Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), Phosphor (TP) sowie Ammoniumstickstoff (NH₄-N) und Gesamtstickstoff (TN). Die Ergebnisse entstammen im Wesentlichen den laufenden Untersuchungen des Betriebspersonals im Rahmen der Selbstüberwachung (SüwV). Daneben finden die Untersuchungsergebnisse des Chemischen und Biologischen Laboratoriums des Ruhrverbands und der Aufsichtsbehörden Verwendung.

Von den 72 Verbandskläranlagen wurden 70 Anlagen für die Betrachtungen herangezogen, da zwei Kläranlagen wegen ihrer geringen Größe bzw. der Mitbehandlung von kommunalem Abwasser auf einer industriellen Anlage ausgeschlossen wurden. Das Jahresmittel von 12,5 m³/s behandeltem Abwasser erreicht wieder das Niveau aus dem Jahr 2006. Dagegen hatte das sehr niederschlagsreiche Jahr 2007 zu 17% mehr Abwasser auf den Kläranlagen geführt.

Tabelle 19.1 enthält das Ergebnis des Leistungsvergleichs. Die langjährige Entwicklung der Kenngrößen BSB₅, CSB und NH₄-N ist in Bild 19.1 grafisch dargestellt. Die Grafik zeigt bei allen Kenngrößen eine leichte Erhöhung der Kennzahlen als Konzentrationen, die aber unter dem Niveau aus dem Jahr 2006 liegen. Die im Vorjahr erzielten niedrigeren Werte sind teilweise auf die Verdünnung durch die höhere Abwassermenge zurückzuführen. Bei Betrachtung der eingeleiteten Frachten (Bild 19.2) zeigen die Kohlenstoffkenngrößen, Gesamtphosphor und Ammoniumstickstoff eine weitere Abnahme. Dagegen zeigt bei den weiteren Stickstoffkenngrößen die Tendenz leicht nach oben, auch wenn gegenüber dem Vorjahr eine Verringerung stattgefunden hat.

Tabelle 19.1: Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen im Jahr 2008
Table 19.1: Average effluent parameters of Ruhrverband's wastewater treatment plants in 2008

Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen im Jahr 2008	
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	3,4 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	22,9 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	1,0 mg/l
Stickstoff anorganisch (TIN)	6,9 mg/l
Gesamtstickstoff (TN)	7,9 mg/l
Gesamtphosphor (TP)	0,49 mg/l

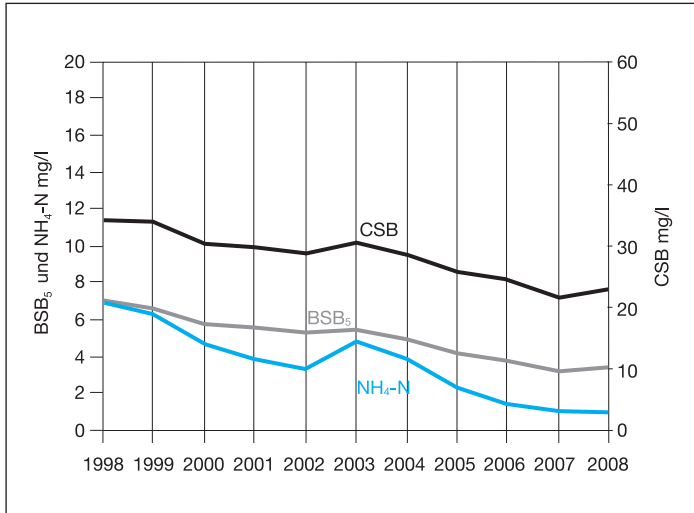


Bild 19.1: Entwicklung der Kennzahlen der Ruhrverbandskläranlagen
 Fig. 19.1: Development of key parameters at Ruhrverband's WWTPs

Der Leistungsvergleich nach DWA nimmt eine Einteilung der Kläranlagenabläufe in Leistungsklassen bezüglich Sauerstoffbedarf und Nährstoffbelastung vor. In die Sauerstoffbedarfsstufen (O-Stufen) gehen zu gleichen Anteilen die Konzentrationen des BSB₅, des CSB und des Ammonium-Stickstoffs ein. Die Nährstoffbelastungsstufen (N-Stufen) beruhen jeweils auf den Konzentrationen des Phosphors und des gesamten anorganischen Stickstoffs (TIN). Die Bilder 19.3 und 19.4 zeigen das Resultat dieser Einteilung für die Ruhrverbandskläranlagen hinsichtlich Anzahl

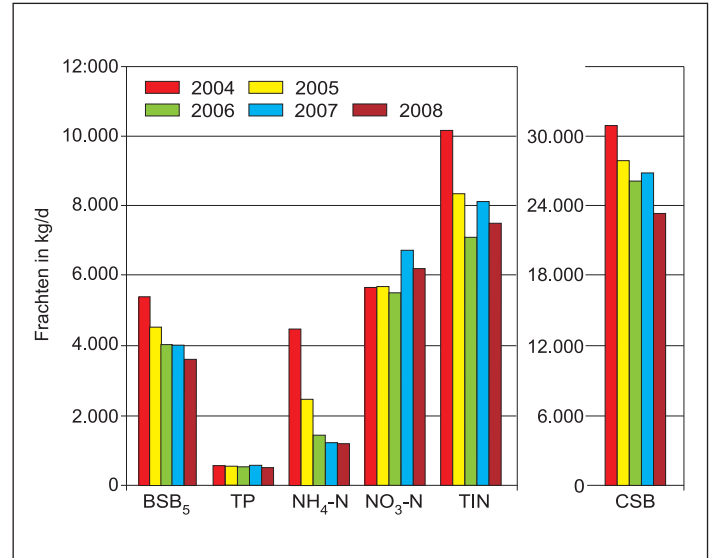


Bild 19.2: Entwicklung der eingeleiteten Frachten der Ruhrverbandskläranlagen
 Fig. 19.2: Development of loads discharged from Ruhrverband's WWTPs

und Einwohnerwerten für die einzelnen O- und N-Stufen. Die Stufen 1 und 2 stellen jeweils eine „sehr geringe“ bis „geringe“ Restverschmutzung dar.

Beim Sauerstoffbedarf halten 65 Anlagen mit 99,6% der Gesamteinwohnerwerte die Grenzwerte der Stufen 1 und 2 ein. In den Stufen 4 und 5 sind keine Anlagen einzuordnen und in Stufe 3

Sauerstoffbedarfsstufe	Ausbaugröße KA EW	Anzahl der Kläranlagen
1	3.060.175	52
2	174.900	13
3	11.900	5
4	0	0
5	0	0
Jahresmittel = 1,11 3.246.975 Gesamt		70 Gesamt

Bild 19.3: Sauerstoffbedarfsstufen der Ruhrverbandsanlagen 2008; Einordnung nach Ausbaugröße und Anzahl der Kläranlagen
 Fig. 19.3: Classification of Ruhrverband's WWTPs according to oxygen demand, treated wastewater quantity and number of plants

Nährstoffbelastungsstufe	Ausbaugröße KA EW	Anzahl der Kläranlagen
1	2.145.200	25
2	1.065.750	33
3	29.725	10
4	6.300	2
5	0	0
Jahresmittel = 1,24 3.246.975 Gesamt		70 Gesamt

Bild 19.4: Nährstoffbelastungsstufen der Ruhrverbandsanlagen 2008; Einordnung nach Ausbaugröße und Anzahl der Kläranlagen
 Fig. 19.4: Classification of Ruhrverband's WWTPs according to nutrient load, treated wastewater quantity and number of plants

Bild 19.5: Gesamtergebnis der RV-Kläranlagen 2008 im Vergleich zu den Bescheidwerten bei CSB und Gesamtphosphor

Fig. 19.5: Performance of Ruhrverband's WWTPs, in 2008, in comparison with the legal discharge limits for COD and total phosphorus

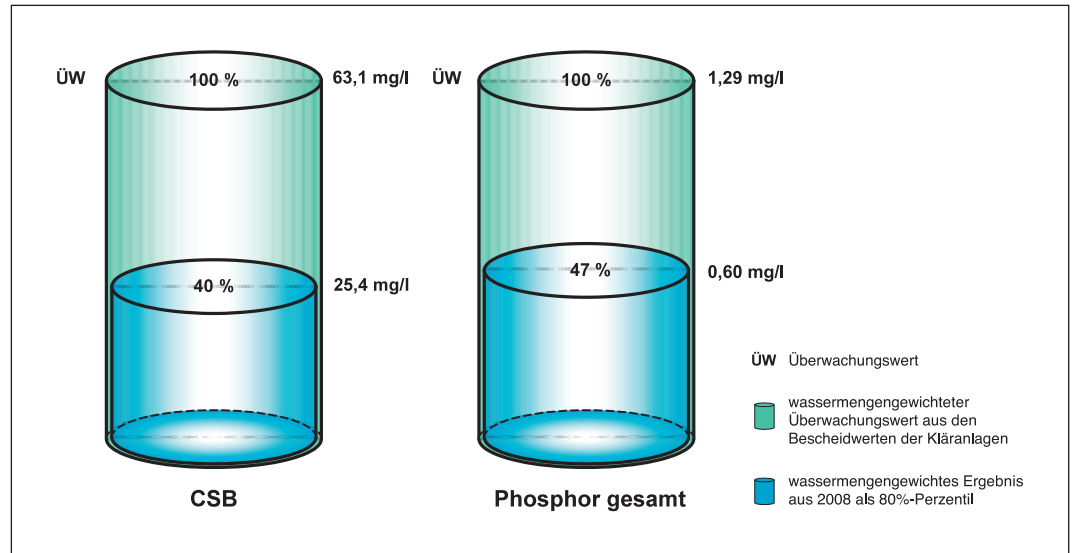
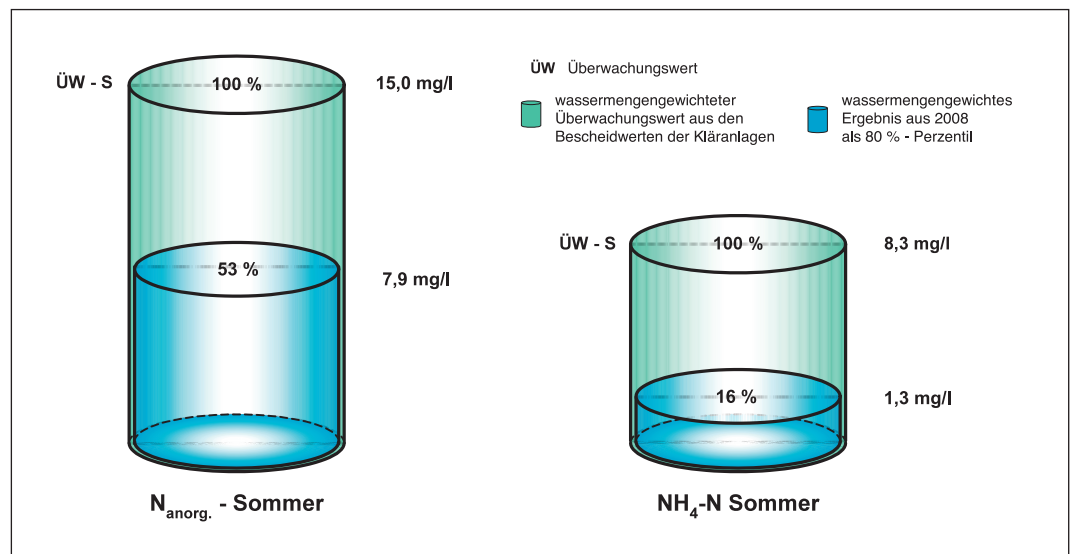


Bild 19.6: Gesamtergebnis der RV-Kläranlagen 2008 im Vergleich zu den Bescheidwerten beim anorganischen Stickstoff und Ammoniumstickstoff

Fig. 19.6: Performance of Ruhrverband's WWTPs in 2008 in comparison with the legal discharge limits for inorganic nitrogen and ammonia-nitrogen



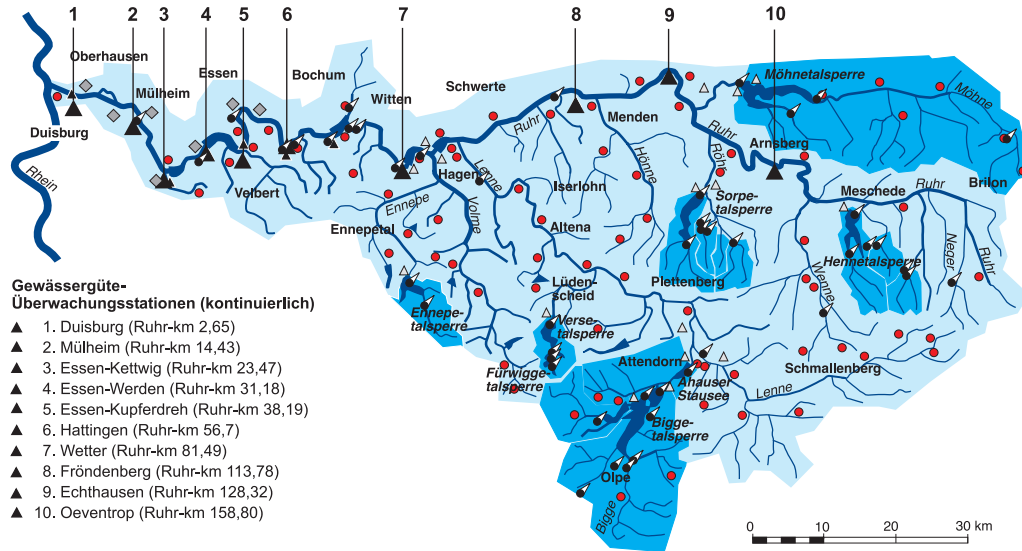
werden noch fünf Anlagen registriert. Einwohnerwertgewichtet wird von den Anlagen des Ruhrverbands die Sauerstoffbedarfsstufe 1,1 erreicht.

In den Nährstoffbelastungsstufen können 58 Anlagen mit 98 % der Einwohnerwerte als „sehr gering“ bis „gering“ verschmutzt eingestuft werden. In Stufe 4 befinden sich noch 2 Anlagen und der Stufe 3 gehören in diesem Jahr zehn Anlagen an. Alle Anlagen in den Stufen 3 und 4 weisen eine Ausbaugröße unter 10.000 Einwohnerwerten auf, für die keine Anforderungen bzgl. Nährstoffelimination bestehen. Im Jahresmittel erreichen die Anlagen des Ruhrverbands bei der Nährstoffbelastung die Stufe 1,2.

Seit Abschluss des Ausbauprogramms für die Ruhrverbandskläranlagen halten alle Anlagen die Mindestanforderungen gemäß Abwasserverordnung ein. Dabei werden die in den Bescheiden geforderten Grenzkonzentrationen teilweise deutlich unterschrit-

ten. Die Darstellung dieser Unterschreitung zeigen Bild 19.5 und Bild 19.6 als Gesamtergebnis der Ruhrverbandskläranlagen. Als Vergleichswert wird der 80-Perzentil-Wert der jeweiligen Kenngröße zur Abbildung der sogenannten „4 aus 5“-Regelung verwendet. Für das Gesamtergebnis erfolgt eine Wichtung dieser Werte über die Wassermenge, die den ebenso gewichteten Überwachungswerten gegenüber gestellt werden. Auf die Stickstoffkenngrößen in Bild 19.6 ist besonders hinzuweisen. Die dargestellten Ergebnisse der Sommermonate zeigen eine deutliche Unterschreitung bei den Überwachungswerten für TIN mit 7,9 mg/l (Anforderungen 15,0 mg/l) und für NH₄-N mit 1,3 mg/l (Anforderung 8,3 mg/l). Überwachungswerte für die Kläranlagen bestehen lediglich während der Sommermonate. Als überobligatorischer Aufwand für die Ruhrverbands-Mitgliedsgruppe der Wasserentnehmer werden aber selbst in den Wintermonaten Ablaufwerte von 8,8 mg/l TIN und 1,6 mg/l NH₄-N durch gezielte Nitrifikation und Denitrifikation auf den Kläranlagen erreicht.

20 Der Ruhrverband in Zahlen



Gewässergüte-Überwachungsstationen (kontinuierlich)

- ▲ 1. Duisburg (Ruhr-km 2,65)
- ▲ 2. Mülheim (Ruhr-km 14,43)
- ▲ 3. Essen-Kettwig (Ruhr-km 23,47)
- ▲ 4. Essen-Werden (Ruhr-km 31,18)
- ▲ 5. Essen-Kupferdreh (Ruhr-km 38,19)
- ▲ 6. Hattingen (Ruhr-km 56,7)
- ▲ 7. Wetter (Ruhr-km 81,49)
- ▲ 8. Fröndenberg (Ruhr-km 113,78)
- ▲ 9. Echthausen (Ruhr-km 128,32)
- ▲ 10. Oeventrop (Ruhr-km 158,80)

- 8 Talsperren
- Einzugsgebiete der Talsperren

- 5 Stauseen
- 72 Kläranlagen mit insgesamt 547 Niederschlagswasserbehandlungsanlagen
- 6 Rückpumpwerke
- 52 Gewässerpegel (RV anteilig)
- 16 Wasserkraftwerke
- 10 Gewässergüte-Überwachungsstationen
- 110 Pumpwerke

Charakterisierung des Ruhrinzugsgebiets nach EG-WRRL

Fläche: 4.485 km²
 Höhenverhältnisse: 20 bis 800 m ü. NN
 Anzahl der Planungseinheiten: 9
 Gesamtlänge der Fließgewässer: -7.000 km
 Anzahl Gewässer im Einzugsgebiet > 10 km²: 122
 Anzahl Grundwasserkörper 30
 185 natürliche und 80 als erheblich verändert ausgewiesene Wasserkörper

Betriebsanlagen

Bereich Wassergütwirtschaft

Kläranlagen	72
Niederschlagswasserbehandlungsanlagen	547
Stauseen	5
Pumpwerke	110
Wasserkraftwerke	3

Bereich Wassermengewirtschaft

Talsperren	8
mit einem Gesamtstauraum (in Mio. m ³)	462,9
Rückpumpwerke	6
Wasserkraftwerke	13

Mitglieder

Mitglieder insgesamt	546
----------------------	-----

MitarbeiterInnen

MitarbeiterInnen in Vollzeitäquivalenten	1.019
--	-------

Finanzen Jahresabschluss 2008

Anlagevermögen zu AHK	2.796,5 Mio. €
Umsatz	296,3 Mio. €
davon Verbandsbeiträge	266,7 Mio. €
Eigenkapitalquote	30,2 %
Investitionen	65,7 Mio. €

Leistungen der Wassergütwirtschaft

Abwasserentsorgung eines Gebietes mit _____ 2,13 Mio. Einwohnern*
Anschlussgrad _____ rd. 98%*
Gesamtkapazität der 72 Kläranlagen _____ 3,282 Mio. Einwohnerwerte
Gesamtabwasservolumen
(einschließlich Niederschlagswasser) _____ 393 Mio. m³/Jahr

Ablaufwerte des gereinigten Abwassers (mengengewichtete Mittelwerte)

Biochemischer Sauerstoffbedarf (ATH-BSB₅) _____ 3,4 mg/l
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) _____ 22,9 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH₄-N) _____ 1,0 mg/l
Stickstoff (N_{anorganisch}) _____ 6,9 mg/l
Stickstoff (N_{gesamt}) _____ 7,9 mg/l
Phosphor (P_{gesamt}) _____ 0,49 mg/l
Klärschlammbehandlung
entsorgte Trockenmasse von _____ 45.049 t_{TR}/Jahr

* 2007

Leistungen der Wassermengewirtschaft

Sicherung der Wasserversorgung
eines Gebietes mit _____ 5,1 Mio. Einwohnern
bei einer Entnahme für die Versorgung
innerhalb des Ruhreinzugsgebietes von _____ 434 Mio. m³ Wasser
bei einer Entnahme für die Versorgung
außerhalb des Ruhreinzugsgebietes
(einschließlich aller Wasserverluste) von _____ 222 Mio. m³ Wasser
Schutz vor Hochwasser und Wassermangel
(bezogen auf die Ruhrmündung)
durch Verringerung des Maximalabflusses von _____ 538 auf 454 m³/s
durch Erhöhung des Minimalabflusses von _____ 7,3 auf 23,2 m³/s

Sonstige Leistungen

Qualitätsüberwachung und Beratung

Probenahmen mit insgesamt _____ 230.000 Bestimmungen

Stromerzeugung

LLK-Biggegruppe _____ 32,6 Mio. kWh
LLK-Nordgruppe _____ 34,3 Mio. kWh
Ruhrverband-Stauseen _____ 96,1 Mio. kWh
Blockheizkraftwerke auf Kläranlagen _____ 39,9 Mio. kWh
Stromerzeugung insgesamt _____ 202,9 Mio. kWh

Forstwirtschaft und Fischerei

Aufforstungsfläche _____ 200 ha
Fischereierlaubnisscheine _____ 4.355 Stück

Stand: 31. Dezember 2008

Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) im Jahre 2008



RWW-Wasserwerk Mülheim-Styrum (Ruhr)





*Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Hansjörg Sander*

Der Ruhrgütebericht liegt nun in seiner 36. Ausgabe vor und ist erneut ein Beleg für die Erfolge bei der Sicherung und Verbesserung der Gewässergüte und der Trinkwasserqualität. Die Qualität des Trinkwassers an der Ruhr entspricht höchsten internationalen Standards und war auch im Berichtsjahr 2008 tatsächlich nicht gefährdet. Ginge es jedoch nach den Schlagzeilen einiger Presseerzeugnisse und den Äußerungen mancher Politiker, dann hätte man den Eindruck einer dramatischen Verschlechterung der Trinkwasserqualität mit einer massiven Bedrohung der Volksgesundheit. Ich will nicht kritisieren, dass dadurch ein starker Rechtfertigungs- und Handlungsdruck für Ruhrverband und AWWR entsteht, der die Risiken eines voreiligen Aktionismus in sich trägt. Niederträchtig ist jedoch die Absicht, mit bewusst hervorgerufenen Sorgen und Ängsten in der Bevölkerung und bei den Trinkwasserkunden parteipolitische Auseinandersetzungen zu führen und nebenbei den Absatz von bestimmten Printmedien zu fördern.

Ein gutes Beispiel hierfür ist der „Gefahrstoff des Jahres 2008“, die Substanz „2, 4, 8, 10-Tetraoxaspiro[5,5]undecan“, kurz „Tosu“. Seit 60 Jahren fällt Tosu als Nebenprodukt bei der Herstellung anderer chemischer Substanzen an und ist auch der AWWR seit rund zehn Jahren bekannt. Nach Einschätzung des Umweltbundesamtes besteht keine akute Gefahr für die Trinkwasserversorgung und von Seiten der Gesundheitsbehörden wurde kein Gefährdungspotenzial für das Trinkwasser gesehen. Aber „Welt Online“ berichtete am 13. April 2008, dass noch nicht geklärt sei, ob Tosu Krebs erzeuge. Ich will nicht missverstanden werden: Tosu gehört nicht in Gewässer und schon gar nicht ins Trinkwasser. Deshalb hatte die AWWR schon vor Jahren die Einleitung von Tosu-haltigem Abwasser kritisiert und hat nun das entschlossene Handeln des Umweltministeriums NRW begrüßt, die Einleitung durch Einsatz einer Umkehr-Osmose-Anlage zu minimieren.

Erfreulich war die Entwicklung bei den PFT-Konzentrationen. Der langfristige Zielwert von 100 Nanogramm je Liter für Gewässer

wird in der Ruhr dauerhaft deutlich unterschritten. Mit Millionenaufwand wurden 30.000 Tonnen belasteter Ackerboden in Rüthen entsorgt, und die neuesten Untersuchungen der Umweltmediziner an der Ruhr-Universität Bochum belegen den Rückgang der PFT-Konzentration im Blut der Arnsberger Bevölkerung.

Durch Uran im Mineralwasser wurde auch die Frage nach Belastungen des Trinkwassers laut. Während anderenorts geogen bedingt durchaus der von der Weltgesundheitsorganisation vorgegebene Leitwert von 15 Mikrogramm je Liter als gesundheitlich lebenslang duldbar überschritten wurde, liegen die Konzentrationen im Trinkwasser der AWWR-Mitgliedsunternehmen deutlich unter 2 Mikrogramm je Liter. Selbst nach den äußerst strengen Kriterien von foodwatch ist damit unser Trinkwasser geeignet für die Zubereitung von Säuglingsnahrung.

Der insgesamt hohe Standard der Trinkwasserqualität an der Ruhr darf jedoch nicht über mögliche bestehende Risiken hinwegtäuschen. Dies kommt auch in den im September 2004 von der Weltgesundheitsorganisation aktualisierten Leitlinien für die Trinkwasserversorgung zum Ausdruck. Gegenüber den bisherigen Fassungen steht nicht mehr die Überwachung der Trinkwasserqualität am Wasserhahn im Vordergrund, sondern die umfassende Analyse der Versorgungssysteme vom Gewässer bis zum Zapfhahn sowie die Steuerung der Prozesse durch einen so genannten „Water Safety Plan“.

Dieser Ansatz wird im Einzugsgebiet der Ruhr durch das Programm „Reine Ruhr“ des Umweltministeriums aufgegriffen. Idealerweise werden in einem Kataster alle genehmigten Einleitungen und potenziellen Risiken bei Lagerung, Transport und Verwendung wassergefährdender Stoffe erfasst und aus der Stoffmenge, der Abbaubarkeit und der Wasserführung der Ruhr eine maximale Konzentration im Gewässer angenommen. Der Vergleich mit festgelegten gesundheitlichen Orientierungswerten und den Trinkwassergrenzwerten bestimmt den Umfang notwendiger vorsorglicher Maßnahmen. Dabei steht das Verursacherprinzip im Vordergrund. Aufbereitungs- und Rückhaltemaßnahmen sind von Einleitern oder Gefährdern vorzuzulassen.

In der Arnsberger Vereinbarung zwischen MUNLV und AWWR aus 2006 heißt es wörtlich: „Ein nachhaltiger Gewässerschutz ist deshalb unabdingbare Voraussetzung für eine sichere Trinkwasserversorgung. (...) Wir setzen auf vorbeugende Strategien.“ In Punkt 8 wird die Bedeutung der – nicht zuletzt europäischen – Umweltpolitik betont. Die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie soll ab 2010 mit Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen angegangen werden, die im Sechsjahresturnus anzupassen sind. Die Ende 2008 hierzu vom MUNLV für NRW vorgelegten Entwürfe werden in puncto Wasserqualitätsziele den Ansprüchen der Arnsberger Vereinbarung nicht gerecht. Ob das nach Abschluss der bis 21. Juni 2009 laufenden Öffentlichkeitsbeteiligung infolge der Kritik der AWWR und anderer Wasserversorger aus NRW geändert wird, bleibt abzuwarten.

Aber auch die Wasserwerke werden vorsorglich Techniken einsetzen müssen, mit denen ein Großteil potenzieller Einleitungen bei

der Trinkwasseraufbereitung reduziert werden kann. Diese Mindeststandards werden zurzeit erarbeitet. Die Wasserwerke sind durchaus gewillt, Investitionen für vorsorgliche Maßnahmen zu tätigen. Es muss aber zwingend sichergestellt sein, dass die damit zwangsläufig verbundenen höheren Wasserpreise den Kunden aufgebürdet und von den Kartellbehörden nicht als Missbrauch angesehen werden. Ein reiner Preisvergleich mit Preisobergrenzen ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Infrastrukturkosten fördert nicht den Wettbewerb, sondern löst einen Wettlauf um Kostensenkungen mit fragwürdigem Nutzen für die Kunden aus. Es bleibt zu hoffen, dass das Wirtschaftsministerium und das Umweltministerium ihr Vorgehen aufeinander abstimmen.

Im Rahmen der Umsetzung des Programms „Reine Ruhr“ sind weitere, wahrscheinlich zahlreiche Bewertungen von bisher nicht beachteten Stoffen vorzunehmen. Es muss klar sein, dass es eine Null-Konzentration nicht geben kann. Irreführende Bewertungsmaßstäbe helfen aber auch nicht weiter. Die Begriffe „gesundheitlicher Orientierungswert“, „Zielwert“, „gesundheitlicher Leitwert“, „Maßnahmenwert“, „vorsorglicher Maßnahmenwert“ usw. werden bei den Medien und den Bürgern nicht differenziert wahrgenommen. Der niedrigste Wert wird als ein Grenzwert interpretiert, bei dessen Überschreitung schlimmste Gefahren drohen. Gut sichtbar wurde das Problem bei den PFT-Konzentrationen. Obwohl ein gesundheitlicher Leitwert bei lebenslangem Genuss von 300 Nanogramm je Liter von der Trinkwasserkommission empfohlen wurde, wurden von der Öffentlichkeit Überschreitungen des Zielwerts von 100 Nanogramm je Liter nicht akzeptiert. Zur Verbesserung der Kommunikation und Rechtssicherheit sollte nur noch ein eindeutiger gesundheitlicher Orientierungswert herangezogen werden, der mit zunehmender Kenntnis über die toxischen Gefahren durchaus erhöht werden kann.

Auch wenn die AWWR ihre Aktivitäten nur auf das Einzugsgebiet der Ruhr beschränkt, so werden viele Rahmenbedingungen doch europäisch und weltweit erarbeitet. Um hier besser mit den regionalen Besonderheiten gehört zu werden, hat sich die AWWR dem internationalen „Aktionsbündnis Wasser“ angeschlossen. So wurde zum Beispiel in einem Schreiben an Abgeordnete des Europäischen Parlaments darauf verwiesen, dass die Herausforderungen von Wasserknappheit und Dürre in der Europäischen Union in unseren Regionen zu unangemessenem Wassersparen und Substitution von Trinkwasser durch Nutzwasser führen. Die Herausforderungen durch den stetigen Rückgang des Wasserabsatzes sind hierzulande schwerwiegender anzusehen als die wasserwirtschaftlichen Folgen des Klimawandels.

Auch im Berichtsjahr 2008 hat sich die AWWR als Lobbyist für eine saubere Ruhr und gesundes Trinkwasser wieder entschieden für die Verbesserung der Ruhr- und Trinkwassergüte als höchstes Ziel eingesetzt. Die Umsetzung dieser Zielvorgabe prägte auch 2008 die Arbeit der AWWR in den Ausschüssen und Arbeitskreisen. Alle Beteiligten, die ihren Einsatz ehrenamtlich erbringen, haben gute fachliche Arbeit geleistet und damit die Position der AWWR im Spannungsfeld der verschiedenen gesellschaftlichen Interessen maßgeblich gestärkt. Davon zeugen auch die Ergebnisse in den nachfolgenden Berichten.

Ich danke allen Beteiligten für ihr großes persönliches Engagement und die wertvolle Unterstützung.



Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hansjörg Sander
WWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH
Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft
der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR)

21 AWWR - Ausschusstätigkeit

Ausschuss Wassergüte

Obfrau: Ninette Zullei-Seibert, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH und Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte

Der Fachausschuss Wassergüte hat im Jahr 2008 auf der 81. und 82. Sitzung aktuelle und wasserpolitisch bedeutsame Themen behandelt. Im Ausschuss vertreten sind Mitglieder aus dem Bereich der Wasserversorgungsunternehmen, dem Hygiene-Institut des Ruhrgebiets Gelsenkirchen (H.I.), dem Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund (IfW), dem Ruhrverband (RV) und der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH (WWU).

Besondere Sorgfalt wurde auf die Konzeption des von der AWWR neu aufgelegten Untersuchungsprogramms zu Stoffspuren in der Ruhr verwendet. Das von den Wasserwerken ab Mitte des Jahres 2008 durchgeführte Monitoring ist ein weiterer Beitrag zur Arnsberger Vereinbarung, in der im Jahr 2006 Anforderungen an die Ruhrwassergüte und die Qualität des Trinkwassers im Ruhrgebiet zwischen der AWWR und dem MUNLV vereinbart wurden. Nachdem in der Vergangenheit bereits umfangreiche, zeitlich begrenzte Sonderuntersuchungen zu Pflanzenschutzmitteln, Arzneimitteln und anderen anthropogenen Stoffen in der Ruhr erfolgt waren und deren Ergebnisse in den Ruhrgüteberichten veröffentlicht worden waren, hat sich die AWWR nunmehr zu regelmäßigen vierteljährlichen Untersuchungen entschlossen.

Die Untersuchungen umfassen die als relevant erkannten Stoffspuren und berücksichtigen den gesamten Flusslauf von Meschede bis zur Mündung in den Rhein. Die Probenahmestellen sind so gewählt, dass lokale Eintragungsschwerpunkte der Einzelstoffe erkannt werden und deren zeitliche und räumliche Dynamik transparent wird. Die Ergebnisse werden regelmäßig in den Ruhrgüteberichten veröffentlicht (siehe Kapitel 23, „Organische Spurenstoffe in der Ruhr – erste Ergebnisse des Monitorings der AWWR“, Christian Skark, Institut für Wasserforschung GmbH). Anhand der über einen längeren Zeitraum erhobenen Ergebnisse wird der Ausschuss die derzeitigen Qualitätsziele für die Ruhrgüte kritisch prüfen und gegebenenfalls überarbeiten (siehe auch Kapitel 22, „Chemische Ziele für die Ruhrwassergüte – Was hat Priorität in den Bewirtschaftungsplänen?“, Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten).

Aus Sicht des Ausschusses kann nicht oft genug betont werden, dass die AWWR seit ihrem Bestehen mit umfangreichen freiwilligen Untersuchungen dazu beigetragen hat, Defizite der Ruhrwassergüte zu erkennen und zu benennen, lokale Eintragsquellen von Schadstoffen zu ermitteln, Minimierungsstrategien zur Vermeidung weiterer Belastungen zu entwickeln und die Behörden bei ihren Bestrebungen zur nachhaltigen Sicherung der Wassergüte zu unterstützen. Positive Entwicklungen und deren Ursachen, wie

zum Beispiel Erfolge der Kooperation Landwirtschaft und Wasserwirtschaft an der Ruhr, werden ausführlich gewürdigt und benannt. Das aktuelle Untersuchungsprogramm setzt eine bewährte Tradition zum Schutz der Trinkwasserkonsumenten fort.

Wie die gut funktionierende Zusammenarbeit bei dem Problemkreis „perfluorierte Tenside“ gezeigt hat, ist eine partnerschaftliche Beteiligung der AWWR-Experten ein Gewinn für die Umsetzung der wasserpolitischen Ziele der Landesbehörden. Auch an den Runden Tischen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie waren Vertreter der AWWR beteiligt, die auf die Erkenntnisse aus diesem Ausschuss zurückgreifen konnten. Der Ausschuss würde es daher begrüßen, wenn die fachlichen Erkenntnisse der AWWR ebenfalls im Programm „Reine Ruhr“ des MUNLV den gebührenden Stellenwert fänden. Dies trüge ganz wesentlich dazu bei, Doppelarbeit und unnötige Finanzaufwendungen der öffentlichen Hand zu vermeiden.

Traditionell werden ebenfalls die Erkenntnisse zu klassischen Parametern der Ruhrgüte, die einvernehmlich zwischen dem Ruhrverband und der AWWR in den regelmäßigen Untersuchungen und den Ruhrängsuntersuchungen gemessen und anhand der gültigen Zielwerte bewertet werden, im Ausschuss diskutiert und in den Ruhrgüteberichten ausführlich dargestellt. Die diesjährige Kommentierung und Bewertung der umfangreichen Messdaten zur Ruhrgüte aus Sicht der AWWR wurde von Dr. Schünke, Stadtwerke Hamm, und Dr. Neitzel, Ruhrverband, in Abstimmung mit dem Ausschuss Wassergüte vorgenommen.

Dass die Bewertung der gemessenen Konzentrationen vielschichtig ist, zeigt sich im Blick über das Ruhrgebiet hinaus. Der Ausschuss Wassergüte überprüft anhand neuer Erkenntnisse in regelmäßigen Abständen die von ihm für die Ruhr festgelegten Qualitätsziele. Daneben liegen für die anderen großen Flusssysteme in Deutschland (Rhein, Donau, Elbe, Weser, ...) individuell zugeschnittene Qualitätsanforderungen vor. Auch die Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs e.V. (DVGW) hat sich in einem Memorandum dem „Schutz von Oberflächenwasser zur Sicherung der Trinkwasserversorgung“ angenommen. Mitglieder des Ausschusses Wassergüte haben sich intensiv an der Vorarbeit beteiligt.

Das Auftreten und die Bewertung von Metaboliten der Pflanzenschutzmittel war auch in diesem Berichtsjahr ein wichtiges Thema. Hierzu kann festgehalten werden, dass aufgrund der guten Beratung im Rahmen der Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft an der Ruhr und der Anwendungsmodalitäten im Ruhr-einzugsgebiet die Wirkstoffe und deren Abbauprodukte für die Trinkwassergewinnung aus der Ruhr keine Relevanz besitzen. Der Problemkreis wird weiterhin verfolgt, um neuen Erkenntnissen Rechnung tragen zu können. Das Ergebnis der umfangreichen Überwachung auf Pflanzenschutzmittel in der Ruhr wird auch in diesem Ruhrgütebericht dargestellt und durch den Ausschuss

Wassergüte kommentiert. Den von der AWWR finanzierten Beratern, die ihre Tätigkeit auf Informationen aus dem Ausschuss Wassergüte stützen, sei an dieser Stelle für ihr Engagement zum Erhalt und zur Verbesserung der Wassergüte gedankt.

Wasserchemische Themen nehmen aufgrund der politischen Brisanz sicher mit Recht einen großen Raum ein, sind aber aus Sicht der Wasserversorgung gegenüber den mikrobiologischen Parametern von untergeordneter gesundheitlicher Relevanz. Das rechtzeitige Erkennen von Krankheitserregern oder deren Indikatoren ist zur Vermeidung von wasserbürtigen Gefährdungen im Sinne der Trinkwasserhygiene von höherer Bedeutung. Daher ist das Vorliegen eines unverzüglichen Ergebnisses wünschenswert. Hier scheinen nach internationalen Forschungsergebnissen und den Vertreibern von Analysenmaterialien moderne molekularbiologische Verfahren gegenüber den in der Trinkwasserverordnung festgeschriebenen klassischen Kultivierungsmethoden überlegen zu sein. Im Rahmen des DVGW-Forschungsprojekts „Molekularbiologische Wasseruntersuchungen – Bewertung aus Sicht der Trinkwasserversorgung“, Institut für Wasserforschung GmbH, hat sich der Ausschuss mit Fachkompetenz, Wasserproben und Untersuchungsergebnissen intensiv eingebracht, um die Vor- und Nachteile von innovativen im Vergleich zu bewährten Verfahren systematisch ermitteln zu lassen. Die endgültigen Ergebnisse werden im nächsten Berichtszeitraum erwartet.

Arbeitskreis Allgemeine und Anorganische Analytik

Obmann: Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

2008 traf sich der Arbeitskreis am 20. November zu seiner jährlichen Sitzung (Nr. 69). Ihm gehören weiterhin elf Mitglieder an (s. Mitgliederliste Ausschüsse und Arbeitskreise). Die Besprechung der Vergleichsanalysen war wie immer ein wichtiger Punkt des Treffens. Bei den vier Vergleichsanalysen (VA 71-74) wurde grundsätzlich eine gute Übereinstimmung der beteiligten Laboratorien festgestellt. Dies gilt auch für die Ergebnisse bei den Parametern Ammonium, Nitrit und Phosphat, die dem Wasser im Wasserwerk Hengstey aufgrund geringer natürlicher Gehalte zugesetzt werden. Wichtig ist dabei die Einhaltung der vereinbarten Schwankungsbreiten, anhand derer die Vergleichsuntersuchungen seit einiger Zeit beurteilt werden. Auch beim Phosphat, das in der Vergangenheit bei einzelnen VA mit einer Häufung von „Ausreißern“ auffiel, war die Einhaltung der Schwankungsbreite insgesamt zufriedenstellender.

Die jährliche Sonderprobe mit dotierten Schwermetallen bei der VA 71 bereitete wie in den Vorjahren keine besonderen Probleme und wurde mit guter Übereinstimmung unter den beteiligten Laboratorien gemessen. Bei diesen Parametern liegen bisher noch keine vereinbarten Schwankungsbreiten vor. 2010 ist geplant, auf der Grundlage zurückliegender Daten hierfür Zahlenwerte festzulegen.

Im intensivierten Erfahrungsaustausch wurde diesmal über die Erfahrungen des RWW-Labors mit der Umstellung von der AAS-

auf die ICP-OES-Analytik gesprochen (Hr. Lens). Auch in Zukunft sollen besondere Erfahrungsberichte auf der Tagesordnung stehen, um den Informationsaustausch zu besonderen, für die Arbeitskreismitglieder interessanten Themen zu stärken.

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik

Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Der Arbeitskreis organische Spurenanalytik im AWWR (sieben Mitglieder, s. Mitgliederliste Ausschüsse und Arbeitskreise) hat sich im Jahr 2008 zu zwei Arbeitstreffen zusammengefunden (April und Oktober). Wie in den Jahren zuvor wurden auch 2008 zahlreiche Vergleichsuntersuchungen durchgeführt und die Ergebnisse diskutiert. Die Übereinstimmung ist für die Parametergruppen in der Regel sehr gut. Zudem werden immer wieder neue Stoffe und deren Analytik diskutiert. So sind Vergleichsuntersuchungen für Vinylchlorid und einzelne Arzneistoffe inzwischen fest in das Programm der regelmäßigen Vergleichsuntersuchungen aufgenommen worden.

Ein Schwerpunkt war 2008 die Besprechung des Themas „Metaboliten von Wirkstoffen aus PBSM“. Die Bedeutung dieser Stoffe wird in den kommenden Jahren voraussichtlich zunehmen. Es wurden die zurzeit analytisch relevanten Verbindungen, möglichen Analysenverfahren und die Schwierigkeiten der Analytik besprochen.

Ein weiteres Schwerpunktthema war die Bestimmung der Messunsicherheit, für die insbesondere von den akkreditierten Laboratorien ein festgelegtes Verfahren gefordert wird. Hier ist das Vorgehen in den einzelnen Laboratorien bisher sehr unterschiedlich.

Die Bestimmung von Spurenstoffen ist inzwischen ein immer wiederkehrendes Thema in den Diskussionen innerhalb des Arbeitskreises, z. T. aus aktuellem Anlass (z. B. Tosu) sowie wegen der allgemein zunehmenden Bedeutung für die Trink- und Rohwasseranalytik. Hier werden vom Arbeitskreis aktuelle Fragestellungen zeitnah bearbeitet. Im regelmäßigen Erfahrungsaustausch wurde aus den Laboren u. a. über Beschaffungen und neue Entwicklungen berichtet.

Arbeitskreis Mikrobiologie

Obfrau: Dr. Gudrun Preuß, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte

Der Arbeitskreis Mikrobiologie befasst sich regelmäßig mit der Umsetzung und Verifizierung neuer bzw. revidierter Normen und Regelwerke, die für die mikrobiologische Überwachung von Roh- und Trinkwasser eine Rolle spielen. Hierbei wird innerhalb der AWWR-Labore eine Angleichung von Probenahme- und Untersuchungsverfahren sowie von Qualitätssicherungsmaßnahmen nach ISO 17025 angestrebt, um eine Vergleichbarkeit zwischen den Laboratorien zu gewährleisten.

Dies betrifft aktuell die Ermittlung von mikrobiologischen Daten zur Ruhrgüte. Hierfür werden in erster Linie E. coli und coliforme Bakterien an verschiedenen Ruhrmessstellen erfasst, für deren Nachweis unterschiedliche Standardkultivierungsverfahren zur Verfügung stehen. Bisher erfolgen diese Untersuchungen unter Verwendung von Endo-Agar. Dieser Nährboden verliert jedoch in der Wasseranalytik zunehmend an Bedeutung. In Einzelfällen wird daher bereits auch ein alternativ zugelassenes Verfahren, der Nachweis mittels des Colilert-QuantyTray®, für die Ruhruntersuchungen angewendet. In Kürze wird ein weiteres normiertes Verfahren auf Chromocult®-Agar für den Nachweis coliformer Bakterien in Oberflächen- und Trinkwasser zur Verfügung stehen. Der Arbeitskreis Mikrobiologie führt unter anderem Vergleichsuntersuchungen durch, bei denen die verschiedenen Verfahren verglichen werden und der Bezug zu den bisher für die Ruhr ermittelten mikrobiologischen Daten hergestellt wird. Langfristig soll der im Rahmen der Ruhruntersuchungen bisher verwendete Endo-Agar durch ein aktuelleres Verfahren abgelöst werden.

Ausschuss Wassergewinnung

Obmann: Ulrich Peterwitz, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Der Ausschuss Wassergewinnung hat im Berichtsjahr 2008 turnusmäßig zweimal getagt, am 19. Februar 2008 bei der Stadtwerke Hamm GmbH und am 21. Oktober 2008 im Wasserwerk Hengsen der Wasserwerke Westfalen GmbH.

Als neue Mitglieder wirken im Ausschuss Wassergewinnung die Herren Dr. Peter Kappler von der Stadtwerke Bochum GmbH und Thomas Brenne von der Mark-E Aktiengesellschaft mit. Ihre Vorgänger haben ihre Arbeit im Ausschuss niedergelegt, und zwar Herr Dipl.-Ing. Hans Drees von der Stadtwerke Bochum GmbH, der aus dem aktiven Dienst ausgeschieden ist, sowie Herr Dipl.-Ing. Roland Rüter von der Mark-E Aktiengesellschaft, der nunmehr in die Mitgliederversammlung der AWWR gewechselt ist. Ihnen gilt der Dank des Ausschusses für die langjährige und vertrauensvolle Mitarbeit.

In der Frühjahrssitzung 2008 befasste sich der Ausschuss mit den Konsequenzen der Novellierung des Landeswassergesetzes NRW, das im Dezember 2007 verabschiedet wurde. Seitens der Wasserversorgungsunternehmen wurde begrüßt, dass die Landesregierung die Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie 1:1 in das Landesrecht übernommen hat. Bei den Regelungen zum Hochwasserschutz fanden insbesondere auch Anregungen der AWWR hinsichtlich der besonderen Situation der Wassergewinnung an der Ruhr und der ufernahen Lage der Gewinnungsanlagen Berücksichtigung.

Ferner beschäftigte man sich mit den Inhalten der im Oktober 2007 in Kraft getretenen Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebiets für die Wassergewinnungsanlage „Fröndenberg“ der Stadtwerke Fröndenberg GmbH, die nach einem langen Verfahren letztlich ohne gravierende Einwendungen eingeführt werden konnte.

Seitens des DVGW wurde zu dem Thema „Eigentumserwerb und die Flächenbewirtschaftung in Trinkwassereinzugsgebieten“ eine Empfehlung erarbeitet. Die Grundlage stellte eine Befragung von Wasserversorgungsunternehmen dar, nach der sich die Wasserschutzzone I weitgehend im Eigentum der Unternehmen befindet (76%), bei der Wasserschutzzone II sind es im Mittel 15% der Gesamtfläche und bei der Wasserschutzzone III sind es im Mittel 8%. Die Flächen werden vorwiegend betrieblich, als Grünland oder forstwirtschaftlich genutzt. In dem DVGW-Papier werden bezogen auf die einzelnen Wasserschutzzonen Handlungsempfehlungen für den Flächenerwerb und die Bewirtschaftung abgegeben. Die Empfehlung wurde im Ausschuss Wassergewinnung hinsichtlich der Übertragbarkeit auf die Wassergewinnung an der Ruhr erörtert. Hierbei wurde festgestellt, dass die Situationsbeschreibung auch auf die Wasserwerke an der Ruhr zutrifft. Den Sichtweisen des DVGW zum Flächenerwerb und zur Flächenbewirtschaftung wurde weitgehend zugestimmt. Auf die Erarbeitung eigener Positionen wurde daher verzichtet.

Angesichts der Zunahme der Erdwärmenutzung in Deutschland und des Fehlens einheitlicher Zulassungs- und Überwachungsregelungen wurde seitens des DVGW ein Positionspapier zu Grundsätzen für die Erdwärmenutzung in Trinkwassereinzugsgebieten vorgelegt. In den Wasserschutzzonen I, II und III bzw. III A wird demnach ein Verbot der Erdwärmenutzung, in der Schutzzone III B eine Zulassung nur nach Einzelfallprüfung gefordert. Darüber hinaus wird es u. a. als erforderlich angesehen, dass Baumaßnahmen durch einen unabhängigen Sachverständigen begleitet werden und dass Bohrfirmen eine W-120-Zertifizierung besitzen. Das Positionspapier fand im Ausschuss Wassergewinnung eine breite Zustimmung. Die Forderungen des DVGW gehen zwar teils über die Standpunkte der nordrhein-westfälischen Landesregierung hinaus, sind aber mit Blick auf den vorsorgenden Gewässerschutz angemessen und angesichts inzwischen bekannt gewordener Schadensfälle zeitgemäß. Man vereinbarte, dass sich die Mitgliedsunternehmen mit den in ihren Wassereinzugsgebieten zuständigen Zulassungsbehörden bezüglich der Umsetzbarkeit der einzelnen Standpunkte bei der zukünftigen Zulassung von Erdwärmenutzungen auseinandersetzen sollen.

In der Herbstsitzung 2008 wurde die Auseinandersetzung mit Strategien zur Vermeidung/Verminderung von Stoffeinträgen in die Ruhr und das Grundwasser sowie mit der Entwicklung von angepassten verfahrenstechnischen Möglichkeiten für die Wasserwerke an der Ruhr, die von der Diskussion um die Spurenstoffbefunde in der Ruhr ausgelöst worden war, weiter fortgesetzt. Mehrere Wasserversorgungsunternehmen führten dazu Versuche durch und stellten die Ergebnisse im Ausschuss Wassergewinnung zur Diskussion. In Rede standen u. a. die UV-Desinfektion sowie die Aufbereitungsschritte Ozonung, Aktivkohlefiltration, Mehrschichtfiltration sowie Ultrafiltration. Bei der Überprüfung der Wirksamkeit der einzelnen Schritte wurden u. a. die Parameter PFOA, PFOS, Amidotrizoesäure, Iopamidol und EDTA betrachtet.

Bei der Wasserwerke Westfalen GmbH beschäftigte man sich mit der Trennung des Aktivkohle-Sandgemisches aus der Langsandsandfiltration im Wasserwerk Echthausen durch eine eigene Sandwä-

sche. Die Aktivkohle-Dosierung war aufgrund der PFT-Belastung der Ruhr erforderlich geworden. Die Versuche zeigten, dass eine Trennung von Sand und Aktivkohle möglich und wirtschaftlich darstellbar ist. Die Ergebnisse wurden im Ausschuss vorgestellt und erörtert.

Im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in NRW fanden die ersten Runden Tische statt. Die AWWR war auf den einzelnen regionalen Veranstaltungen zur Auseinandersetzung mit den Ergebnissen der Bestandsaufnahme in NRW sowie der Planung von Maßnahmen und Bewirtschaftung vertreten. Die Themenschwerpunkte für die Zukunft werden die Nitratbelastung einiger Gebiete, die Durchgängigkeit der Oberflächengewässer für Wanderfische sowie die Verbesserung der Struktur der Oberflächengewässer sein. Ende 2008 wurde die zugehörige Planung des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (MUNLV) veröffentlicht. Auf Anregung des Ausschusses Wassergewinnung befasste sich ein interdisziplinär besetzter Ad-hoc-AK mit Fachleuten aus den Ausschüssen Wassergüte und Wassergewinnung mit den Entwürfen des MUNLV zu Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen und bereitete eine Stellungnahme der AWWR vor (siehe auch Beitrag Nr. 22 von Herrn Döhmen in diesem Heft.)

Mit der neuen, zum 1. Januar 2008 in Kraft getretenen Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU) wurden in Nordrhein-Westfalen die Zuständigkeiten im Umweltrecht weitgehend kommunalisiert. Angesichts dieser Änderung der Behördenstruktur sowie des Beitritts der AWWR-Mitglieder Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co KG, Hochsauerlandwasser GmbH und Stadtwerke Sundern wurde es erforderlich, den AWWR Alarmplan Ruhr zu überarbeiten, der den Mitgliedsunternehmen der AWWR bei besonderen Ereignissen an der Ruhr, die sich negativ auf die Wasserbeschaffenheit und das Abflussgeschehen auswirken, zur Verständigung untereinander dient. Da die Arbeiten umfangreicher waren als ursprünglich angenommen, wurde eine Arbeitsgruppe mit der Erneuerung beauftragt. Neben der Anpassung von Adressen, Ansprechpartnern und Übersichten wird zukünftig zwischen einer Alarmmeldung oder einer reinen Information unterschieden. Mit der Endfassung und Verteilung an die Mitglieder ist Anfang 2009 zu rechnen.

Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obmann: Jörg Prostka, AVU Aktiengesellschaft für Versorgungs-Unternehmen, Gevelsberg

Der Ausschuss kam im Jahr 2008 zu drei regulären Sitzungen zusammen. Erstmals trafen sich die Kommunikationsfachleute bereits im Januar, um Themen und Ereignisse des Jahres vorzubesprechen.

Wichtigstes Projekt des vergangenen Jahres ist die Neugestaltung des Internetauftritts, die erst in diesem Jahr abgeschlossen wurde. Hierzu entwickelte ein Arbeitskreis innerhalb des Ausschusses Öffentlichkeitsarbeit die Grundzüge der Navigation sowie die

technischen Vorgaben und lieferte die Inhalte zu. An dieser Stelle ein Dank an alle, die mitgewirkt haben!

Weitere Themen im Ausschuss waren die aktuelle Medienberichterstattung über die Wasserversorgung an der Ruhr und die grundsätzliche Ausrichtung des AWWR-Auftritts in der Öffentlichkeit. Die Berichte über „neu“ entdeckte Stoffspuren und Verunreinigungen in der Ruhr sind nach wie vor geprägt durch schnelle Themenwechsel und allgemeine, oft nur oberflächliche Berichterstattung. Der Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit sieht es daher als seine Aufgabe an, die kontinuierliche und qualitativ hochwertige Arbeit der Wasserversorgungsunternehmen zu vermitteln. Auch wenn das manchmal nur ansatzweise gelingt.

Themenschwerpunkte der Medienanfragen waren die Tosu-Einleitungen, die PFT-Folgeberichterstattung und das Thema Medikamentenrückstände. Dabei gelang es, die Botschaften der Trinkwasserproduzenten deutlich zu machen: vor allem die Betonung des Verursacherprinzips, die Forderungen nach einem Einleiterkataster und die Verantwortung der Wasserwerke für ihr Produkt Trinkwasser und für den Gewässerschutz. Sowohl in den Anfragen als auch in den Berichten war erkennbar, dass diese Botschaften von den Medien akzeptiert und verstanden werden. Hinzu kommt mittlerweile entstandenes Hintergrundwissen bei manchen Journalistinnen und Journalisten, die in den vergangenen Jahren kontinuierlich über die Trinkwasserversorgung an der Ruhr berichtet haben.

Ein erfolgreiches Beispiel des Dialogs mit den Medien war ein Hintergrundgespräch mit Redakteuren der Westfalenpost. Aspekte der Trinkwasseraufbereitung und des Gewässerschutzes konnten in diesem über dreistündigem Gespräch ebenso vermittelt werden wie eine Einordnung aktueller Messwerte und eine Bewertung der Stoffspuren in der Ruhr.

Im Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit diskutierte man ferner über den Stellenwert der Öffentlichkeitsarbeit in der AWWR: Die Funktion einer verbindenden Klammer durch die einheitliche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der AWWR wird von allen Vertretern als wichtig und richtig begrüßt. Einig ist man sich, dass eine professionelle Öffentlichkeitsarbeit einhergeht mit einer Diskussion über die Strukturen der AWWR. Hier hat der Ausschuss Anregungen an den Vorsitzenden weitergegeben und so seine Position deutlich gemacht.

Weitere Projekte, die im Berichtsjahr angeregt wurden, sind ein Konzept zur Nutzung des Ruhrgüteberichts über das Fachpublikum hinaus, ein Faltblatt zur allgemeinen Darstellung der AWWR und eine AWWR-weite Medienarbeit zu aktuellen Themen. Denn die Kommunikationsexperten im Ausschuss sind sich bewusst: Nur mit einer aktiven Presse- und Öffentlichkeitsarbeit werden die Wasserwerke der kurzatmigen und dadurch oft negativen Berichterstattung entgegen wirken können.

Beiträge aus Wasserwerken und Institutionen

22 Chemische Ziele für die Ruhrwassergüte – Was hat Priorität in den Bewirtschaftungsplänen?

Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten

Einleitung

Im Dezember 2009 müssen gemäß den Artikeln 13 und 11 der Wasserrahmenrichtlinie der EU (WRRL) [22.1] Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für die Flussgebietseinheiten bzw. deren nationalstaatliche Teileinzugsgebiete erstmalig aufgestellt und veröffentlicht werden. Bis spätestens (!) 2015 und danach im Abstand von sechs Jahren sind diese Pläne und Programme zu überprüfen und zu aktualisieren.

Für NRW liegt die Zuständigkeit zur Umsetzung beim Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV). Entwürfe (Stand November 2008) hat das MUNLV der Öffentlichkeit im Internet zugänglich gemacht und um Stellungnahmen bis Mitte Juni 2009 gebeten.

Die AWWR kritisiert in ihrer Stellungnahme vor allem die unzureichenden Bewirtschaftungsziele hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit der Gewässer, insbesondere bezogen auf synthetische organische Spurenstoffe. Es bleibt zu hoffen, dass diese konkreten Vorschläge und die schon seit Jahren eingebrachten diesbezüglichen Anregungen der AWWR und auch vieler anderer Verbände der Trinkwasserversorgung wie der IAWR (Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet) [22.2, 22.3, 22.4] in der Überarbeitung der Entwürfe und in ihre Endfassung aufgenommen werden. Flankierend hierzu hat die AWWR in 2008 ein mindestens dreijähriges eigenes Monitoring auf spezielle anthropogene organische Verbindungen in der Ruhr begonnen, das ausgewählte Stoffe aus den Gruppen Arzneimittel, Röntgenkontrastmittel, Perfluortenside (PFT) und Flammschutzmittel/Weichmacher beinhaltet [22.5]. Erste Ergebnisse werden in diesem Ruhrgütebericht veröffentlicht und selbstverständlich den zuständigen staatlichen Stellen zur Verfügung gestellt.

Was sind die Prioritäten oder was sollte Priorität haben?

Die WRRL verfolgt langfristige Ziele zur Erreichung eines „guten Zustandes oder Potenzials“ der Gewässer. Vielfach wird darunter eine sehr einseitige ökologische Zielsetzung im Sinne der Schaffung oder Entwicklung von natürlichen oder naturnahen Gewässerstrukturen und von möglichst guten Lebens- und Reproduktionsbedingungen für die aquatische Lebewelt verstanden und dieser Ausrichtung hohe, wenn nicht höchste Priorität eingeräumt. Im Entwurf des MUNLV zum Bewirtschaftungsplan (Kap. 9.3.3) und zum Maßnahmenprogramm (Kap. 2.6) wird diese falsche Sicht leider auch deutlich. Es wird behauptet, dass die WRRL

ihren „Fokus auf den Schutz der Gewässerflora und -fauna (setzt). Trinkwasserschutz ist Gegenstand anderer EU-rechtlicher Regelungen“. Diese Absicht, in der Umsetzung der WRRL trinkwasserbezogene Ziele zu negieren oder als nachrangig zu behandeln, ist rechtlich falsch und sachlich unangemessen.

Schon früh hat die AWWR auf den Wortlaut von Art. 1 und 4 verwiesen [22.2] und die vollständige Umsetzung des Art. 7 eingefordert, damit durch besseren Gewässerschutz der Aufwand für die Aufbereitung von Trinkwasser verringert werden kann oder zumindest zukünftig nicht weiter ansteigt [22.3].

Die WRRL sieht die Verringerung der chemischen Belastungen der Gewässer als Aufgabe, die sowohl der Lebewelt in den Gewässern als auch der Sicherheit der Trinkwasserversorgung dient: In Art. 16 der WRRL wird unter der Überschrift „Strategien gegen die Wasserverschmutzung“ die schrittweise Reduktion sog. „prioritärer Stoffe“ auf EU-Ebene und die diesbezügliche nationale Umsetzung geregelt. Einleitend heißt es dort in Abs. 1, dass „einzelne Stoffe oder Stoffgruppen, die ein erhebliches Risiko für oder durch die aquatische Umwelt darstellen, einschließlich der entsprechenden Risiken für Gewässer, die zur Trinkwasserentnahme genutzt werden“ hier gemeint sind. An anderer Stelle (Art. 11, Absatz 3) werden zu den obligatorischen „grundlegenden Maßnahmen“ als „zu erfüllende Mindestanforderungen“ für Maßnahmenprogramme aufgeführt:

„c) Maßnahmen, die eine effiziente und nachhaltige Wassernutzung fördern, ...

d) Maßnahmen zur Erreichung der Anforderungen nach Art. 7, einschließlich der Maßnahmen zum Schutz der Wasserqualität, um den bei der Gewinnung von Trinkwasser erforderlichen Umfang der Aufbereitung zu verringern.“

Maßnahmen zur Erreichung eines sog. „guten ökologischen Zustandes oder Potenzials“ nach Art. 4 i. V. m. Anhang V der WRRL werden den „ergänzenden Maßnahmen“ zugeordnet.

Die veröffentlichten Entwürfe berücksichtigen die beschriebenen Prioritäten („grundlegende“ und „ergänzende Maßnahmen“) gemäß Art. 16 WRRL nicht und beinhalten NRW-weit keine Bewirtschaftungsziele und Maßnahmen zur Umsetzung der unter „d“ beschriebenen Aufgabenstellung. Lediglich das vom MUNLV im Juni 2008 veröffentlichte Programm „Reine Ruhr“ (siehe www.umwelt.nrw.de) soll der Verringerung der Belastungen der Ruhr mit Mikroverunreinigungen dienen und liegt damit im Zielkorridor der WRRL; es ist allerdings nur auf einen Fluss in NRW bezogen und wird ausschließlich mit Erfordernissen der Trinkwasserversorgung begründet.

Tatsächlich dürfen und können ökologisch begründete Anforderungen an Gewässer nicht den Menschen ausgrenzen und gar lebensnotwendige menschliche Nutzungsansprüche, insbesondere an die Beschaffenheit der Trinkwasserressourcen, beeinträchtigen oder gefährden. 2005 hatten dies die Trinkwasser-Verbände in

den großen europäischen Flusseinzugsgebieten unter Beteiligung der AWWR deutlich gemacht [22.6]: „Es ist nicht nachvollziehbar, dass bei ökologischen Betrachtungen die Bedürfnisse des Menschen – obwohl er selbst Bestandteil der Ökologie ist – unberücksichtigt bleiben. Zu den existentiellen Ansprüchen des Menschen gehört insbesondere die nachhaltige Sicherstellung einer Trinkwasserversorgung. ... Renaturierungsmaßnahmen, morphologische Veränderungen und der Schutz von Ökosystemen dürfen die Belange der Trinkwassergewinnung nicht beeinträchtigen; einfache, naturnahe Aufbereitung mittels Ufer- oder Sandfiltration erfordert einen entsprechend weitreichenden Gewässerschutz.“

Prioritäre stoffliche Ziele für die Ruhr

Die in Anhang 3 des Entwurfes zum Bewirtschaftungsplan aufgelisteten Qualitätsziele basieren zu großen Teilen nicht auf den Umweltqualitätsnormen der EU-Tochterrichtlinie zu den „prioritären Stoffen“ [22.7], sondern gehen auf Vorgaben und Empfehlungen des Landesbehörden oder der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) zurück. Sie bleiben – wie teilweise auch die EU-Ziele für „prioritäre Stoffe“ – bei sehr vielen Parametern von den Erfordernissen eines vorausschauenden Ressourcenschutzes für eine „nachhaltige Wassernutzung auf der Grundlage eines langfristigen Schutzes der Ressourcen“ (wörtlich aus Art. 1 Absatz b WRRL) weit entfernt. Ausdrücklich zu begrüßen ist das Ansinnen, die zu geringe Anzahl der von der EU vorgegebenen „prioritären Stoffe“ durch weitere gewässerrelevante Schadstoffe zu ergänzen, deren Emissionen zur Umsetzung der WRRL begrenzt werden müssen.

Die AWWR hat in den zurückliegenden Jahren ihre Untersuchungsergebnisse zu Mikroverunreinigungen in der Ruhr umfangreich ausgewertet und aus insgesamt 230 betrachteten Verbindungen 77 Stoffe mit Relevanz für die Ruhr identifiziert, von denen lediglich 19 in Trinkwässern aus Ruhrwasserwerken nachgewiesen werden konnten [22.8]. Dies zeigt, dass relevante Stoffe oder Stoffgruppen im Sinne einer sinnvollen Priorisierung eingegrenzt werden können und sich dadurch die Kräfte zur Minimierung von Belastungen und Risiken im Maßnahmenprogramm bündeln und effizient einsetzen lassen.

Tabelle 22.1 stellt die Stoffe und Stoffgruppen zusammen, die aus der gegenwärtigen Sicht der AWWR in der Ruhr und ihren Zuflüssen gemessen an Grenzwerten und Gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) für Trinkwasser zu verringern sind und für die der Entwurf des Bewirtschaftungsplans nur unzureichende Qualitätsziele definiert und verfolgt. Da ein solcher Plan Ziele und Prioritäten für die Bewirtschaftung der Gewässer bis spätestens 2015 festlegt und mittel- bis langfristige Richtschnur für politische und behördliche Entscheidungen sein wird, legen die Wasserwerke großen Wert auf Zielwerte, die eine dauerhaft sichere Trinkwasserversorgung und einen möglichst geringen technischen, stofflichen und damit auch finanziellen Aufwand in der Aufbereitung von Trinkwasser ermöglichen. Eine solche Vorgehensweise entspricht auch der WRRL vollinhaltlich. Die Begrenzung oder Verringerung des Aufwandes für die Trinkwasseraufbereitung ist nicht

Tabelle 22.1: Auswahl von Stoffen und Qualitätsnormen aus Anhang 3 Bewirtschaftungsplan-Entwurf für NRW und Zielvorstellungen der AWWR

Table 22.1: Selection of substances and quality standards listed in Appendix 3 of the Draft Management Plan for North Rhine-Westphalia and objectives formulated by the AWWR

Güte-Parameter	Anhang 3 BP-Entwurf f. NRW		AWWR-Vorschlag (90-Perzentil)
	Jahres MW	Max-Wert	
Chlorid	200-400 mg/l		125 mg/l
Nitrat-N	11,3 mg/l		5,65 mg/l (25 mg Nitrat/l)
PSM-prioritär	bis zu 1 µg/l	bis zu 4 µg/l	0,05 µg/l
weitere PSM	bis zu 2 µg/l		0,05 µg/l
Tetrachlorethen	10 µg/l		1 µg/l
Trichlorethen	10 µg/l		1 µg/l
EDTA	240 µg/l		10 µg/l
NTA	80 µg/l		10 µg/l
PFOA	0,3 µg/l		0,1 µg/l
PFOS	0,3 µg/l		0,1 µg/l
Summe PFT	0,3 µg/l		0,1 µg/l

als bloßes Kostensparen zu verstehen, sondern folgt schlicht dem Verursacherprinzip (WRRL, einleitende Gründe Nr. 38 und Art.9). In diesem Sinne sind die in der Tabelle 22.1 von der AWWR vorgeschlagenen Qualitätsziele verstehen, die im Übrigen auch die von der EU vorgegebenen Werte für die „prioritären Stoffe“ unterschreiten dürfen und sollten (Subsidiaritätsprinzip).

[22.1] Richtlinie 2000/60/EG vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie), A.Bl. L 327/1 vom 22. Dezember.2000

[22.2] Reitis, D. und Döhmen, K.: Wasserwirtschaftliche Orientierung der AWWR in der weiteren Umsetzung der WRRL im Einzugsgebiet der Ruhr. – Ruhrgütebericht 2004, Essen, 2005, S. 119-123

[22.3] Döhmen, K: Positionspapier der AWWR zur Umsetzung der EG-WRRL an der Ruhr novelliert. – Ruhrgütebericht 2007, Essen, 2008, S. 139-140

[22.4] IAWR, IAWD und RIWA-Maas: Donau -, Maas - und Rhein - Memorandum 2008. Köln, Wien, Werkendam (siehe u. a.: www.iawr.org)

[22.5] Zullei-Seibert, N. und Schöpel, M.: Monitoring der AWWR zum Vorkommen anthropogener organischer Stoffspuren in der Ruhr – eine Ankündigung. – Ruhrgütebericht 2007, Essen, 2008, S. 140-142

[22.6] IAWD, IAWR, RIWA-Maas, AWWR und FWW Elbaue-Ostharz: Forderungen der Wasserwerke an die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. – Wien, 2005.

[22.7] Richtlinie 2008/105/EG vom 16.12.2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik, A. Bl. L 384/84 vom 24.12.2008

[22.8] Skark, C., Schulte-Ebbert, U. und Zullei-Seibert, N.: Organische Spurenstoffe und ihre Entfernung in der Trinkwasseraufbereitung in der Ruhr. – Ruhrgütebericht 2007, Essen, 2008, S. 144-148

Erläuterungen zu den Zielvorstellungen der AWWR für einen guten Zustand der Ruhr

Die in der Tabelle aus Sicht der AWWR vorgeschlagenen Konzentrationswerte sind als 90-Perzentilwerte zu verstehen. Sie gehen größtenteils auf die 2006 veröffentlichten Zielwerte der AWWR für die Ruhr zurück [22.9]. Die ausgewählten Parameter-Werte aus dem Entwurf des Anhangs 3 beruhen nur bei der Gruppe PSM-prioritär (22 Wirkstoffe von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen – PSM) und zwei Verbindungen aus der Gruppe der leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (Tetrachlor- und Trichlorethen) auf 2008 festgelegten Umweltqualitätsnormen der EU [22.7]. Alle übrigen vorgeschlagenen Jahresmittelwerte gehen auf Werte der LAWA oder landesrechtliche Bestimmungen aus NRW zurück.

Bei den PSM werden 15 Einzelverbindungen höher als der Trinkwassergrenzwert von 0,1 µg/l angesetzt, teilweise soll ein Vielfaches dieses Wertes als Zielvorgabe für die künftige Bewirtschaftung der Gewässer dienen. Das ist völlig inakzeptabel und betrifft sowohl prioritäre als auch nicht EU-rechtlich avisierte PSM-Wirkstoffe. Mit einem Zielwert von 0,05 µg/l als 90-Perzentilwert soll genügend Sicherheit für Trinkwasserversorgung gewährleistet werden, eine Konzentration von 0,1 µg/l sollte die maximale Obergrenze darstellen. Die beiden LHKW sind identisch mit dem GOW des Umweltbundesamtes. Aus Gründen der Vorsorge und aufgrund der tatsächlich vorhandenen sehr geringen Konzentrationen wird ein deutlich niedrigerer Wert als im Entwurf zu Anhang 3 befürwortet.

Bei den Zielen für Komplexbildner sind die LAWA-Werte im Vergleich zu den GOW viel zu hoch und entsprechend herabzusetzen. Gerade bei diesen Verbindungen sieht die AWWR aktuell Handlungsbedarf, um die Konzentrationen dieser Stoffe in der Ruhr deutlich zu senken. Diese Stoffe sind gut wasserlöslich und in der Trinkwasseraufbreitung auch mit adsorptiven Verfahren nicht bis sehr wenig entfernbar. Die Zielwerte für EDTA und NTA sind dementsprechend auf 10 µg/l herabzusetzen, sie entsprächen dann in der Höhe dem „LAWA-Präventiv-Wert“ für DTPA (siehe Anhang 3).

Unverständlich und inkonsequent ist die Logik des Entwurfs bezogen auf die perfluorierten Tenside (PFT). Hier hatte die Trinkwasserkommission beim Umweltbundesamt Mitte 2006 einen „lebenslang gesundheitlich duldbaren Leitwert“ von 0,3 µg/l für die Summe von PFOA und PFOS und einen langfristigen Zielwert von 0,1 µg/l für die Summe von PFOA und PFOS und „evt. weitere PFT“ definiert. Für die Trinkwasserqualität ist der Konzentrationswert 0,3 µg/l PFOA + PFOS seitdem bindende Vorgabe. Aus Vorsorgegründen wurde ein langfristiges Ziel von maximal 0,1 µg/l benannt, das insbesondere Leitschnur für Verursacher bezogene Maßnahmen und den Gewässerschutz sein soll. „Der von der Kommission bereits 2006 vorgeschlagene Trinkwasser-Leitwert in Höhe von 0,3 µg/l schützt nach wie vor alle Bevölkerungsgruppen. Damit langfristig der Vorsorgewert für Trinkwasser in Höhe von 0,1 µg/l sicher eingehalten wird, müssen die Länder vor allem Oberflächengewässer, die der Trinkwassergewinnung dienen, vor den schwer abbaubaren PFC schützen. Das UBA schlägt vor, für

PFC einheitliche Anforderungen an die Abwassereinleitungen einschlägiger Branchen – wie die chemische Industrie – zu prüfen.“ [22.10]

Auch wenn die Ruhr mittlerweile aufgrund der Sanierung der kontaminierten Flächen im Oberlauf des Flusses diesen langfristigen Zielwert wieder sicher einhält und weil sie ihn zukünftig sicher einhalten soll, empfiehlt die AWWR eine entsprechende Korrektur im Text und im Anhang 3 des Bewirtschaftungsplans. Bei Chlorid und Nitrat-Stickstoff sollte auf das Niveau des halben Trinkwassergrenzwertes gegangen werden, um bei ansteigenden Konzentrationen eine Trendumkehr sicher einleiten zu können.

Im Fall der übrigen in Anhang 3 des Entwurfes aufgeführten Stoffe aus verschiedenen Gruppen von Spurenstoffen – Metalle, Arzneistoffe (Medikamentenrückstände und Röntgenkontrastmittel), verschiedene Aromate, LHKW, Phenole, Aniline, PCB – können die vorgeschlagenen Jahresmittelwerte aus Sicht der AWWR bezogen auf die Beschaffenheit der Ruhr akzeptiert werden, wengleich es in vielen Fällen bezogen auf die Anforderungen an Trinkwasser besser wäre, auch sie als 90-Perzentil-Ziel anzusetzen.

[22.9] Zullei-Seibert, N.: Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers und deren Überwachung ab 2006. – Ruhrgütebericht 2005, Essen 2006, S. 124-125

[22.10] Umweltbundesamt: PFC im Trinkwasser: Kein unmittelbares Gesundheitsrisiko. – Presseinformation Nr. 53/2007, Dessau-Roßlau

23 Organische Spurenstoffe in der Ruhr – erste Ergebnisse des Monitorings der AWWR

Christian Skark, Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte

In der Vergangenheit haben die Wasserversorgungsunternehmen (WVU) der AWWR bereits in umfangreichem Maße die Ruhr auf verschiedene organische Spurenstoffe im Oberflächenwasser und im Trinkwasser untersucht. Das Analysenspektrum ging dabei häufig über die Anforderungen der Trinkwasserverordnung hinaus und legte in den letzten Jahrzehnten verschiedene Schwerpunkte, die unter anderem auch von den jeweils gegebenen analytischen Möglichkeiten geprägt waren. Derzeit ist insbesondere das Auftreten verschiedener polarer organischer Spurenstoffe in der Diskussion, die mit dem gereinigten Abwasser über Kläranlagen in die Vorflut eingeleitet werden. In einem gemeinsamen Monitoring der AWWR werden regelmäßig über 30 Verbindungen, die nicht in der Trinkwasserverordnung reguliert sind, im Oberflächenwasser der Ruhr untersucht [23.1]. Zu den untersuchten Substanzen gehören vor allem relevante Humanpharmaka (HP), Röntgenkontrastmittel (RKM), perfluorierte Chemikalien (PFC) sowie Organophosphor-Flammschutzmittel (FSM). Dabei konzentriert sich die instrumentelle Analytik auf Verbindungen, die eine beträchtliche Beständigkeit in der aquatischen Umwelt aufweisen und deren Nachweis in geklärtem Abwasser bereits bekannt war. Die Ergebnisse dieses Monitorings für das Jahr 2008 sowie für das erste Quartal 2009 werden im Folgenden in einer kurzen Übersicht vorgestellt.

Monitoringkonzept, Probenahmeorte und Untersuchungsmethoden

Das Monitoring ist so konzipiert, dass im Längsverlauf der Ruhr das Auftreten persistenter, polarer organischer Spurenstoffe im Oberflächenwasser untersucht wird. Dabei werden an neun Probenahmestellen zu einem Termin je Kalendervierteljahr Stichproben entnommen. Die Probenahme berücksichtigt nicht den Fließweg zwischen den einzelnen Probenahmestellen längs der Ruhr. Vielmehr werden die Proben mehr oder weniger zeitgleich entnommen. Somit repräsentieren die Ergebnisse die Konzentrationsverhältnisse am Probenahmetag, nicht jedoch die fließende Welle des Ruhrabstroms.

Die Probenahmestellen an der Ruhr entsprechen den Rohwasserentnahmeorten der beteiligten Wassergewinnungsanlagen (WGA), die in Tabelle 23.1 zusammengestellt sind (Spalte 2). Die beteiligten WVU sowie die probenehmende Organisationseinheit sind in der Tabelle 1 ebenso aufgeführt wie die Rechts- und Hochwerte der Probenahmepunkte sowie die Angabe der Fließentfernung von der Ruhrmündung in den Rhein gemäß der Gewässerstationierungskarte [23.2]. Damit repräsentieren die Probenahmestellen zwischen 400 und 4.400 km² des ca. 4.500 km² großen Einzugsgebiets der Ruhr. Insbesondere zwischen Schwerte (WGA Hengsen) und Hagen (WGA Hengstey) nehmen durch den Zufluss der Lenne die oberstromigen Einzugsgebiete und die Ruhrabflüsse stark zu. Um den Einfluss dieses bedeutenden Ruhrzu-

Tabelle 23.1: Lage der Probenahmestellen für Oberflächenwasser der Ruhr; [1] ab 2009 Probenahmestelle Westhofen, Fluss-km 95,15; R3397065, H 5698871

Table 23.1: Location of sampling points for surface water in the Ruhr River; [1] since 2009, sampling site Westhofen, river-km 95,15; R3397065, H 5698871

Probenahmestelle		Unternehmen	Probenahme	Fluss-km	R	H
Meschede	Mengesohl	HSW	HSW	183,7	3451500	5690675
Arnsberg	Langel	SWA	SWA	163,78	3442325	5694030
Wickede	Echthausen	WWW	WWU	128,31	3423191	5708418
Fröndenberg	Warmen	SWH	SWH	121,17	3418239	5704957
Schwerte [1]	Hengsen	WWW	WWU	107,13	3407035	5704395
Hagen	Hengstey	Mark E	Mark E	88,75	2601077	5697215
Bochum	Stiepel	WMR	WWU	62,65	2584913	5698250
Essen	Spillenburg Wehr	WGE	WWU	44,13	2574293	5701049
Mülheim	Styrum-Ost	RWW	RWW	11,25	2559430	5700950

H – Hochwert/Northing, HSW – Hochsauerlandwasser GmbH, MARK E – Mark E AG, R – Rechtswert/Easting, SWA – Stadtwerke Arnsberg, SWH – Stadtwerke Hamm GmbH, RWW – Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, WEG – Wassergewinnung Essen GmbH, WMR – Wasserbeschaffung mittlere Ruhr GmbH, WWU – Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, WWW – Wasserwerke Westfalen GmbH

flusses noch schärfer abzubilden, wird mit Beginn des Jahres 2009 die Ruhr bei der WGA Westhofen unmittelbar vor der Lennemündung beprobt.

Das untersuchte Stoffspektrum ist im Einzelnen in Tabelle 23.2 zusammengestellt. Die Auswahl der Parameter berücksichtigt zum einen die retrospektive Auswertung von Untersuchungen in den WVU der AWWR vor 2006 als auch kürzlich durchgeführte Sonderuntersuchungen zu einzelnen Stoffgruppen, bei denen neben dem Oberflächenwasser auch Trinkwasser analysiert wurde [23.3-23.7]. Das Untersuchungsspektrum umfasst 34 Verbindungen im Jahr 2008 und 33 Verbindungen im Jahr 2009. Hierzu gehören sechs phosphororganische Flammschutzmittel (FSM), zehn perflu-

[23.1] Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Schünke, H.: Monitoring der AWWR zum Vorkommen anthropogener organischer Stoffspuren in der Ruhr – eine Ankündigung.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 140-142 (2008)

[23.2] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Gewässerstationierungskarte GSK3B.- Auflage 31. Juli 2006, 3. Auflage, <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/gstat.htm>, Stand 1. Juli 2008 (2006)

[23.3] Andresen, J.; Becker, I.; Bester, K.; Schöpel, M.; Zullei-Seibert, N.: Verhalten von Organophosphaten bei der Trinkwasseraufbereitung – Ergebnisse orientierender Untersuchungen.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2004.- Essen, 123-129 (2005)

[23.4] Andresen, J.A.; Weigel, S.; Bester, K.: Organophosphate flame-retardants and plasticizers.- in: Bester, K., Andresen, J. A., Schlüsener, M. P., Weigel, S.: Personal care compounds in the environment. Pathways, fate, and methods for determination.- Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 74-128 (2007)

Tabelle 23.2: Untersuchte Stoffe im AWWR-Monitoring „Organische Spurenstoffe in der Ruhr“ sowie der Anteil von Positivbefunden nach drei Probenahme-terminen (n = 27); [1] nur 2 Probenahmen (n = 18)
 Table 23.2: Substances analysed within the scope of the AWWR-Monitoring Program “Trace organics in the river Ruhr” and rate of positive results (above the quantifiable limit) after 3 sampling dates (n = 27); [1] only 2 samplings (n = 18)

Lfd. Nr.	Substanz	Kurzzeichen	Stoffgruppe	CAS-RN %	Anteil Positivbefunde µg/L	BG
1	Tributylphosphat	TBP	FSM	126-73-8	59	0,010
2	Trisphenylphosphat	TPP	FSM	115-86-6	4	0,010
3	Tris-(2-Chlorethyl)-phosphat	TCEP	FSM	115-96-8	93	0,010
4	Tris-(2-Chlorpropyl)-phosphat	TCPP	FSM	13674-84-5	100	0,010
5	Tris-(butoxyethyl)-phosphat	TBEP	FSM	78-51-3	100	0,010
6	Tris-(dichlorpropyl)-phosphat	TDCP	FSM	13674-87-8	100	0,010
7	Perfluorooctanoat	g-PFOA	PFC	335-67-1	93	0,010
8	Perfluorooctansulfonat	g-PFOS	PFC	1763-23-1	78	0,010
9	Perfluorbutanoat	PFBA	PFC	375-22-4	70	0,010
10	Perfluorpentanoat	PFPA	PFC	2706-30-3	48	0,010
11	Perfluorhexanoat	PFHxA	PFC	307-24-4	67	0,010
12	Perfluorheptanoat	PFHpA	PFC	375-85-9	0	0,010
13	Perfluorononanoat	PFNA	PFC	375-95-1	0	0,010
14	Perfluordecanoat	PFDA	PFC	335-76-2	0	0,010
15	Perfluorbutansulfonat	g-PFBS	PFC	29420-49-3	37	0,010
16	Perfluorhexansulfonat	g-PFHxS	PFC	432-50-7	0	0,010
17	Atenolol		HP	29122-68-7	15	0,025
18	Bezafibrat		HP	41859-67-0	74	0,025
19	Carbamazepin		HP	298-46-4	93	0,025
20	Diclofenac		HP	15307-86-5	100	0,025
21	Ibuprofen		HP	15687-27-1	33	0,025
22	Metoprolol		HP	51384-51-1	96	0,025
23	Sotalol		HP	3930-20-9	96	0,025
24	Sulfamethizol		HP/VP-AB	144-82-1	0	0,025
25	Sulfamethoxazol		HP-AB	723-46-6	96	0,025
26	Sulfapyridin		HP-AB	144-83-2	56	0,025
27	Trimetoprim		HP/VP-AB	738-70-5	0	0,025
28	Amidotrizoesäure		RKM	117-96-4	78	0,050
29	Iohexol		RKM	66108-95-0	44	0,050
30	Iomeprol		RKM	78649-41-9	63	0,050
31	Iopamidol		RKM	60166-93-0	85	0,050
32	Iopromid		RKM	73334-07-3	56	0,050
33	Ioxithalaminsäure		RKM	28179-44-4	0	0,050
34	Tetraoxaspiroundecan [1]	TOSU	KB	126-54-5	61	0,050

AB – Antibiotika/antibiotics, BG – Bestimmungsgrenze/limit of quantification, CAS-RN – Chemical Abstract Service Registrierungsnummer/registry number, FSM – Flammschutzmittel/flamm retardants, HP – Humanpharmaka/human pharmaceuticals, KB – Komplexbildner/complex building substances, PFC – perfluorierte Carbonsäuren/perfluorinated carbonic acids, RKM – Röntgenkontrastmittel/X-ray contrast media, VP – Veterinärpharmaka/veterinary pharmaceuticals

grün markiert: Stoffe, für die in weniger als 10 % der Analysen Gehalte über den jeweiligen BG gefunden werden
 green: substances with less than 10 % results above BG

orierte Verbindungen (PFC), elf Arzneimittel, sechs Röntgenkontrastmittel (RKM) und ein Komplexbildner (Tabelle 23.2). Der Komplexbildner Tetraoxospirodecane (Tosu) entfällt ab Beginn des Jahres 2009, da die Konzentrationen in der Ruhr durch eine weitergehende Abwasserreinigung an der Quelle der Einleitung dieser Verbindung, einer Chemiefabrik, ab Mitte 2008 drastisch gesenkt wurden.

Bei den PFC werden neben den Leitsubstanzen mit acht Kohlenstoffatomen, Perfluorooctanoat (PFOA) und Perfluorooctansulfonat (PFOS), noch weitere sechs Carbonsäuren und zwei Sulfonsäuren unterschiedlicher Kettenlänge untersucht. Bei PFOA und PFOS sowie bei den beiden weiteren Sulfonaten werden jeweils die isomeren Verbindungen bei der Quantifizierung berücksichtigt. Ein wichtiges Augenmerk liegt in dieser Stoffgruppe auch bei den Verbindungen mit vier Kohlenstoffverbindungen (Perfluorbutanoat (PFBA), Perfluorbutylsulfonat (PFBS)), da diese in manchen Anwendungsbereichen von PFC als Ersatzstoffe für die C8-Substanzen eingesetzt werden [23.8].

In der Gruppe der Arzneimittel sind insgesamt vier Antibiotika, darunter drei Sulfonamide, eingeschlossen. Hierbei werden auch solche Sulfonamide berücksichtigt, die in der Tiermedizin Anwendung finden. Außerdem werden nicht-steroidale Antiphlogistika, wie Diclofenac und Ibuprofen, das Antiepileptikum Carbamazepin, der Lipidsenker Bezafibrat und drei Betablocker analysiert, die zur Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen eingesetzt werden.

Die Analytik der Wasserproben wird bei der Westfälischen Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen und Schwerte, durchgeführt. Die Anreicherung der Analyte aus den Wasserproben erfolgt stoffspezifisch angepasst mittels Festphasenextraktion (HRX Chromabond) oder mittels Ionenaustauschern. Die Stoffgruppen PFC, RKM und Arzneimittel werden mittels Flüssigkeitschromatographie mit gekoppelter massenselektiver Detektion (LC-MS/MS) quantifiziert. Die phosphororganischen FSM werden gaschromatographisch mit einer stickstoff-phosphor-spezifischen

Detektion (GC-NPD) untersucht. Tosu wird ebenfalls gaschromatographisch, jedoch mit einer massenselektiven Detektion analysiert (GC-MS). Die Bestimmungsgrenzen für PFC und FSM liegen bei 0,01 µg/L je Einzelsubstanz, für Arzneimittel bei 0,025 µg/L und für RKM sowie für Tosu bei 0,05 µg/L (Tabelle 23.2).

Ergebnisse

Es wurden bislang drei Beprobungen an den neun verschiedenen Probenahmestellen längs der Ruhr – am 28. Juli 2008, am 27. Oktober 2008 und am 26. Januar 2009 – durchgeführt, so dass insgesamt jeder Stoff in diesem Programm 27-mal bestimmt wurde. Einige der Stoffe wurden nicht oder nur sehr vereinzelt über den jeweiligen Bestimmungsgrenzen gefunden, so dass nur ein geringer Anteil von Positivbefunden auftrat (Tabelle 23.2).

Einen Überblick über die Größenordnung der Konzentrationen, die in allen Analysen gefunden wurden, gibt Tabelle 23.3. Für diese Darstellung wie auch im Folgenden werden nur diejenigen Stoffe berücksichtigt, die für jeden Probenahmeort dreimal analysiert wurden und einen Anteil von mehr als 10% Positivbefunde aufweisen. Bei der Berechnung der statistischen Kennwerte für diese 25 Stoffe über alle 27 Proben werden Gehalte unter der Bestimmungsgrenze (BG) mit der Hälfte der BG berücksichtigt. Für eine Reihe von Substanzen liegen die 25-Perzentilwerte unter der BG (Tabelle 23.3). Bei einigen Stoffen ist dies immerhin für 50% der Analysen der Fall (Median, Perfluor-pentanoat (PFPA), Perfluorbutylsulfonat (PFBS), Atenolol, Ibuprofen und Iohexol). Bei drei Verbindungen überschreiten bereits die Medianwerte 0,1 µg/L (Tris-(butoxyethyl)-phosphat (TBEP), Amidotrioesäure und Iopamidol). Für neun Substanzen ergeben 90% der Analysen Gehalte zwischen 0,1 und 0,5 µg/L, bei drei Substanzen sogar über 0,5 µg/L (Tabelle 23.3). In den Tabellen 23.4 und 23.5 werden die Maximal- bzw. die Mediangehalte an den einzelnen Probenahmestellen für die drei Probenahmen wiedergegeben. Die Mediangehalte sind wiederum unter Berücksichtigung von Werten unter der BG mit $0,5 \cdot BG$ berechnet. Die Anzahl der Parameter, die maximale Konzentrationen $> 0,1 \mu\text{g/L}$ zeigen, nehmen ruhrabwärts zu. Während in Meschede einzelne Parameter Maximalgehalte $> 0,1 \mu\text{g/L}$ aufweisen, ist dies in Arnsberg nicht der Fall (Tabelle 23.4). Bei den Mediangehalten fallen bis Wickede nur wenige Parameter mit mittleren Konzentrationen $> 0,1 \mu\text{g/L}$ auf. In den übrigen Probenahmestellen liegen die Mediangehalte zumeist unter $0,5 \mu\text{g/L}$ (Tabelle 23.5). Lediglich bei den RKM werden vereinzelt höhere Mediangehalte ($< 1 \mu\text{g/L}$) festgestellt. Bereits im Jahr 2007 wurden viele der in diesem Monitoring-Programm auffälligen Substanzen mit ähnlichen Konzentrationen bei Untersuchungen der AWWR-Mitgliedsunternehmen sowie des Ruhrverbands in der Ruhr gefunden [23.7, 23.9].

Phosphororganische Flammenschutzmittel

Die mittleren Konzentrationen von fünf phosphororganischen Flammenschutzmitteln längs der Ruhr werden in Bild 23.1 dargestellt. Mit dem Lennezufluss zwischen Schwerte und Hagen sinken für einige Spezies die Konzentrationen etwas, um dann auf dem wei-

[23.5] Schlett, C.; Zullei-Seibert, N.: Vorkommen und Relevanz von Arzneimitteln und ausgewählten Umweltchemikalien in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2006.- Gevelsberg, Essen, 140-145 (2007)

[23.6] Skark, C.; Schulte-Ebbert, U.; Zullei-Seibert, N.: Organische Spurenstoffe und ihre Entfernung in der Trinkwasseraufbereitung an der Ruhr – Ergebnisse im Rahmen der Arnsberger Vereinbarung.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 144-148 (2008)

[23.7] Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Strücker, G.: Stoffspuren in der Ruhr – Ergebnisse aus den Wasserversorgungsunternehmen zu Arzneimitteln und Flammenschutzmitteln.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 148-159 (2008)

[23.8] Lange, F. T., Schmidt, C. K., Brauch, H.-J.: Perfluorierte Tenside: Der PFOS (Perfluorooctansulfonat)-Ersatzstoff PFBS (Perfluorbutansulfonat) beeinflusst zunehmend die Rohwasserqualität von Rheinwasserwerken.- gwf Wasser Abwasser 148 (7-8), 510-516 (2007)

[23.9] Ruhrverband: Organische Spurenstoffe in der Ruhr.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 66-75 (2008)

Tabelle 23.3: Ergebnisübersicht aller Analysen (n = 27) für Stoffe mit Anteilen von Positivbefunden über 10 %
 Table 23.3: Overview of analytical results (n = 27) for substances with a rate of positive results (> LOD) above 10 %

Lfd. Nr.	Substanz	Q25	arithm. Mittelwert	Median	Q75	Q90	Maximum
		µg/L					
1	TBP	< BG	0,048	0,014	0,047	0,086	0,552
2	TCEP	0,022	0,050	0,039	0,058	0,091	0,255
3	TCPP	0,058	0,118	0,090	0,167	0,199	0,390
4	TBEP	0,045	0,091	0,103	0,122	0,132	0,206
5	TDCPP	0,023	0,027	0,027	0,031	0,036	0,039
6	g-PFOA	0,014	0,033	0,029	0,040	0,063	0,093
7	g-PFOS	0,010	0,028	0,021	0,044	0,057	0,091
8	PFBA	< BG	0,018	0,019	0,022	0,034	0,053
9	PFPA	< BG	0,010	< BG	0,014	0,020	0,026
10	PFHxA	< BG	0,012	0,012	0,013	0,024	0,027
11	g-PFBS	< BG	0,018	< BG	0,018	0,047	0,100
12	Atenolol	< BG	< BG	< BG	< BG	0,025	0,030
13	Bezafibrat	< BG	0,039	0,036	0,054	0,067	0,078
14	Carbamazepin	0,037	0,066	0,059	0,090	0,124	0,140
15	Diclofenac	0,054	0,093	0,078	0,125	0,162	0,180
16	Ibuprofen	< BG	< BG	< BG	0,028	0,036	0,047
17	Metoprolol	0,060	0,114	0,091	0,150	0,222	0,260
18	Sotalol	0,044	0,077	0,072	0,115	0,140	0,150
19	Sulfamethoxazol	0,036	0,065	0,062	0,086	0,124	0,140
20	Sulfapyridin	< BG	0,029	0,027	0,039	0,056	0,088
21	Amidotrizoesäure	0,083	0,235	0,200	0,360	0,518	0,590
22	Iohexol	< BG	0,084	< BG	0,088	0,190	0,490
23	Iomeprol	< BG	0,263	0,083	0,375	0,672	1,100
24	Iopamidol	0,125	0,406	0,280	0,570	1,010	1,400
25	Iopromid	< BG	0,092	0,067	0,155	0,190	0,210

Q – Quantil/quantil, sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 23.2/other abbreviations cf. table 23.2

grün: Konzentration < BG, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration < 0,5 µg/L, rot: Konzentration > 0,5 µg/L; Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 • BG angesetzt

green: concentration < BG, yellow: 0,1 µg/L < concentration < 0,5 µg/L, red: concentration > 0,5 µg/L; calculation considered values < BG with 0,5 • BG

teren Fließweg wieder anzusteigen. Mittlere Gehalte über 0,1 µg/L werden nur für Tris-(2-Chlorpropyl)-phosphat (TCPP) und TBEP ab Fröndenberg festgestellt (Tabelle 23.5). Die Summenkonzentration der FSM liegt an jeder Probenahmestelle und in jeder Probe unter 0,6 µg/L. Somit wird der Vorsorgewert für Trinkwasser, der gesundheitliche Orientierungswert (GOW), von 1 µg/L für TCPP bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser eingehalten [23.10, 23.11].

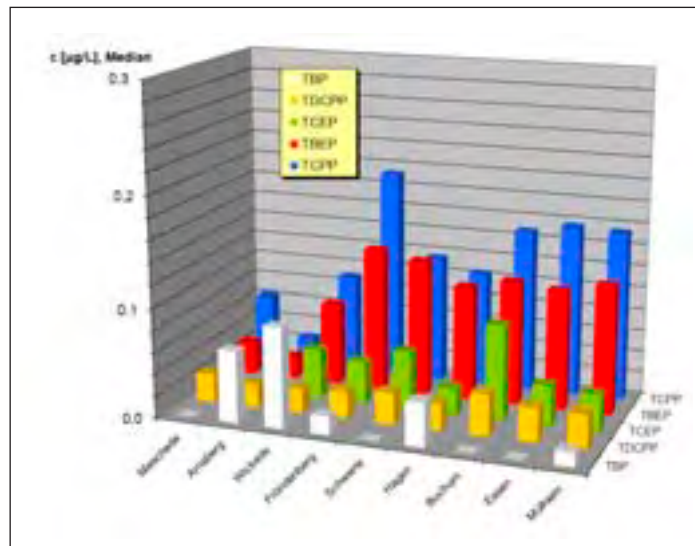


Bild 23.1: Median-Konzentrationen von phosphororganischen Flammschutzmitteln in der Ruhr (k = 3); Abkürzungen vgl. Tabelle 23.2
 Fig. 23.1: Median-concentrations of phosphororganic flame retardants in the Ruhr River (k = 3); abbreviations cf. table 23.2

Perfluorierte Kohlenstoffverbindungen

Bei den PFC werden die Verbindungen Perfluorheptanoat, Perfluorononanoat, Perfluordecanoat und Perfluorhexylsulfonat nicht über der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/L gefunden (Tabelle 23.2). Perfluorbutanoat, Perfluorpentanoat und Perfluorhexanoat werden nach dem Zufluss der Lenne nur eingeschränkt und mit verminderter Konzentration festgestellt, während Perfluorbutylsulfonat erst ab Schwerte gefunden wird (Bild 23.2). Nur PFOA tritt fast in jeder Probe, jedoch mit maximalen Konzentrationen unter 0,1 µg/L auf. Die PFOS-Konzentrationen steigen nach dem

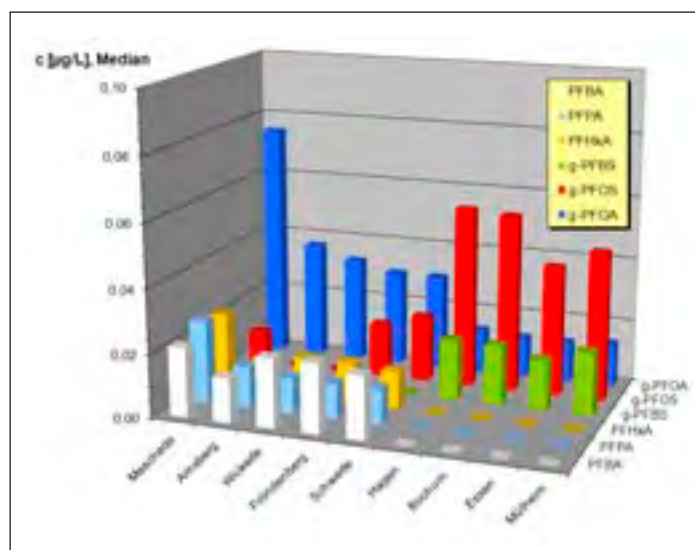


Bild 23.2: Median-Konzentrationen von perfluorierten Verbindungen in der Ruhr (k = 3); Abkürzungen vgl. Tabelle 23.2
 Fig. 23.2: Median-concentrations of perfluorinated compounds in the Ruhr River (k = 3); abbreviations cf. table 23.2

Tabelle 23.4: Ergebnisübersicht der Maximalgehalte in den einzelnen Probenahmestellen (k = 3)
 Table 23.4: Maximum concentrations at the individual sampling points (k = 3)

Maximum – Konzentration µg/L – Zeitraum 07-2008 bis 01-2009										
Lfd. Nr.	Probestelle Stoff	Meschede	Arnsberg	Wickede	Fröndenberg	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
		µg/L								
1	TBP	< BG	0,078	0,552	0,033	0,013	0,121	0,030	0,082	0,053
2	TCEP	0,048	0,050	0,067	0,040	0,069	0,255	0,098	0,051	0,116
3	TCPP	0,086	0,067	0,090	0,390	0,250	0,189	0,179	0,176	0,207
4	TBEP	0,041	0,025	0,132	0,178	0,206	0,110	0,119	0,132	0,132
5	TD CPP	0,036	0,027	0,026	0,032	0,036	0,028	0,039	0,031	0,032
6	g-PFOA	0,093	0,051	0,054	0,055	0,043	0,029	0,026	0,027	0,026
7	g-PFOS	0,010	0,017	0,011	0,022	0,025	0,081	0,057	0,056	0,091
8	PFBA	0,032	0,017	0,053	0,046	0,037	0,023	0,020	0,021	0,020
9	PFPA	0,026	0,014	0,019	0,019	0,014	< BG	< BG	< BG	< BG
10	PFHxA	0,027	0,012	0,027	0,025	0,019	0,013	0,012	0,012	0,010
11	g-PFBS	< BG	< BG	< BG	< BG	0,012	0,100	0,099	0,060	0,039
12	Atenolol	< BG	< BG	< BG	< BG	0,025	< BG	< BG	0,030	0,030
13	Bezafibrat	0,049	< BG	0,046	0,067	0,068	0,045	0,073	0,078	0,061
14	Carbamazepin	0,059	0,041	0,072	0,087	0,094	0,081	0,120	0,130	0,140
15	Diclofenac	0,150	0,049	0,100	0,180	0,180	0,083	0,150	0,180	0,130
16	Ibuprofen	0,028	< BG	< BG	0,025	0,047	0,028	0,035	0,037	0,037
17	Metoprolol	0,120	0,060	0,140	0,180	0,170	0,110	0,210	0,260	0,240
18	Sotalol	0,096	0,046	0,110	0,140	0,150	0,080	0,120	0,140	0,140
19	Sulfamethoxazol	0,068	0,036	0,086	0,081	0,140	0,072	0,110	0,130	0,130
20	Sulfapyridin	0,032	< BG	0,043	0,028	0,088	0,032	0,062	0,070	0,052
21	Amidotrizesäure	< BG	< BG	0,430	0,390	0,470	0,320	0,530	0,590	0,530
22	Iohexol	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,077	0,190	0,170	0,490
23	Iomeprol	< BG	< BG	0,069	0,083	0,290	0,330	1,100	0,960	0,810
24	Iopamidol	0,140	0,085	1,400	1,200	1,100	0,530	0,700	0,760	0,610
25	Iopromid	< BG	< BG	0,052	0,140	0,067	0,190	0,200	0,210	0,190

Abkürzungen vgl. Tabelle 23.2/abbreviations cf. table 23.2

grün: Konzentration < BG, hellgelb: 0,09 µg/L < Konzentration < 0,1 µg/L, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration < 1 µg/L, rot: Konzentration > 1 µg/L

green: concentration < BG, pale yellow: 0,09 µg/L < concentration < 0,1 µg/L, yellow: 0,1 µg/L < concentration < 1 µg/L, red: concentration > 1 µg/L

Zufluss der Lenne an. Der Trinkwasservorsorgewert für die Summe von PFOA und PFOS von 0,1 µg/L wird im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser lediglich einmal in Mülheim überschritten. Die Summenkonzentration von PFC liegt an jeder Probenahmestelle immer unter 0,25 µg/L und erfüllt somit den Leitwert (LW) von 0,3 µg/L, der für den lebenslangen menschlichen Trinkwasserkonsum gesundheitlich als unbedenklich angesehen wird [23.12].

Arzneimittel

Bei den Humanpharmaka werden der Betablocker Atenolol sowie das Schmerzmittel Ibuprofen nur vereinzelt gefunden (Tabelle 23.3),

[23.10] Umweltbundesamt: Bewertung der Anwesenheit nicht oder nur teilbewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht.- Bundesgesundheitsblatt, 46 (3), 249-251 (2003)

[23.11] Umweltbundesamt: Öffentliche Trinkwasserversorgung – Bewertung organischer Mikroverunreinigungen.- Schreiben vom 14. März 2008 an das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (2008)

[23.12] Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit: Vorläufige Bewertung von perfluorierten Verbindungen im Trinkwasser am Beispiel von Perfluorooctansäure (PFOA) und Perfluorsulfonsäure (PFOS). Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt vom 13. Juli 2006.- 8 S. (2006)

Tabelle 23.5: Ergebnisübersicht der Mediangehalte in den einzelnen Probenahmestellen (k = 3)
 Table 23.5: Median concentrations at the individual sampling points (k = 3)

Median – Konzentration µg/L – Zeitraum 07-2008 bis 01-2009										
Lfd. Nr.	Probestelle Stoff	Meschede	Arnsberg	Wickede	Fröndenberg	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
		µg/L								
1	TBP	< BG	0,066	0,092	0,017	< BG	0,040	< BG	< BG	0,013
2	TCEP	0,018	0,011	0,046	0,039	0,053	0,024	0,087	0,037	0,034
3	TCPP	0,063	0,026	0,090	0,193	0,116	0,105	0,149	0,157	0,155
4	TBEP	0,030	0,021	0,076	0,131	0,124	0,104	0,113	0,109	0,118
5	TD CPP	0,026	0,021	0,022	0,025	0,029	0,024	0,038	0,031	0,031
6	g-PFOA	0,075	0,037	0,033	0,030	0,030	0,014	0,013	0,013	0,014
7	g-PFOS	0,010	< BG	< BG	0,017	0,021	0,057	0,056	0,041	0,047
8	PFBA	0,022	0,014	0,022	0,022	0,020	< BG	< BG	< BG	< BG
9	PFPA	0,026	0,013	0,011	0,011	0,011	< BG	< BG	< BG	< BG
10	PFHxA	0,024	0,011	0,013	0,013	0,012	< BG	< BG	< BG	< BG
11	g-PFBS	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,019	0,019	0,016	0,020
12	Atenolol	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,026
13	Bezafibrat	0,033	< BG	0,030	0,030	0,045	0,036	0,053	0,054	0,060
14	Carbamazepin	0,045	0,032	0,059	0,069	0,078	0,074	0,093	0,100	0,130
15	Diclofenac	0,100	0,047	0,067	0,078	0,140	0,078	0,088	0,078	0,120
16	Ibuprofen	< BG	< BG	< BG	< BG	0,031	< BG	< BG	< BG	0,030
17	Metoprolol	0,078	0,049	0,089	0,110	0,140	0,087	0,140	0,160	0,240
18	Sotalol	0,072	0,045	0,066	0,074	0,120	0,066	0,083	0,091	0,120
19	Sulfamethoxazol	0,062	0,032	0,048	0,054	0,066	0,067	0,085	0,095	0,120
20	Sulfapyridin	0,027	< BG	< BG	0,026	0,036	0,031	0,039	0,041	0,039
21	Amidotrizoensäure	< BG	< BG	0,130	0,200	0,260	0,240	0,280	0,330	0,510
22	Iohexol	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,065	0,098	0,120	0,330
23	Iomeprol	< BG	< BG	< BG	< BG	0,067	0,240	0,440	0,580	0,560
24	Iopamidol	< BG	< BG	0,260	0,480	0,950	0,280	0,280	0,360	0,420
25	Iopromid	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG	0,170	0,160	0,160	0,150

Abkürzungen vgl. Tabelle 23.2/abbreviations cf. table 23.2

grün: Konzentration < BG, hellgelb: 0,09 µg/L < Konzentration < 0,1 µg/L, gelb: 0,1 µg/L < Konzentration < 1 µg/L; Werte < BG werden für die Berechnung mit 0,5 • BG angesetzt
 green: concentration < BG, pale yellow: 0,09 µg/L < concentration < 0,1 µg/L, yellow: 0,1 µg/L < concentration < 1 µg/L; calculation considered values < BG with 0,5 • BG

während das Schmerzmittel Diclofenac in jeder Probe und jeder Probenahmestelle festgestellt wird. Auch das Antiepileptikum Carbamazepin sowie die Betablocker Metoprolol und Sotalol treten bis auf die Probenahmeorte Meschede und Arnsberg in jeder Probe auf. Die Konzentrationen nehmen längs des Ruhrverlaufs zunächst zu (Bild 23.3). Der Lennezufluss scheint die Konzentrationen zu verdünnen. Dennoch steigen die Konzentrationen bis Mülheim weiter an. Ähnliche Muster des Konzentrationsverlaufs längs der Ruhr wurden bereits bei Untersuchungen im Jahr 2007 gefunden [23.7]. Die gesundheitlichen Orientierungswerte für Carbamazepin und Diclofenac von jeweils 0,3 µg/L werden bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser eingehalten (Tabellen 23.3, 23.4).

Während die Antibiotika Sulfamethoxazol und Sulfapyridin in fast jeder Probe und fast jeder Probenahmestelle gefunden werden, weisen Trimetoprim und Sulfamethizol keine Positivbefunde auf (Tabellen 23.2-23.5). Die Konzentrationen von Sulfamethoxazol erreichen maximal Werte von 0,14 µg/L, während Sulfapyridin-Gehalte 0,1 µg/L nicht übersteigen.

Röntgenkontrastmittel

In den oberstromigen Messstellen Meschede und Arnsberg wird von den Röntgenkontrastmitteln lediglich Iopamidol einmal gefunden (Tabelle 23.4). Die Konzentrationen von Iohexol, Iomeprol und Iopromid fallen auch weiter flussabwärts noch unter die

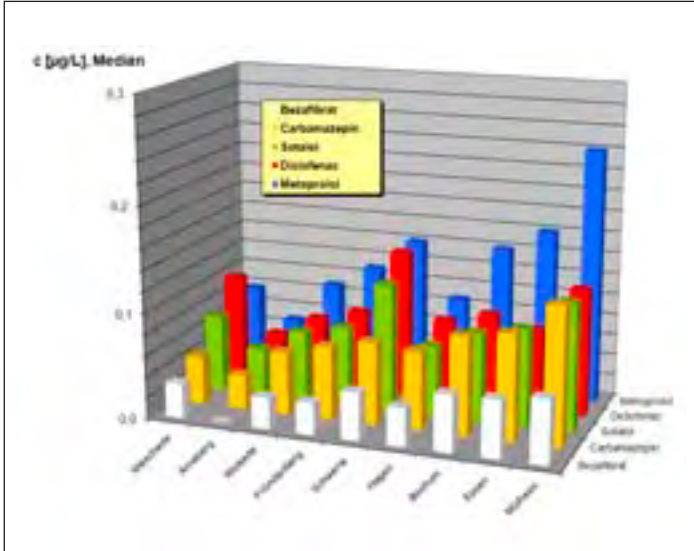


Bild 23.3: Median-Konzentrationen von Humanpharmaka in der Ruhr (k = 3)
 Fig. 23.3: Median-concentrations of human pharmaceuticals in the Ruhr River (k = 3)

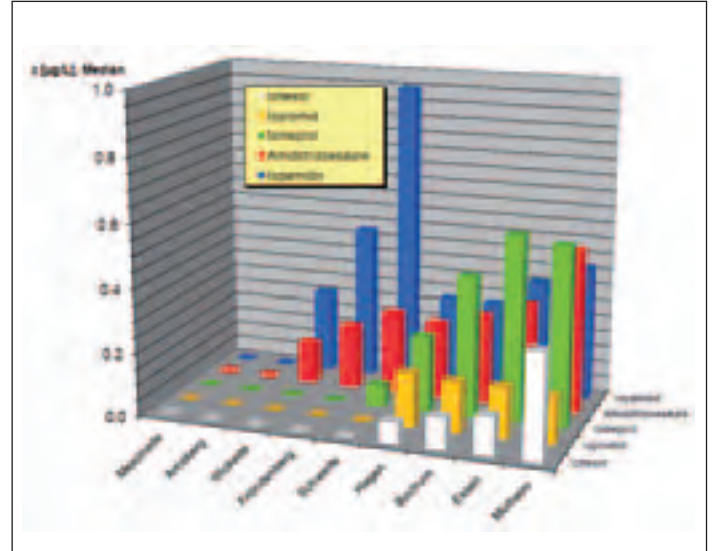


Bild 23.4: Median-Konzentrationen von Röntgenkontrastmitteln in der Ruhr (k = 3)
 Fig. 23.4: Median-concentrations of X-ray contrast media in the Ruhr River (k = 3)

Bestimmungsgrenze. Ioxithalaminsäure wird in keiner Probe und keiner Messstelle über der Bestimmungsgrenze festgestellt. Während die Konzentrationen von Iomeprol, Iopromid und Iohexol in der Regel nach der Lennemündung zunehmen, fallen die von Iopamidol nach der Lennemündung zunächst deutlich (Bild 23.4, 23.5). Das Oberflächenwasser der Ruhr enthält mit einer maximalen Summenkonzentration von 2,72 µg/L mehr RKM, als der diesbezügliche GOW für Trinkwasser (1,0 µg/L) empfiehlt. Dieser GOW wird zumindest bei einem Probenahmetermine im Herbst 2008 bereits bei Wickede (WGA Echthausen) und dann in allen Probenahmestellen ruhrabwärts überschritten. Zu diesen Summengehalten tragen in besonderen Maße die Konzentration von Iopamidol bei, das bereits bei Wickede mit maximalen Gehalten > 1 µg/L gefunden wird.

Tosu

Die Verbindung 2,4,8,10-Tetraoxaspiro(5.5)undecan (Tosu) wurde in den vergangenen Jahren mit dem geklärten Abwasser einer Chemiefabrik in Arnberg in die Ruhr eingeleitet und trat in der Folge sowohl im Oberflächenwasser als auch im Trinkwasser auf. Spitzenkonzentrationen im Oberflächenwasser überstiegen punktuell 10 µg/L [23.13].

Da nur wenige toxikologische Daten zu Tosu vorliegen, wurde der Vorsorgewert für Trinkwasser, der gesundheitliche Orientierungswert, auf 0,3 µg/L festgelegt [23.11, 23.14]. Dieser GOW kann nur erreicht werden, wenn Tosu im Abwasser der Chemiefabrik gezielt mittels Umkehrosmose bzw. Ionenaustauschern entfernt wird. Dies wurde im Mai 2008 zunächst in Abwasserteilströmen begonnen. Mittlerweile wird das gesamte Abwasser der Chemiefabrik zielgerichtet behandelt, um Tosu zu entfernen.

Die Veränderungen der Tosu-Einleitung in die Ruhr spiegeln sich in den Untersuchungsergebnissen wider. Oberhalb der Einleitungs-

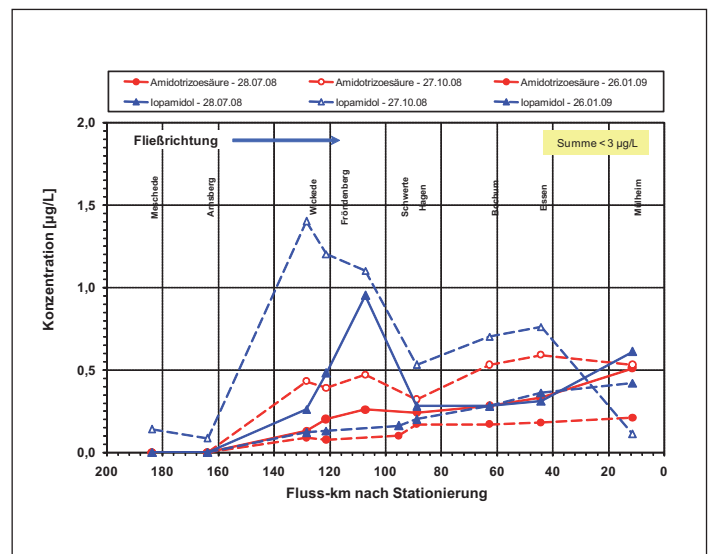


Bild 23.5: Konzentrationsverlauf von ausgewählten Röntgenkontrastmitteln längs der Ruhr
 Fig. 23.5: Concentration gradient of selected X-ray contrast media in the Ruhr River at different sampling points

stelle, in den Probenahmestellen Meschede und Arnberg, wurde kein Tosu gefunden. Im Juli 2008 wurden in den anderen Messstellen Tosu-Gehalte zwischen 0,3 und 0,52 µg/L festgestellt. Diese Werte im Oberflächenwasser waren durch die spezifische

[23.13] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Gewässergüte online.- <http://luadb.lands.nrw.de/LUA/gues/welcome.htm>, Stand 1. Dezember 2008 (2008)

[23.14] Kalberlah, F.: Toxikologische Bewertung von 2,4,8,10-Tetraoxaspiro(5.5)undecan.- Bericht des Forschungs- und Beratungsinstituts Gefahrstoffe GmbH, Freiburg, 19 S (2008)

Abwasserbehandlung gegenüber den Spitzenwerten bereits gesunken. Im Oktober 2008 wurden lediglich Gehalte bis zu 0,12 µg/L im Oberflächenwasser gefunden.

Frachtbetrachtung

Tagesfrachten für die einzelnen Parameter nehmen mit Ausnahme der Stoffe, die unterhalb der Lennemündung nicht mit Gehalten über den Bestimmungsgrenzen gefunden werden (PFBA), in der Regel von den oberstromigen Probenahmestellen zu den unterstromigen deutlich zu. Konzentrationsabnahmen, wie sie für einzelne Parameter nach dem Zufluss der Lennemündung festzustellen sind, werden in der Regel durch die stärkere Zunahme des Abflusses kompensiert (Bild 23.6, 23.7).

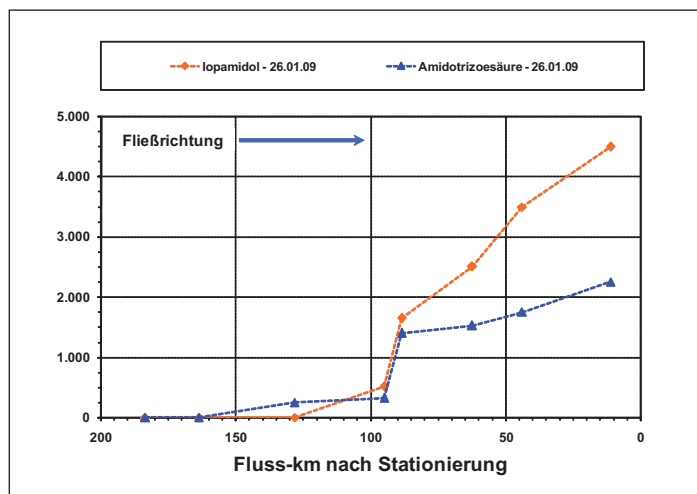


Bild 23.6: Tagesfrachten (g/d) ausgewählter Röntgenkontrastmittel längs der Ruhr am 26. Januar 2009

Fig. 23.6: Daily loads (g/d) of selected X-ray contrast media in the Ruhr River on January 26, 2009

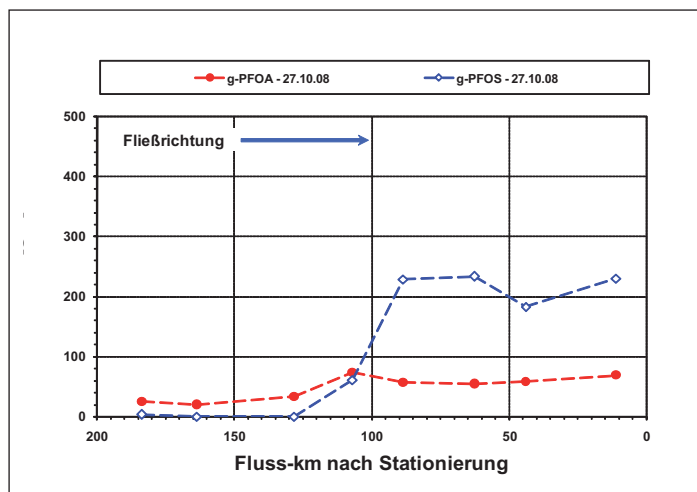


Bild 23.7: Tagesfrachten (g/d) von Perfluorooctanoat (PFOA) und Perfluorooctansulfonat (PFOS) längs der Ruhr am 27. Oktober 2008

Fig. 23.7: Daily loads (g/d) of perfluorooctanoate (PFOA) and perfluorooctansulfonate (PFOS) in the Ruhr River on October 27, 2008

Im Mittel liegen die Tagesfrachten einzelner Verbindungen in den oberstromigen Messstellen Meschede und Arnsberg unter 100 g/d. Ab Wickede ruhrabwärts nehmen die Untersuchungsparameter zu, bei denen die mittlere Tagesfracht je Einzelstoff 100 g/d übersteigt. Mittlere Frachten über 1 kg/d werden außer für verschiedene RKM nur für Metoprolol in Mülheim gefunden.

Lediglich für das RKM Iomeprol wird in Mülheim eine maximale Tagesfracht über 5 kg/d festgestellt (Tabelle 23.6). Maximale Frachten für PFC überschreiten lediglich nach der Lennemündung 100 g/d (PFOA < 130 g/d; PFOS < 500 g/d; PFBS < 450 g/d).

Bei Vergleichen verschiedener Probenahmestellen auf der Grundlage von Frachtberechnungen sind folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Die Stichproben werden in etwa zeitgleich, also nicht in der fließenden Welle entnommen und somit ist das beprobte Wasservolumen in der unterstromigen Probenahmestelle nicht mit dem in den oberstromigen Stellen gleich.
- Die Beprobung erfolgt als Stichprobe und die gefundene Konzentration muss nicht über den ganzen Tag konstant bleiben.
- Der arithmetische Mittelwert des Tagesabflusses kann den Abfluss zum Zeitpunkt der Probenahme über- oder unterschreiten.
- Die Abflussmessungen erfolgen an den nächstgelegenen Pegelstationen und können die Verhältnisse am Probenahmepunkt verzerren.
- Kleinere und größere Stauhaltungen an der Ruhr überprägen das Abflussgeschehen. Insbesondere die Flusstausseen unterhalb der Lennemündung haben als Speicherkaskaden hierbei eine Bedeutung.

Deshalb kann nicht von vorne herein aus jeder Frachtzunahme zwischen zwei Probenahmepunkten eindeutig auf einen Eintrag geschlossen werden (Bild 23.7). Die Ermittlung der Eintragsquellen bedarf vielmehr weiterer Untersuchungen über einzelne Einleiter wie Kläranlagen. Für den Zufluss der Lenne kann ein großer Einfluss angenommen werden, da sich das Einzugsgebiet der Ruhr hierdurch um ca. 1.400 km² vergrößert. Dies bedeutet ca. eine Verdopplung des langjährigen mittleren Abflusses der Ruhr.

Werden aus den Tagesfrachten Jahresfrachten ermittelt, unterliegen diese Schätzungen weiteren Verzerrungen, da aus wenigen täglichen Stützpunkten auf den Transport während längerer Perioden geschlossen wird. Diese Schätzergebnisse können deshalb lediglich der Orientierung dienen. Eine Schätzung nach Verhoff [23.15] ergibt die höchsten Jahresfrachten fast immer für die Messstelle Mülheim. Für die Einzelsubstanzen der RKM werden hier zwischen 160 und 730 kg, der PFC zwischen 8 und 65 kg, der FSM zwischen 25 und 150 kg, der Humanpharmaka zwischen 25 und 200 kg sowie der Antibiotika zwischen 35 und 100 kg als Jahresfracht abgeschätzt. Insbesondere für den Parameter PFOA ergibt sich für den Bilanzzeitraum 2008 bis 2009 gegenüber dem Zeitraum 2006 bis 2007 für die Messstellen Schwerte und Mülheim eine deutliche Verminderung der geschätzten Frachten (Fracht 2008 bis 2009 entspricht 23 bis 31 % der Fracht 2006 bis 2007 [23.16]).

Tabelle 23.6: Ergebnisübersicht der maximalen Tagesfrachten in den einzelnen Probenahmestellen (k = 3)
 Table 23.6: Maximum daily loads at the individual sampling points (k = 3)

Maximum – Fracht g/d – Zeitraum 07-2008 bis 01-2009									
Lfd. Nr.	Probestelle Stoff	Meschede	Arnsberg	Wickede	Schwerte	Hagen	Bochum	Essen	Mülheim
		g/d							
1	TBP	< BG	111	548	32	451	125	365	265
2	TCEP	18	41	111	129	951	563	231	580
3	TCPP	33	55	149	425	705	747	796	1.034
4	TBEP	14	32	219	350	904	1.064	1.281	1.411
5	TD CPP	12	22	52	93	230	268	262	267
6	g-PFOA	45	59	89	73	108	109	122	130
7	g-PFOS	6	14	18	61	302	238	253	455
8	PFBA	13	19	88	63	86	83	95	100
9	PFPA	16	24	31	27	< BG	< BG	< BG	< BG
10	PFHxA	16	20	45	32	48	50	54	50
11	g-PFBS	< BG	< BG	< BG	29	373	413	271	195
12	Atenolol	< BG	< BG	< BG	61	< BG	< BG	133	127
13	Bezafibrat	20	0	82	166	296	474	524	641
14	Carbamazepin	20	33	98	229	325	499	578	684
15	Diclofenac	50	42	121	438	411	688	801	909
16	Ibuprofen	17	< BG	< BG	99	230	313	359	396
17	Metoprolol	40	49	147	414	485	873	1.157	1.199
18	Sotalol	32	37	109	365	321	499	623	684
19	Sulfamethoxazol	24	26	85	341	289	457	578	635
20	Sulfapyridin	11	< BG	43	214	128	258	311	254
21	Amidotrizesäure	< BG	< BG	427	1.145	1.398	2.203	2.625	2.589
22	Iohexol	< BG	< BG	< BG	< BG	633	790	756	2.394
23	Iomeprol	< BG	< BG	69	706	1.973	4.571	4.271	5.986
24	Iopamidol	46	45	1.391	2.679	2.125	2.909	3.494	4.490
25	Iopromid	< BG	< BG	52	163	1.398	1.073	1.456	1.069

Abkürzungen vgl. Tabelle 23.2/abbreviations cf. table 23.2

Konzentrationen < BG werden nicht berücksichtigt; grün: Konzentration < BG, hellgelb: 100 g/d < Fracht < 500 g/d, gelb: 500 g/d < Fracht < 1.000 g/d, dunkelgelb: 1.000 g/d < Fracht < 5.000 g/d, rot: Fracht > 5.000 g/d

concentration < BG are not considered in the load calculation; green: concentration < BG, pale yellow: 100 g/d < load < 500 g/d, yellow: 500 g/d < load < 1.000 g/d, dark yellow: 1.000 g/d < load < 5.000 g/d, red: load > 5.000 g/d

Abfluss

Bei der Auswertung früherer Untersuchungsreihen konnte für einige Parameter beim Vergleich von Konzentration und Abfluss ein deutlicher Hinweis auf einen Eintrag mit Kläranlagenabflüssen herausgearbeitet werden. Hohe Konzentrationen traten vermehrt bei niedrigen Abflüssen auf (z. B. Carbamazepin [23.5, 23.17]). Eine derartige Abhängigkeit kann im Rahmen der hier ausgewerteten Untersuchungsergebnisse des Monitorings nicht festgestellt werden, da mit bisher drei Untersuchungen je einzelner Probenahmepunkt die Anzahl für eine statistische Betrachtung noch zu gering ist.

[23.15] Verhoff, F. H.; Yaksich, M.; Melfi, D. A.: River nutrient and chemical transport estimation.- *Journal of the Environmental Engineering Division (American Society of Civil Engineering)*, 106, 592-607 (1980)

[23.16] Skark, C.; Zullei-Seibert, N.: Perfluorierte Tenside (PFT) im Oberflächenwasser der Ruhr und im Trinkwasser von Ruhrwasserwerken – Ergebnisse des Monitorings der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR).- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): *Ruhrgütebericht 2006.- Gevelsberg, Essen, 127-135 (2007)*

[23.17] Ruhrverband: *Organische Spurenstoffe im Ablauf kommunaler Kläranlagen.- in: Ruhrverband & AWWR (Hg.): Ruhrgütebericht 2007.- Gevelsberg, Essen, 76-79 (2008)*

Bei der ortsunabhängigen Betrachtung aller Untersuchungsergebnisse lassen sich ebenfalls nur untergeordnet Korrelationen zwischen Abflüssen und Konzentrationen erkennen (Bild 23.8, Tabelle 23.7). Regressionsgleichungen, die einen relevanten Anteil der Varianz der Konzentrationen in Abhängigkeit von den Abflüssen erklären (> 50%), lassen sich zumeist nur für die Abschnitte unterhalb der Lennemündung ableiten. In der Regel werden hier bei geringeren Abflüssen höhere Konzentrationen beobachtet. Vermutlich ergibt die Fortführung des Monitorings eine breitere Basis, die Abfluss-Konzentrationsbeziehung detailliert zu untersuchen.

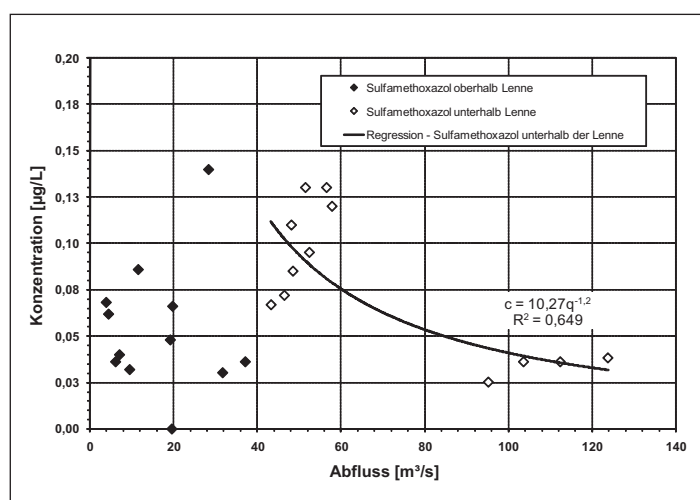


Bild 23.8: Sulfamethoxazol-Konzentrationen als Funktion der Abflüsse in der Ruhr

Fig. 23.8: Discharge vs. concentration for sulfamethoxazole in the Ruhr River on October 27, 2008

Tabelle 23.7: Regressionsgleichungen für die Abhängigkeit der Konzentration von den Abflüssen in der Ruhr

Table 23.7: Regression equations for estimating the concentration as a function of runoff in the Ruhr River

Stoff	Regressionsgleichungen	Bestimmtheitsmaß R ²	Anzahl n
PFOA (> BG)	$c = 0,183 \cdot q^{-0,573}$	0,785	22
PFOS	$c = 0,001 \cdot q^{-0,0028}$	0,618	27
Carbamazepin (µL)	$c = 6,165 \cdot q^{-1,05}$	0,636	12
Sotalol (µL)	$c = 3,579 \cdot q^{-0,92}$	0,551	12
Sulfamethoxazol (µL)	$c = 10,274 \cdot q^{-1,2}$	0,649	12

c – Konzentration/contentration [µg/L], q – Abfluss/discharge [m³/s], uL – unterhalb der Lenne/below the mouth of the Lenne

sonstige Abkürzungen vgl. Tabelle 23.2/other abbreviations cf. table 23.2

nur R² > 0,5 berücksichtigt

only function with a coefficient of determination R² > 0,5

Schlussfolgerungen und Ausblick

Das Monitoring auf polare organische Spurenstoffe an der Ruhr umfasst phosphororganische Flammschutzmittel, perfluorierte Kohlenstoffverbindungen, ausgewählte Humanpharmaka und Röntgenkontrastmittel. An neun Probenahmestellen längs der

Ruhr wurde 2008 bis 2009 das Oberflächenwasser dreimal beprobt und untersucht. Soweit gesundheitliche Orientierungswerte für einzelne Stoffe bzw. Stoffgruppen als Vorsorgewerte für den menschlichen Trinkwassergenuss formuliert wurden, werden diese häufig bereits im nicht aufbereiteten Oberflächenwasser eingehalten. Lediglich bei der Summenkonzentration von Röntgenkontrastmitteln wird dieser Vorsorgewert im Oberflächenwasser mehrfach überschritten.

Eine Reihe von Substanzen wird in den Untersuchungen 2008 bis 2009 nicht nachgewiesen, so z.B. die perfluorierten Verbindungen PFHpA, PFNA, PFDA und g-PFHxS. Einige Stoffe konnten nur vereinzelt gefunden werden, z. B. Triphenylphosphat, Atenolol und Ibuprofen. Fast bei allen Stoffgruppen gibt es Vertreter, bei denen die Konzentrationen vor der Lennemündung größer sind als danach (z. B. TBEP, Iopamidol). Ebenso treten Konzentrationsverläufe längs der Ruhr auf (z. B. TCEP, PFBS), bei denen die Konzentrationen nach der Lennemündung deutlich ansteigen. Entsprechend scheint der Lennezufluss manchmal verdünnend zu wirken. Manchmal scheinen die relevanten Einträge jedoch gerade in der Lenne stattzufinden.

Tagesfrachten einzelner Untersuchungsparameter nehmen jedoch in aller Regel längs der Ruhr zu. Die mittleren Tagesfrachten der Einzelsubstanzen liegen in Meschede und Arnsberg noch unter 100 g/d. Mittlere Frachten über 1 kg/d werden vor allem für RKM unterhalb der Lennemündung beobachtet. Ausgeprägte Abfluss-Konzentrations-Beziehungen lassen sich bislang nicht feststellen. Die Fortführung des Monitorings wird hier die Betrachtungsgrundlage verbreitern.

24 Organisation der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR)

Stand: 31. Dezember 2007

Mitglieder und ständige Gäste

Vorsitzender:

Hansjörg Sander, Verbund-Wasserwerk Witten GmbH

Mitglieder:

Dr. Claus Bongers, AVU Aktiengesellschaft für Versorgungs-
Unternehmen, Gevelsberg

Dietmar Bückemeyer, Stadtwerke Essen AG

Dr. Gerhard Bundermann, RWW Rheinisch-Westfälische
Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr
(stellv. Vorsitzender)

Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede

Helmut Heidenbluth, Stadtwerke Menden GmbH

Bernd Heitmann, Stadtwerke Fröndenberg GmbH

Dr. Bernhard Hörsgen, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Dr. Ralf Karpowski, Dortmunder Energie- und Wasserversorgung
GmbH

Thomas Kroll, Wasserbeschaffungsverband Arnberg

Gregor Langenberg, Wassergewinnung Essen GmbH

Roland Rüther, Mark-E AG, Hagen

Helmut Sommer, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte

Dieter Schick, Stadtwerke Hamm GmbH

Dietmar Spohn, Stadtwerke Bochum GmbH

Ständige Gäste:

Prof. Dr. Harro Bode, Ruhrverband, Essen

Matthias Börger, Bezirksregierung Düsseldorf

Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH,
Witten

Joachim Drüke, Bezirksregierung Arnberg

Prof. Dr. Lothar Dunemann, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets,
Gelsenkirchen

Prof. Dr. Rolf Gimbel, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für
Wasserforschung gGmbH, Mülheim an der Ruhr

Prof. Dr. Ralf Klopp, Ruhrverband, Essen

Gerhard Odenkirchen, Ministerium für Umwelt, Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, Düsseldorf

Dr. Wolfgang van Rienen, BDEW/DVGW Landesgruppe NRW,
Bonn

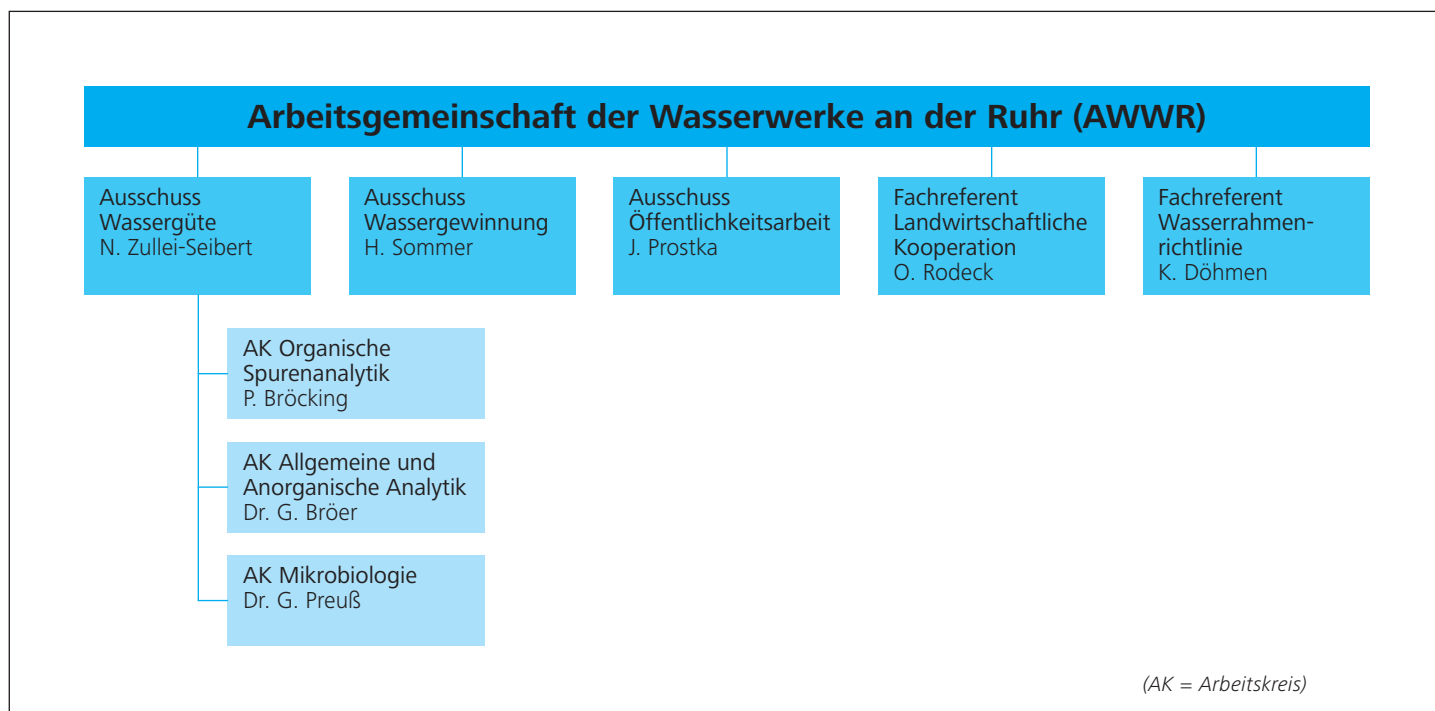
Ortwin Rodeck, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Dr. Matthias Schmitt, ARW Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasser-
werke e. V., Köln

PD Dr. Georg Joachim Tuschewitzki, Hygiene-Institut des
Ruhrgebiets, Gelsenkirchen

Ninette Zullei-Seibert, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik
GmbH, Schwerte

Ausschüsse und Arbeitskreise



Ausschuss Wassergüte

Obfrau: Ninette Zullei-Seibert, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH und Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte

Ingo Becker, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Dr. Georg Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen
Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Prof. Dr. Ralf Klopp, Ruhrverband, Essen
Thomas Kroll, Wasserbeschaffungsverband Arnsberg
Thomas Lottes, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten
Dr. Volkmar Neitzel, Ruhrverband, Essen
Dr. Gudrun Preuß, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte
Dr. Henning Schünke, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
Bernhard Schoemaker, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Gerhard Strücker, Mark-E AG, Hagen (Vertretender Obmann)
PD Dr. Georg Joachim Tuschewitzki, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Dr. Mathias Schöpel, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Ninette Zullei-Seibert, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH und Institut für Wasserforschung GmbH, Schwerte

Arbeitskreis Allgemeine und anorganische Analytik

Obmann: Dr. G. Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

H.-J. Ammann, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Dr. G. Böer, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
D. Hardtke, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
K. Jansen, Ruhrverband, Essen
G. Lens, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
H. P. Lipka, Ruhrverband, Essen
T. J. Lottes, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten
Dr. A. Rübel, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung Gemeinnützige GmbH, Mülheim
B. Schoemaker, Wassergewinnung Essen GmbH
M. Raabe, Mark-E AG, Hagen
Dr. H. Schünke, Stadtwerke Hamm GmbH

Arbeitskreis Organische Spurenanalytik

Obfrau: Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen

Petra Bröcking, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen
Heinz-Jürgen Dibowski, Ruhrverband, Essen
Heike Fischer, Wassergewinnung Essen GmbH
Ulrich Gatzemann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte

Guido Lens, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim

Regina Respondek, LANUV Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen, Außenstelle Düsseldorf

Dr. Friedrich Werres, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH, Mülheim

Arbeitskreis Mikrobiologie

Obfrau: Dr. Gudrun Preuß, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte

M. Abbenhaus, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Willy Bodden, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten
Kim Diekmann, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Gelsenkirchen
Guido Geburtzky, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Christiane Grünberg, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Karin Haufe, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Stefan Kornfeld, Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH, Schwerte
Bernd Lange, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung Gemeinnützige GmbH, Mülheim
Bettina Langer, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
Dr. Gudrun Preuß, Institut für Wasserforschung GmbH Dortmund, Schwerte
Monika Raabe, Mark-E AG, Hagen
Jessica Röhrmuß, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung Gemeinnützige GmbH, Mülheim
Dr. Henning Schünke, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
Dr. Jost Wingender, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung Gemeinnützige GmbH, Mülheim
Susanne Zander-Hauck, Ruhrverband, Essen

Ausschuss Wassergewinnung

Obmann: Ulrich Peterwitz, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Thomas Bock, Wasserwerke Westfalen GmbH, Schwerte
Thomas Brenne, Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
Robert Dietrich, Hochsauerlandwasser GmbH, Meschede
Klaus Döhmen, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, Witten
Jürgen Drees, Stadtwerke Fröndenberg GmbH, Fröndenberg
Dr. Peter Evers, Ruhrverband, Essen
Walter Hohmann, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
Dr. Peter Kappler, Stadtwerke Bochum GmbH, Bochum
Peter Klein, Ruhrverband, Essen
Thomas Kroll, Stadtwerke Arnsberg GmbH & Co KG, Arnsberg
Matthias Lürbke, Stadtwerke Menden GmbH, Menden
Andreas Lütz, Wassergewinnung Essen GmbH, Essen
Ulrich Peterwitz, Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Dieter Schick, Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm

Jürgen Schwarberg, Stadtwerke Sundern, Sundern
PD Dr. Georg Joachim Tuschewitzki, Hygiene-Institut des Ruhr-
gebiets, Gelsenkirchen

Ausschuss Öffentlichkeitsarbeit

Obmann: Jörg Prostka, AVU Aktiengesellschaft für
Versorgungs-Unternehmen, Gevelsberg

Albert Herzmann, Dortmunder Energie und Wasserversorgung
GmbH

Ulrike Hütter, Wasserwerke Westfalen GmbH

Dirk Pomplun, Stadtwerke Essen AG

Jörg Prostka, AVU Aktiengesellschaft für Versorgungs-
Unternehmen, Gevelsberg

Uwe Reuter, Mark-E AG, Hagen

Markus Rüdell, Ruhrverband, Essen

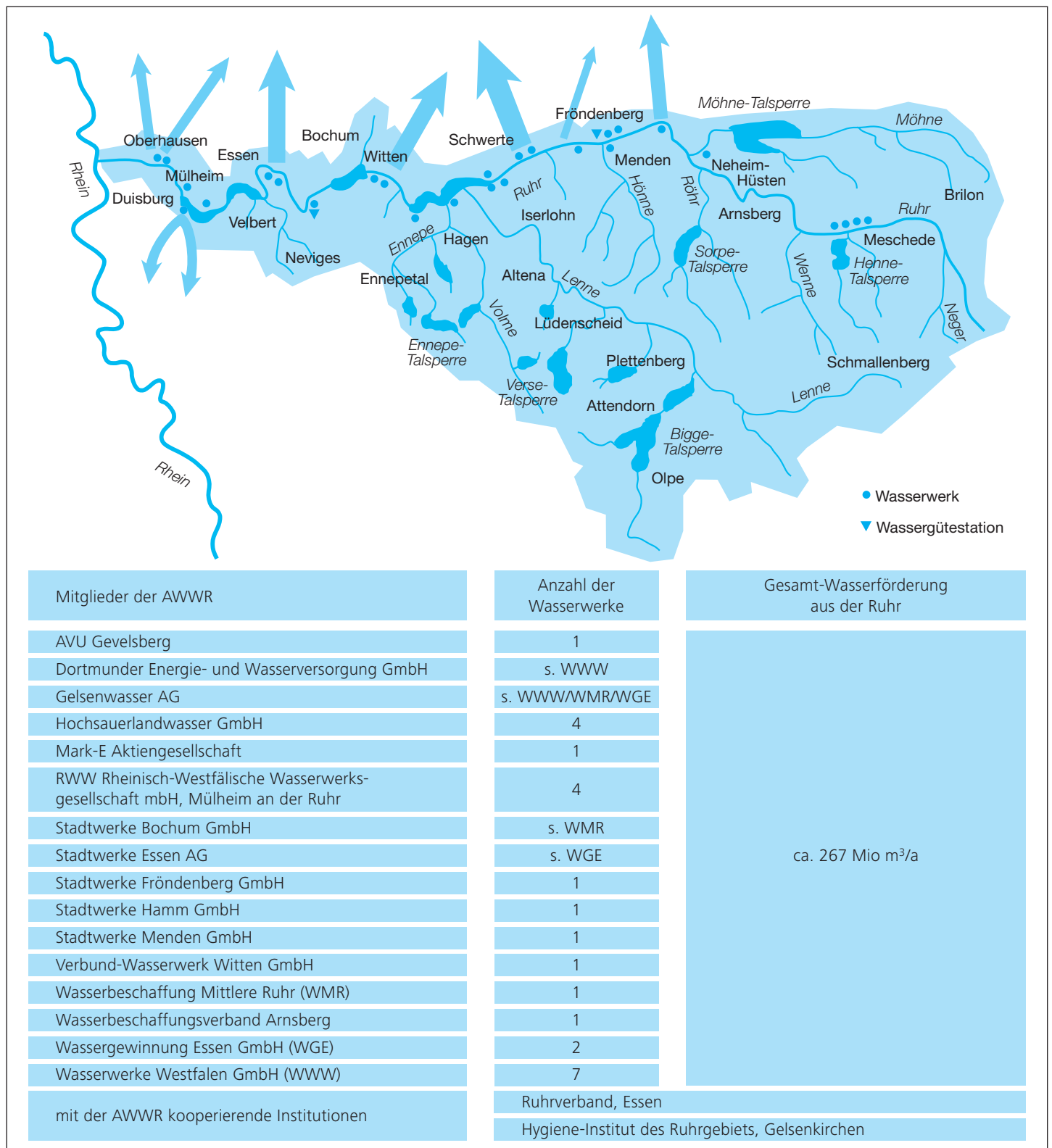
Ulrich Schallwig, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerks-
gesellschaft mbH, Mülheim an der Ruhr

Thomas Schönberg, Stadtwerke Bochum GmbH

Dr. Alexander Tillmann, Stadtwerke Hamm GmbH

Felix A. Wirtz, Gelsenwasser AG

25 Die AWWR in Zahlen



26 Analysergebnisse des Ausschusses Wassergüte

Einführung

Dr. Volkmar Neitzel, Ruhrverband

Allgemeines

Die nachfolgend dokumentierten und ausgewerteten Analysergebnisse zur Ruhrwasserbeschaffenheit 2008 wurden von den folgenden Unternehmen bereitgestellt:

- Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
- RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
- Ruhrverband, Essen
- Stadtwerke Hamm GmbH
- Wassergewinnung Mittlere Ruhr GmbH
- Wasserwerke Westfalen GmbH

Die Untersuchungen erfolgten in den unternehmenseigenen Laboratorien bzw. durch die Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH. Weiterhin wurden für einige Kenngrößen das Hygiene-Institut in Gelsenkirchen und das IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser GmbH beauftragt. Die einzelnen Institutionen übermittelten die Daten per E-Mail an den Ruhrverband, wo die Auswertung erfolgte.

Gemäß der seit 2006 geänderten Messstrategie wurden die Ruhr und ihre acht wichtigsten Nebenflüsse (diese jeweils im Mündungsbereich) quartalsweise hinsichtlich verschiedener physikalischer, chemischer und biologischer Größen in Form von Längsprofilen untersucht, um örtliche Veränderungen festzustellen. Darüber hinaus erfolgte an zehn vereinbarten Messstellen eine zeitlich dichte Überwachung mit möglichst wöchentlichen Messungen. Die bestimmten Pflanzenschutzmittel werden in den nachfolgenden Ausführungen gesondert betrachtet. Tabelle 26.1 gibt eine Übersicht über die Messstellen und die untersuchenden Laboratorien. Für die Nebenbäche ist in der Spalte Ruhr-km in Klammern die Kilometrierung aufgeführt, bei der der Nebenbach in die Ruhr mündet.

Seit 2006 gelten für die Ruhr überarbeitete Zielwerte, die als 90-Perzentile festgelegt wurden. Eine Ausnahme bilden die coliformen Bakterien, deren Zielwert als geometrisches Jahresmittel definiert ist. In Tabelle 26.2 sind für die 13 vereinbarten Stoffe bzw. Stoffgruppen die Zielwerte mit den in 2008 festgestellten Überschreitungen zusammengestellt. Tabelle 26.6 am Ende der Analysenstatistik enthält alle dokumentierten Messgrößen zur besseren Auffindbarkeit in alphabetischer Reihenfolge.

Ruhrlängsuntersuchungen

Die Auswertung und Dokumentation stützt sich auf rund 3.390 Werte zu den Längsuntersuchungen. Der Ruhrverband entnahm und analysierte an 31 Probenahmestellen Wasserproben hinsicht-

lich maximal 41 Kenngrößen (ohne Pflanzenschutzmittel), während das Hygiene-Institut beauftragt wurde, dies an 14 Stellen vorzunehmen und das mit z. T. erheblich eingeschränktem Untersuchungsumfang. Während der vier Längsuntersuchungen konnten am Pegel in Hattingen die in Tabelle 26.3 zusammengestellten Abflüsse bestimmt werden. Zur Zeit der Winteruntersuchung herrschte bedecktes und trockenes Wetter vor, der Abfluss war aber nach Niederschlägen in der Zeit vor der Untersuchung deutlich erhöht. Während der Untersuchung im Frühjahr war es überwiegend sonnig bis bedeckt und niederschlagsfrei. Die Sommeruntersuchung fand bei bedecktem, trockenem Wetter statt. Bei der Probenahme im Herbst war es bedeckt und niederschlagsfrei.

Die Analysergebnisse von 41 Messgrößen sind nachfolgend in Form von Ganglinien dargestellt (Bild 26.1 bis 26.7). Es wurden jeweils sechs Kenngrößen zu einem Block zusammengefasst. Die 42. dargestellte Größe in Bild 26.7 ist der mittlere Abfluss am Pegel in Hattingen während der Längsuntersuchungen. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden mit dem Betrag der Bestimmungsgrenze in den Grafiken berücksichtigt und sind durch das Symbol „*“ kenntlich gemacht. Die senkrecht verlaufenden gestrichelten Linien kennzeichnen die Probenahmestellen. Die Abkürzungen RV bzw. HYG stehen für Ruhrverband respektive Hygiene-Institut.

Die Grafiken enthalten nur die Analysergebnisse der Ruhr, da in den Nebenbächmündungen z. T. wesentlich höhere Messwerte vorlagen. In Tabelle 26.4 sind für 41 untersuchte Kenngrößen die Mittelwerte zu acht Nebenflüssen/-bächen der Ruhr aufgeführt. Sie werden durch sechs ausgesuchte Längsprofile ergänzt, deren Form derjenigen der Ruhrlängsuntersuchungen entsprechen (Bild 26.8). Die Grafiken enthalten jeweils den Mittelwert der angegebenen Kenngröße für die Ruhr als Ganglinie und für die Nebenflüsse/-bäche als Punkt.

Zeitlich dichte Ruhrüberwachung

Die zeitlich dichte Überwachung der Ruhr erfolgte an zehn Probenahmestellen hinsichtlich maximal 24 Messgrößen. Aufgrund der unterschiedlichen Kapazitäten oder Monitoringstrategien der beteiligten Laboratorien wurden je nach Kenngröße in der Regel wöchentliche oder monatliche Untersuchungen durchgeführt. In einzelnen Fällen betrug die jährliche Untersuchungshäufigkeit bis zu 124, teilweise konnten bestimmte Kenngrößen nicht bestimmt werden. Der Auswertung lagen insgesamt etwa 9.550 Messwerte (ohne Pflanzenschutzmittel) zu der zeitlich dichten Ruhrüberwachung zugrunde.

Die Analysergebnisse wurden zu statistischen Parametern wie Mittel-, Extrem- und Perzentilwerten verdichtet und nachfolgend in einer kombinierten tabellarisch-grafischen Form dokumentiert (Bild 26.9 bis 26.32). Innerhalb der Rechenalgorithmen wurden

Tabelle 26.1: Übersicht über die Messstellen und die untersuchenden Laboratorien
 Table 26.1: Overview of measuring stations and investigating laboratories

Ruhr-km	Fluss-km	Längsuntersuchung RV	Längsuntersuchung HYG	Zeitlich dichte Ruhrüberwachung	Messstellenbezeichnung
164,73		X	X		Ruhr, oberhalb Wildshausen
156,74		X			Ruhr, oberhalb Arnsberg, Wolfsschlucht
142,25		X			Ruhr, Neheim-Hüsten oberhalb Zulauf Kläranlage
(141,83)	0,28	X			Röhr, 280 m vor Mündung in die Ruhr
137,66		X	X		Ruhr, oberhalb Zulauf Möhne
(137,35)	0,05	X			Möhne, 50 m vor Mündung in die Ruhr
128,31		X	X	WWU	Ruhr, Echthausen Oberwasser
121,17		X	X	SWH	Ruhr, Wasserwerk Hamm-Warmen
(116,58)	0,18	X	X		Hönne, 180 m vor Mündung in die Ruhr
113,78		X	X		Ruhr, Halingen, Messstelle AWWR
108,39		X		WWU	Ruhr, Hengsen Obergraben
(106,96)	0,08	X			Baarbach, 80 m vor Mündung in die Ruhr (unterh. KA)
105,11		X	X		Ruhr, Geisecke-Wellenbad (Brückenmitte)
95,15		X		WWU	Ruhr, Westhofen, Kraftwerk
(92,72)	2,74	X	X		Lenne, 2740 m vor Mündung in die Ruhr
88,75		X	X	Mark E	Ruhr, Auslauf Hengsteysee
(87,67)	1,24	X	X		Volme, 1240 m vor Mündung in die Ruhr (am Pegel Eckesey)
80,66		X	X		Ruhr, Pegel Wetter
74,45		X			Ruhr, in Höhe Kraftwerk Hohenstein
71,91				WWU	Ruhr, Witten, Wasserwerk Gelsenwasser
69,00		X			Ruhr, Einlauf Stausee Kemnade
(67,35)	1,33	X			Ölbach, unterhalb Teich 3, 1330 m vor Mündung in die Ruhr
62,65		X	X	WWU	Ruhr, Oberwasser Kraftwerk Stiepel WMR
51,28		X			Ruhr, Schwimmbrücke Dumberg
47,42		X	X		Ruhr, Steele-Horst, Pumpwerk Gelsenwasser
42,76		X		RV	Ruhr, Essen-Rellinghausen, Zornige Ameise
38,35		X			Ruhr, Einlauf Baldeneysee
31,18		X			Ruhr, Auslauf Baldeneysee
23,47		X	X	RWW	Ruhr, Auslauf Stausee Kettwig
(23,24)	0,02	X			Rinderbach, 20 m vor Mündung in die Ruhr
14,43		X			Ruhr, Kraftwerk Mülheim-Kahlenberg
11,35				RWW	Ruhr, Wasserwerk Styrum-Ost
5,43		X			Ruhr, Duisburg Aackerfähre

Mark E Mark-E Aktiengesellschaft, Hagen
 RV Ruhrverband, Essen
 RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, Mülheim
 SWH Stadtwerke Hamm GmbH, Hamm
 WWU Westfälische Wasser und Umweltanalytik GmbH, Gesenkirchen und Schwerte

Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit 30 % der Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Bei den Mittelwerten und Perzentilen, deren errechneter Betrag unterhalb der Bestimmungsgrenze lag, wurde ersatzweise die Bestimmungsgrenze mit einem vorangestellten „<“ angegeben. Die Minimal- und Maximalwerte sind

jeweils mit ihrem Messdatum angegeben. Sofern ein Extremwert mehrfach gemessen wurde, ist statt des Datums die Kennung „Mehrere“ gesetzt.

Unterhalb der Tabellen sind die Messwerte der zeitlich dichten

Tabelle 26.2: Zielwerte für die Qualität des Ruhrwassers mit Überschreitungen im Jahr 2008
 Table 26.2: Objectives of the quality of Ruhr water with transgressions in 2008

Kenngroße		Überschreitungen der Zielwerte 2008	Einheit	Zielwert als 90-Perzentil	Trinkwasser-Grenzwert (Trinkw.-V. v. Mai 2001)
Cadmium	Cd	keine	µg/l	1	5
Nickel	Ni	keine	µg/l	10	20
Ammonium	NH ₄	keine	mg/l	0,6	0,5
Nitrat	NO ₃	keine	mg/l	25	50
Phosphat gesamt gelöst	PO ₄	keine	mg/l	0,5	
Gel. org. geb. Kohlenstoff	DOC	keine	mg/l	5	
Tetrachlorethen		keine	µg/l	1	10 für die Summe aus beiden
Trichlorethen		keine	µg/l	1	
Diethyltrinitriropentaessigsäure	DTPA	an fünf Stellen	µg/l	10	
Ethylendinitrilotetraessigsäure	EDTA	an vier Stellen	µg/l	10	
Nitritotriessigsäure	NTA	keine	µg/l	10	
PSM ¹⁾		keine	ng/l	50	100
Coliforme Bakterien		keine	100 ml ⁻¹	15000 ²⁾	0

¹⁾ Organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung

²⁾ Zielwerte als geometrisches Jahresmittel

Tabelle 26.3: Mittlere Abflüsse während der Längsuntersuchungen
 Table 26.3: Average flows during investigations along the course of the river

Längsuntersuchung Untersuchungs-labor	Untersuchungs-zeitraum	Abfluss am Pegel Hattingen m ³ /s
Winter / Hygiene-Institut (HYG)	11.2.2008	112,3
Frühjahr / Ruhrverband (RV)	21.4.2008 bis 23.4.2008	69,2
Sommer / Hygiene-Institut (HYG)	11.08.2008	30,3
Herbst / Ruhrverband (RV)	03.11.2008 bis 05.11.2008	34,0

Untersuchung in ihrem zeitlichen Verlauf dargestellt. Die Grafiken enthalten die Messwerte von jeweils zwei benachbarten Probenahmestellen als schwarze bzw. blaue Linie unter den entsprechenden Spalten. Welche Ganglinie zu welcher Spalte gehört, ist mittels einer farbigen Linie unterhalb der Tabellenspalten kenntlich gemacht. Zur besseren Vergleichbarkeit sind alle Grafiken zu einer Kenngröße gleich skaliert. Als ergänzende Information ist jeweils links der zeitliche Verlauf des Abflusses der Ruhr am Pegel in Hattingen dargestellt. Liegen Zielwertüberschreitungen vor, sind diese bei den 90-Perzentilen bzw. beim geometrischen Jahresmittel (nur coliforme Bakterien) durch eine fette Schrift hervorgehoben.

Pflanzenschutzmittel

Pflanzenschutzmittel (PSM) sind chemische Substanzen, die in erster Linie Nutzpflanzen vor Schädlingsbefall (meist Insekten oder Pilze) schützen und den konkurrierenden Pflanzenwuchs unterbinden sollen. Diese hochwirksamen Verbindungen, die z. T. nur langsam abgebaut werden, dürfen in Lebensmitteln, wie dem Trinkwasser, nur in äußerst geringen Konzentrationen vorkom-

men. Der Gesetzgeber hat für Einzelsubstanzen im Trinkwasser einen Grenzwert von 100 ng/l festgelegt, für die Summe der Einzelsubstanzen, die über der Bestimmungsgrenze liegen, einen Wert von 500 ng/l.

Im Rahmen der Längsuntersuchungen und zeitlich dichten Ruhrüberwachung wurden 2008 rund 7.400 Messungen zu den Pflanzenschutzmitteln durchgeführt. Von den 40 ausgewerteten PSM lagen bei acht Verbindungen Werte im Arbeitsbereich der Analysenverfahren vor, der Rest lag unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Bei keiner Substanz konnten Messwerte oberhalb des Trinkwassergrenzwerts von 100 ng/l gemessen werden. In der Tabelle 26.5 ist die Überschreitungsstatistik zusammengestellt.

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse zu Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln dienen gleichzeitig der Berichterstattung für das laufende Jahr der Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft an der Ruhr. Die Ergebnisse flossen wie in den Vorjahren in die Tätigkeit der von den Wasserversorgungsunternehmen finanzierten Berater ein und wurden im Beirat der Kooperation diskutiert.

Kommentar zu den Untersuchungsergebnissen

Dr. Henning Schünke, Stadtwerke Hamm GmbH

Nach den starken Niederschlagsereignissen des Jahres 2007 mit den Sommerhochwässern im August war das Jahr 2008 durch leicht unterdurchschnittliche Niederschläge und Abflüsse in der Ruhr gekennzeichnet. In der Wintersaison wurde im Januar die Marke von 200 m³/s am Ende der zweiten Dekade einmalig überschritten, erreichte aber auch hier nicht die langjährigen Mittelwerte für die Winterhochwasser. Lediglich in den Monaten März und April waren im Vergleich zu dem langjährigen Mittel die

Abflüsse etwas erhöht, während in den übrigen Monaten stets unterdurchschnittliche Abflüsse gemessen wurden. Maximale Abflüsse über 100 m³/s wurden deshalb am Pegel Hattingen nur in den Wintermonaten von Januar bis April sowie im November und Dezember registriert. Andererseits lagen die minimalen Abflüsse in den meisten Monaten über den langjährigen Mittelwerten für das Niedrigwasser, so dass eine sehr ausgeglichene Wasserführung für das Jahr 2008 festgestellt werden konnte.

Für Messstellen in der Ruhrwelle, die durch wechselnde Wasserstände beeinflusst werden, zeigte die Trübung sehr unterschiedliche Werte, während die Messstellen an den Stauhaltungen einen ausgeglichenen Verlauf aufwiesen (Bild 26.12).

Die Wassertemperaturen folgten der Entwicklung der Lufttemperaturen. Ab Mitte April stiegen sie deutlich an und verharrten von Ende Mai bis in den August auf hohem Niveau. Im unteren Lauf der Ruhr stiegen dadurch die Temperaturwerte bis über 20 °C, jedoch nicht über die 25 °C-Marke (Bild 26.9). Ein Anstieg der Temperaturen über den Flussverlauf konnte auch bei der Ruhr-längsuntersuchungen auf unterschiedlichen Niveaus gezeigt werden (Bild 26.1).

Auf Grund der Niederschläge und gleichmäßigen Wasserführung wurden für die Leitfähigkeiten im oberen Ruhrlauf für 2008 ausgeglichene Werte ermittelt. In der unteren Ruhr wurden in den Sommermonaten leicht ansteigende Werte gemessen (Bild 26.10).

2008 lag der pH-Wert im oberen Ruhrlauf über den Jahrverlauf auf einem ausgeglichenen Niveau. Größere Schwankungen wurden erst unterhalb des Hengsteysees beobachtet (Bild 26.11). Dies dürfte im Zusammenhang mit der Algenentwicklung stehen, da sich mit steigenden Temperaturen ab Mitte Mai im Bereich des Sees die pelagischen Algen stark entwickelten. Das Algenwachstum konnte auch durch die Werte der Chlorophyllmessungen (Bild 26.13) sowie durch die Ruhr-längsuntersuchung im Frühjahr (Bild 26.1) nachgewiesen werden. Im weiteren Verlauf der Ruhr wirkte sich diese Primärproduktion insbesondere auf einen Anstieg des organisch gebundenen Kohlenstoffs aus (Bild 26.16). Der sich daran anschließende biologische Abbau verursachte eine deutliche Sauerstoffzehrung, aus der im Unterlauf der Ruhr z. T. Sauerstoffwerte unterhalb von 5 mg/l resultierten (Bild 26.15). Vergleichbare Ergebnisse waren auch bei der Ruhr-längsuntersuchung in der Sommermessung nachweisbar (Bild 26.2). Davon unabhängig traten höhere Werte für gebundenen Kohlenstoff nur isoliert auf, so dass hier von singulären Ereignissen ausgegangen werden muss. Dieser Verlauf des organischen Kohlenstoffs ist ebenfalls anhand der UV-Absorption nachweisbar, die im unteren Ruhrverlauf nach dem winterlichen niedrigen Niveau mit der Algenblüte ansteigt, um anschließend nach der Sommerperiode wieder langsam abzunehmen (Bild 26.17).

Unter den chemischen Parametern überschritt das Ammonium im Jahr 2008 an keiner Untersuchungsstelle den Zielwert der AWWR (Bild 26.19). Allerdings waren besonders im oberen sowie im unteren Untersuchungsabschnitt der Ruhr starke Schwankungen nachweisbar. Da die höheren Werte vor allem während der Vege-

tationszeit auftraten, lässt dies einen Zusammenhang mit dem Landbau vermuten. Die Nitratwerte unterlagen dagegen nicht solchen Schwankungen, sondern wiesen einen jahreszeitlichen Verlauf auf, der durch die geringsten Gehalte während der Vegetationsphase in den Sommermonaten und die Maxima im Winter und Frühjahr charakterisiert war (Bild 26.20). Bestätigt wurden diese Ergebnisse in den Längsuntersuchungen, bei denen im Sommer die höchsten Werte für die gebundenen Stickstoffverbindungen nachgewiesen werden konnten (Bild 26.3).

Auch für das gelöste Phosphat wurde im Mai – in der Hauptvegetationsphase – ein Anstieg nachgewiesen, der im weiteren Jahresverlauf langsam wieder abnahm (Bild 26.21). Im Bereich der Staustufen in der Ruhr deckte sich dieser mit einer starken Entwicklung der Algen (s. Chlorophyll Bild 26.13). Neben den Faktoren Temperatur und Licht dürfte der Phosphatanstieg für das verstärkte Auftreten der Algen mit verantwortlich sein. Zu keinem Zeitpunkt wurden jedoch die Zielwerte der AWWR für Phosphat überschritten.

Bei der Untersuchung der Schwermetalle waren im oberen und mittleren Ruhrverlauf vergleichbare Werte zu den Vorjahren zu verzeichnen (Bild 26.22 bis 26.24). Im unteren Ruhrabschnitt wurden im Vergleich zum Vorjahr geringfügig erhöhte Werte festgestellt. Ursächlich hierfür dürften die deutlich verminderten Abflüsse gegenüber 2007 sein.

Für das Schwermetall Cadmium konnte auf Grund von unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen der Labore nur eine eingeschränkte Aussage über die Belastung getroffen werden (Bild 26.22). Während in der oberen und mittleren Ruhr keine Werte oberhalb der Bestimmungsgrenzen gemessen wurden, wurde ab Essen – basierend auf den niedrigen Bestimmungsgrenzen – eine geringe Belastung nachgewiesen, die reziprok zum Abfluss eine Erhöhung in den Sommermonaten aufwies. Die Konzentrationen erreichten jedoch in den Spitzenwerten maximal ein Drittel des Zielwerts und lagen im Schnitt bei 1/10tel der AWWR-Qualitätsforderung.

Als weiteres Schwermetall konnte Chrom im Ober- und Mittellauf der Ruhr nur sporadisch in Einzelbefunden knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze detektiert werden (Bild 26.23). Ab der Messstelle Rellinghausen wurden vermehrt Werte im Messbereich knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze bis maximal 3,0 µg/l gefunden. Die höchsten Werte wurden im August nachgewiesen, die mit den verminderten Abflüssen im Sommer zusammentrafen. Insgesamt wurde keine signifikante Veränderung zu den Vorjahren beobachtet.

Für Nickel wurde im oberen Lauf der Ruhr niedrige, jedoch stark streuende Konzentrationswerte festgestellt (Bild 26.24), die um einen Wert knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze schwankten. Auch hier konnte im Unterlauf in den abflussarmen Sommermonaten eine leichte Zunahme der Konzentrationen detektiert werden. Die Werte wiesen aber keine großen Veränderungen zu den Vorjahren auf und lagen überwiegend zwischen 30 und 50 % des Zielwerts.

Die Konzentrationen an gelöstem Mangan (Bild 26.25) wurden 2008 für den mittleren Verlauf der Ruhr sowie eine Messstelle in Essen bestimmt. Dabei wurden ähnliche Werte wie in den Vorjahren nachgewiesen, die in den Zeiten mit erhöhtem Abfluss vereinzelt Spitzen aufwiesen. Insgesamt wurden im Vergleich zu den Vorjahren jedoch leicht niedrigere Werte für Mangan ermittelt. Dieser Trend wurde auch in den Längsuntersuchungen bestätigt (Bild 26.5).

Bei den Salzgehalten, die in der zeitnahen Untersuchung durch das Chlorid repräsentiert werden, konnte im Jahr 2008 im Beobachtungsbereich der oberen Ruhr ein ausgeglichener Konzentrationsverlauf nachgewiesen werden. Im weiteren Verlauf der Ruhr erhöhten sich in den Sommermonaten die gemessenen Konzentrationen, so dass von einer abflussbedingten Aufkonzentrierung ausgegangen werden muss (Bild 26.26). Dabei stiegen die Konzentrationen im Ruhrverlauf an, blieben jedoch mit einem Wert von ca. 60 mg/l beim 90-Perzentil deutlich unter dem früheren Zielwert der AWWR von 100 mg/l. Der Verlauf entspricht damit den Verläufen der Vorjahre mit den direkten Abhängigkeiten von Witterung und Abflussregime. Diese Ergebnisse konnten bei der Längsuntersuchung für verschiedene Salze eindrücklich nachvollzogen werden (Bild 26.6). Bei den Nebengewässern bewirkt der Ölbach u. a. eine Belastung durch Salze, die auf eine besondere Belastung dieses Zulaufs durch Abwässer hinweisen (Tabelle 26.4).

Der Summenparameter der organischen Halogene (AOX) war im oberen Ruhrabschnitt vor allem in den Sommermonaten vereinzelt mit Werten oberhalb der Bestimmungsgrenze messbar, die als Einzelereignisse zu werten sind (Bild 26.27). Im unteren Beobachtungsbereich war an der Messstelle Essen-Rellinghausen durch die niedrigere Bestimmungsgrenze ein häufigerer Nachweis möglich, bei dem jedoch ähnlich unkritische Konzentrationen nachgewiesen wurden. Über die letzten Jahre konnte eine abnehmende Tendenz aufgezeigt werden.

Vor allem im oberen Verlauf der Ruhr wurden Tetrachlorethen und Trichlorethen als Einzelstoffe unter den chlororganischen Verbindungen untersucht. Die Messungen ergaben Werte meist unterhalb der Bestimmungsgrenze; an einer Messstelle waren jedoch vermehrt Einzelbefunde für Tetrachlorethen nachweisbar. Der Zielwert für diese Verbindungen wurde in allen Messungen deutlich unterschritten.

Bei den Komplexbildnern wurden EDTA, DTPA und NTA in der zeitdichten Messung überwacht (Bild 26.30 bis 26.32). Im oberen Ruhrverlauf konnte diese Verbindungen mit Konzentrationen ermittelt werden, die einen deutlichen Abstand zu den Zielwerten der AWWR aufwiesen. Ab dem Zufluss der Lenne wurden jedoch Belastungen der Ruhr durch EDTA und DTPA nachgewiesen, die die Zielwerte um das 4- bzw. 9-fache und damit auch die Orientierungswerte für Trinkwasser deutlich überschritten. Aus dieser Belastung resultierte im weiteren Verlauf der Ruhr eine Überschreitung der Zielwerte, die sich für EDTA bis Essen, für DTPA trotz des Verdünnungseffekts sogar für den gesamten weiteren Verlauf durch eine Überschreitung der Zielwerte nachweisen ließ. Für EDTA bedeutet dies das Verharren der Belastung auf dem

hohen Niveau der Vorjahre, während die Werte für DTPA trotz der sehr hohen Belastung einen Rückgang gegenüber den Vorjahren darstellten. Dieser punktuelle Eintrag von Komplexbildnern an der Lennemündung wurde auch durch die Ruhrlängsuntersuchung belegt (Bild 26.7). Dabei stammten nur geringe Anteile der Belastung aus dem Oberlauf dieses Nebengewässers (Tabelle 26.4).

Die Analyse der Pflanzenschutzmittel ergab nur vereinzelt Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze (Tabelle 26.5). Eine Überschreitung der Trinkwassergrenzwerte konnte dabei bei keiner Analyse gemessen werden. Auch die strengeren Zielwerte der AWWR wurden im 90-Perzentil nie überschritten. Damit setzte sich der positive Trend der letzten Jahre auch im Jahr 2008 fort.

Die Coliformen Bakterien als Indikator für die hygienischen Belastungen unterschritten in der zeitdichten Untersuchung die Zielwerte der AWWR an allen Messstellen (Bild 26.14). Nur an einem Probenort wurde ein maximaler Wert oberhalb von 100.000 KBE/100ml nachgewiesen. Bei den Jahresdurchschnitten konnte im oberen Ruhrverlauf erneut eine Verbesserung bei den Zahlen gezeigt werden, während im unteren Abschnitt der Ruhr eine erhöhte Belastung nachgewiesen wurde.

Durch die Längsuntersuchungen der Ruhr wurde ein Konzentrationsanstieg einiger Schwermetalle in Höhe der Zuflüsse Baarbach und Lenne festgestellt (Bild 26.4, 26.5), der auf einem Eintrag über diese Gewässer beruhen dürfte (Bild 26.8). Verstärkt werden dürfte diese Belastung noch durch eine Remobilisierung auf Grund der Konzentrationen der Komplexbildner. Bei den Nebengewässern konnte durch die Analysen vor allem der Baarbach als eine Belastungsquelle für den Eintrag von Metallen in die Ruhr mit verantwortlich gemacht werden (Tabelle 26.4).

Zusammenfassung

Nach dem niederschlagsreichen Jahr 2007 stellte das Jahr 2008 mit unterdurchschnittlichem Abfluss einen Kontrast dar, der sich jedoch auf die Konzentrationen der untersuchten chemischen Stoffe nur gering auswirkte. In den meisten Fällen waren die nachgewiesenen Konzentrationen zu den Vorjahren vergleichbar. Der überwiegende Anteil der untersuchten Substanzen wies keine Überschreitungen der Zielwerte auf. Erhöhte Werte stellten nur Einzelbefunde dar.

Bei den Komplexbildnern DTPA und EDTA traten auch 2008 Zielwertüberschreitungen auf. Für EDTA wurden 2008 ähnliche Konzentrationen wie im Vorjahr festgestellt, während bei DTPA ein leichter Rückgang zu verzeichnen war. Trotzdem waren die Konzentrationen dieses Stoffes noch auf einem sehr hohen Niveau, so dass die Belastung das Qualitätskriterium für die Ruhr bis zur Mündung deutlich überschritt. Die Analyse der Coliformen Bakterien ergab wie in den Jahren zuvor keine Zielwertüberschreitung. Eine Verbesserung gegenüber den Vorjahren konnte für die Messstellen im oberen Verlauf nachgewiesen werden. Dagegen zeigten sich im unteren Ruhrabschnitt leicht erhöhte Werte zu den Vorjahren.

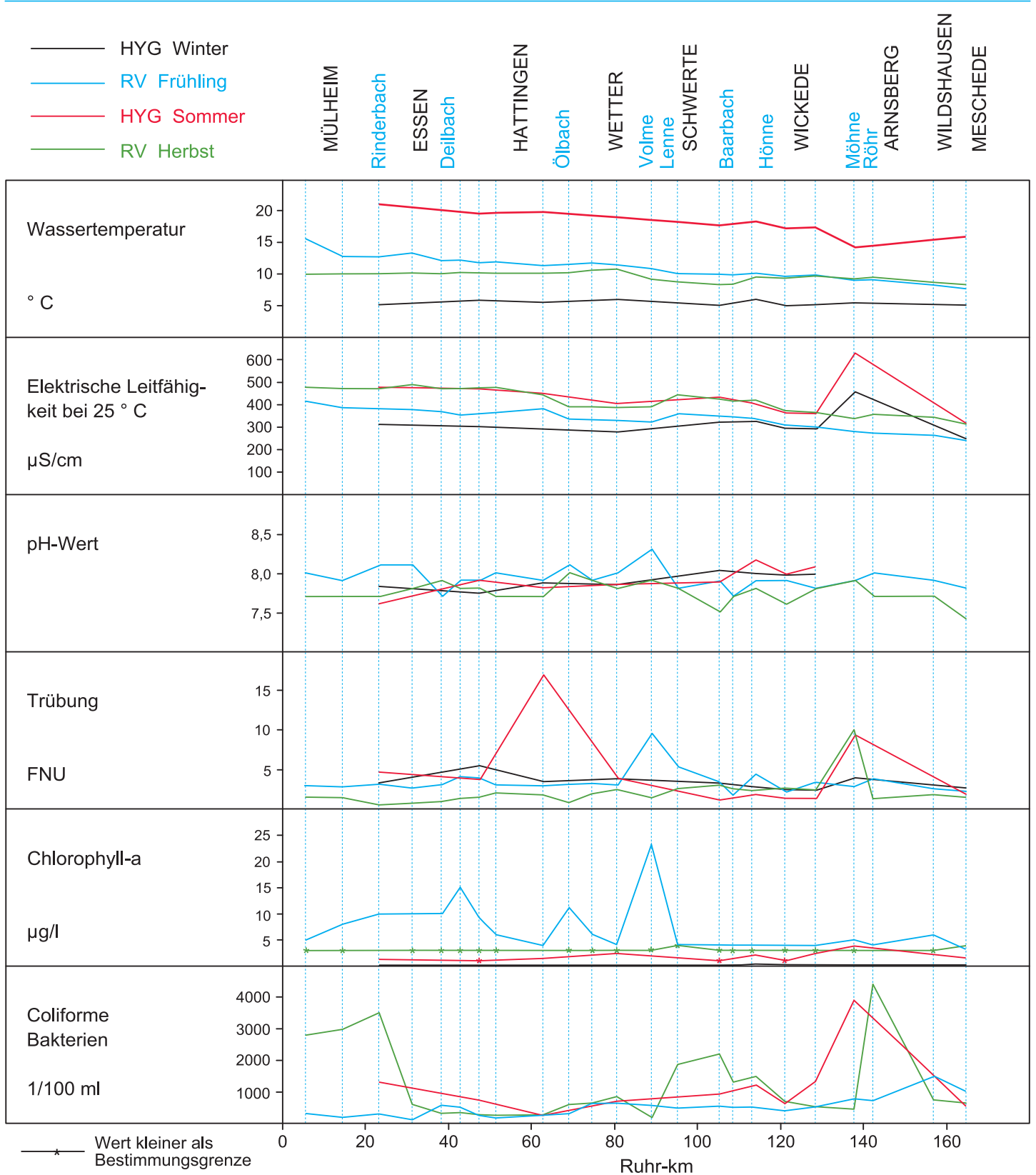


Bild 26.1: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 26.1: Water quality of the Ruhr according to analyses of the AWWR committee "water quality"

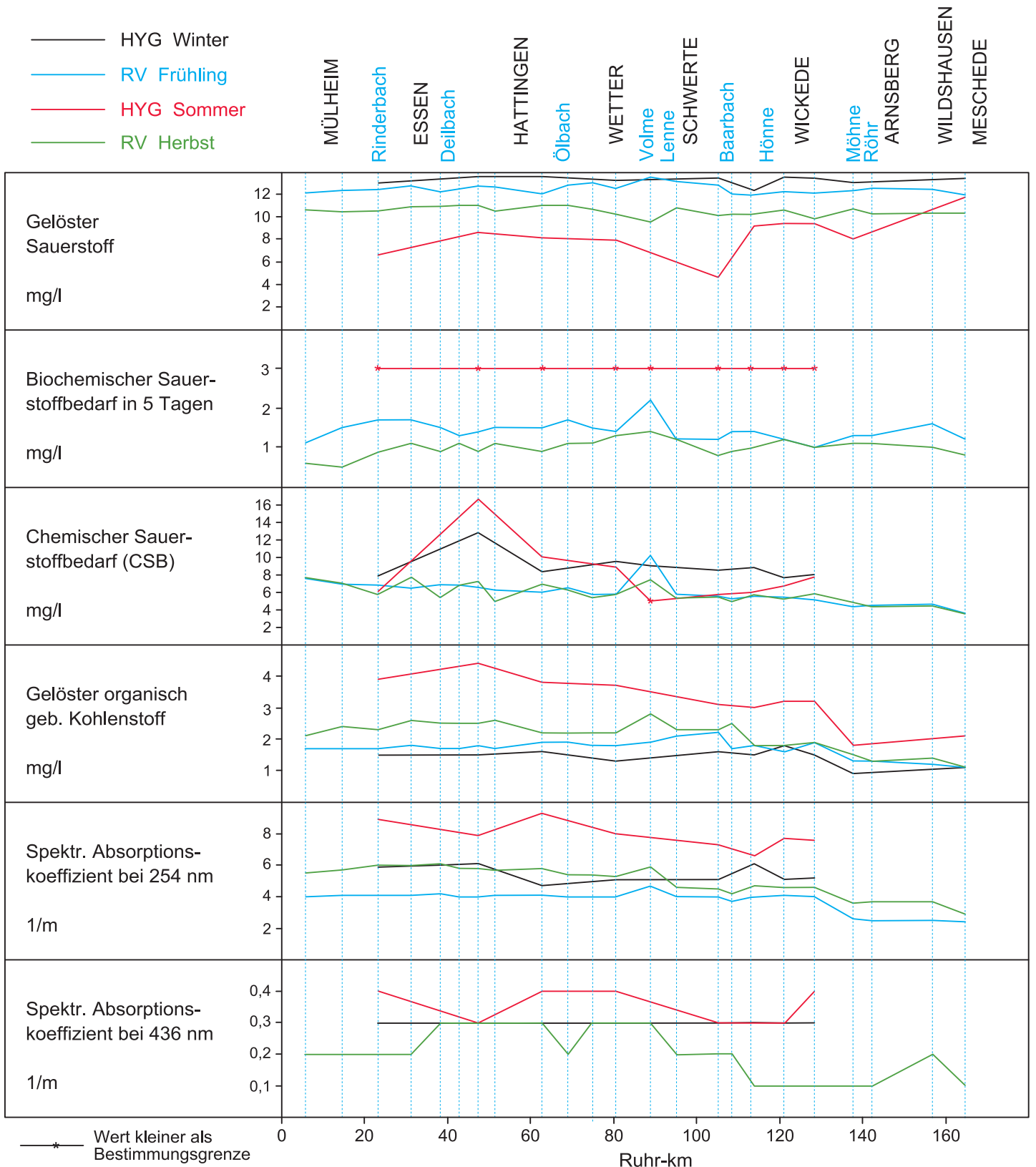


Bild 26.2: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 26.2: Water quality of the Ruhr according to analyses of the AWWR committee "water quality"

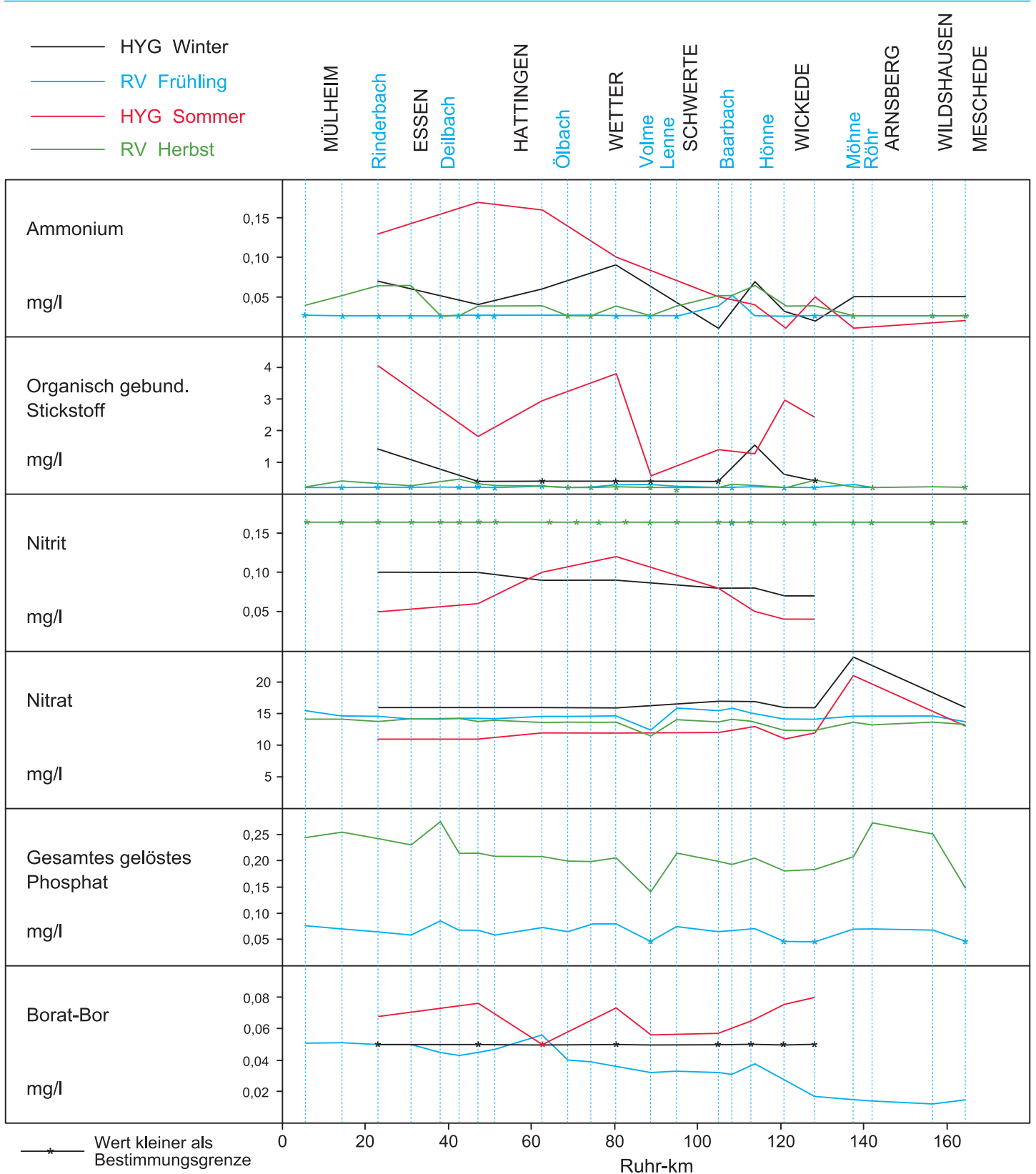


Bild 26.3: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 26.3: Water quality of the Ruhr according to analyses of the AWWR committee „water quality“

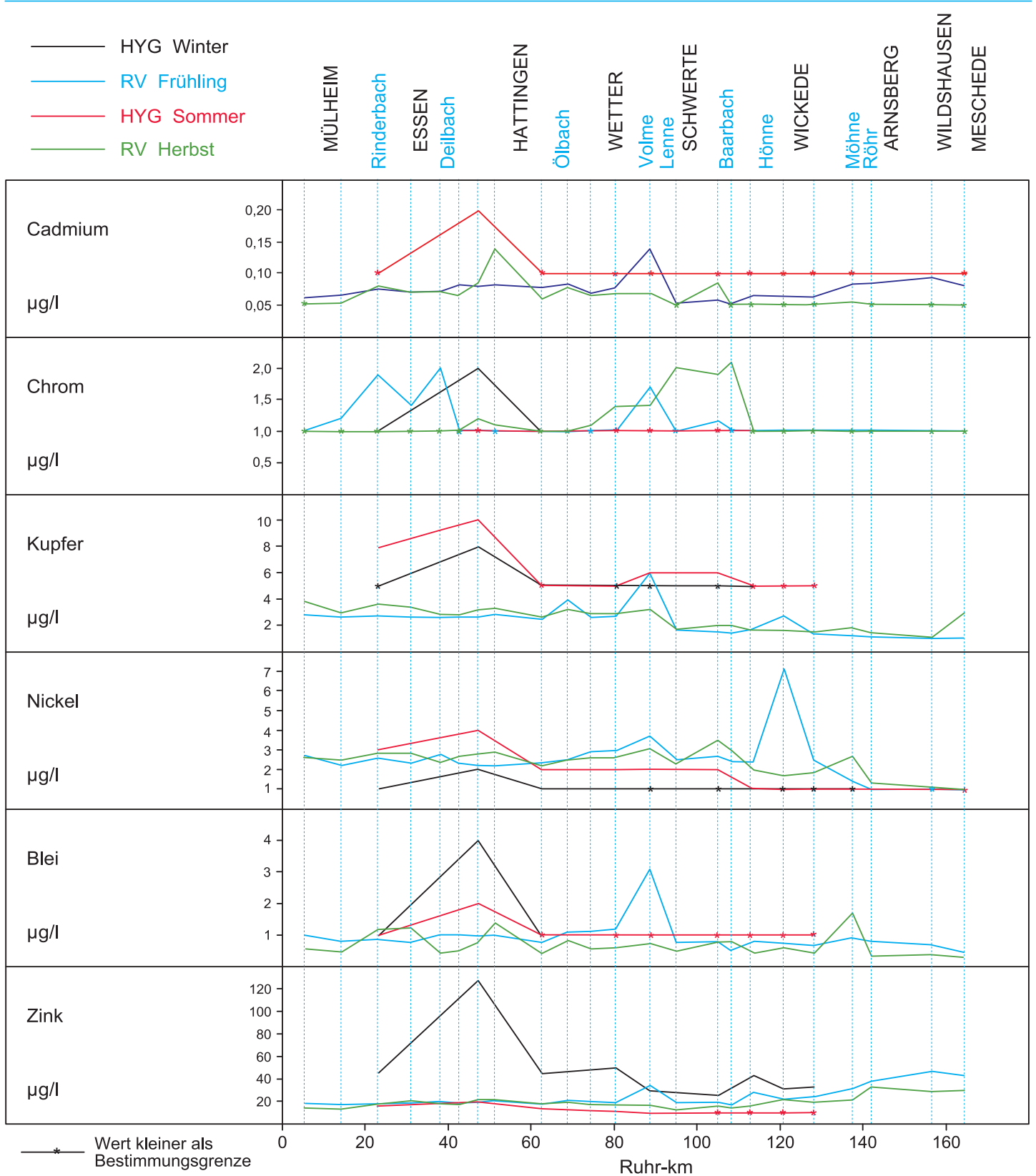


Bild 26.4: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 26.4: Water quality of the Ruhr according to analyses of the AWWR committee “water quality”

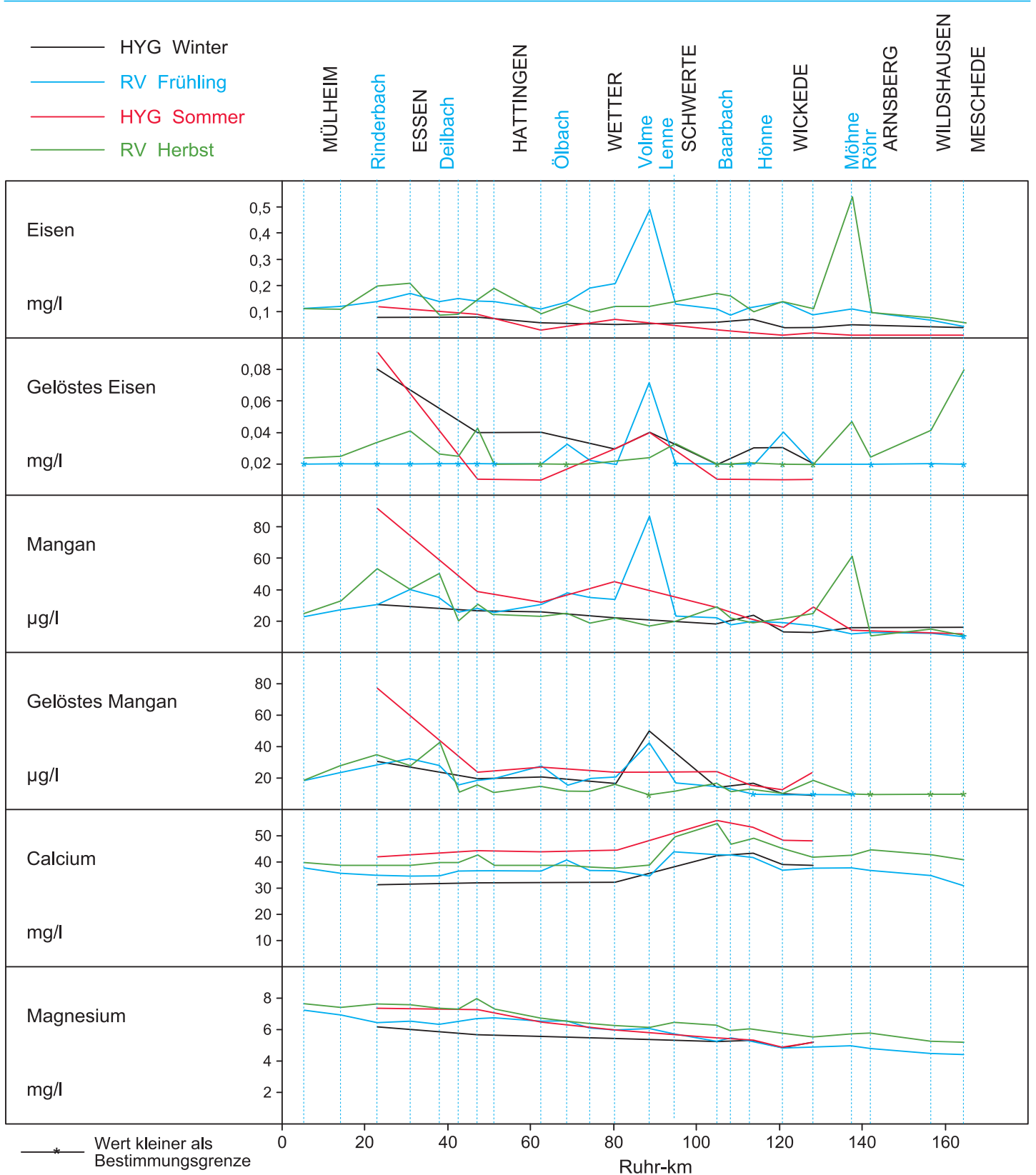


Bild 26.5: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 26.5: Water quality of the Ruhr according to analyses of the AWWR committee „water quality“

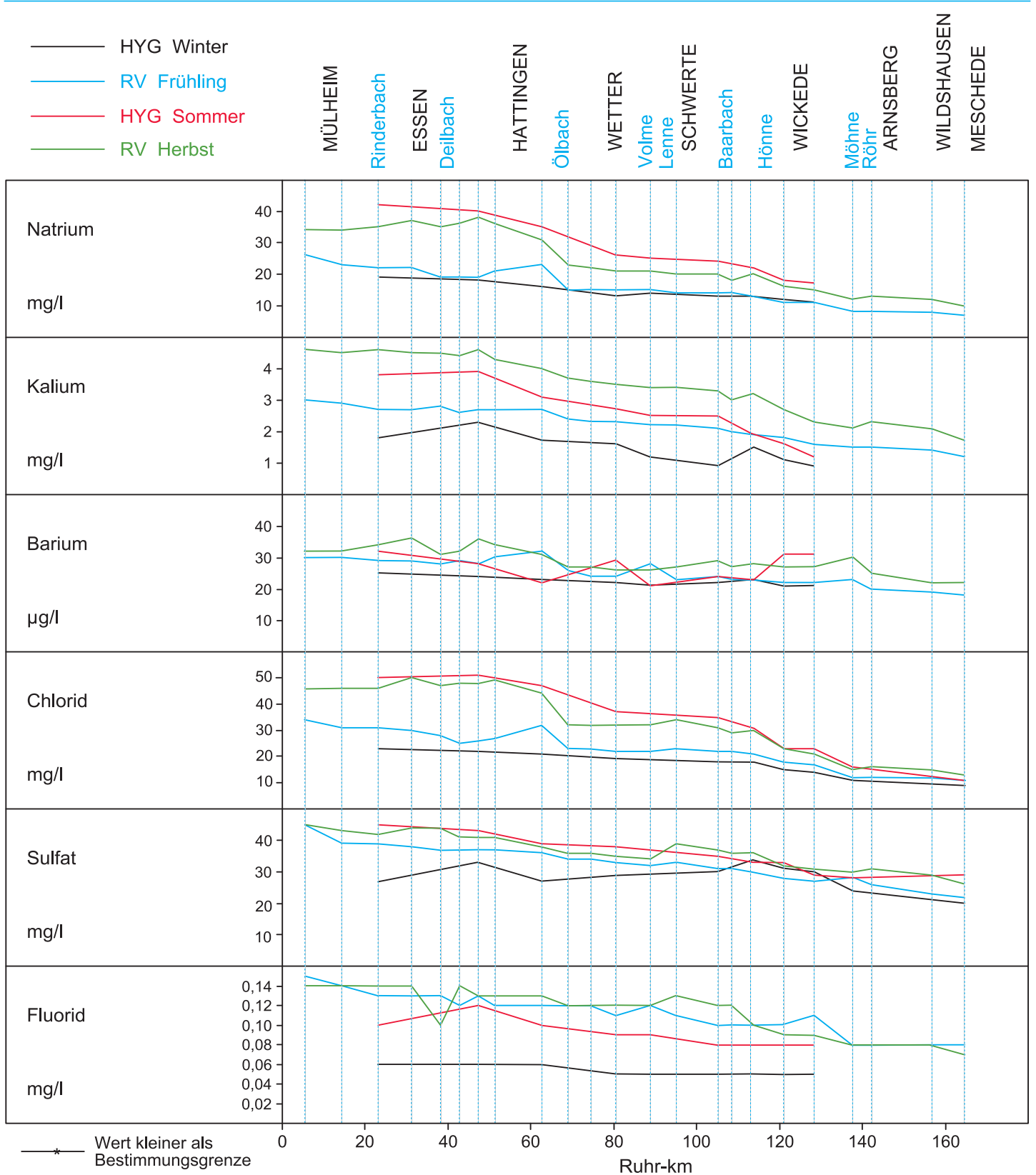


Bild 26.6: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 26.6: Water quality of the Ruhr according to analyses of the AWWR committee „water quality“

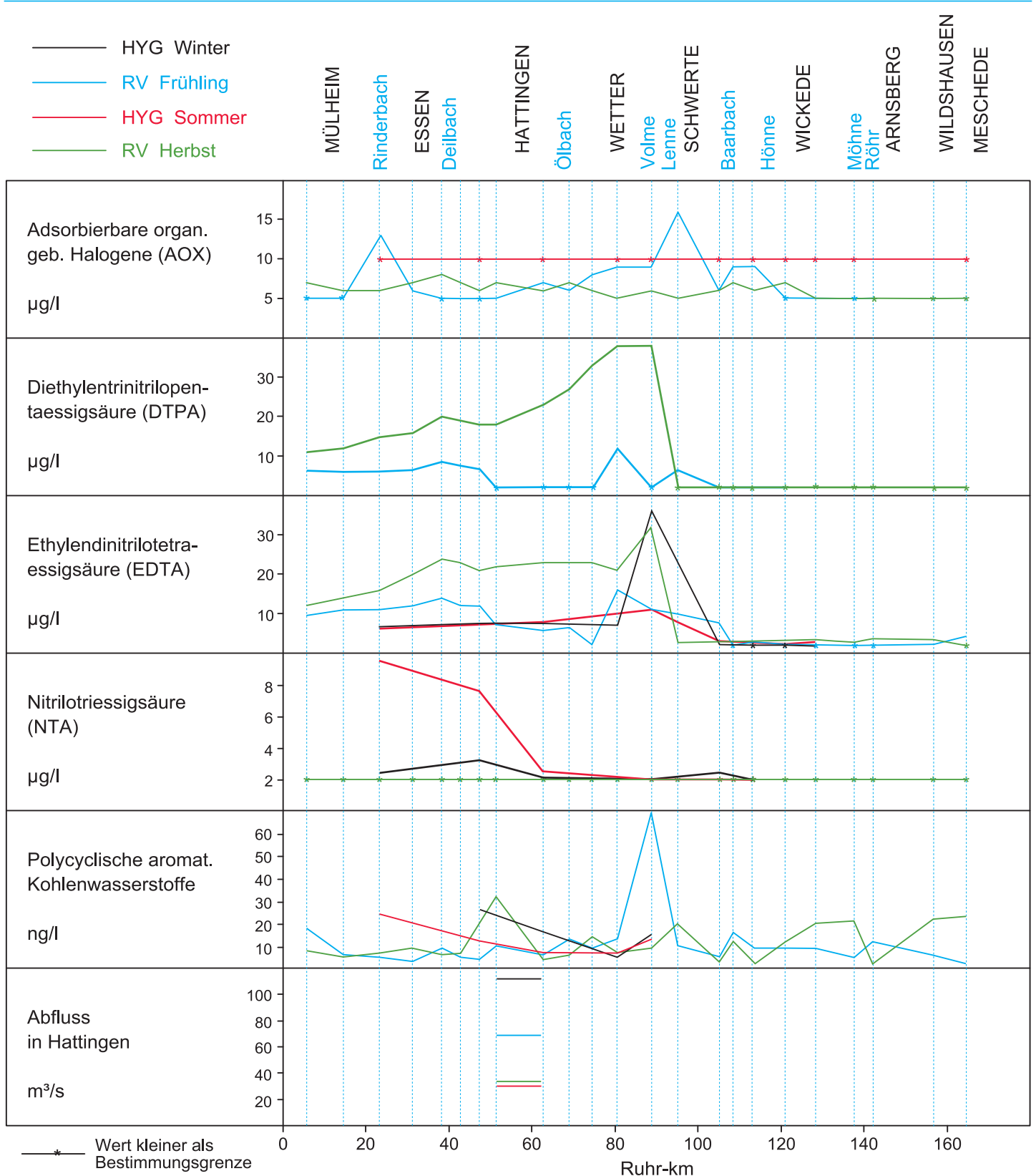


Bild 26.7: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr nach Analysen des AWWR-Ausschusses „Wassergüte“
 Fig. 26.7: Water quality of the Ruhr according to analyses of the AWWR committee „water quality“

Tabelle 26.4: Mittelwerte ausgewählter Gütemerkmale von acht Nebenflüssen der Ruhr
 Table 26.4: Averages of selected quality parameters of eight tributaries of the Ruhr River

Kenngröße	Einheit	Zufluss/Ruhr-km							
		Rinderbach 23,24	Ölbach 67,35	Volme 87,67	Lenne 92,72	Baarbach 106,96	Hönn 116,58	Möhne 137,35	Röhr 141,83
Wassertemperatur	° C	11,2	11,9	9,2	10,8	9,7	10,0	8,7	8,1
pH-Wert		8,25	7,90	8,40	8,00	7,65	8,20	8,20	7,80
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	593	2300	277	285	952	560	352	299
Trübung	FNU	3,3	3,0	1,6	1,9	2,3	1,9	2,2	2,9
Spektr. Absorptionskoeff. bei 254 nm	1/m	5,1	8,6	3,7	3,1	8,1	3,0	4,8	3,1
Spektr. Absorptionskoeff. bei 436 nm	1/m	0,25	0,45	0,20	0,20	0,40	0,12	0,15	< 0,10
Biochem. Sauerstoffbedarf in 5 Tagen	mg/l	1,3	2,0	< 3,0	< 3,0	1,6	1,3	1,3	1,2
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	8,0	23,8	6,7	7,0	12,9	4,5	5,9	4,0
Gelöster organ. gebund. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	2,2	4,0	1,7	1,8	4,5	1,3	2,5	1,5
Gelöster Sauerstoff	mg/l	11,7	10,4	12,9	12,2	12,1	12,0	11,7	11,9
Chlorophyll-a	µg/l	4,0	21,5	5,0	3,5	3,5	5,0	6,0	< 3,0
Gesamter gelöster Phosphor als PO4	mg/l	0,23	0,15	0,16	0,10	0,29	0,15	< 0,05	< 0,05
Borat-Bor	mg/l	0,08	0,41	< 0,05	< 0,05	0,19	0,08	0,02	0,02
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	µg/l	5,1	9,1	4,6	5,6	10,0	< 2,0	3,2	< 2,0
Nitritriessigsäure (NTA)	µg/l	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	2,3	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Diethylentrinitrilopentaessigsäure (DTPA)	µg/l	< 2,0	2,0	4,5	3,4	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Ammonium	mg/l	< 0,03	0,67	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Nitrat	mg/l	26,8	16,8	15,5	12,4	27,0	20,8	9,3	14,0
Nitrit	mg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Organisch gebundener Stickstoff	mg/l	0,34	0,55	0,76	0,65	0,59	< 0,20	0,28	< 0,20
Mangan	µg/l	18	175	< 10	14	94	< 10	39	19
Gelöstes Mangan	µg/l	11	170	< 10	12	82	< 10	< 10	< 10
Eisen	mg/l	0,15	0,25	0,09	0,12	0,20	0,09	0,10	0,10
Gelöstes Eisen	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,03
Natrium	mg/l	32	315	17	16	56	28	19	8
Kalium	mg/l	5,8	14,5	2,2	2,0	10,6	3,3	2,0	1,5
Magnesium	mg/l	12,0	21,0	5,3	6,1	12,0	6,8	5,2	5,4
Calcium	mg/l	62	69	25	29	95	67	38	40
Barium	µg/l	13	245	30	22	25	36	25	32
Kupfer	µg/l	1,9	2,0	< 5,0	< 5,0	5,0	2,4	1,5	1,9
Nickel	µg/l	2,2	4,3	1,4	2,1	14,0	2,5	2,7	2,8
Chrom	µg/l	< 1,0	1,3	< 1,0	< 1,0	1,1	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Zink	µg/l	11	22	< 10	14	51	16	7	8
Blei	µg/l	1,6	0,6	< 1,0	< 1,0	0,8	0,4	0,3	0,9
Cadmium	µg/l	0,06	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,19	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Chlorid	mg/l	49	460	20	22	130	50	32	13
Sulfat	mg/l	62	104	31	27	100	40	24	31
Fluorid	mg/l	0,17	0,31	0,10	0,09	0,19	0,11	0,13	0,09
Polycyclische arom. Kohlenwasserstoffe	ng/l	27	19	18	11	10	12	6	13
Adsorb. org. geb. Halogene (AOX)	µg/l	11	12	< 10	< 10	13	8	9	< 5
Coliforme Bakterien	1/100 ml	1350	5400	735	1180	21000	530	75	1040

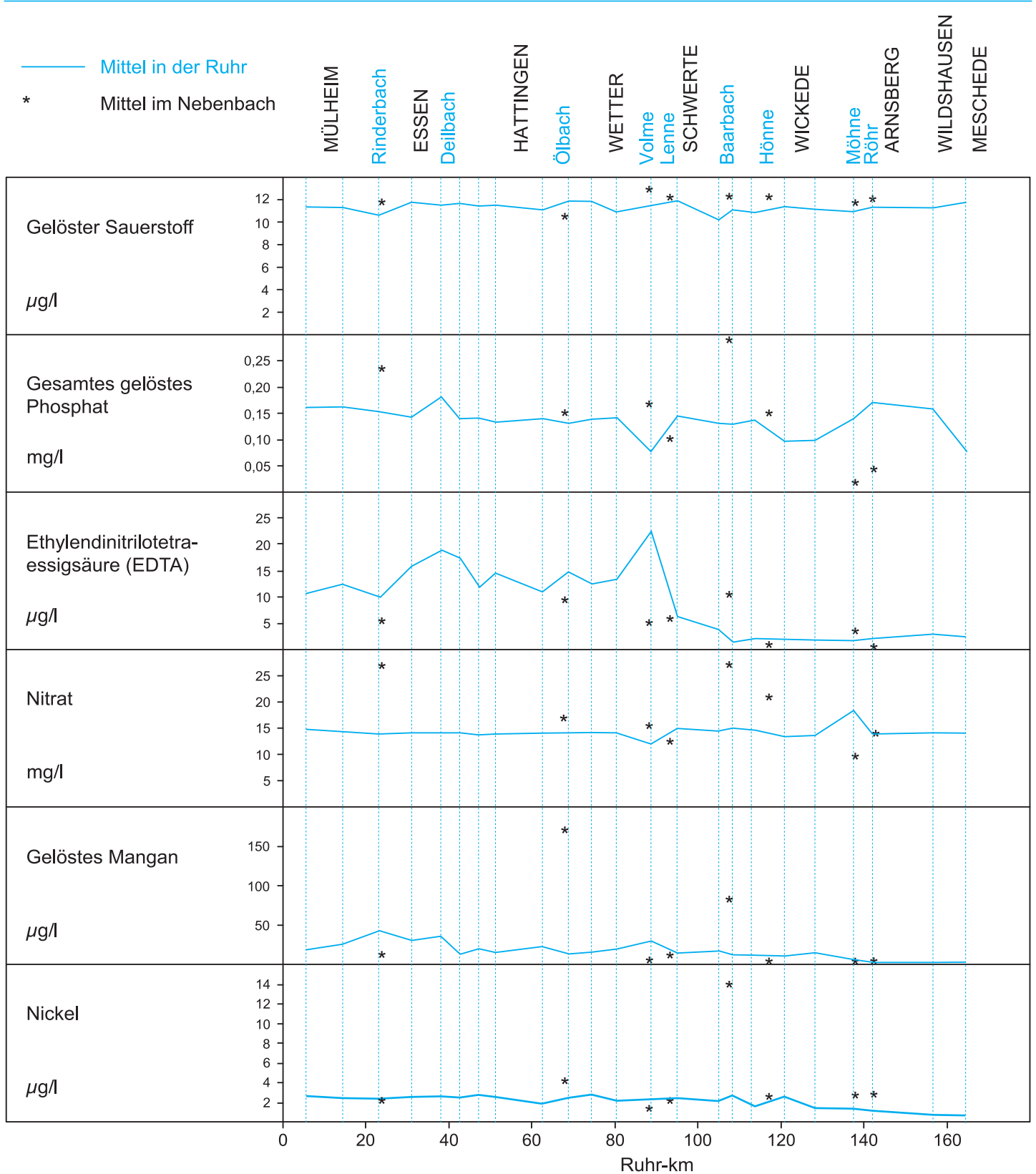


Bild 26.8: Die Wasserbeschaffenheit der Ruhr und ihrer Nebenbachmündungen anhand von sechs ausgesuchten Gütemerkmalen
 Fig. 26.8: Water quality data of the Ruhr and its tributaries at their confluence indicated by six selected parameters

Kenngröße: Wassertemperatur

Einheit: ° C

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	49	49	124	35	52	52	49	50	67	52
Arith. Jahresmittel	12,7	12,8	13,1	12,3	12,4	12,4	11,2	10,8	10,5	10,9
Geom. Jahresmittel	11,2	11,3	11,6	11,0	10,8	11,2	10,0	9,5	9,3	9,6
Geom. Sommermittel	16,6	16,8	16,5	16,4	16,3	16,1	14,4	14,0	13,9	13,8
Geom. Wintermittel	7,2	7,2	7,4	7,8	6,9	7,8	6,8	6,5	6,2	6,5
Maximalwert	22,1	22,5	23,5	21,7	21,7	21,4	19,6	18,8	18,9	18,1
Datum des Max.	07.07	07.07	01.08	09.06	07.07	29.07	04.08	Mehrere	31.07	04.08
90-Perzentil	20,5	20,8	20,5	19,9	20,5	19,2	18,4	17,8	17,2	17,0
50-Perzentil	12,2	11,3	13,1	10,5	11,4	11,6	10,8	9,8	9,8	11,3
10-Perzentil	5,5	5,9	5,8	5,4	5,7	5,9	5,1	4,7	4,9	4,7
Minimalwert	2,7	3,4	4,4	3,7	1,8	2,6	3,1	2,4	1,9	1,7
Datum des Min.	29.12	29.12	Mehrere	15.12	29.12	30.12	18.02	18.02	29.12	29.12

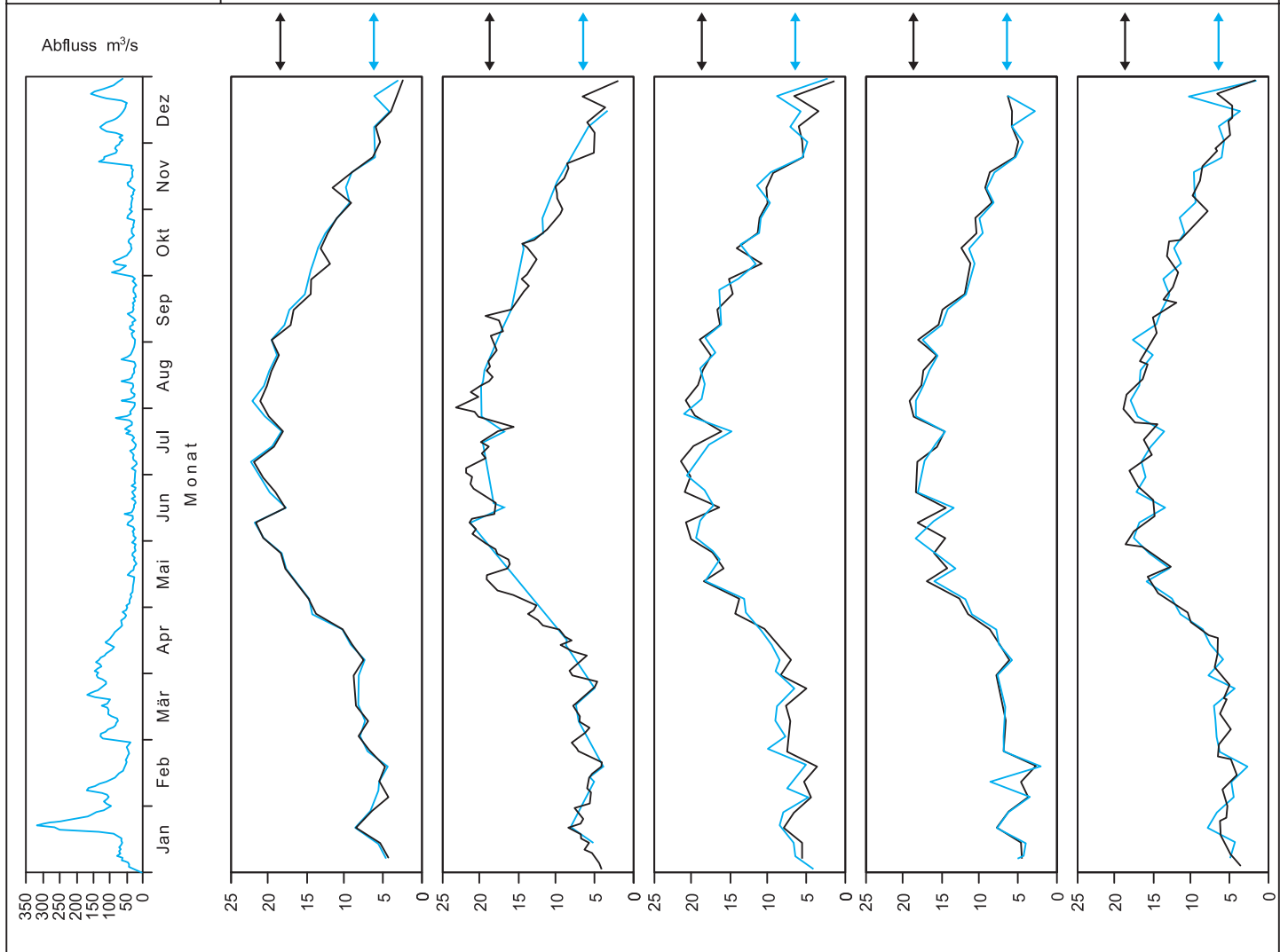


Bild 26.9: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.9: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Elektrische Leitfähigkeit bei 25 ° C

Einheit: $\mu\text{S/cm}$

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	49	50	123	5	48	52	48	48	67	48
Arith. Jahresmittel	454	455	423	340	332	357	365	346	348	310
Geom. Jahresmittel	445	447	417	334	329	353	360	344	346	308
Geom. Sommermittel	486	492	445	390	357	377	377	355	352	318
Geom. Wintermittel	404	402	379	322	303	330	343	331	341	299
Maximalwert	607	620	585	446	424	475	561	417	403	378
Datum des Max.	30.06	09.06	20.06	12.11	02.06	02.06	23.06	21.07	23.10	10.11
90-Perzentil	578	578	511	424	390	418	427	403	388	348
50-Perzentil	467	463	438	297	344	373	366	344	354	313
10-Perzentil	341	337	309	284	267	281	293	290	293	267
Minimalwert	279	275	244	284	202	231	232	247	256	231
Datum des Min.	21.01	21.01	23.01	13.02	21.01	22.01	10.03	21.01	20.05	21.01

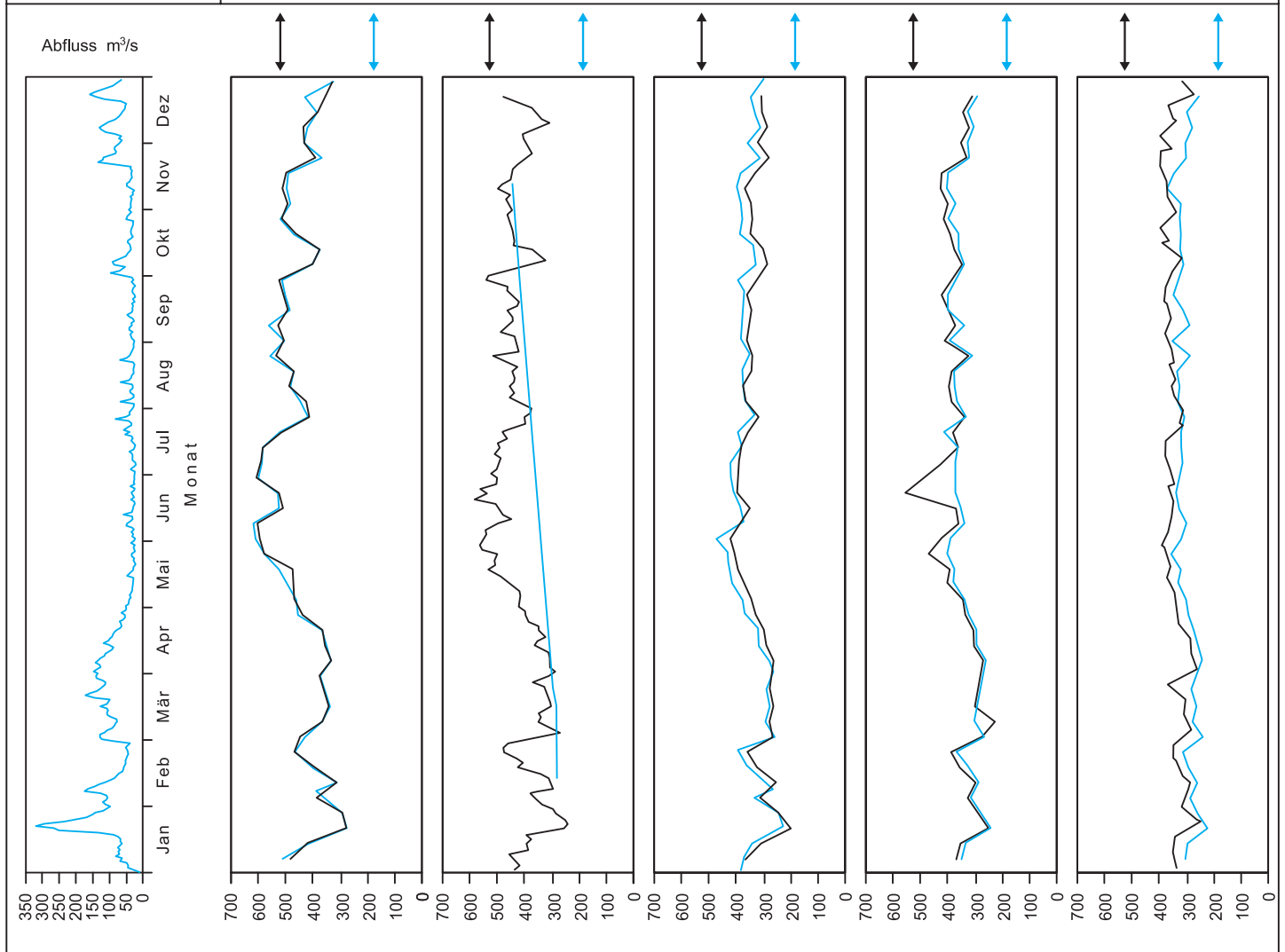


Bild 26.10: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.10: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: pH-Wert

Einheit:

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum	Kettwig	Rellingh.	Stiepel	Witten	Hengstey	Westhof.	Hengsen	Warmen	Echthau.
Anzahl der Werte	49	50	124	5	48	52	48	48	67	48
Arith. Jahresmittel	7,84	7,80	7,91	7,77	7,82	7,90	7,85	7,92	7,89	7,89
Geom. Jahresmittel	7,84	7,80	7,91	7,77	7,82	7,90	7,85	7,92	7,89	7,89
Geom. Sommermittel	7,79	7,74	7,91	7,76	7,86	7,96	7,85	7,94	7,95	7,90
Geom. Wintermittel	7,90	7,87	7,91	7,78	7,77	7,83	7,84	7,90	7,83	7,87
Maximalwert	8,26	8,20	8,90	7,93	8,95	8,95	8,09	8,08	8,29	8,22
Datum des Max.	05.05	05.05	14.05	12.11	13.05	15.07	28.04	Mehrere	08.05	18.08
90-Perzentil	7,97	7,93	8,00	7,87	7,97	8,27	7,95	8,05	8,03	8,00
50-Perzentil	7,85	7,82	7,90	7,76	7,78	7,87	7,85	7,92	7,88	7,87
10-Perzentil	7,69	7,66	7,80	7,70	7,68	7,57	7,73	7,78	7,75	7,79
Minimalwert	7,59	7,33	7,70	7,69	7,57	7,40	7,65	7,67	7,60	7,69
Datum des Min.	19.05	02.06	Mehrere	25.03	19.05	22.01	19.05	02.06	23.10	02.06

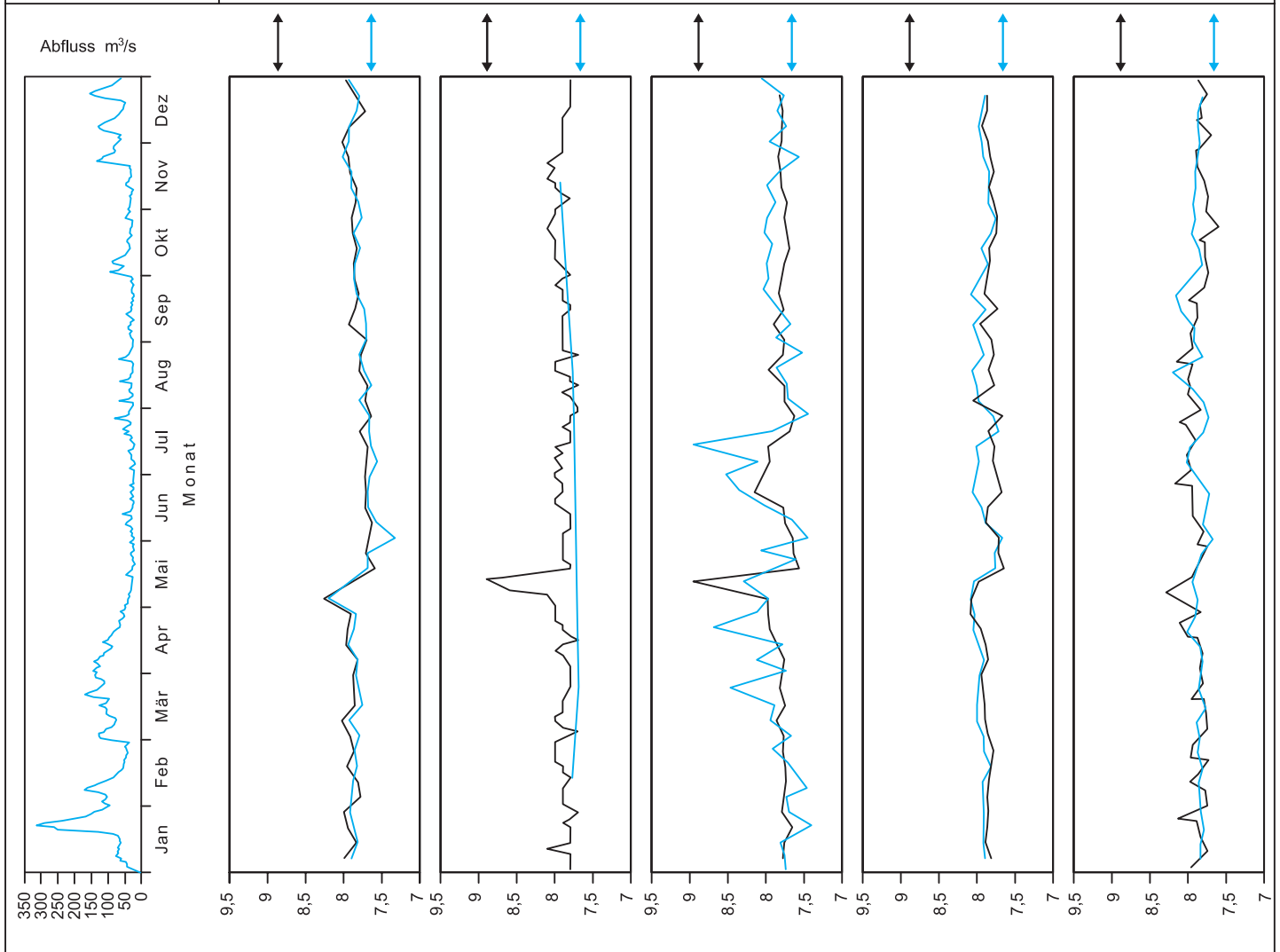


Bild 26.11: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.11: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trübung

Einheit: FNU

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	49	50	120	2	24	52	27	27	67	24
Arith. Jahresmittel	5,3	5,7	3,7	5,2	4,2	3,7	4,5	4,5	5,2	3,4
Geom. Jahresmittel	3,5	4,6	2,9	5,0	3,3	3,2	3,6	3,7	3,5	2,5
Geom. Sommermittel	4,1	5,3	2,7	2,9	2,8	3,2	3,4	2,4	2,1	
Geom. Wintermittel	2,9	4,0	3,2	5,0	3,9	3,6	4,1	4,2	5,1	3,1
Maximalwert	33,9	27,0	38,0	6,4	18,0	11,9	14,9	13,8	31,0	18,0
Datum des Max.	04.08	04.08	23.01	17.03	21.01	22.01	22.12	28.07	23.12	21.01
90-Perzentil	13,0	9,0	5,7	6,2	7,0	5,7	9,9	9,3	11,0	6,6
50-Perzentil	3,2	4,6	2,8	5,2	2,5	3,2	3,0	3,4	2,8	2,2
10-Perzentil	1,2	2,1	1,4	4,2	2,0	1,7	1,8	1,8	1,5	1,3
Minimalwert	0,9	1,7	0,6	3,9	1,5	1,0	1,4	1,6	0,4	0,9
Datum des Min.	29.09	20.10	29.10	25.03	02.06	27.10	10.03	25.02	19.09	01.09

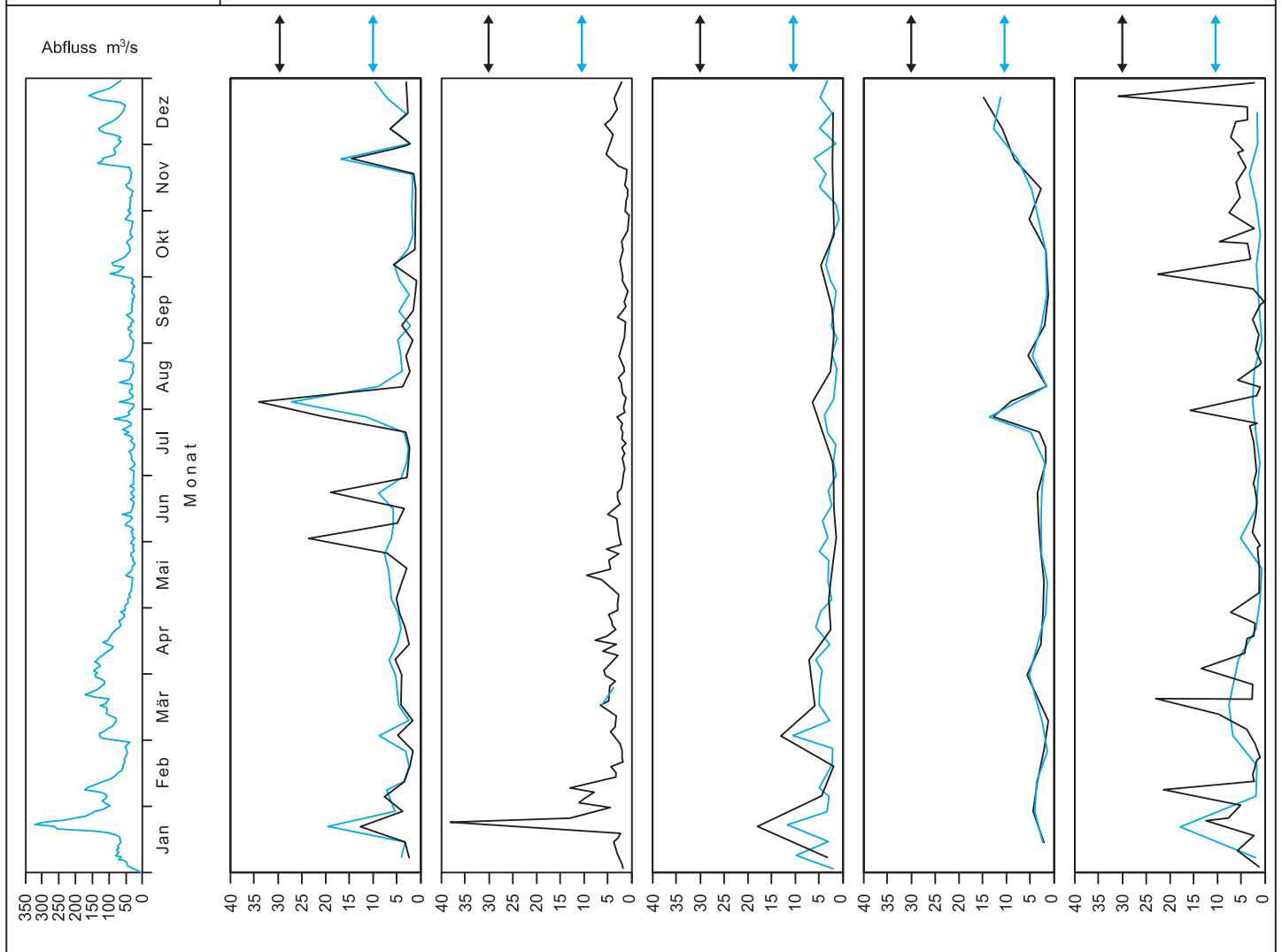


Bild 26.12: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.12: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorophyll-a

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	82		23	52	24	24	14	35
Arith. Jahresmittel	5,6	5,5	5,2		7,1	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,7	< 5,0
Geom. Jahresmittel	3,3	3,0	< 3,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,3	< 5,0
Geom. Sommermittel	6,0	4,9	< 3,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,3	< 5,0
Geom. Wintermittel	1,8	1,8	< 3,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,2	< 5,0
Maximalwert	29,0	35,2	103,0		105,0	39,7	8,0	6,5	4,9	6,7
Datum des Max.	05.05	05.05	14.05		13.05	13.05	02.06	02.06	27.06	23.06
90-Perzentil	11,8	6,3	13,7		8,0	13,1	5,2	5,1	2,9	< 5,0
50-Perzentil	2,3	2,1	< 3,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	1,5	< 5,0
10-Perzentil	1,4	1,4	< 3,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 1,0	< 5,0
Minimalwert	1,3	1,3	< 3,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 1,0	< 5,0
Datum des Min.	07.01	07.01	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

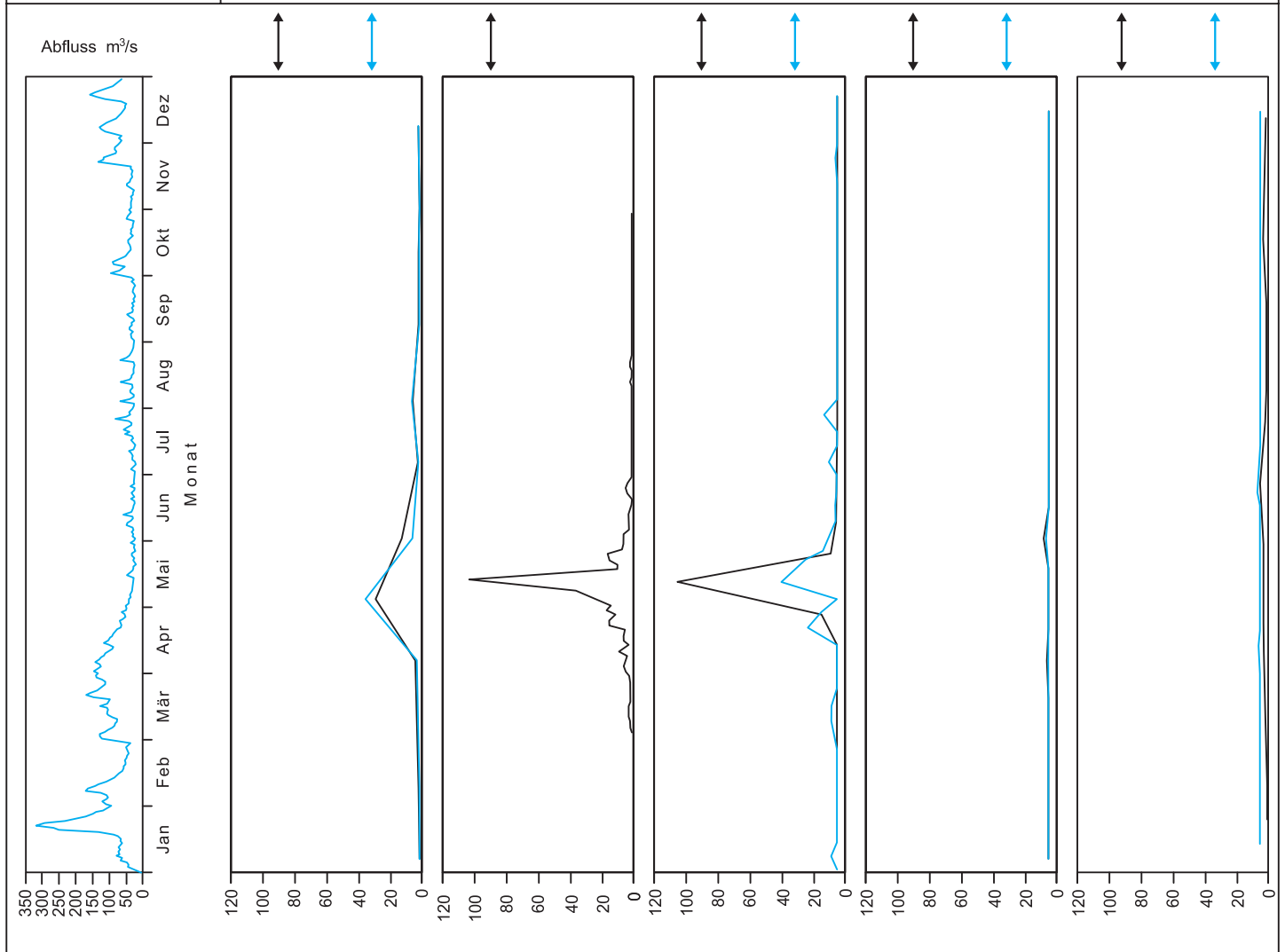


Bild 26.13: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.13: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Coliforme Bakterien

Einheit: 1/100 ml

Zielwert: 15000 1/100 ml

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	49	50	45	7	52	52	34	35	67	52
Arith. Jahresmittel	7051	4851	8616	2196	2700	3437	7568	11189	4452	4385
Geom. Jahresmittel	2971	2010	2038	1039	1336	1361	3516	4186	1721	2035
Geom. Sommermittel	2419	1339	1609	1897	865	1155	3395	4105	1151	1820
Geom. Wintermittel	3749	3123	2739	465	2135	1593	3674	4296	2542	2295
Maximalwert	60500	38800	77000	6000	17400	36000	43000	128000	41000	30000
Datum des Max.	Mehrere	Mehrere	23.06	13.08	17.03	27.05	26.05	28.07	17.07	23.06
90-Perzentil	17700	8479	32800	5640	7650	8300	23400	25200	9000	9580
50-Perzentil	2480	1620	1700	800	1250	1100	2450	3400	1800	1650
10-Perzentil	905	343	330	328	310	340	890	1180	300	400
Minimalwert	384	135	140	70	100	13	600	200	100	100
Datum des Min.	28.04	28.04	05.05	15.10	05.05	17.06	13.10	13.05	Mehrere	Mehrere

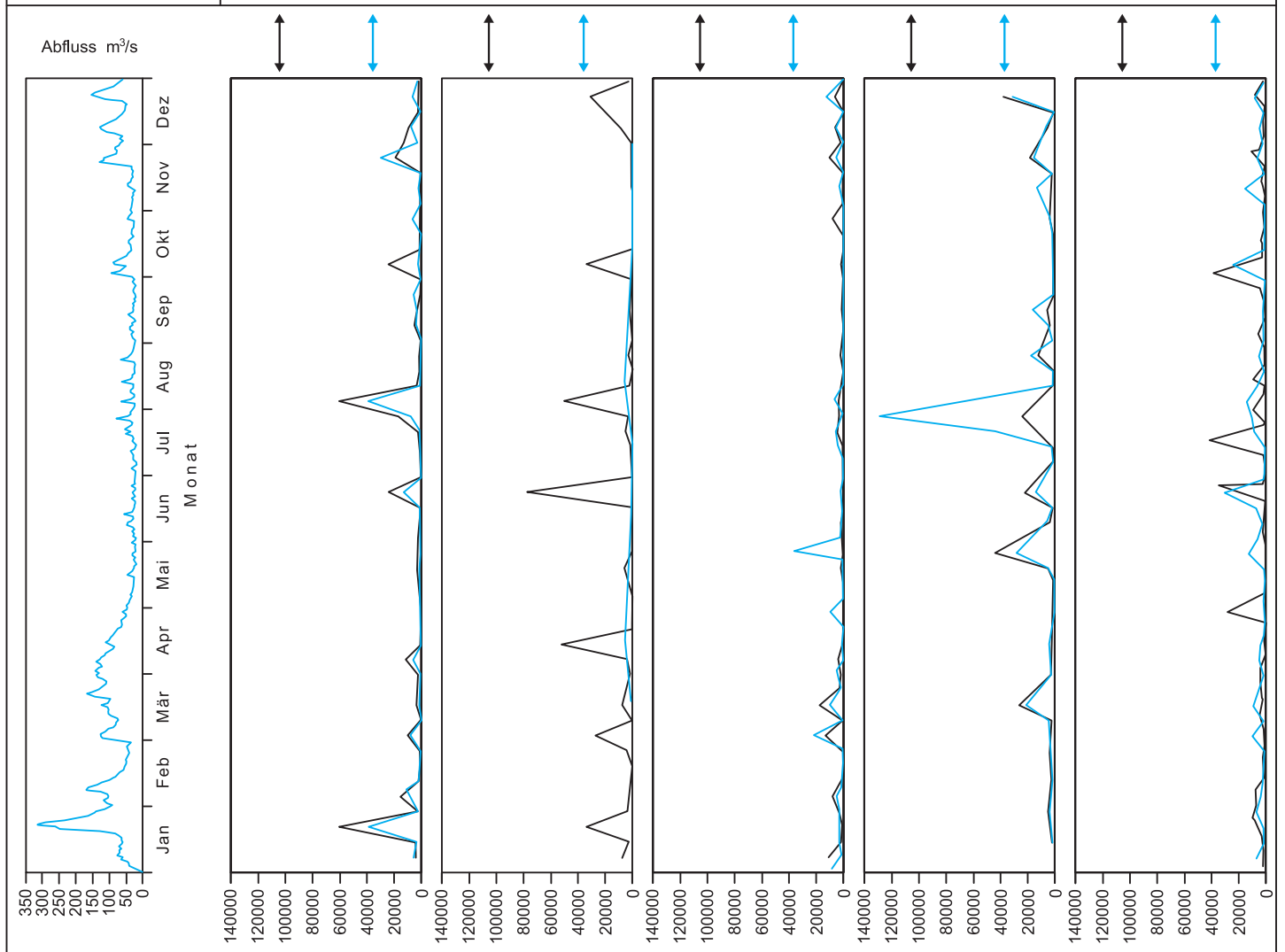


Bild 26.14: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.14: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster Sauerstoff

Einheit: mg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	48	49	124	3	48	52	48	48	67	48
Arith. Jahresmittel	9,2	9,1	10,2	10,9	10,3	9,9	10,0	10,1	10,7	10,3
Geom. Jahresmittel	8,9	8,8	10,1	10,7	10,2	9,7	9,9	10,0	10,6	10,1
Geom. Sommermittel	7,6	7,4	9,2	8,5	9,1	8,8	9,1	9,2	9,7	9,1
Geom. Wintermittel	10,7	10,7	11,4	12,0	11,3	10,7	10,9	11,0	11,5	11,3
Maximalwert	13,0	13,0	12,6	13,2	13,2	13,7	12,3	12,7	13,5	13,4
Datum des Max.	05.05	29.12	29.12	13.02	11.02	25.03	18.02	18.02	11.02	18.02
90-Perzentil	12,0	12,0	12,0	12,8	12,6	12,3	11,7	11,8	12,6	12,2
50-Perzentil	9,6	9,5	10,4	11,0	10,4	10,2	10,0	9,9	10,8	10,2
10-Perzentil	6,5	6,2	8,1	9,0	8,1	7,3	8,0	8,4	9,0	8,3
Minimalwert	3,8	4,6	7,6	8,5	6,9	5,6	7,5	7,3	8,0	7,3
Datum des Min.	19.05	19.05	Mehrere	13.08	19.05	26.08	28.07	02.06	Mehrere	02.06

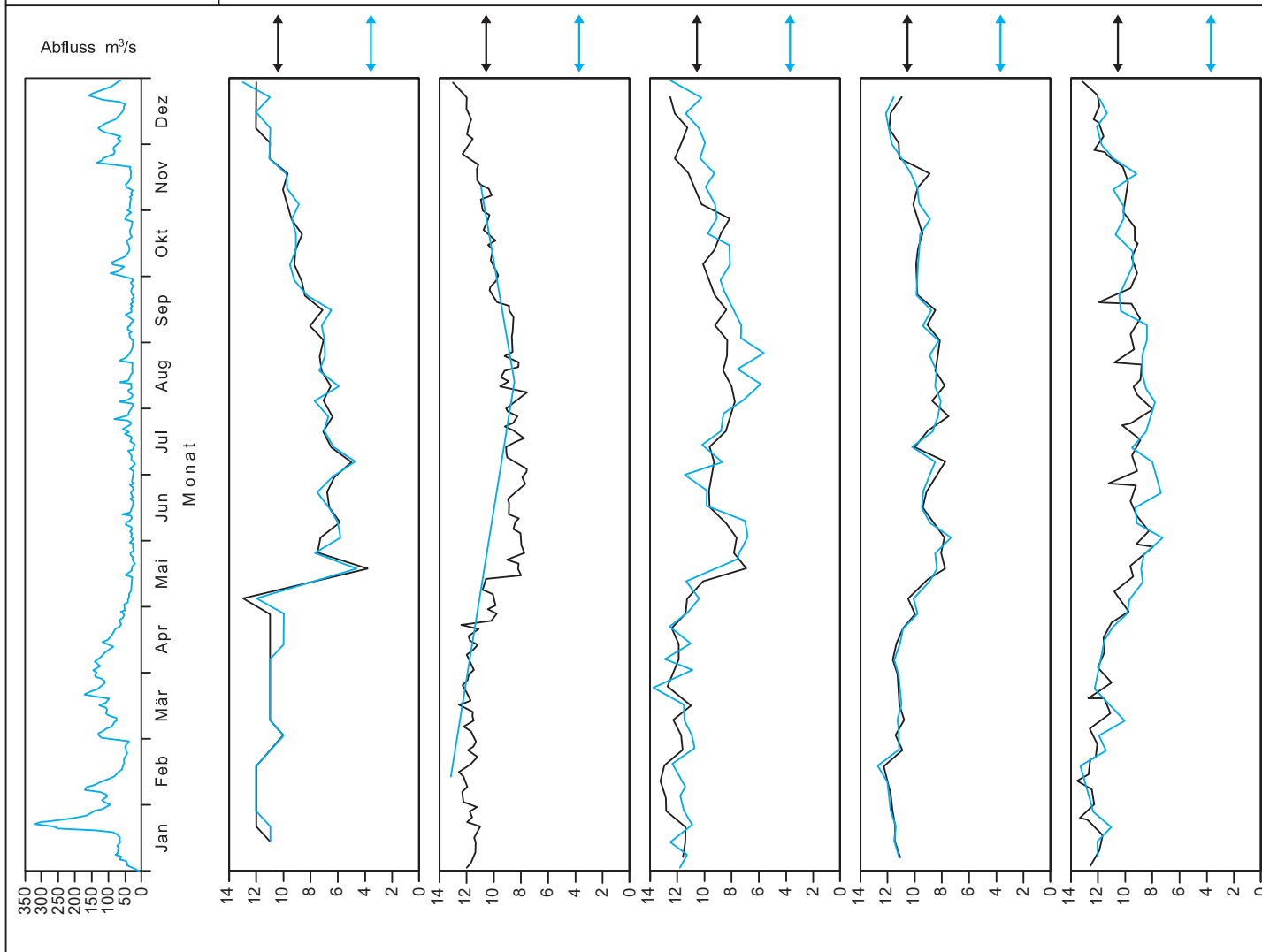


Bild 26.15: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.15: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC)

Einheit: mg/l

Zielwert: 5 mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	49	50	124	2	48	52	48	48	67	48
Arith. Jahresmittel	2,3	2,3	2,3	2,8	2,6	2,2	2,7	2,6	2,7	2,5
Geom. Jahresmittel	2,3	2,3	2,3	2,7	2,6	2,1	2,6	2,6	2,6	2,5
Geom. Sommermittel	2,5	2,5	2,5		2,9	2,3	2,8	2,8	2,8	2,7
Geom. Wintermittel	2,0	2,0	2,0	2,7	2,3	1,9	2,5	2,4	2,4	2,3
Maximalwert	3,2	3,0	3,8	3,3	3,4	6,1	3,8	3,8	6,2	3,4
Datum des Max.	28.07	19.05	23.07	25.03	19.05	13.05	25.08	02.06	29.04	Mehrere
90-Perzentil	2,9	2,8	2,9	3,2	3,2	2,8	3,2	3,1	3,4	3,0
50-Perzentil	2,3	2,3	2,3	2,8	2,6	2,1	2,7	2,6	2,5	2,5
10-Perzentil	1,7	1,7	1,7	2,3	2,0	1,7	2,1	2,1	1,9	2,0
Minimalwert	1,5	1,5	1,3	2,2	1,8	1,2	1,8	1,8	1,5	1,9
Datum des Min.	11.02	29.12	Mehrere	17.03	11.02	Mehrere	Mehrere	11.02	Mehrere	Mehrere

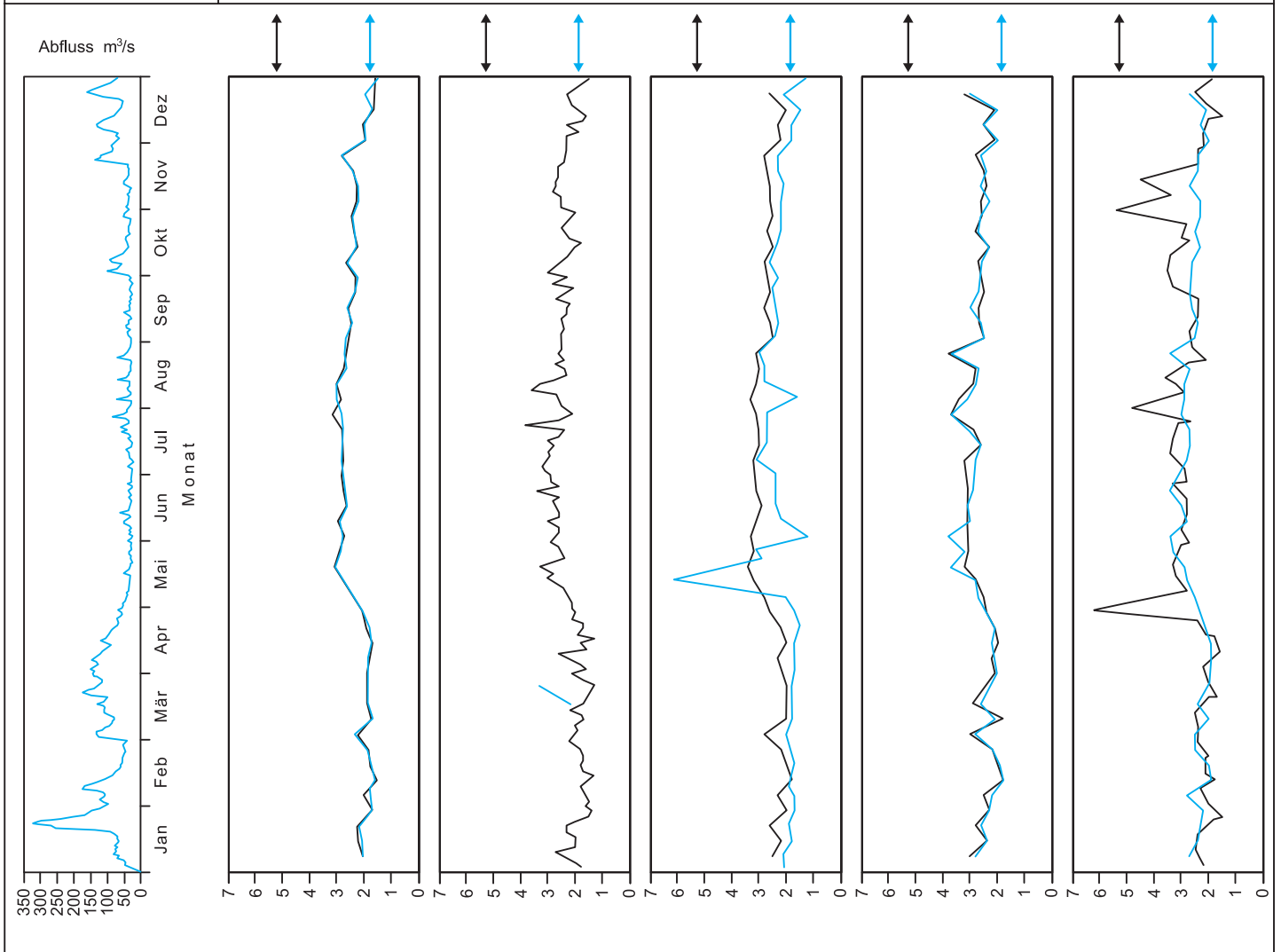


Bild 26.16: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.16: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm

Einheit: 1/m

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	49	50	124	3	48	52	48	48	67	48
Arith. Jahresmittel	6,2	6,2	5,6	6,0	6,0	6,5	5,8	5,6	6,0	5,7
Geom. Jahresmittel	6,0	6,0	5,5	5,9	5,8	6,3	5,7	5,5	5,8	5,6
Geom. Sommermittel	6,6	6,6	6,0	7,4	6,4	7,1	6,0	5,8	6,2	6,1
Geom. Wintermittel	5,5	5,5	4,9	5,2	5,3	5,6	5,4	5,1	5,5	5,2
Maximalwert	9,4	13,0	7,7	7,4	8,0	10,0	9,8	9,5	12,2	8,1
Datum des Max.	28.07	24.11	13.06	13.08	28.07	29.07	25.08	25.08	31.07	25.08
90-Perzentil	7,5	7,6	6,9	7,2	7,3	8,3	7,6	7,0	7,2	7,1
50-Perzentil	6,3	6,3	5,6	6,5	6,1	6,6	5,5	5,4	5,8	5,6
10-Perzentil	4,4	4,3	4,1	4,7	4,3	5,1	4,2	4,3	4,6	4,5
Minimalwert	4,0	3,8	3,7	4,2	3,8	1,6	4,0	3,8	4,0	3,9
Datum des Min.	Mehrere	29.12	29.12	13.02	11.02	30.12	Mehrere	15.12	Mehrere	15.12

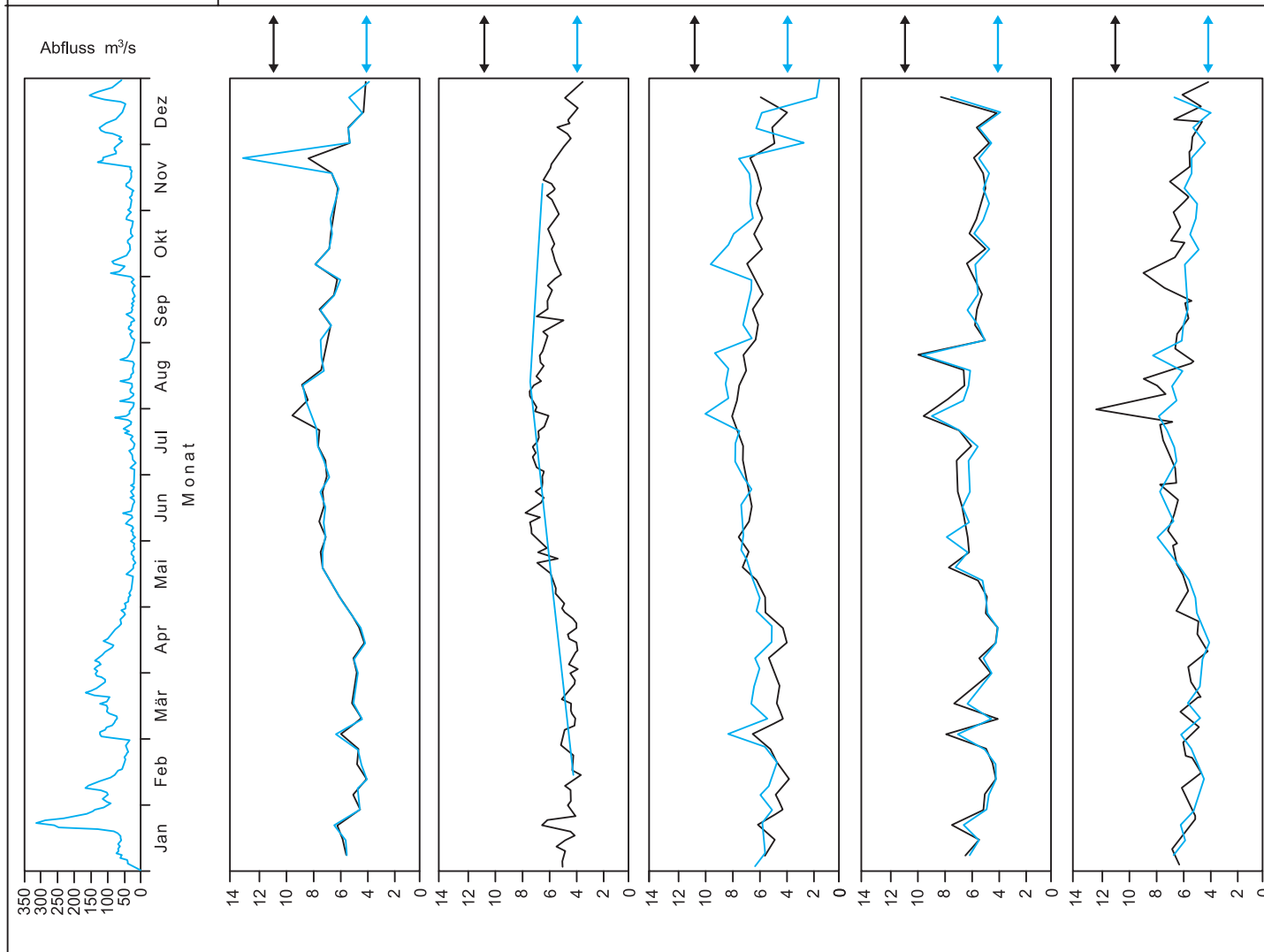


Bild 26.17: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.17: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm

Einheit: 1/m

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			124			52			55	
Arith. Jahresmittel			0,32			0,43			0,37	
Geom. Jahresmittel			0,31			0,41			0,36	
Geom. Sommermittel			0,34			0,46			0,38	
Geom. Wintermittel			0,27			0,36			0,34	
Maximalwert			0,50			1,10			0,90	
Datum des Max.			Mehrere			29.07			31.07	
90-Perzentil			0,40			0,60			0,50	
50-Perzentil			0,30			0,40			0,40	
10-Perzentil			0,20			0,30			0,30	
Minimalwert			0,20			0,20			0,20	
Datum des Min.			Mehrere			Mehrere			Mehrere	

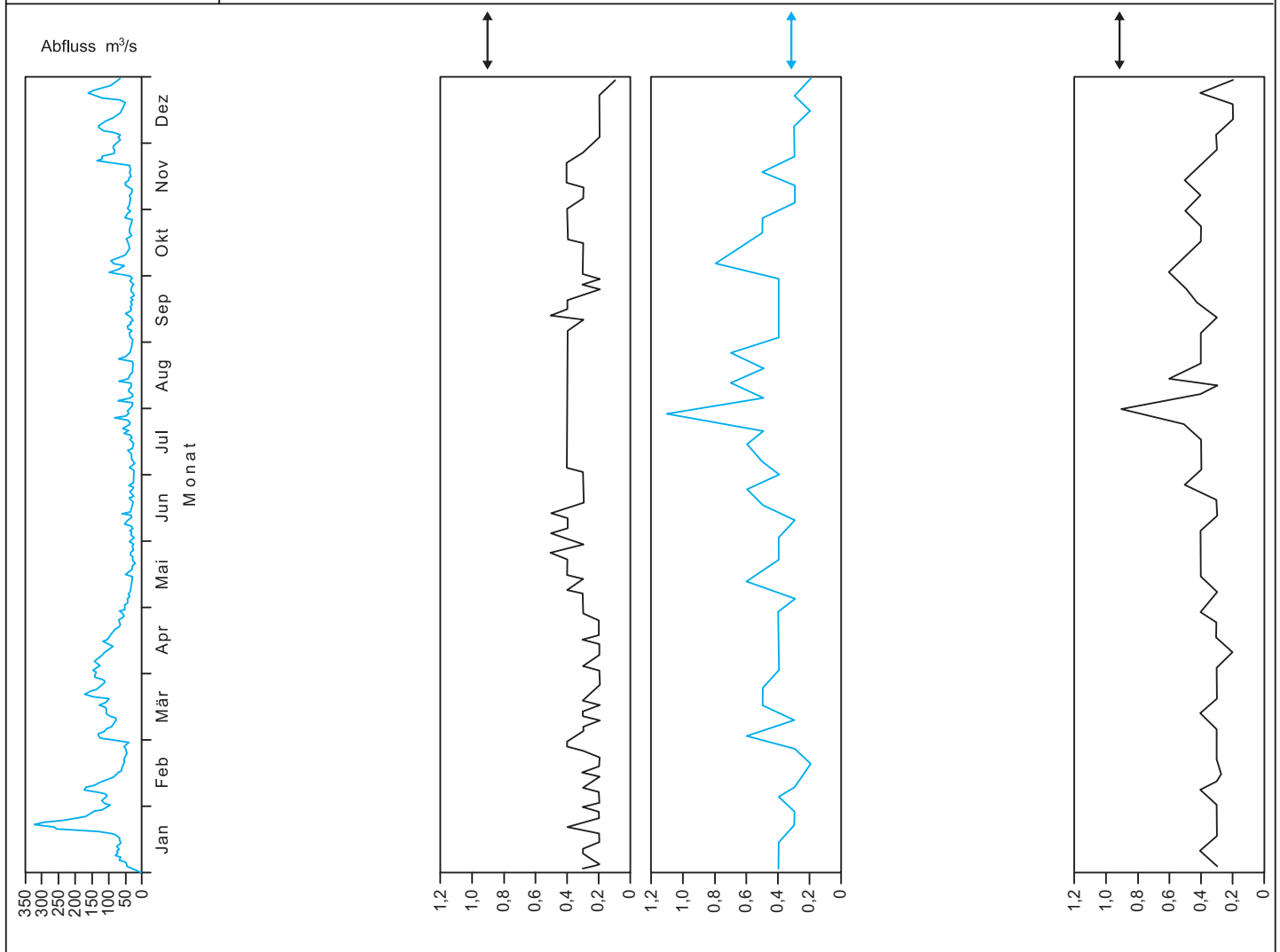


Bild 26.18: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.18: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ammonium

Einheit: mg/l

Zielwert: 0,6 mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	49	50	124	5	48	52	48	48	66	48
Arith. Jahresmittel	0,07	0,09	0,04	0,07	< 0,05	0,06	0,06	0,08	0,07	0,10
Geom. Jahresmittel	0,06	0,08	0,03	0,07	< 0,05	0,05	< 0,05	0,06	0,05	0,08
Geom. Sommermittel	0,07	0,08	0,03	0,08	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05	0,03	0,09
Geom. Wintermittel	0,06	0,07	0,04	0,06	< 0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,07
Maximalwert	0,24	0,24	0,12	0,08	0,19	0,12	0,20	0,20	0,24	0,25
Datum des Max.	19.05	19.05	19.05	13.08	22.12	22.01	07.01	19.05	29.04	06.10
90-Perzentil	0,13	0,13	0,07	0,08	0,07	0,10	0,12	0,16	0,13	0,16
50-Perzentil	0,06	0,08	0,04	0,07	< 0,05	0,06	0,06	0,07	0,05	0,10
10-Perzentil	0,03	0,03	< 0,03	0,05	< 0,05	0,03	< 0,05	< 0,05	0,02	< 0,05
Minimalwert	0,02	0,03	< 0,03	0,05	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,05
Datum des Min.	Mehrere	Mehrere	Mehrere	25.03	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

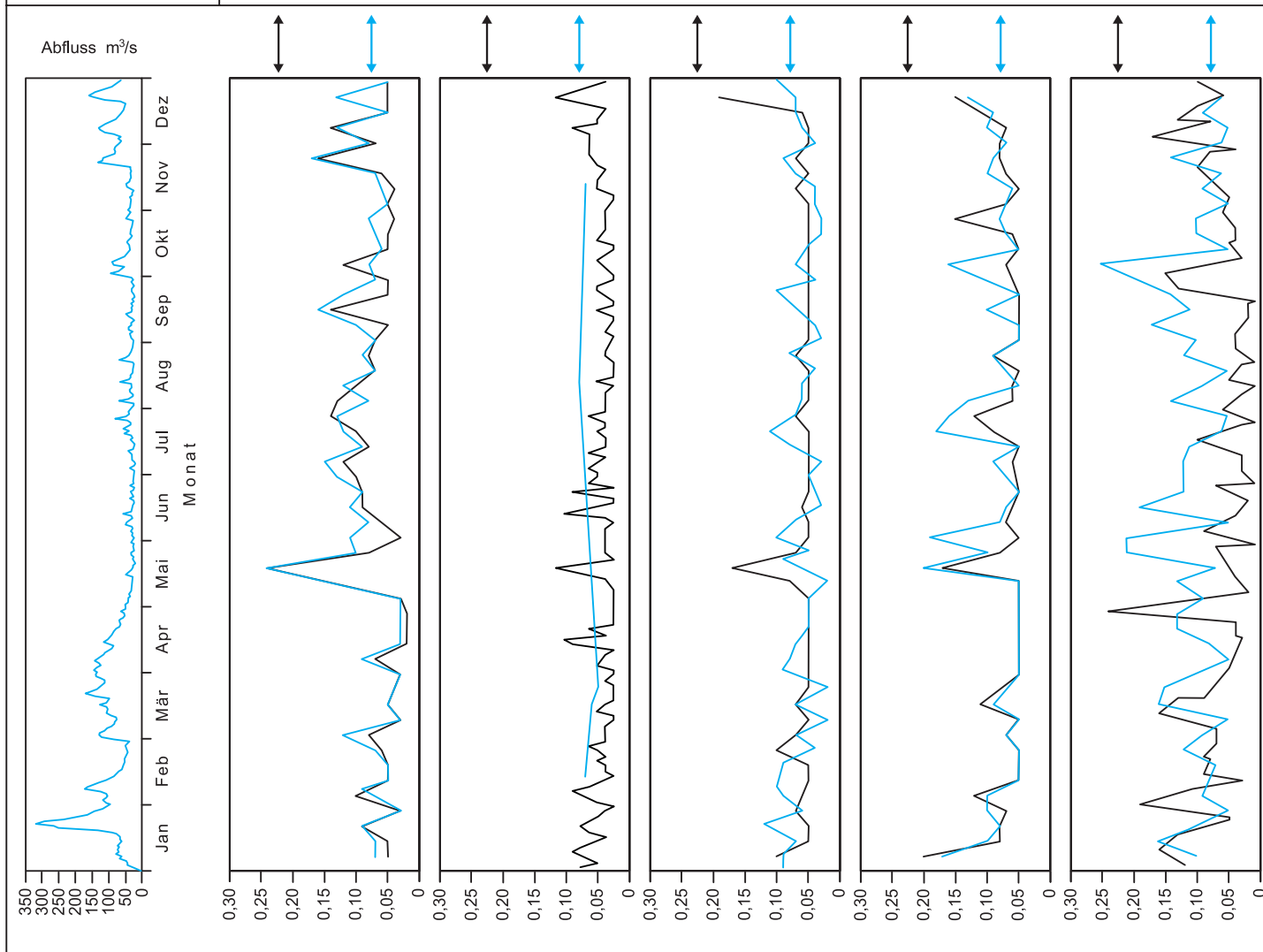


Bild 26.19: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.19: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitrat
Zielwert: 25 mg/l

Einheit: mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	49	50	124	3	48	52	48	48	67	48
Arith. Jahresmittel	13	14	13	13	14	13	15	15	13	14
Geom. Jahresmittel	13	13	13	13	14	13	15	15	13	13
Geom. Sommermittel	12	12	12	10	13	12	14	14	12	12
Geom. Wintermittel	15	15	15	14	15	14	16	16	14	15
Maximalwert	18	18	17	15	18	17	19	18	16	16
Datum des Max.	25.02	07.01	Mehrere	13.02	Mehrere	19.02	18.02	Mehrere	Mehrere	08.12
90-Perzentil	16	16	16	14	16	16	17	17	15	15
50-Perzentil	14	14	14	13	14	13	15	15	14	13
10-Perzentil	11	11	11	11	12	10	12	13	11	12
Minimalwert	9	10	10	10	11	9	12	12	10	10
Datum des Min.	30.06	30.06	Mehrere	13.08	04.08	02.06	25.08	07.07	30.10	07.07

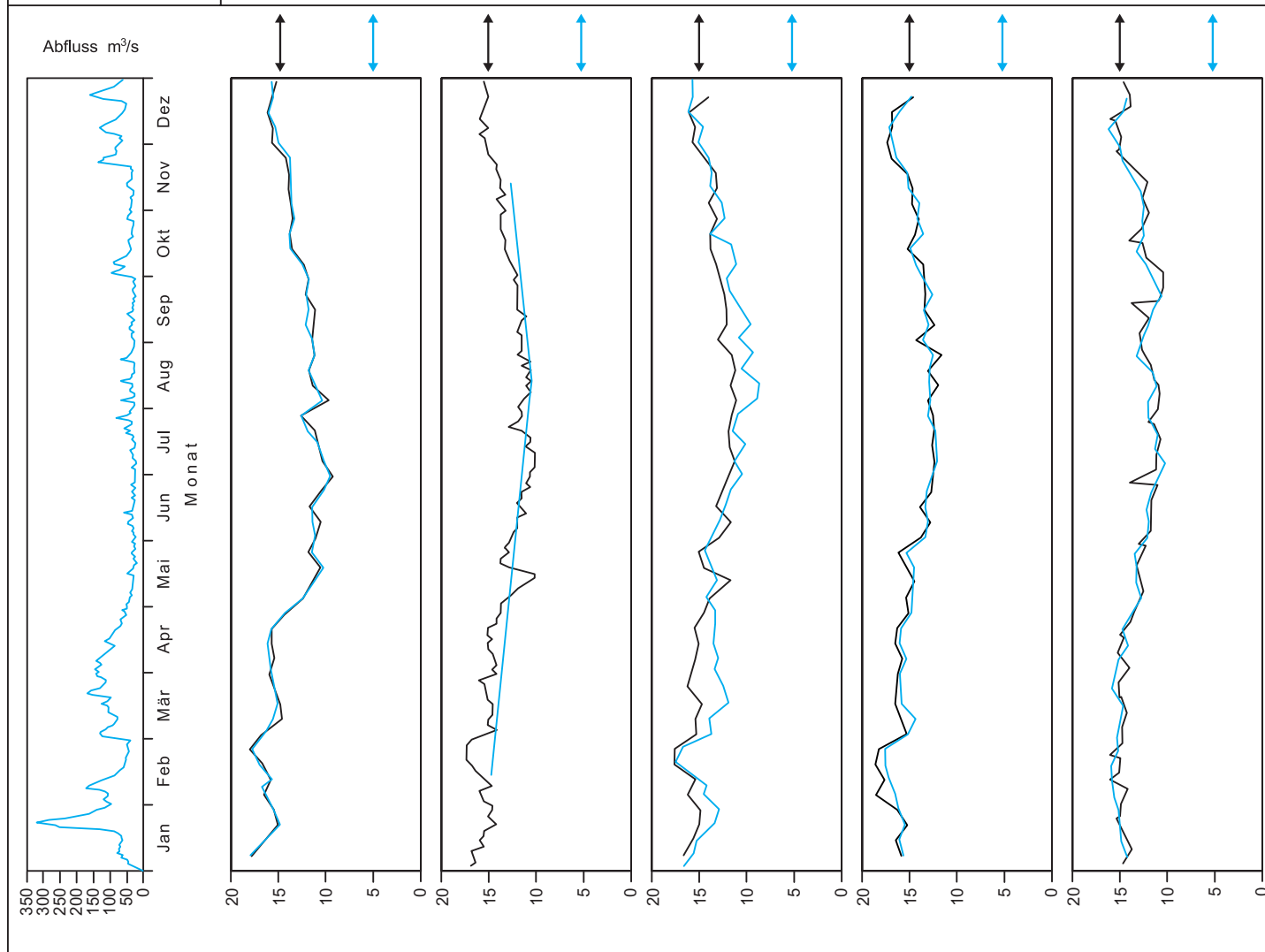


Bild 26.20: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 26.20: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gesamtes gelöstes Phosphat

Einheit: mg/l

Zielwert: 0,5 mg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	4	4	123		48	52	48	48	64	48
Arith. Jahresmittel	0,22	0,20	0,18		0,19	0,13	0,18	0,18	0,12	0,15
Geom. Jahresmittel	0,20	0,18	0,17		0,18	0,08	0,18	0,17	0,11	0,14
Geom. Sommermittel	0,16	0,15	0,17		0,18	0,06	0,18	0,17	0,10	0,13
Geom. Wintermittel	0,25	0,23	0,16		0,17	0,14	0,18	0,17	0,13	0,15
Maximalwert	0,29	0,26	0,29		0,28	0,30	0,31	0,28	0,32	0,25
Datum des Max.	04.08	03.11	13.08		Mehrere	12.08	27.10	Mehrere	17.10	Mehrere
90-Perzentil	0,29	0,26	0,25		0,25	0,24	0,25	0,26	0,18	0,21
50-Perzentil	0,26	0,22	0,19		0,18	0,15	0,18	0,18	0,12	0,15
10-Perzentil	0,13	0,12	0,10		0,12	< 0,06	0,12	0,12	0,07	0,09
Minimalwert	0,09	0,09	< 0,05		0,06	< 0,06	0,09	0,09	0,04	0,03
Datum des Min.	05.05	05.05	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	27.06	22.09

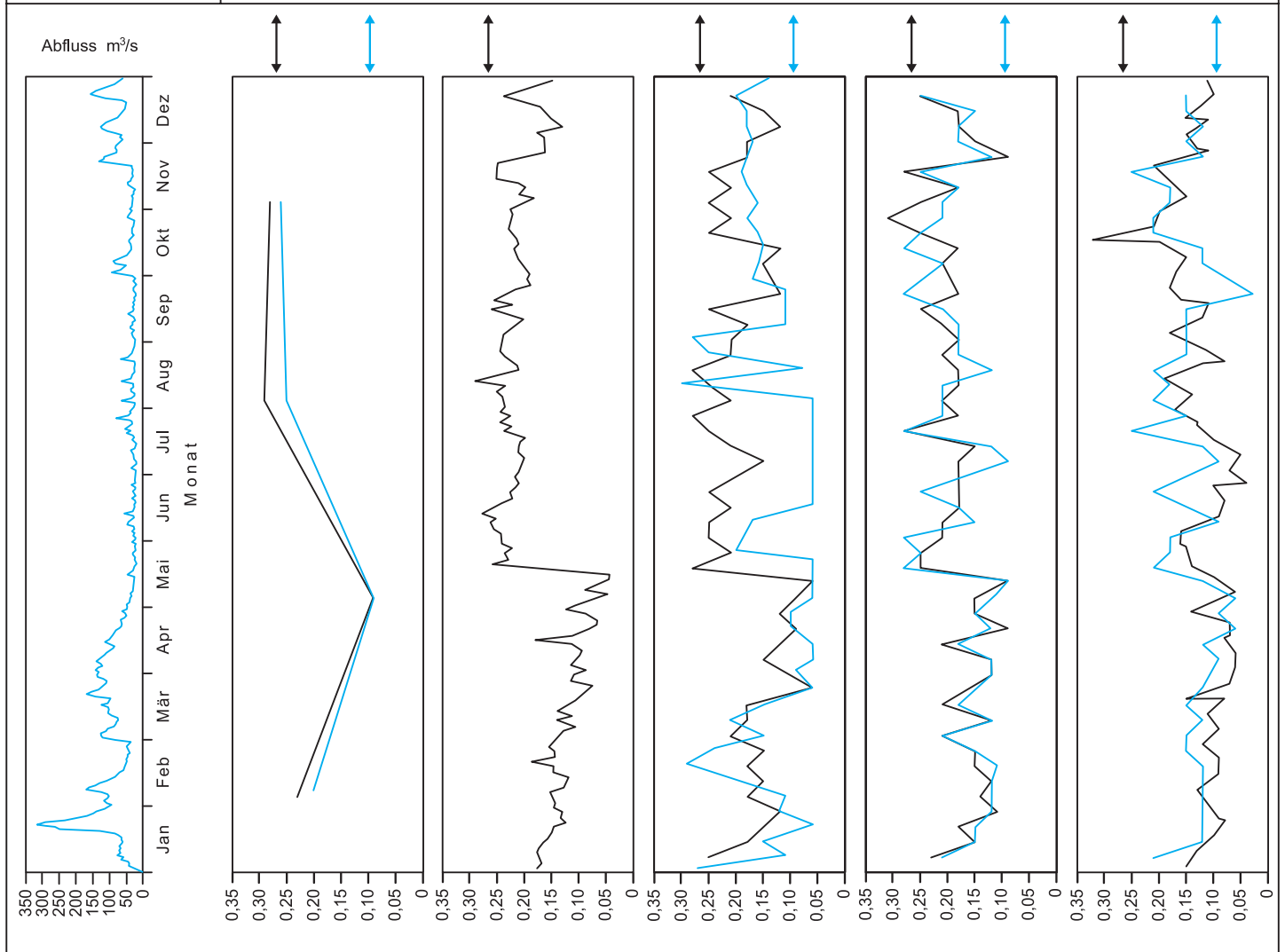


Bild 26.21: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.21: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Cadmium

Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	124		26	52	26	26	25	26
Arith. Jahresmittel	0,12	0,12	0,09		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Jahresmittel	0,10	0,11	0,09		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Sommermittel	0,14	0,14	0,10		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Geom. Wintermittel	< 0,10	< 0,10	0,07		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Maximalwert	0,25	0,19	0,33		< 0,30	0,30	< 0,30	< 0,30	0,10	< 0,30
Datum des Max.	02.06	02.06	23.07		Mehrere	08.09	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil	0,17	0,17	0,13		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
50-Perzentil	0,12	0,12	0,08		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
10-Perzentil	< 0,10	0,10	0,06		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Minimalwert	< 0,10	< 0,10	< 0,05		< 0,30	< 0,20	< 0,30	< 0,30	< 0,10	< 0,30
Datum des Min.	Mehrere	07.01	26.11		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

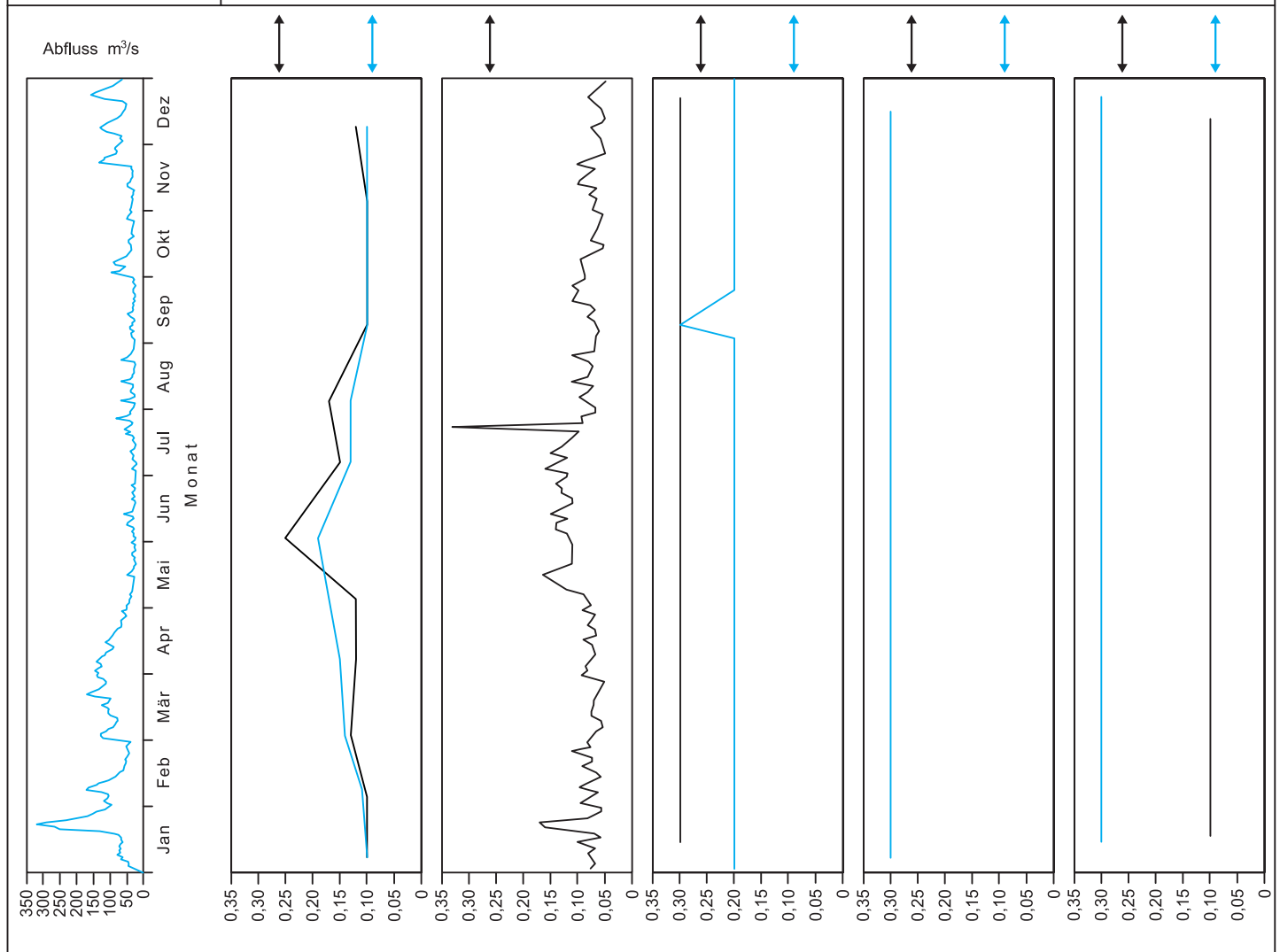


Bild 26.22: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.22: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chrom

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	14	14	124		26	52	26	26	14	26
Arith. Jahresmittel	1,4	1,3	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Geom. Jahresmittel	1,2	1,2	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Geom. Sommermittel	1,3	1,2	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Geom. Wintermittel	1,1	1,1	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Maximalwert	3,0	3,0	4,5		< 2,0	3,9	3,0	3,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Max.	04.08	04.08	23.01		Mehrere	13.05	Mehrere	05.05	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil	2,5	2,1	1,5		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
50-Perzentil	1,1	1,1	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
10-Perzentil	0,7	0,7	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Minimalwert	0,6	0,7	< 1,0		< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Min.	03.11	Mehrere	Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

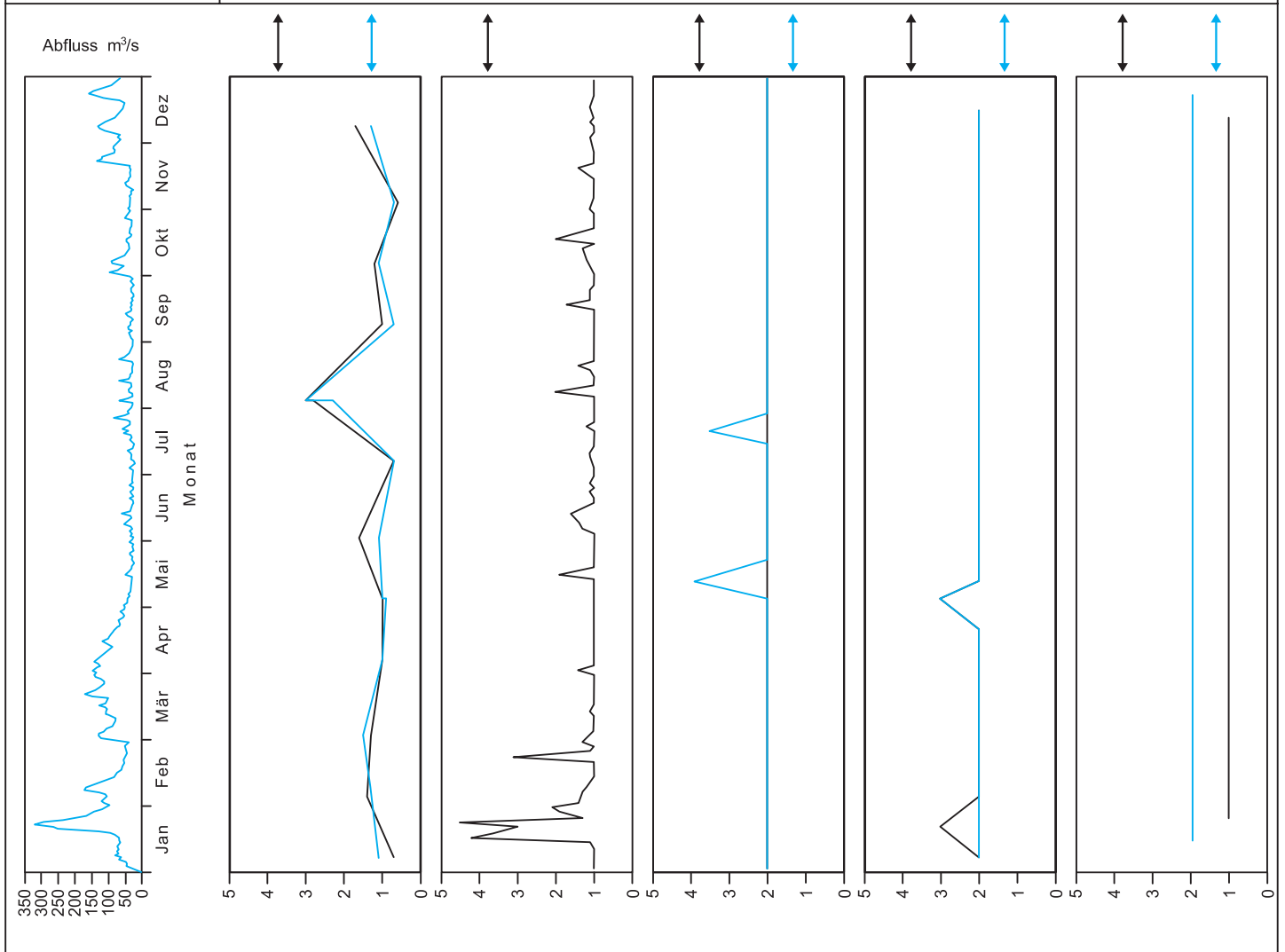


Bild 26.23: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.23: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nickel
Zielwert: 10 µg/l

Einheit: µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	12	12	124		26	52	26	26	26	26
Arith. Jahresmittel	3,9	4,0	2,9		3,3	2,5	3,4	3,0	1,5	2,4
Geom. Jahresmittel	3,8	3,9	2,8		3,2	2,1	3,2	2,7	1,2	2,2
Geom. Sommermittel	4,4	4,4	3,1		3,6	2,2	3,0	2,8	1,2	2,4
Geom. Wintermittel	3,3	3,4	2,5		2,9	2,1	3,5	2,7	1,2	2,1
Maximalwert	6,1	6,1	7,4		5,0	5,7	5,0	5,0	3,0	4,0
Datum des Max.	02.06	02.06	07.11		13.05	Mehrere	Mehrere	10.11	Mehrere	Mehrere
90-Perzentil	5,5	5,4	3,8		4,0	3,8	4,0	4,0	2,2	3,0
50-Perzentil	3,7	3,8	2,9		3,0	2,7	3,0	3,0	1,7	2,0
10-Perzentil	2,9	2,9	2,1		3,0	< 2,0	3,0	2,0	< 1,0	2,0
Minimalwert	2,8	2,7	1,0		2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0
Datum des Min.	07.04	07.04	Mehrere		Mehrere	Mehrere	07.04	Mehrere	Mehrere	Mehrere

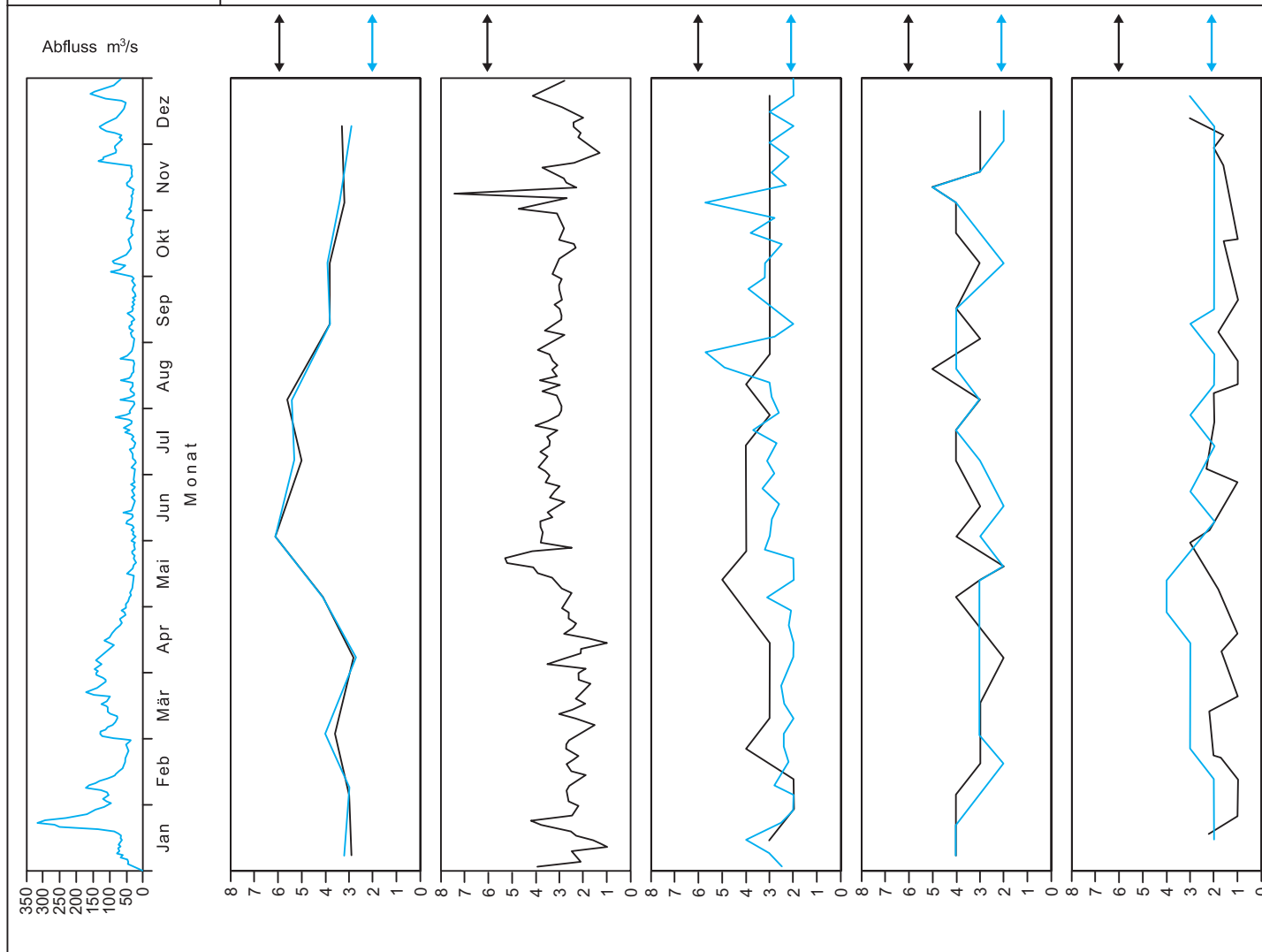


Bild 26.24: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
Fig. 26.24: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Gelöstes Mangan

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			124		48	52	48	48	30	48
Arith. Jahresmittel			15		13	23	14	13	27	13
Geom. Jahresmittel			12		10	16	12	12	25	11
Geom. Sommermittel			< 10		7	17	9	10	24	11
Geom. Wintermittel			18		14	16	16	14	26	12
Maximalwert			48		29	98	24	21	53	30
Datum des Max.			01.02		07.01	22.04	05.05	07.01	06.11	01.09
90-Perzentil			28		21	47	21	17	36	21
50-Perzentil			14		12	20	14	13	26	12
10-Perzentil			< 10		5	< 10	6	7	13	6
Minimalwert			< 10		< 2	< 10	3	4	10	3
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	22.09	11.08	11.02	21.01

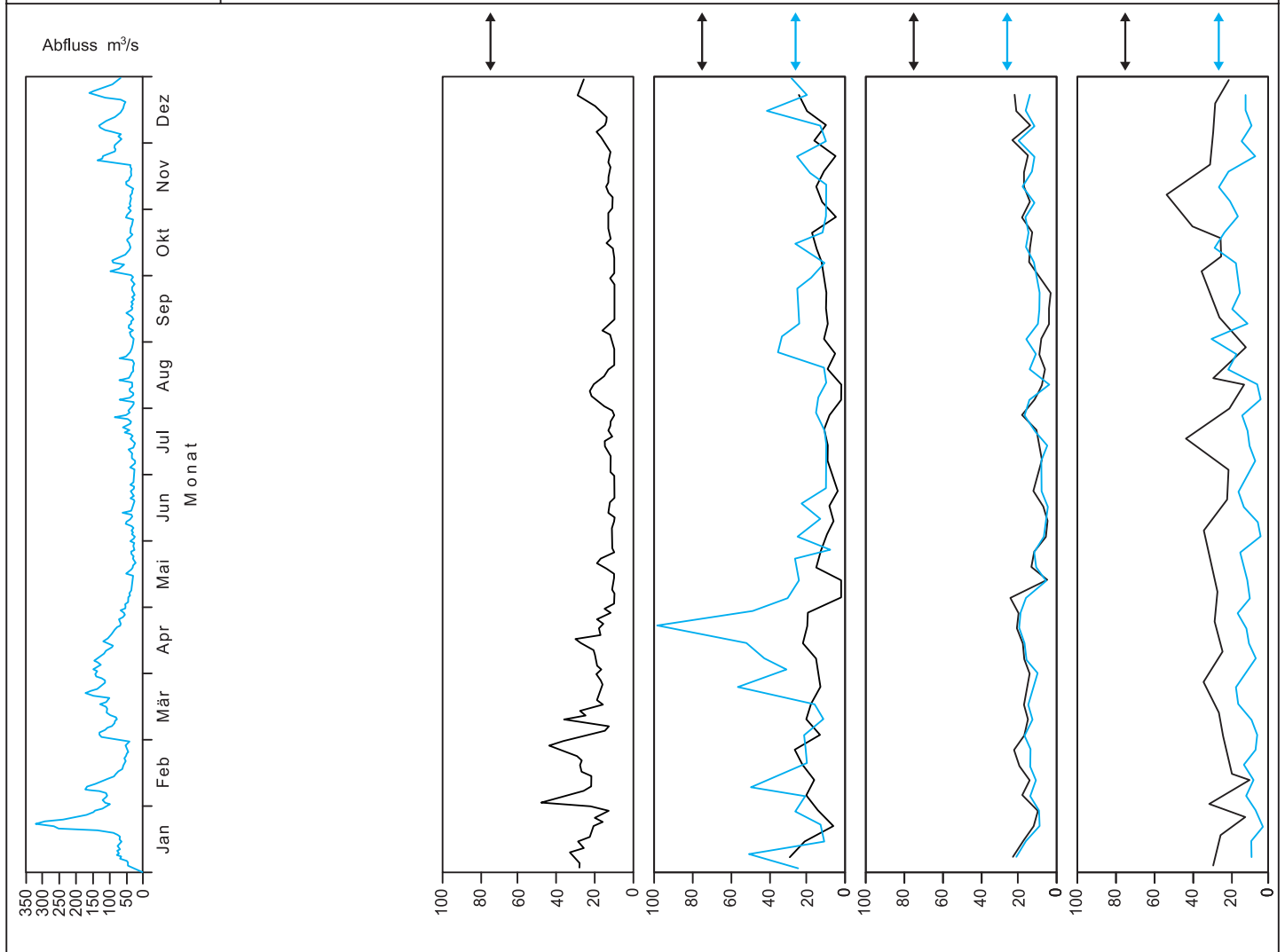


Bild 26.25: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.25: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Chlorid

Einheit: mg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	49	50	124	5	48	52	48	48	67	48
Arith. Jahresmittel	45	46	41	36	32	31	32	28	23	23
Geom. Jahresmittel	43	44	39	33	31	30	31	28	23	22
Geom. Sommermittel	50	51	44	45	34	33	33	29	24	23
Geom. Wintermittel	37	37	34	31	28	28	29	26	22	21
Maximalwert	79	73	71	56	44	42	53	40	35	31
Datum des Max.	30.06	30.06	25.06	12.11	23.06	17.06	26.05	22.09	27.03	26.05
90-Perzentil	62	65	55	52	40	39	42	36	28	27
50-Perzentil	45	45	42	28	32	33	32	28	23	22
10-Perzentil	28	28	24	24	23	21	22	20	17	17
Minimalwert	21	20	17	22	16	17	17	16	13	15
Datum des Min.	28.01	28.01	25.01	13.02	21.01	Mehrere	21.01	21.01	25.01	Mehrere

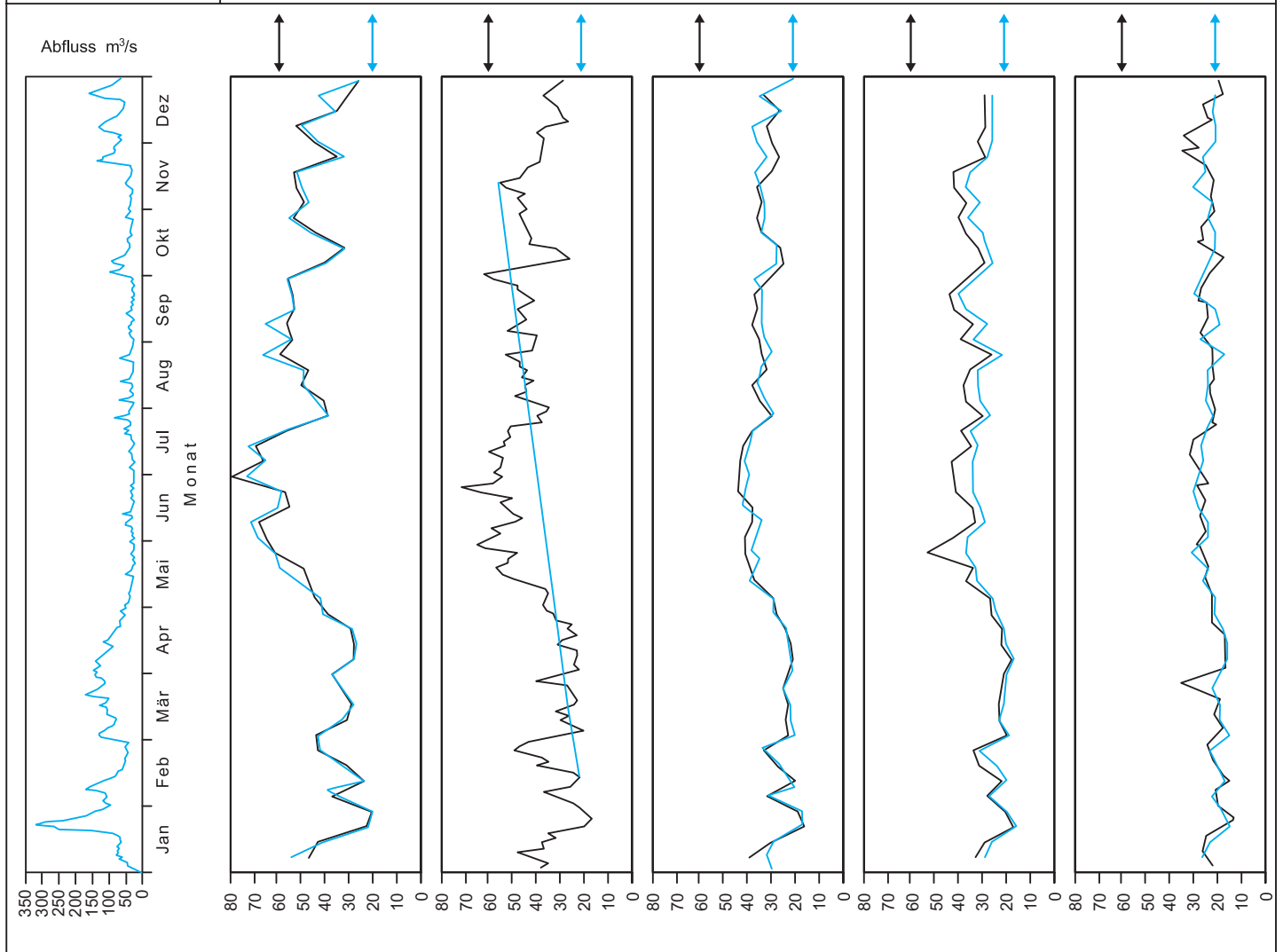


Bild 26.26: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.26: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)

Einheit: µg/l

Zielwert:

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			123		26		48	48	14	48
Arith. Jahresmittel			6,8		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Jahresmittel			5,3		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Sommermittel			6,5		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Geom. Wintermittel			< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Maximalwert			17,0		21,0		18,0	18,0	11,0	27,0
Datum des Max.			21.07		15.09		28.07	25.08	28.11	04.08
90-Perzentil			12,0		< 10,0		11,0	10,6	< 10,0	11,9
50-Perzentil			7,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
10-Perzentil			< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Minimalwert			< 5,0		< 10,0		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

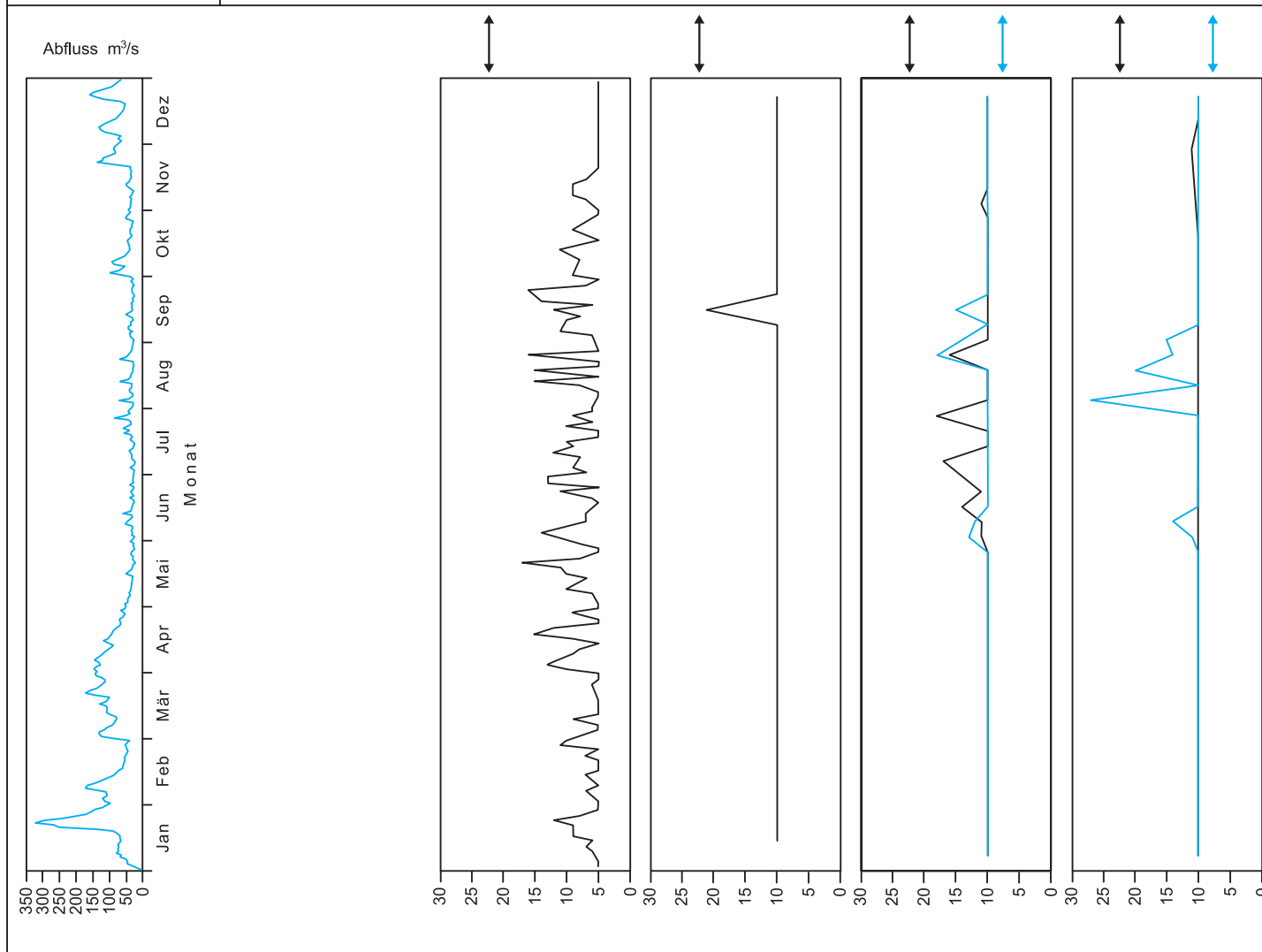


Bild 26.27: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.27: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Tetrachlorethen

Einheit: µg/l

Zielwert: 1 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			29		26	52	48	48	14	48
Arith. Jahresmittel			0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Jahresmittel			0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Sommermittel			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Wintermittel			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Maximalwert			0,03		< 0,10	0,10	0,20	0,30	0,20	0,10
Datum des Max.			22.12		Mehrere	Mehrere	19.05	Mehrere	11.08	Mehrere
90-Perzentil			0,02		< 0,10	< 0,10	0,10	0,13	0,10	< 0,10
50-Perzentil			0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,10	0,10	< 0,10
10-Perzentil			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Minimalwert			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

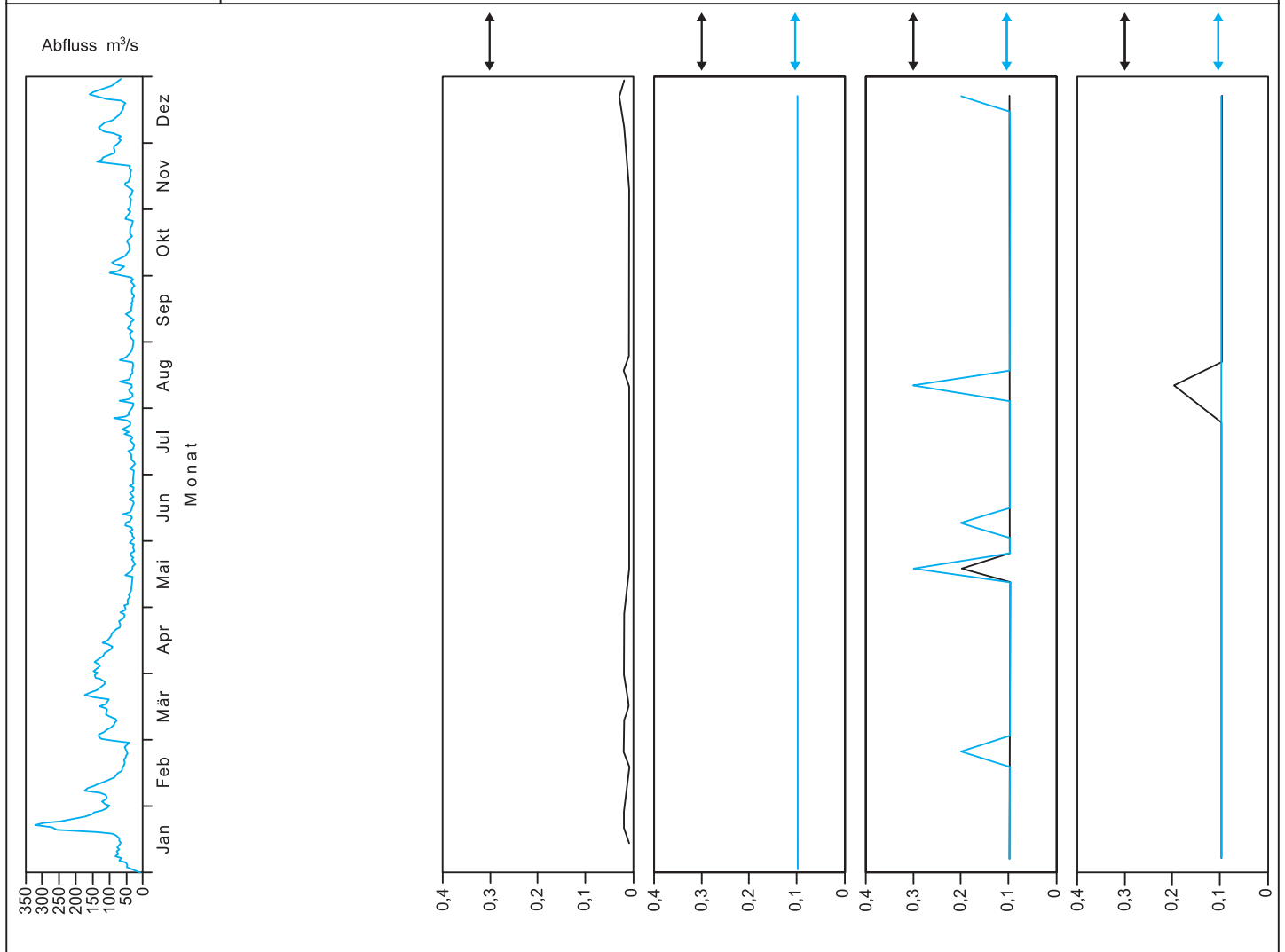


Bild 26.28: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.28: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Trichlorethen

Einheit: $\mu\text{g/l}$

Zielwert: 1 $\mu\text{g/l}$

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte			29		26	52	48	48	14	48
Arith. Jahresmittel			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Jahresmittel			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Sommermittel			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Geom. Wintermittel			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Maximalwert			< 0,01		< 0,10	< 0,10	0,10	0,10	< 0,10	0,10
Datum des Max.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	07.01	07.01	Mehrere	07.01
90-Perzentil			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
50-Perzentil			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
10-Perzentil			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Minimalwert			< 0,01		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Datum des Min.			Mehrere		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

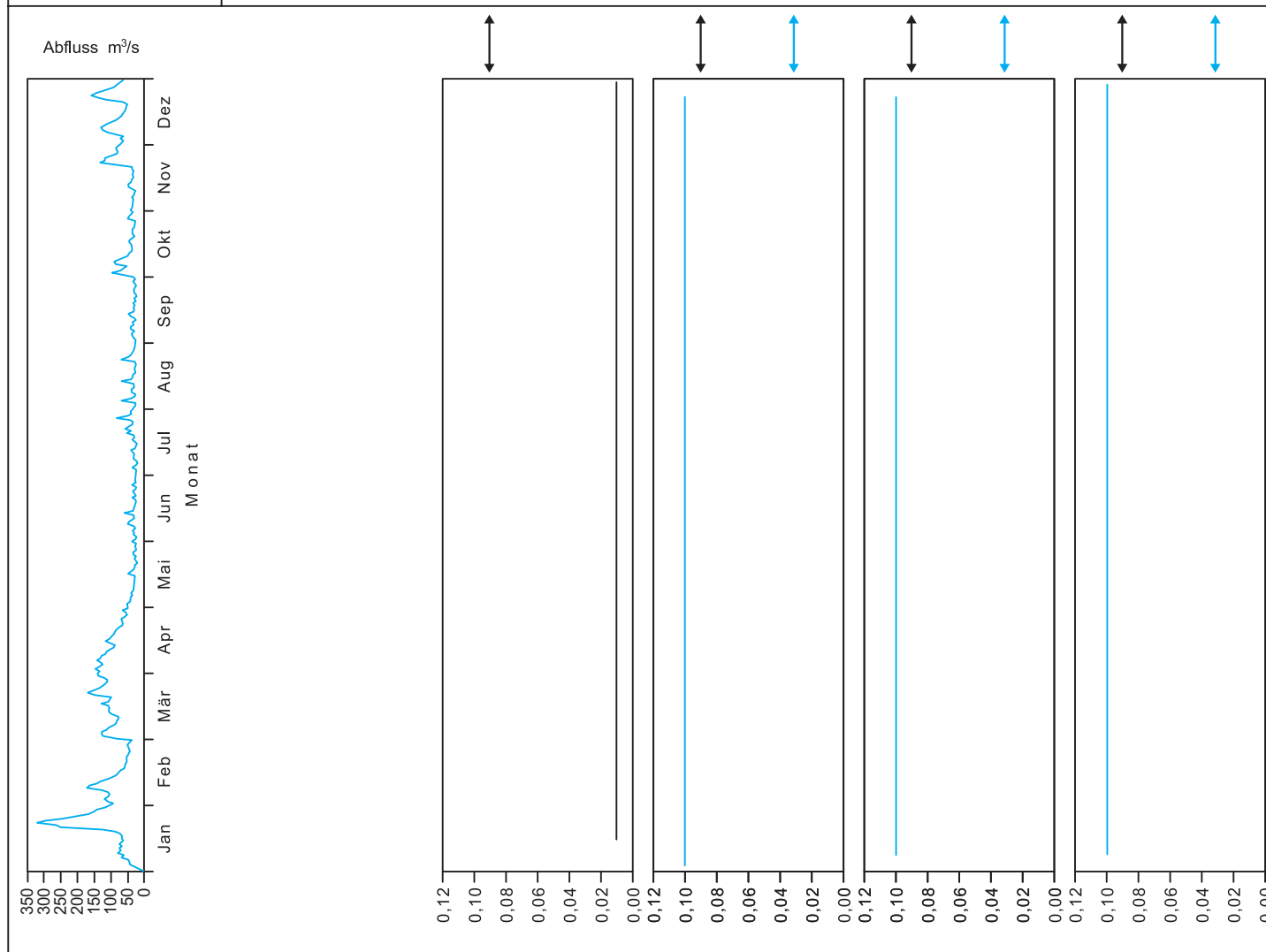


Bild 26.29: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.29: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Diethyltrinitrilopentaessigsäure (DTPA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 10 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	2		51	3	13	11	12	12	9	13
Arith. Jahresmittel	10,8		12,6	12,6	21,8	66,9	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Geom. Jahresmittel	10,8		11,1	12,0	20,0	60,3	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Geom. Sommermittel	11,1		10,7	15,9	18,4	50,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Geom. Wintermittel	10,5		11,6	10,4	22,0	75,7	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Maximalwert	11,1		33,0	15,9	34,6	151,0	3,0	2,6	2,5	2,7
Datum des Max.	07.04		19.11	14.04	03.11	22.02	10.11	08.09	04.11	03.11
90-Perzentil	11,0		19,0	15,6	32,3	93,0	2,8	< 2,0	2,3	< 2,0
50-Perzentil	10,8		12,0	14,3	23,8	57,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
10-Perzentil	10,6		5,7	8,9	11,6	32,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Minimalwert	10,5		3,7	7,6	7,1	28,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Datum des Min.	06.10		23.01	25.03	07.04	25.04	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

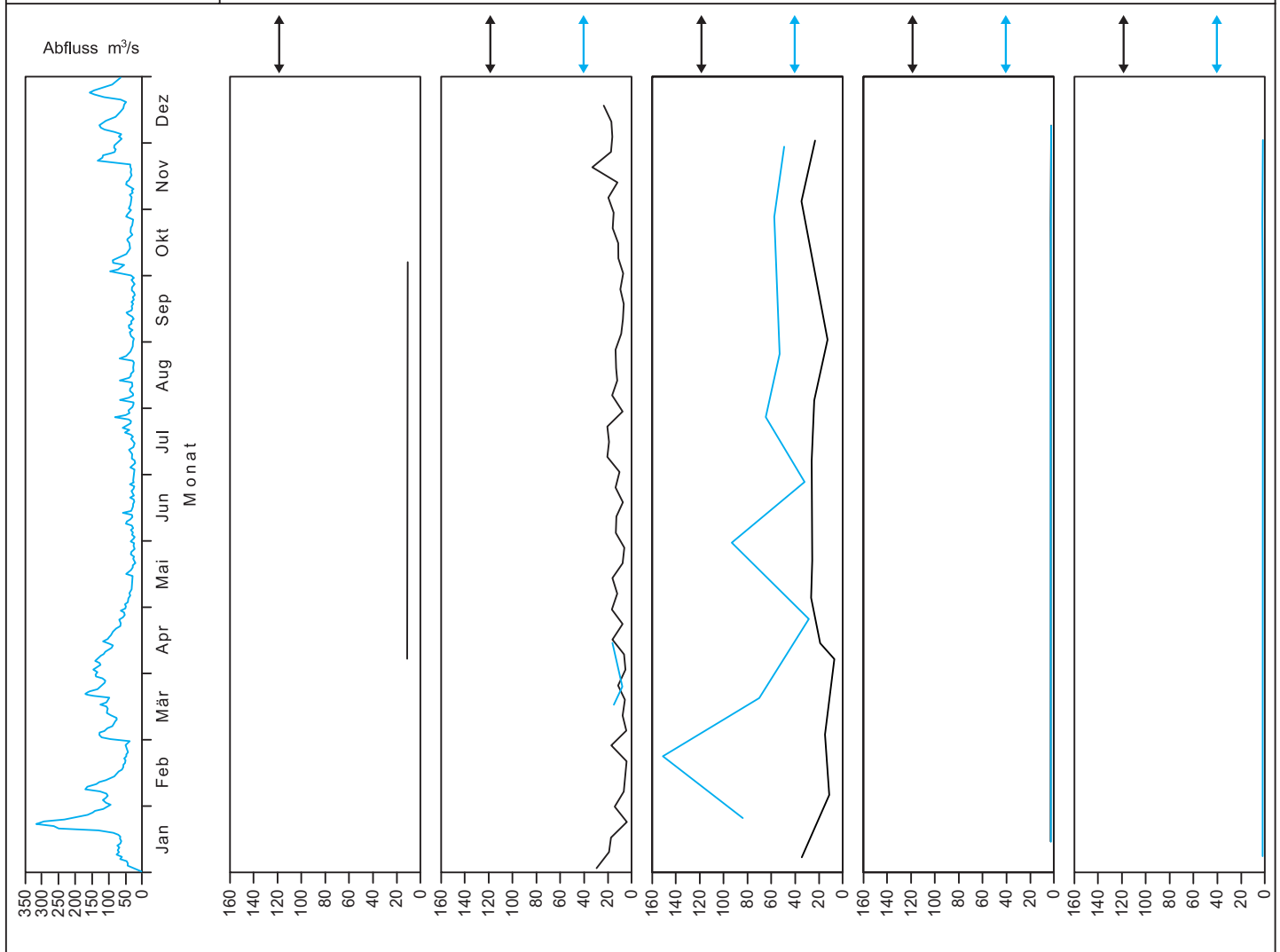


Bild 26.30: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.30: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Ethylendinitrietetraessigsäure (EDTA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 10 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	2		51	3	36	11	36	36	9	36
Arith. Jahresmittel	8,8		10,6	10,4	14,2	24,3	3,5	3,5	3,2	3,5
Geom. Jahresmittel	8,8		9,0	9,1	11,5	21,9	3,2	3,1	2,7	2,9
Geom. Sommermittel	7,8		10,4	16,2	14,0	18,5	3,8	3,9	3,2	3,9
Geom. Wintermittel	9,9		7,7	6,9	9,5	27,0	2,6	2,6	< 2,0	2,2
Maximalwert	9,9		23,0	16,2	36,4	38,0	8,6	10,0	7,4	13,2
Datum des Max.	06.10		Mehrere	14.04	26.05	26.09	19.05	19.05	15.05	13.05
90-Perzentil	9,7		17,0	15,1	27,4	36,0	5,6	5,1	4,3	5,6
50-Perzentil	8,8		9,4	10,7	12,2	24,0	3,0	3,1	3,0	2,8
10-Perzentil	8,0		4,5	5,7	4,6	10,0	2,0	2,0	< 2,0	1,4
Minimalwert	7,8		< 2,0	4,4	4,0	8,9	1,2	1,2	< 2,0	1,1
Datum des Min.	07.04		23.01	25.03	Mehrere	25.08	11.02	11.02	11.02	Mehrere

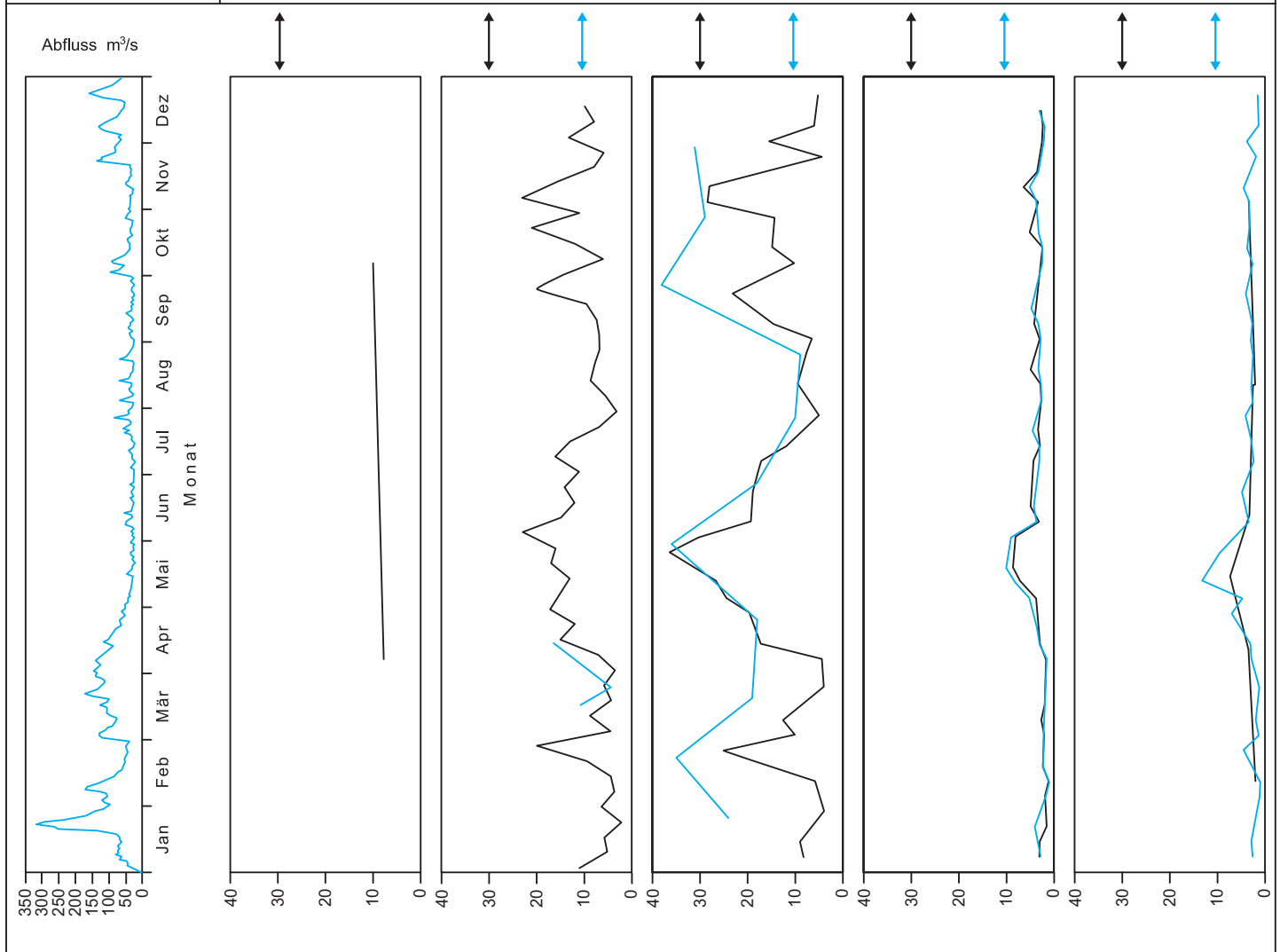


Bild 26.31: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.31: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Kenngröße: Nitritriessigsäure (NTA)

Einheit: µg/l

Zielwert: 10 µg/l

Probenahmestelle Ruhr-km	Styrum 11,35	Kettwig 23,47	Rellingh. 42,76	Stiepel 62,65	Witten 71,91	Hengstey 88,75	Westhof. 95,15	Hengsen 108,39	Warmen 121,17	Echthau. 128,31
Anzahl der Werte	2		51	3	36	11	36	36	9	36
Arith. Jahresmittel	1,6		< 2,0	< 1,0	1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0
Geom. Jahresmittel	1,6		< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0
Geom. Sommermittel	1,3		< 2,0	< 1,0	1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0
Geom. Wintermittel	1,9		< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0
Maximalwert	1,9		6,4	1,2	2,6	3,4	6,0	3,1	< 2,0	4,4
Datum des Max.	06.10		02.01	17.03	09.06	27.10	10.03	10.03	Mehrere	14.01
90-Perzentil	1,8		< 2,0	1,0	2,0	2,7	1,6	1,4	< 2,0	1,7
50-Perzentil	1,6		< 2,0	< 1,0	1,1	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0
10-Perzentil	1,4		< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0
Minimalwert	1,3		< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0
Datum des Min.	07.04		Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere	Mehrere

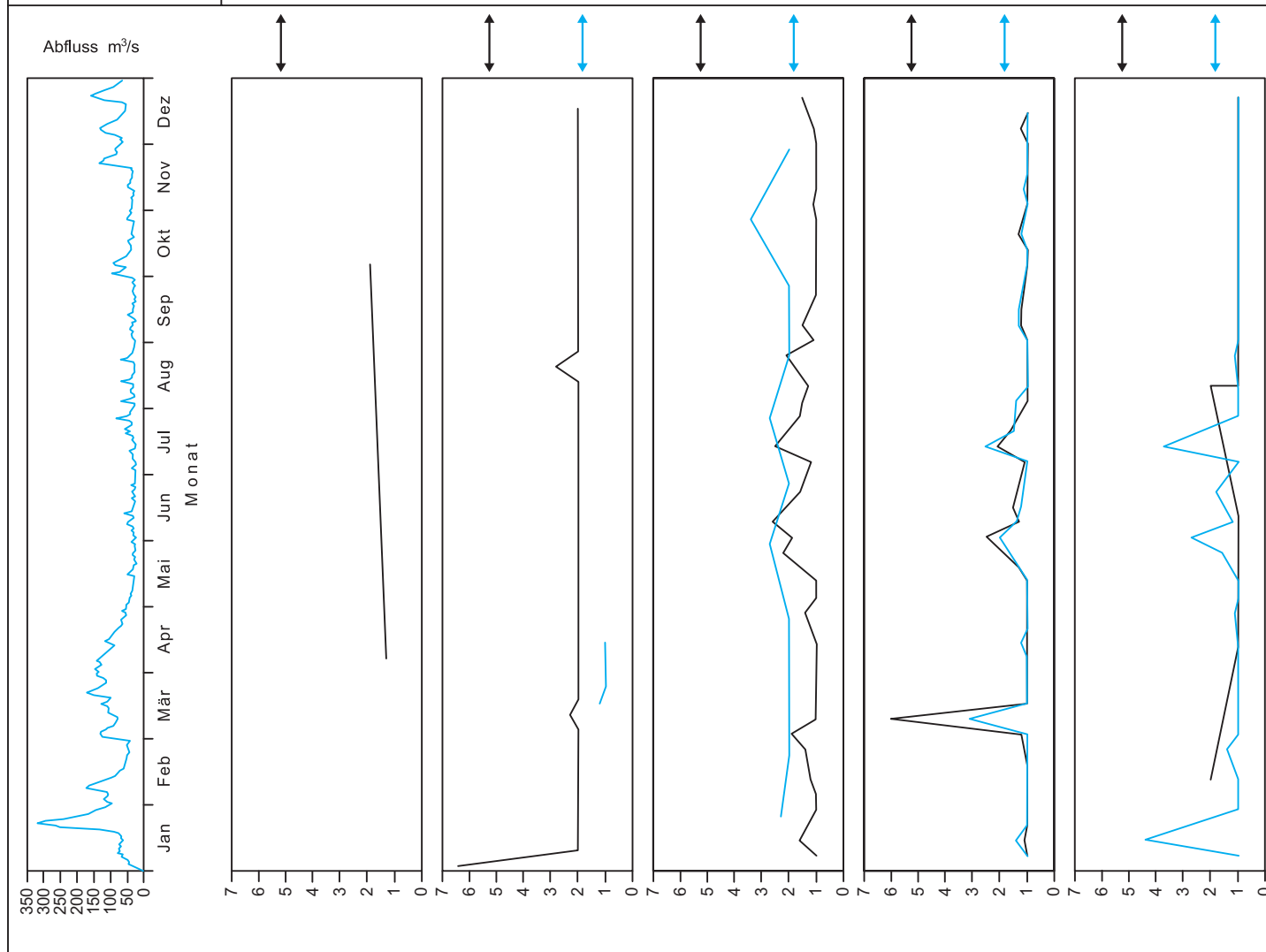


Bild 26.32: Analysenstatistik verschiedener Kenngrößen im Ruhrwasser
 Fig. 26.32: Statistics of selected quality parameters in Ruhr water

Tabelle 26.5: Im Ruhrwasser bestimmte PSM und Überschreitungen der Trinkwassergrenze von 100 ng/l bzw. der Zielwerte von 50 ng/l
 Table 26.5: Pesticides in Ruhr water and transgressions of the standard for drinking water of 100 ng/l and the objective of 50 ng/l respectively

Kenngröße	Zahl der ausgewerteten Analysen	Zahl der Proben mit positivem Befund	Anteil der Proben mit positivem Befund %	Zahl der Proben mit Werten > 100 ng/l	Anteil der Proben mit Werten > 100 ng/l %	Zahl der Proben mit Werten > 50 ng/l	Anteil der Proben mit Werten > 50 ng/l %	Überschreitung des 90-Perzentils	Maximalwert ng/l
Atrazin	216	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Bentazon	182	2	1,1	0	0,0	1	0,5	–	60
Bifenox	135	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Bromacil	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 100
Bromoxynil	182	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Carbetamid	212	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Carfentraton-ethyl	137	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Chloridazon	184	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Chlortoluron	216	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Clodinafop	149	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Clopyralid	104	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
2,4-D	180	3	1,7	0	0,0	2	1,1	–	96
Desethylatrazin	216	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Desethylterbutylazin	216	1	0,5	0	0,0	0	0,0	–	31
Desisopropylatrazin	57	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 25
Dichlorprop	104	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Diflufenikan	209	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Dimefuron	216	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Diuron	216	4	1,9	0	0,0	1	0,5	–	51
Ethofumesat	183	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 100
Fenoxaprop	126	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Flufenacet	211	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Fluroxypyr	165	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Flurtamone	211	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Hexazinon	186	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Ioxynil	180	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Isoproturon	216	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
MCPA	181	9	5,0	0	0,0	0	0,0	–	40
Mecoprop	212	13	6,1	0	0,0	1	0,5	–	64
Metamitron	216	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Metazachlor	216	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Methabenzthiazuron	216	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Metolachlor	215	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Metribuzin	137	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Pendimethalin	209	3	1,4	0	0,0	0	0,0	–	17
Phenmedipham	184	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 100
Prosulfocarb	135	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Quinmerac	182	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Simazin	215	0	0,0	0	0,0	0	0,0	–	< 50
Terbutylazin	265	7	2,6	0	0,0	2	0,8	–	74

Messwerte, Tabellen und Diagramme

Tabelle 26.6: Dokumentierte Messgrößen in alphabetischer Reihenfolge
Table 26.6: Testified parameters in alphabetical order

Qualitätsmerkmal	Tabelle/Seite	Diagramm/Seite	Längsprofil/Seite
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)	157	177	156
Ammonium (NH ₄)	147, 157	169	152
Atrazin	183		
Barium (Ba)	157		155
Bentazon	183		
Bifenox	183		
Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB ₅)	157		151
Blei (Pb)	157		153
Borat-Bor (B)	157		152
Bromacil	183		
Bromoxynil	183		
Cadmium (Cd)	147, 157	172	153
Calcium (Ca)	157		154
Carbetamid	183		
Carfentraton-ethyl	183		
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	157		151
Chlorid (Cl)	157	176	155
Chloridazon	183		
Chlorophyll-a	157	163	150
Chlortoluron	183		
Chrom (Cr)	157	173	153
Clodinafop	183		
Clopyralid	183		
Coliforme Bakterien	147, 157	164	150
2,4-D	183		
Desethylatrazin	183		
Desethylterbuthylazin	183		
Desisopropylatrazin	183		
Dichlorprop	183		
Diethylentriethylpentaessigsäure (DTPA)	147, 157	180	156
Diflufenikan	183		
Dimefuron	183		
Diuron	183		
Eisen (Fe)	157		154
Elektrische Leitfähigkeit	157	160	150
Ethofumesat	183		
Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA)	147, 157	181	156, 158
Fenoxaprop	183		
Flufenacet	183		
Fluorid (F)	157		155

Qualitätsmerkmal	Tabelle/Seite	Diagramm/Seite	Längsprofil/Seite
Fluroxypyr	183		
Flurtamone	183		
Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC)	147, 157	166	151
Gelöster Sauerstoff (O ₂)	157	165	151, 158
Gelöstes Eisen (Fe)	157		154
Gelöstes Mangan (Mn)	157	175	154, 158
Gesamtes gelöstes Phosphat (PO ₄)		171	152, 158
Hexazinon	183		
loxynil	183		
Isoproturon	183		
Kalium (K)	157		155
Kupfer (Cu)	157		153
Magnesium (Mg)	157		154
Mangan (Mn)	157		154
MCPA	183		
Mecoprop	183		
Metamitron	183		
Metazachlor	183		
Methabenzthiazuron	183		
Metolachlor	183		
Metribuzin	183		
Natrium (Na)	157		155
Nickel (Ni)	147, 157	174	153, 158
Nitrat (NO ₃) _q	147, 157	170	152, 158
Nitrilotriessigsäure (NTA)	147, 157	182	156
Nitrit (NO ₂)	157		152
Organisch gebundener Stickstoff	157		152
Pendimethalin	183		
Phenmedipham	183		
pH-Wert	157	161	150
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	157		156
Prosulfocarb	183		
Quinmerac	183		
Säurekapazität			
Simazin	183		
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	157	167	151
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm	157	168	151
Sulfat (SO ₄)	157		155
Terbuthylazin	183		
Tetrachlorethen	147	178	
Trichlorethen	147	179	
Trübung	157	162	150
Wassertemperatur	157	159	150
Zink (Zn)	157		153

Abel, B.; Herzberg, A.; Skark, C.; Leifert, I.; Schneider, M.; Werres, G.; Wohnlich, S.; Kehres, B.; Luyten-Naujoks, K.:
„Fachliche Grundlagen zum Einsatz von gütegesicherten Komposten in Wasserschutzgebieten“
"Subject-related basic knowledge for the application of quality-surveyed composts in water protection areas"
(Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (Hrsg.), 1. Jahrgang, Köln, 2008, S.1-39)

Bettzieche, V.:
„Auswertung von Messdaten der Talsperrenüberwachung durch Fachleute verschiedener Disziplinen“
"Evaluation of data from dam monitoring by specialists of different disciplines"
(Vortrag anlässlich des 2. Internationalen Symposiums zur Wasserwirtschaft – Wasser Berlin, April 2009 in Berlin)

Bettzieche, V.:
„Empfehlungen für die Messausstattung von Staudämmen und Stau-mauern – Einführung in die Kapitel 6 und 7 des DWA-Merkblattes 514“
"Recommendations for appropriate monitoring equipment for dams – introduction to chapters 6 and 7 of the DWA Guideline 514"
(Vortrag anlässlich der DWA-Seminare zur Bauwerksüberwachung von Talsperren am 12. November 2008 in Erfurt und am 27. und 28. April 2009 in Fulda)

Bode, H.:
„...den Stoffen auf der Spur“
"...tracing micropollutants"
(Editorial für die Zeitschrift GWf Wasser Abwasser, Heft 9/S. 625, 149. Jahrgang, Oldenbourg Industrieverlag, München, ISSN 0016-3651)

Bode, H.:
„Einfluss von Spurenstoffdiskussion und PFT-Skandal auf die Gesellschaft und die Siedlungswasserwirtschaft“
"The discussion about micropollutants and the PFOS/PFOA scandal: Impacts on the society and the sanitary environmental engineering"
(Schriftenreihe des Fachgebiets der Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Universität Berlin, Berlin Eigenverlag, 2008, ISBN: 978-3-936812-26-8)

Bode, H.:
„Wasserknappheit, Wasserüberfluss - was ist das Gebot der Stunde?“
"Scarcity or abundance of water - what needs to be done?"
(Vortrag anlässlich einer Fachdiskussion der SPD-Fraktion beim Regionalrat der Bezirksregierung Arnsberg zum Thema Wasser am 2. Dezember 2008 in Warstein)

Bode, H.:
„Wasser ist Leben – die gesellschaftspolitische Dimension der Wasserwirtschaft“
"Water is life – the socio-political dimension of water management"
(Vortrag anlässlich einer Veranstaltung am 2. Februar 2009 in Dinslaken)

Bode, H.; Grünebaum, T.; Klopp, R.:
„Bewertung der Spurenstoffsituation in der Ruhr aus der Sicht der Abwasserentsorgung“
"Evaluating the problem of micropollutants in the River Ruhr from the perspective of wastewater disposal"
(Vortrag anlässlich der 42. Essener Tagung am 18. März 2009 in Aachen)

Bode, H.; Grünebaum, T.; Klopp, R.; Jardin, N.:
„Spurenstoffe – Eintragspfade, Bewertung und Maßnahmen aus Sicht des Ruhrverbands als Betreiber“
"Sources, fate, transport and impact assessment of microconstituents in the water cycle – Ruhrverband's view as an operator"
(Wiener Mitteilungen (2009), Band 212, S. 51-74)

Borsanyi, P.; Benedetti, L.; Dirckx, G.; De Keyser, W.; Muschalla, D.; Solvi, A.-M.; Vandenberghe, V.; Weyand, M.; Vanrolleghem, P.:
"Modelling real-time control options on virtual sewer systems"
„Modellierung von Varianten einer Kanalnetzsteuerung in virtuellen Entwässerungs-systemen“
(Journal of Environmental Engineering and Science, Volume 7, Number 4, pp 395 to 410, July 2008, ISSN: 1496-256X)

BWK (Hrsg.), 2008:
„BWK-Merkblatt 7: Leitfaden zur detaillierten Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlags-wassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt 3“
"Technical bulletin BWK No. 7, 2008: Guideline for detailed verification management of immission-oriented demands on discharges from separate and combined sewer systems corresponding to the technical bulletin BWK No. 3"
(BWK, Sindelfingen)

Erbe, V.; Beeneken, T.; Gatke, D.; Meßmer, A.; Scheer, M.; Schütze, M.; Schumacher, B.; Weyand, M.:
„Abflussteuerung – Diskussion des Mehraufwandes gegenüber ungesteuerten Systemen“
"Real time control – discussion about the required additional effort compared to uncontrolled systems"
(KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 56. Jahrgang, Heft 2/2009, S. 131-138, ISSN: 1866-0029)

Frost, U.:
„Limnologische Untersuchungen der Ruhrverbandstalsperren – Trophiesituation unter besonderer Berücksichtigung der außergewöhnlichen meteorologischen Verhältnisse 2007“
"Limnological investigations of the Ruhrverband reservoirs – the trophic situation under special consideration of the extreme meteorologic conditions in 2007"
(PowerPoint-Vortrag im Rahmen der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL)-Tagung 2008 in Konstanz)

Grünebaum, T.:
"Climate change and water in our cities and communities: What do we expect? What do we worry about? What has to be done? Effects of climate change on municipal water management"
„Folgen des Klimawandels für die kommunale Wasserwirtschaft“
(Vortrag anlässlich des „Local Governments' Day IWA“, Wien. Tagungsunterlagen)

Grünebaum, T.:
"Climate change strategy of the German Water sector"
„Klimawandel – Strategie eines Deutschen Wasserverbandes“
(Vortrag anlässlich der Konferenz „Water and Climate“ vom 17. bis 18. November 2008 in Amsterdam/Niederlande, Tagungsunterlagen)

Grünebaum, T.:
„Strahlwirkung in Fließgewässern als ökosystemarer Ansatz in der Wasserwirtschaft“
"Radiating effect in waterbodies as an ecological approach in water management"
(Vortrag anlässlich der Wassertage in Münster an der Fachhochschule Münster, Tagungsunterlagen)

Grünebaum, T.:
„Von Strahlwegen und Trittsteinen in Fließgewässerökosystemen – das Konzept des DRL“
"Radiating effect concerning ecological status of waterbodies – the concept of DRL"
(Vortrag anlässlich der Abschlussveranstaltung zum berufsbegleitenden Fernstudienkurs zur EU-WRRL, Koblenz, Tagungsunterlagen)

Grünebaum, T.; Hosemann, B.; Höfle, A.:

„Stromeinkauf nach öffentlichem Vergaberecht – Ansätze zur markt-orientierten Beschaffung“
“Buying electric power by public procurement law – an approach to market-oriented acquisition”
(Vortrag anlässlich der 42. Essener Tagung vom 18. bis 20. März 2009 in Aachen, veröffentlicht in GWA 217, ISBN: 978-3-938966-23-2)

Grünebaum, T.; Weyand, M.:

„Der gute Gewässerzustand als Zielvorgabe von Einzelmaßnahmen zu einer gewässersystemaren Entwicklung“
“The good status as objective of individual measures for waterbodies”
(Vortrag anlässlich der Fachtagung „Gewässermorphologie und EU-WRRL“ am 24. und 25. Juli 2008 in Wallgau, Tagungsband)

Grünebaum, T.; Weyand, M.:

„Konzepte zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern (KNEF); Einbeziehung in die neue Bewirtschaftungsplanung“
“Concepts for morphological improvement of rivers; integration into the new management planning”
(Vortrag anlässlich des 7. Ruhrverbands-Forums am 11. Juni 2008 in Essen)

Grünebaum, T.; Schweder, H.; Huber, C.:

“Who has to pay for measures in the field of water management? A proposal for applying the polluter-pays-principle”
„Wer kommt für die Maßnahmen im Bereich des Wassermanagements auf? Ein Vorschlag zur Anwendung des Verursacherprinzips“
(Vortrag anlässlich der 11. IWA Specialised Conference on Watershed and Basin Management in Budapest/Ungarn Tagungsunterlagen; ebenfalls veröffentlicht in: Water Science and Technology, volume 59, number 2, pp 359-365, ISSN: 0273-1223)

Günebaum, T.; Evers, P.; Klopp, R.; Schmitt, F.; Jardin, N.:

„Spurenstoffe aus Kläranlagen und ihre Bedeutung für die Ruhr“
“Micropollutants from wastewater treatment plants and their impact on the Ruhr River”
(Vortrag anlässlich des 8. IFWW-Kolloquiums „Hygiene in der Wasserwirtschaft“ in Haltern am 27. Mai 2008, IFWW-Internet)

Halle, M.; Müller, A.; Böcker, K.; Scheibel, M.; P. Podraza:

„Hydromorphologische Teilbelastungen und ihre biologische Indizierbarkeit mittels Makrozoobenthos – Vorstellung eines Bioindikationsverfahrens für hydromorphologische Stressoren in Fließgewässern“
“Assessing the hydromorphological impact on the aquatic environment by monitoring the invertebrate communities – a bio-indicator system to identify hydromorphological stressors in running waters”
(Proceedings der 20. Norddeutschen Tagung für Abwasserwirtschaft und Gewässerentwicklung in Lübeck 2008, S. 113-128)

Hennerkes, J.:

„Ergebnisse der Untersuchungen zur Fremdwassermeidung und -verminderung im Einzugsgebiet der Ruhr“
“Results of R&D projects to reduce infiltration and inflow water in sewer systems in the Ruhr River catchment area”
(Vortrag anlässlich des Workshops „Kanalsanierung in fremdwasserbelasteten Einzugsgebieten“ beim Ruhrverband in Essen am 24. September 2008)

Jardin, N.:

„Integrale Niederschlagswasserbehandlung im Einzugsgebiet der Ruhr – Erste Erfahrungen mit der ganzheitlichen Optimierung am Beispiel des Einzugsgebietes der Kläranlage Wenden“
“Integrated stormwater treatment in the Ruhr River catchment area – First experiences with the integrated optimisation by using the example of the WWTP Wenden catchment area”
(Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft der Ruhr-Universität Bochum, Band 56, S. 165-184)

Jardin, N.:

„Die Integrale Siedlungsentwässerung – Erste Erfahrungen mit der ganzheitlichen Optimierung der Siedlungsentwässerung am Beispiel des Einzugsgebietes der Kläranlage Wenden“
“Integrated planning of urban drainage systems – First experiences with the integrated optimisation by using the example of the WWTP Wenden catchment area”
(Gewässerschutz–Wasser–Abwasser, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, 2008, Band 211, S.33/1-33/16)

Jardin, N.:

„Optimierung der Siedlungsentwässerung mit Hilfe der Integralen Entwässerungsplanung“
“Optimisation of urban drainage with the aid of integrated optimisation of urban wastewater systems”
(Vorträge anlässlich der Wassertage in Münster am 26. und 27. August 2008)

Jardin, N.; Thöle, D.:

“Full-scale experiences with the deammonification of sludge liquor using different process engineering”
„Großtechnische Erfahrungen mit der Deammonifikation von Schlammwasser mit unterschiedlicher Verfahrenstechnik“
(Vortrag anlässlich der 42. Essener Tagung vom 18. bis 20. März 2009 in Aachen, veröffentlicht in: Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, Band 215, Aachen, 2009)

Jardin, N.; Thöle, D.:

„Großtechnische Erfahrungen mit der Deammonifikation von Schlammwasser mit unterschiedlicher Verfahrenstechnik“
“Full-scale experiences with the sludge water deammonification by using different technologies”
(Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Band 217, S. 48/1-48/19)

Jardin, N.; Hennerkes, J.; Wett, B.:

„Stickstoffelimination aus Zentratwasser auf der Kläranlage Plettenberg durch anaerobe Ammoniumoxidation mit dem DEMON®-Verfahren“
“Deammonification of sludge return liquors at the Plettenberg WWTP by using the DEMON®-process”
(Aachener Schriften zur Stadtentwässerung, Band 12, S. 21/1-21/17)

Jardin, N.; Rath, L.; Schönfeld, A.; Grünebaum, T.:

“Cost-effective upgrading of a biological wastewater treatment plant by using lamella separators with bypass operation”
„Kosteneffiziente Erweiterung einer Kläranlage durch den Einsatz von Lamellenseparatoren mit Bypass-Führung“
(Water Science and Technology, 57. Jahrgang, Heft 10/S. 1619-1625)

Kemper, M.:

„Bautechnik“
“Construction technology”
(Vortrag anlässlich des DWA-Seminars „Abwasserpumpenanlagen“ am 30. Oktober 2008 in Erfurt)

Klein, P.:

„Erfahrungen beim Augsthochwasser 2007 an der Möhnetalsperre“
“Lessons learned during the August 2007 flood at the Moehne reservoir”
(Vortrag anlässlich der Talsperrenwärterfortbildung im Bildungszentrum für die Entsorgungs- und Wasserwirtschaft GmbH (BEW) Essen-Heidhausen am 17. September 2008)

Klein, P.:

„La vie a besoin d'eau...et la gestion des ressources en eau efficiente“
“Leben braucht Wasser...und eine effiziente Wasserwirtschaft“
“Life needs water ... and an efficient water resources management”
(Vortrag anlässlich des Workshops „Deutsch-algerische Zusammenarbeit in der Wasserwirtschaft“ der deutsch-algerischen Außenhandelskammer am 3. Februar 2009 in Algier/Algerien)

Kling, K.-H.:

„Möglichkeiten und Grenzen der Verschiebungsmessung an Dämmen mittels mobilem GPS“
"Options and limits of the measurement of dam displacement by means of mobile GPS"
(Vortrag anlässlich des 2. Internationalen Symposiums zur Wasserwirtschaft – Wasser Berlin im April 2009 in Berlin)

Maus, H.:

„Abwasserentsorgung im ländlichen Raum – Planungsgrundsätze für die Abwasserbehandlung in Belebungsanlagen mit gemeinsamer aerober Schlammstabilisierung ab 1.000 EW“
"Wastewater disposal in rural areas – planning principles of wastewater treatment in rural structured districts"
(DWA Wasser-Wirtschafts-Kurse vom 15. bis 17. Oktober 2008 in Kassel)

Maus, H.; Thormeyer, K.:

„Abwasserentsorgung im ländlichen Raum – Grundsätze für die Abwasserbehandlung in Belebungsanlagen mit gemeinsamer aerober Schlammstabilisierung ab 1.000 EW“
"Wastewater disposal in rural areas – principles of wastewater treatment in activated sludge plants with integrated aerobic sludge stabilization"
(DWA Wasser-Wirtschafts-Kurse vom 15. bis 17. Oktober 2008 in Kassel)

Maus, H.; Thormeyer, K.:

„Anaerobe Vorbehandlung für Abwässer aus Papierfabrikation – Kläranlage Arnsberg-Neheim behandelt organisch hoch belastete Abwässer mit IC-Reaktoren“
"Anaerobic pretreatment of wastewater from paper production – the WWTP in Arnsberg-Neheim uses IC-reactors to treat highly loaded effluents"
(GWF Special Industrieabwasser, 149. Jahrgang, November 2008)

Maus, H.; Thormeyer, K.:

"Potential for synergism by co-treatment of municipal and industrial wastewater"
„Erzielung von Synergieeffekten durch gemeinsame Behandlung von städtischen und industriellen Abwässern“
(enviroWater „International Conference and Exhibition on Water in the Environment“ vom 2. bis 4. März 2009 in Stellenbosch/Südafrika)

Mista, M.; Piesche, A.; Kuhlmann, B.; Preuß, G.; Zullei-Seibert, N.:

„Molekularbiologische Wasseruntersuchungen – Bewertung aus Sicht der Trinkwasserversorgung“
"Molecular biology in water analysis - seen from the water supply perspective"
(Vortrag anlässlich der Jahrestagung 2008 der Wasserchemischen Gesellschaft – Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker vom 28. bis 30. April 2008 in Trier)

Morgenschweis, G.; Schwanenberg, D.:

"Long-term capacity and failure Analysis of the Ruhr Reservoir system in Germany"
„Langzeitbewirtschaftungsanalyse des Ruhrtalsperrensystems in Deutschland“
(Water Science and Technology 2008, 53. Jahrgang, ISSN: 0273-1223)

Morgenschweis, G.; zur Strassen, G.:

„Potenzielle Anwendungen von saisonalen Vorhersagesystemen für die Bewirtschaftung von Talsperren“
"Potential use of seasonal forecasting in the context of reservoir management"
(Vortrag anlässlich des Kolloquiums "Saisonale Vorhersagesysteme in Meteorologie und Hydrologie" am 10. Juni 2008 in Koblenz)

Neitzel, V.:

„Betriebsmethoden für die Abwasseranalytik – Messungen von Standards“
"Operating methods for wastewater analysis – measurement of standards"
(KA-Betriebsinfo 2008, Jahrgang 38, Heft 4)

Neitzel, V.:

„Betriebsmethoden für die Abwasseranalytik – Mehrfachbestimmungen“
"Operating methods for wastewater analysis – multiple determinations"
(KA-Betriebsinfo 2009, Jahrgang 39, Heft 1)

Nisipeanu, P.:

„Zur Übertragung der kommunalen Abwasserbeseitigungspflicht auf einen sondergesetzlichen Wasserverband – zugleich eine Anmerkung zum Urteil des Verwaltungsgerichts Gelsenkirchen vom 8. Dezember 2006 (-15 K 357/05 -)“
"About the transfer of the municipal due of wastewater disposal onto a water association founded on the basis of a special law – at the same time a notice to the decision of the administration court Gelsenkirchen from 8. December 2006 (- 15 K 357/05 -)"
(ZfW Zeitschrift für Wasserrecht, Heft 4/2007, S. 204 -215, ISBN-10: 3-452-25946-3)

Nisipeanu, P.:

„Tradition oder Fortentwicklung? Wasserrecht im UGB“
"Tradition or progression? Water law in the UGB (intended environmental code)"
(Natur und Recht 2008, S. 87-97, ISSN 0172-1631)

Nisipeanu, P.:

„Tradition oder Fortentwicklung? Wasserrecht im UGB“
"Tradition or progression? Water law in the UGB (intended environmental code)"
(Koordinierungsstelle für Genehmigungsverfahren (KGV) Heft 3+4/2009, S. 55 ff., ISSN 0940-8192)

Nisipeanu, P.:

„Das Recht der wassergefährdenden Stoffe im neuen Umweltgesetzbuch“
"The law on water-endangering substances in the new environmental code"
(UPR Umwelt- und Planungsrecht 2008 (9), S. 325 ff.)

Oldenburg, M.; Meininger, F.; Nisipeanu, P.; Schneider, C.:

„Begrifflichkeiten und Kennzahlen zur Zusammensetzung von Teilströmen neuartiger Sanitärkonzepte“
"Terminology and indexes about the composition of partial flows for new sanitary concepts"
(Korrespondenz Abwasser, Abfall 2008, Heft 10/S. 1113-1119, ISSN 1866 -0029)

Podraza, P.:

„Gewässerentwicklung im urbanen Bereich – von der Vorflut zum Entwicklungsraum“
"River design and development in urban areas – the history from receiving water to self-controlled dynamic systems"
(Korrespondenz Wasserwirtschaft Heft 8/08, S. 409-416)

Podraza, P.:

„Strahlwirkung in Fließgewässern – erste Herleitungen aus vorliegenden Untersuchungen und Empfehlungen zur Methodik weiterer Auswertungen“
"Stepping-stone concept in running waters – deduction of first results from analyzing of available data, and methodical recommendations for further data mining"
(Schriftenreihe des Deutschen Rats für Landespflege, 81. Jahrgang, S. 21-25)

Podraza, P.; Grünebaum, T.; Weyand, M.; van de Weyer, K.:

„Die Wiederansiedlung von Ranunculus fluitans Lam in der Ruhr – eine Maßnahme zur Stärkung der Strahlwirkung.“
"Reestablishing Ranunculus fluitans Lam in the Ruhr River – a measure applying the stepping-stone concept"
(Vortrag mit Kurzfassung im Rahmen der NNA-Fachtagung „Wiederansiedlung von Tier- und Pflanzenarten – ein Instrument im Sinne von FFH- und Wasserrahmenrichtlinie?“ am 9. und 10. März 2009 in Schneverdingen)

Podraza, P.; Brinkmann, T.; Evers, P.; v.Felde, U.; Frost, R.; Klopp, K.; Knotte, M.; Kühlmann, M.; Kuk, M.; Lipka, P.; Nusch, E.A.; Stengert, M.; Wessel, M.; van de Weyer, K.:

„Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen“

“Macrophyte mass development in the impounded lakes for the river Ruhr and investigations of countermeasures to control it”

(Abschlussbericht des F&E-Vorhabens im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Natur- und Landwirtschaft (MUNLV), S. 364 + Anhang)

Preuß, G.:

„Beeinflusst die künstliche Grundwasseranreicherung den mikrobiologisch-ökologischen Zustand des Grundwassers?“

“Does artificial groundwater recharge influence the microbiological and ecological conditions of groundwater?”

(Ruhrverband, AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (Hrsg.): Ruhrgütebericht 2007, Eigenverlag, 2008, Essen, S. 159-168)

Preuß, G.; Zullei-Seibert, N.:

„Detektion aktiver Bakterienzellen im Rein- und Trinkwasser mit fluoreszenzmikroskopischen Verfahren“

“Detection of viable bacteria cells in pure and drinking water with fluorescence microscopic methods”

(Vom Wasser, 106. Jahrgang, Heft 4, 2008, S. 3-13)

Preuß, G.; Ziemann, E.; Zullei-Seibert, N.:

„Living and non-living bacteria in groundwater and drinking water“

„Lebende und nicht lebende Bakterien im Grund- und Trinkwasser“

(Biospektrum-Sonderausgabe, Tagungsband zur VAAM-Jahrestagung 2009 vom 8. bis 11. März 2009 in Bochum, S. 124)

Quartier, A.; Preuß, G.; Zullei-Seibert, N.:

„Anwendung von Formazansalzen zur Detektion aktiver Bakterienzellen im Rein- und Trinkwasser“

“Use of formazan salts for detection of active bacteria cells in pure and drinking water“

(Poster anlässlich der Jahrestagung 2008 der Wasserchemischen Gesellschaft – Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker vom 28. bis 30. April 2008 in Trier)

Schaum, C.; Cornel, P.; Jardin, N.:

„Phosphorus Recovery from Sewage Sludge Ash: Possibilities and Limitations of Wet Chemical Technologies“

„Phosphorrückgewinnung aus der Klärschlamm-Asche: Möglichkeiten und Grenzen von nasschemischen Verfahrenstechniken“

(Tagungsband Vancouver-Konferenz, s. www.nutrientrecovery2009.com)

Schmitt, F.:

„Elimination of micropollutants at WWTP's of Ruhrverband“

„Untersuchungen zur Spurenstoffelimination in Kläranlagenabläufen beim Ruhrverband“

(Vortrag anlässlich des Wasserwirtschaftlichen Kolloquiums an der Leibniz Universität Hannover im Januar 2009)

Schmitt, F.; Grünebaum, T.; Jardin, N.; Zander-Hauck, S.:

„Cursory survey of the bathing water quality at the lower part of Ruhr River“

„Orientierende Untersuchungen zur Badegewässerqualität an der unteren Ruhr“

(Vortrag anlässlich des 8. IFWW - Kolloquiums zum Themenschwerpunkt „Hygiene in der Wasserwirtschaft“ am 27. Mai 2008 in Haltern)

Schnatmann, C.:

„Blockheizkraftwerke: Wirtschaftliche, innovative Konzepte bei geänderten Rahmenbedingungen – Praxisbeispiel“

“Combined heat and power plants: Economically innovative concepts under changed framework conditions – practical example“

(Vortrag anlässlich des DWA-Seminars „Energieoptimierung auf Kläranlagen“ am 24. Juni 2008 in Köln)

Schnatmann, C.:

„Sicherer Betrieb von Biogasanlagen“

“Safe operation of biogas plants“

(DWA-Tagesseminar am 12. November 2008 in Fulda und am 16. Juni 2009 in Mainz)

Schnatmann, C.:

„Technische Ausrüstung von Faulgasanlagen auf Kläranlagen“

“Technical equipment of digestion plants at sewage plants“

(Vortrag anlässlich der DWA Energietage – Schwerpunkt Biogas am 22. Oktober 2008 in Fulda)

Schweder, H.; Grünebaum, T.; Weyand, M.:

„Maßnahmenauswahl nach ökologischer Kosteneffizienz – von der Angebotsplanung zur Maßnahmenplanung gemäß EG-WRRRL am Beispiel eines Bergbaches im Ruhreinzugsgebiet“

“Choice of measures on ecological cost-efficiency – from planning the offer to planning the measures appropriate to the EU-water framework directive at the example of a mountain river in the Ruhr area“

(Vortrag anlässlich der DGL-Jahrestagung vom 22. bis 26. September 2008 in Konstanz, Tagungsunterlagen)

Skark, C.:

„Einfluss von Sekundärrohstoffen auf das Grundwasser“

“Influence of secondary raw material fertilizers on groundwater“

(KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 1. Jahrgang, Heft 3/2008, S. 128-133)

Skark, C.; DWA-Arbeitsgruppe „Organische Schadstoffe in Klärschlämmen und anderen Düngemitteln“:

„Organische Schadstoffe in Klärschlämmen und anderen Düngemitteln“

“Organic pollutants in sewage sludge and other fertilizers“

(DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.), Eigenverlag, Hennef, 2008, S. 1-71)

Skark, C.:

„Organische Schadstoffe in Sekundärrohstoffdüngern“

“Organic pollutants in secondary raw material fertilizers“

(Vortrag anlässlich der Veranstaltung „Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung im Wandel – Anforderungen und Chancen (Block II)“ am 30. Oktober 2008 in Bonn)

Skark, C.; Schulte-Ebbert, U.; Zullei-Seibert, N.:

„Organische Spurenstoffe und ihre Entfernung in der Trinkwasseraufbereitung an der Ruhr – Ergebnisse im Rahmen der Arnberger Vereinbarung“

“Organic trace chemicals and their elimination during drinking water treatment at the Ruhr River – results attributable to the Arnberger Vereinbarung (Arnsberg Agreement)“

(Ruhrverband, AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (Hrsg.): Ruhrgütebericht 2007, Eigenverlag, 2008, Essen, S. 144-148)

Suhan, T.:

„Fluoreszenzmikroskopischer Nachweis von Bakterienzellen im Wasser: Differenzierte Erfassung von Gesamtzellzahlen, lebenden und geschädigten Zellen“

“Fluorescence microscopic detection of bacteria cells in water: Estimation of total cell counts, living and damaged cells“

(Diplomarbeit an der Universität Duisburg-Essen – Fachbereich Chemie – Studiengang Wasser, 2008)

Thöle, D.:

„Ways to identify possibilities of energy saving at wastewater treatment plants“

„Identifizierung von Energieeinsparpotentialen in Kläranlagen“

(Vortrag anlässlich des IWA World Water Congress im September 2008)

Thöle, D.; Beier, M.; Sander, M.:

„Deammonifikation mit einem Biofilmprozess – Potentiale, Regelbetrieb und Störungen“

“Deammonification with a biofilm process – potentials, regular operation, trouble shooting“

(Vortrag anlässlich der 7. Aachener Tagung zur Stickstoffrückbelastung im Mai 2009)

Thöle, D.; Schmitt, F.; Grünebaum, T.; Evers, P.:

„Themenschwerpunkt Energie beim Ruhrverband“
"Energy as a core issue at Ruhrverband"
(Korrespondenz Abwasser Abfall, Schwerpunktausgabe „Energie und Wasserwirtschaft“, 55. Jahrgang, Heft 6/2008, S. 651-660)

von Felde, D.:

„Nutzung vorhandener Kläranlagen für die Behandlung von Abfällen – Beispiel Co-Vergärung“
"Waste treatment in WWTPs – example co-digestion"
(Vortrag und Veröffentlichung anlässlich der 17. Kölner Abfalltage vom 4. bis 5. November 2008)

von Felde, D.:

„Offene solare Trocknung von Altschlamm am Standort des Schlammplatzes Altena“
"Solar drying of old sludge in the open air at the Altena sewage sludge lagoon"
(Vortrag und Veröffentlichung anlässlich des 37. Erfahrungsaustausches der Wasserverbände zur Abfallwirtschaft 2008)

von Felde, D.:

„Rechengutkonzept des Ruhrverbandes“
"Ruhrverband's screenings concept"
(Vortrag und Veröffentlichung anlässlich des 37. Erfahrungsaustausches der Wasserverbände zur Abfallwirtschaft 2008)

Weyand, M.:

„Gewässerentwicklung an der Ruhr – die „neue“ Ruhraue in Olsberg“
"River restoration in the Ruhr River basin – the "new" flood plain at Olsberg"
(Flussblicke – Magazin der Stiftung Wasserlauf, Ausgabe 3, S. 18-19, Siegburg 2008)

Weyand, M.:

„Konkretisierung der Bewirtschaftungsplanung – 9. Workshop Flussgebietsmanagement“
"Concrete terms of management planning – 9th workshop on river basin management"
(KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 2. Jahrgang, Heft2/2009, Seite 74-79, ISSN: 1865-9926)

Weyand, M.; Grünebaum, T.:

„Der gute Gewässerzustand als Zielvorgabe – von Einzelmaßnahmen zu einer gewässersystemaren Entwicklung“
"The aim of a good status in rivers – from solitary measures to a systemic approach"
(Berichte des Lehrstuhls und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität München, Heft 122/ S. 48-57, München 2008, ISBN: 978-3-940476-15-9)

Weyand, M.; Jardin, N.; Podraza, P.:

„Niederschlagswassereinleitungen und deren Auswirkungen auf den guten Zustand der Gewässer – Erfahrungen aus der Integralen Entwässerungsplanung“
"Discharges from combined and separate sewer systems and their impact on the ecological status of running waters – lessons learned from the integrated wastewater management concept"
(Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Band 216, S. 11/1-11/15, ISBN: 978-3-938996-22-5, im Druck)

Weyand, M.; Grünebaum, T.; Schweder, H.; Huber, C.:

„How to deal with cost-efficiency aspects at the set-up of programmes of measures“
„Die Berücksichtigung von Kosteneffizienzaspekten bei der Erstellung des Maßnahmenprogramms“
(Vortrag anlässlich der 11. IWA Specialised Conference on Watershed and Basin Management in Budapest/Ungarn am 4. und 5. September 2008, veröffentlicht in: Water Science and Technology, Volume 59, number 3, pp 461-467, ISSN: 0273-1223)

Zullei-Seibert, N.; Schöpel, M.; Strücker, G.:

„Stoffspuren in der Ruhr – Ergebnisse aus den Wasserversorgungsunternehmen zu Arzneimitteln und Flammschutzmitteln“
"Trace substances in the Ruhr River – results from the drinking water utilities relating to pharmaceuticals and flame retardants"
(Ruhrverband, AWWR Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (Hrsg.): Ruhrgütebericht 2007, Eigenverlag, 2008, Essen S. 148-159)

zur Strassen, G.:

„Erfahrungen beim Auguthochwasser 2007 an der Möhnetalsperre“
"Lessons learned from the August 2007 flood at the Moehne reservoir"
(Vortrag beim Seminar „Talsperrenwärterfortbildung“ beim Bildungszentrum für die Entsorgungs- und Wasserwirtschaft GmbH (BEW) am 22. April 2009 in Essen)

zur Strassen, G.:

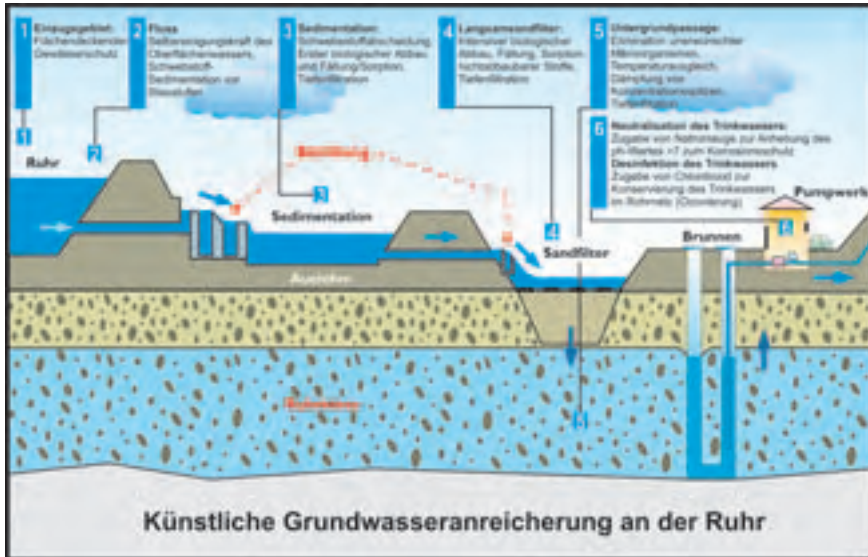
„Regionale Auswirkung von Klimaänderungen auf die Bewirtschaftung von Talsperrensystemen – Ergebnisse von Modellrechnungen am Beispiel der Ruhrtalsperren“
"Regional impact of climate change on the management of reservoirs – results of model calculations, taking the Ruhr reservoir system as an example"
(Vortrag anlässlich der DWA-Bundestagung am 18. September 2008 in Mannheim)

zur Strassen, G.:

„Starkniederschläge – Folgen für Gewässer und Talsperren am Beispiel der Auguthochwasserereignisse 2007 im Ruhreinzugsgebiet“
"Storm rainfalls and their effects on streams and reservoirs in the Ruhr catchment basin, taking the August 2007 flood as an example"
(Vortrag anlässlich des Jahreskongresses BWK-LV-NRW am 15. Mai 2009 in Kreuztal)

AWWR-Versorgungsgebiete





Kooperation zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Ruhr

Zur Durchführung eines vorbeugenden Gewässer- und Bodenschutzes wurde bereits 1992 die Kooperation zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft durch die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) und die Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe gegründet. Derzeit sind rund 700 Landwirte im Ruhreinzugsgebiet Mitglied dieser Kooperation. Der Landwirt bekundet durch Unterzeichnung einer Kooperationserklärung seine Mitgliedschaft und verpflichtet sich, an der Umsetzung gemeinsam festgelegter Ziele und Aufgaben mitzuwirken.

Die AWWR-Mitglieder finanzieren diese Kooperation. Mit Einführung des Wasserentnahmeentgeltes in Nordrhein-Westfalen sind diese Aufwendungen verrechnungsfähig.

Ziel der für die Landwirtschaft im Rahmen der Kooperation erbrachten Beratungen im Bereich Pflanzenschutz und Düngung ist es, die Ruhr und ihre Zuflüsse als Trinkwasserreservoir für ca. fünf Millionen Menschen vor schädlichen Einträgen durch Pflanzenbehandlungs- und Düngemittel zu schützen.

Beratungsschwerpunkte im außerlandwirtschaftlichen Bereich sind Verfahren der Flächenpflege ohne den Einsatz von chemischen Wirkstoffen zur Bewuchseliminierung. Beratungen richten sich hier an den Bürger als möglichen Anwender, Kommunen, Gartenbau- und Verkehrsbetriebe, Straßenbaubehörden, Industrie und Gewerbe sowie Verkaufsstellen für chemische Pflanzenschutzmittel.

AWWR-Mitglieder



Die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr (AWWR) ist ein freiwilliger Zusammenschluss von Wasserversorgungsunternehmen, die Wasser aus der Ruhr zu Trinkwasser aufbereiten und dies an die Endverbraucher verteilen.

Hervorgegangen ist die AWWR aus dem 1947 gegründeten „Ausschuss der Ruhrwasserwerke“, der wegen akuten Wassermangels und damals gefährdeter Trinkwasserversorgung vom nordrhein-westfälischen Wirtschaftsminister ins Leben gerufen wurde. 1986 wurde der Ausschuss in AWWR umbenannt. Die AWWR versteht sich als Sachwalter und Interessenvertreter für eine gesicherte Trinkwasserversorgung im Ruhreinzugsgebiet und den aus der Ruhr mit Trinkwasser versorgten Siedlungsgebieten an Lippe, Emscher und Ems. Dabei gilt es, die Ruhr als Rohwasserressource für eine naturnahe Wassergewinnung, die zur Trinkwasserversorgung von mehr als fünf Millionen Menschen im Sauerland, Ruhrgebiet und Münsterland dient, nachhaltig zu schützen.



c/o AVU Aktiengesellschaft
für Versorgungsunternehmen, Gevelsberg
An der Drehbank 18
58285 Gevelsberg
Telefon (0 23 32) 73-2 85
Fax (0 23 32) 73-6 06
www.awwr.de



Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen
Postfach 10 32 42, 45032 Essen
Telefon (02 01) 1 78-0
Fax (02 01) 1 78-14 25
www.ruhrverband.de

Nachdruck – auch auszugsweise –
nur mit Quellenangabe gestattet.

Gedruckt auf umweltfreundlich hergestelltem
Papier aus 50% recycelten Fasern.