

Boris Augurzky, Sebastian Krolop,  
Sebastian Sperling und Stefan Terkatz

# Bewältigt der deutsche Krankenhaussektor eine Grippepandemie?

Heft 24



# Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung

Vorstand:

Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Ph.D. (Präsident),

Prof. Dr. Thomas K. Bauer

Prof. Dr. Wim Kösters

Verwaltungsrat:

Dr. Eberhard Heinke (Vorsitzender);

Dr. Dietmar Kuhnt, Dr. Henning Osthues-Albrecht, Reinhold Schulte  
(stellv. Vorsitzende);

Prof. Dr.-Ing. Dieter Ameling, Manfred Breuer, Christoph Dänzer-Vanotti,

Dr. Hans Georg Fabritius, Prof. Dr. Harald B. Giesel, Karl-Heinz Herlitschke,

Dr. Thomas Köster, Tillmann Neinhaus, Dr. Gerd Willamowski

Forschungsbeirat:

Prof. David Card, Ph.D., Prof. Dr. Clemens Fuest, Prof. Dr. Walter Krämer,

Prof. Dr. Michael Lechner, Prof. Dr. Till Requate, Prof. Nina Smith, Ph.D.,

Prof. Dr. Harald Uhlig, Prof. Dr. Josef Zweimüller

Ehrenmitglieder des RWI Essen:

Heinrich Frommknecht, Prof. Dr. Paul Klemmer †

## RWI : Materialien Heft 24

Herausgeber: Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung,  
Hohenzollernstraße 1/3, 45128 Essen, Tel. 0201/81 49-0

Alle Rechte vorbehalten. Essen 2006

Schriftleitung: Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Ph.D.

Redaktionelle Bearbeitung: Joachim Schmidt

ISSN 1612-3573 – ISBN 3-936454-62-0

# RWI : Materialien

Heft 24

Boris Augurzky, Sebastian Krolop, Sebastian Sperling  
und Stefan Terkatz

## Bewältigt der deutsche Krankenhaussektor eine Grippepandemie?



### **Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Dr. Boris Augurzky, RWI Essen

Dr. Sebastian Krolop, Sebastian Sperling, Dr. Stefan Terkatz, ADMED GmbH,  
Köln

Die Autoren danken Dr. Mike Papenhoff und Joachim Schmidt für wertvolle Kommentare zu einer früheren Fassung der Studie sowie Frank Jacob und Marlies Tepas für ihre Unterstützung bei der Arbeit.

ISSN 1612-3573

ISBN 3-936454-62-0

## **Inhalt**

1.	Hintergrund . . . . .	5
2.	Vorgehensweise . . . . .	6
2.1	Krankenhauskapazität . . . . .	6
2.2	Nachfrage nach Krankenhausleistungen . . . . .	9
3.	Ergebnisse . . . . .	11
4.	Maßnahmen . . . . .	14
5.	Fazit . . . . .	15
6.	Anhang: Methodische Grundlagen . . . . .	17
6.1	Krankenhauskapazität . . . . .	17
6.2	Nachfrage nach Krankenhausleistungen . . . . .	17
	Literatur . . . . .	20

## **Verzeichnis der Schaubilder**

Schaubild 1:	Bettenauslastung im Verlauf einer Pandemiewelle . . . . .	13
--------------	---	----

## **Verzeichnis der Tabellen**

Tabelle 1:	Nachfrage nach Krankenhausleistungen in den Szenarien einer Pandemie. . . . .	11
Tabelle 2:	Angebot an Krankenhausbetten im Fall einer Pandemie. . . . .	12
Tabelle 3:	Zuordnung der einzelnen Fachabteilungen . . . . .	18
Tabelle 4:	Annahmen zur Verteilung der Erkrankten auf die Altersklassen . . . . .	18
Tabelle 5:	Annahmen zu altersspezifischen Erkrankungsraten . . . . .	19
Tabelle 6:	Anteil der Risikopatienten nach Altersklassen . . . . .	19
Tabelle 7:	Annahmen zu Erkrankten, die stationär behandelt werden oder sterben . . . . .	19
Tabelle 8:	Mortalitätsraten in den historischen Szenarien . . . . .	20

# **Bewältigt der deutsche Krankensektor eine Grippepandemie?**

## **1. Hintergrund**

Anfang 2006 erreichte die Vogelgrippe Deutschland und Befürchtungen kamen auf, dass eine weltweite Grippepandemie ausbrechen könnte – mit ungeahnten Folgen für Wirtschaft und Gesellschaft<sup>1</sup>. Tatsache ist aber, dass es sich bis jetzt lediglich um eine Epidemie unter Vögeln handelt. Menschen und andere Tiere können zwar durch infizierte Vögel angesteckt werden, eine Übertragung von Mensch zu Mensch trat bislang jedoch nicht auf. Um eine solche Übertragung von Mensch zu Mensch zu ermöglichen, müsste der Vogelgrippevirus H5N1 entweder entsprechend mutieren oder sein genetisches Material mit dem eines menschlichen Grippevirus verbinden. Zwar ist dies grundsätzlich möglich. Die Wahrscheinlichkeit für eine solch gefährliche Anpassung des Virus ist unbekannt. Unbekannt ist ferner, wie hoch die Ansteckungsgefahr bei einem derartigen menschlichen Grippevirus wäre.

Eine statistisch fundierte Prognose über Auftreten und Ausmaß einer weltweiten Pandemie ist daher nicht möglich. Geht man von Erfahrungswerten aus, schätzt z.B. das Central Budget Office (CBO 2005: 5) die Wahrscheinlichkeit, dass es in einem zufällig ausgewählten Jahr zu einer Pandemie kommt, auf 3 bis 4%. Diese Schätzung basiert auf einer sehr kleinen Zahl von aufgetretenen Pandemien und besitzt daher keine statistische Validität, sondern vermittelt nur einen Eindruck über die Größenordnung der Gefahr. Sie lässt ferner keine Aussage über die Stärke einer Pandemie zu. Um dennoch eine Vorstellung von möglichen Auswirkungen einer Pandemie auf Wirtschaft und Gesellschaft zu bekommen, kann man unterschiedliche Szenarien errechnen, wie dies z.B. McKibbin/Sidorenko (2006) oder das CBO (2005) tun. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Szenarien bleiben dabei unbekannt.

---

<sup>1</sup> Unter einer Pandemie versteht man einen länderübergreifenden oder sogar weltweiten Ausbruch einer Krankheit. Im Gegensatz zur Epidemie ist eine Pandemie weder zeitlich noch örtlich beschränkt.

Die vorliegende Studie wählt ebenfalls den Weg über Szenarien und untersucht die Auswirkungen einer Pandemie auf den Krankenhausesektor in Deutschland. Wir stellen uns die Frage, inwieweit die Kapazitäten dort ausreichen, um Grippefälle medizinisch versorgen zu können. Anfang April 2006 räumte der amerikanische Gesundheitsminister Michael Leavitt erstmals öffentlich ein, dass das amerikanische Gesundheitsministerium im Fall einer weltweiten Vogelgrippe-Pandemie nicht in der Lage wäre, allen Infizierten rasch zu helfen. Allerdings geht das Ministerium dabei von einer äußerst schweren Pandemie aus (o.V. 2006).

Zur Beantwortung der Frage für Deutschland stellen wir das Angebot an medizinischen Leistungen, insbesondere die Bettenkapazität, der Nachfrage nach medizinischen Leistungen gegenüber. Im nächsten Abschnitt stellen wir kurz die methodische Vorgehensweise dar. In Abschnitt 3 präsentieren wir die Ergebnisse der Untersuchungen und leiten in Abschnitt 4 Handlungsoptionen ab. Abschnitt 5 enthält ein Fazit. Im Anhang finden sich Erläuterungen zur Methodik.

## **2. Vorgehensweise**

Zur Beurteilung der Behandlungskapazität der deutschen Krankenhäuser im Fall einer weltweiten Pandemie gehen wir in drei Schritten vor. Im ersten Schritt bestimmen wir die Krankenhauskapazität, im zweiten Schritt schätzen wir die für verschiedene Szenarien erwartete Nachfrage nach Krankenhausleistungen. Im dritten Schritt vergleichen wir die Nachfrage mit dem Angebot.

### **2.1 Krankenhauskapazität**

Zur Bestimmung des Bettenangebots stützen wir uns auf Daten des Statistischen Bundesamtes (2004) zur Anzahl an Krankenhausbetten. Im Fall einer Pandemie ist davon auszugehen, dass zunächst so genannte Erstversorgungskrankenhäuser, welche ausschließlich Pandemiepatienten versorgen, eingerichtet werden, um Patienten zu isolieren. Sollten deren Kapazitäten nicht ausreichen, werden die Influenzapatienten auch auf isolierte Abteilungen der übrigen Krankenhäuser verteilt. Die bisherigen Patienten der Erstversorgungskrankenhäuser oder der isolierten Abteilungen werden auf andere Häuser oder Abteilungen verlegt, so dass Kapazitäten insgesamt fokussiert werden. Zur Vereinfachung der Rechnungen abstrahieren wir von derartigen Maßnahmen, bestimmen also die bundesweit freie Kapazität und gehen auf lokale Gegebenheiten nicht näher ein.

Mit dieser Vorgehensweise dürften wir die freien Kapazitäten leicht überschätzen, da durch die Bildung von Erstversorgungskrankenhäusern oder Influenzaabteilungen ein Teil der freien Kapazität in anderen Häusern nicht ge-

nutzt werden kann. Zudem ist es schwierig, das Angebot an Erstversorgungskrankenhäusern und isolierten Influenzaabteilungen auf lokaler Ebene der lokalen Patientenzahl exakt anzupassen. Dies kann zu Leerkapazitäten führen. Jedoch gehen wir im Folgenden davon aus, dass diese negativen Effekte durch Zusammenlegung von Patienten, beispielsweise durch Belegung eines Zwei-Bett-Zimmers mit drei oder mehr Patienten, vollständig kompensiert oder sogar überkompensiert werden. Außerdem berücksichtigen wir nicht, dass es weitere Kapazitäten im Katastrophenschutz gibt.

Wir nehmen grundsätzlich an, dass prinzipiell alle 470 000 Betten der allgemeinen Fachabteilungen, d.h. aller Fachabteilungen mit Ausnahme der psychiatrischen, zur Unterbringung von Influenzapatienten genutzt werden können. Auf Basis der Bettenauslastung je Fachbereich lassen sich die im Schnitt freien Betten ermitteln. Sie betrug 2004 bundesweit über die allgemeinen Fachabteilungen gemittelt 73,5%. Da es sich im Fall einer Pandemie um einen vorübergehenden Notfall handelt, ist davon auszugehen, dass der normale Krankenhausbetrieb auch auf die Wochenenden ausgedehnt würde. Unter dieser Annahme sollten die nicht ausgelasteten Betten auch tatsächlich zur Verfügung stehen.

Im Pandemiefall ist damit zu rechnen, dass auch medizinisches Personal erkrankt. Wir gehen jedoch davon aus, dass in einem Notfall nicht weniger medizinisches Personal als in normalen Zeiten zur Verfügung steht. Notdienste, Überstunden und die Aktivierung von Ärzten und Pflegepersonal im Ruhestand dürften gegebenenfalls erkranktes medizinisches Personal ausreichend ersetzen können. Das vorhandene Personal betreut aktuell aber nur zu 73,5% ausgelastete Betten in den allgemeinen Fachabteilungen. Fraglich ist, ob eine vollständige Auslastung mit den vorhandenen Arbeitskräften möglich ist. Wir betrachten daher zwei Szenarien: eine Auslastung von 90% und eine von 100%. Damit würden 75 000 (90%) bzw. 125 000 (100%) freie Betten zur Verfügung stehen. Weitere 225 000 Betten lassen sich kurzfristig durch die Verschiebung medizinisch nicht dringlicher Aufenthalte (Wahloperationen bzw. elektive Eingriffe) schaffen.<sup>2</sup>

Aufgrund laufender Behandlungen bedarf es sicherlich einiger Tage, diese Kapazitäten zu generieren. Allerdings werden wir bei der Ableitung der Nachfrage nach Krankenhausbetten berücksichtigen, dass Grippefälle nicht gleichmäßig über die Dauer der Pandemie verteilt auftreten, sondern dass es nach einer Anlaufphase mit einer zunächst geringen Patientenzahl zu einem Höhepunkt kommen wird und die Zahl der Fälle demnach allmählich wieder abnimmt, bis die Pandemie schließlich ausklingt. Es genügt daher, wenn die

---

<sup>2</sup> Den elektiven Anteil *operativer* Patienten schätzen wir aufgrund des hohen Anteils planbarer Operationen auf 80%. Innerhalb der *konservativen* Fachgebiete gehen wir aber nur von einem Anteil von 50% aus.

zusätzlich frei gemachten Bettenkapazitäten zum Zeitpunkt des Höhepunkts der Grippewelle, also erst nach einigen Wochen, zur Verfügung stehen. Je nach Auslastungsszenario rechnen wir mit insgesamt 300 000 (90%) bzw. 350 000 (100%) nutzbaren Betten.

#### *Angebot an Intensiv- und Beatmungsbetten*

Bei einem Teil der Influenzapatienten muss mit einem schweren Krankheitsverlauf gerechnet werden, der eine intensivmedizinische Behandlung oder sogar den Einsatz von Beatmungsgeräten erfordert. Die Bestimmung der Zahl freier Intensivbetten erfolgt analog zur Vorgehensweise der Bestimmung der freien Krankenhausbetten. Die Auslastung aller Intensivbetten betrug 2004 bundesweit im Schnitt 78,5%. Während bei den normalen Betten eine Auslastung von 100% an unzureichendem medizinischem Personal scheitern kann, ist bei Intensivbetten stets eine vollständige Auslastung zu erreichen, wenn Intensivpatienten Priorität gegenüber „normalen“ bekommen. Durch Verschiebung von planbaren Eingriffen werden weitere Kapazitäten geschaffen.

Auf diese Weise stehen etwa von den bundesweit 23 000 Intensivbetten 12 000 im Fall einer Pandemie zur Verfügung. Weitere 16 000 Betten lassen sich unseres Erachtens durch zusätzliche provisorische Einrichtung generieren.<sup>3</sup> Insgesamt schätzen wir damit die Zahl im Notfall verfügbarer Intensivbetten auf knapp 28 000.

Zur Abschätzung der Zahl der Beatmungsbetten nehmen wir an, dass innerhalb der operativen Fachbereiche 80% der Intensivbetten mit Beatmungspatienten belegt werden können. Bei den konservativen Intensivbetten dürfte der Anteil 50% betragen. Wie bei den Intensivbetten lässt sich das Angebot an Beatmungsplätzen durch die Verschiebung elektiver Eingriffe erhöhen.<sup>4</sup> Wir gehen von 7 000 verfügbaren Beatmungsbetten aus.

Neben den stationären Beatmungsgeräten existieren mobile Geräte auf den Intensivstationen und in den Operationssälen, z.B. zum Transport von Intensivpatienten oder für Narkosen. Zudem halten die Hersteller von Beatmungsgeräten und die Krankenhäuser Geräte vorrätig. Durch diese Notfallmaßnahmen könnten sich weitere 16 000 Beatmungsplätze generieren lassen. Insgesamt dürften nach unseren Schätzungen im Pandemiefall bei Mobilisierung aller Reserven knapp 23 000 Beatmungsgeräte zur Verfügung stehen.<sup>5</sup>

<sup>3</sup> Wir unterstellen, dass diese Zahl maßgeblich durch die Zahl zusätzlich verfügbarer Beatmungsgeräte bestimmt wird (siehe unten).

<sup>4</sup> Für die belegten Beatmungsbetten auf den *operativen* Intensivstationen gehen wir von 70% elektiven Eingriffen aus. Dies gilt jedoch nicht für die *konservativen* Beatmungsbetten. Hier werden elektive Patienten in der Regel nicht beatmet. Somit werden hier auch keine zusätzlichen Beatmungskapazitäten durch Verschiebung frei.

<sup>5</sup> Mögliche Kapazitäten der Rettungsdienste beziehen wir in unser Kalkül nicht mit ein, da diese im Pandemiefall keinesfalls abgezogen werden können.

## 2.2 Nachfrage nach Krankenhausleistungen

Bei der Modellierung der Nachfrage nach Krankenhausleistungen betrachten wir zwei Gruppen von Szenarien. Szenarien der Gruppe A basieren auf einem Modell des Centers for Disease Control and Prevention (CDC) in den USA (Meltzer et al. 1999a,b), das die Zahl der Arztkonsultationen, Krankenhaus- und Todesfälle im Fall einer Grippepandemie für unterschiedliche Erkrankungs-raten berechnet. Wir adaptieren es auf Deutschland und bilden drei Szenarien: mild, mittel und schwer. Szenarien der Gruppe B beinhalten die drei großen Influenzapandemien des letzten Jahrhunderts: die Spanische Grippe (1918/19), die Asiatische Grippe (1957/58) und die Hongkong-Grippe (1968/69). Wir verwenden deren historische Mortalitätsraten aus den USA.

Für jedes dieser sechs Szenarien schätzen wir die Influenzafälle, die im Krankenhaus in normalen Betten untergebracht, die intensiv behandelt und die beatmet werden müssen. Hierzu gehen wir in mehreren Schritten vor. Zur Bestimmung der Krankenhausfälle unterstellen wir je Szenario Erkrankungs-raten der Bevölkerung. Für das milde Szenario der Gruppe A nehmen wir eine Rate von 15%, für das mittlere von 30% und für das schwere von 50% an. Diese Anteile verwendet auch das Robert-Koch-Institut (RKI 2005: 10ff) für seine Szenarien im Nationalen Pandemieplan. Meltzer et al. (1999a,b) unterstellen 15% bis 35%. Die Erkrankungs-raten der drei großen Pandemien des vergangenen Jahrhunderts (Gruppe B) lagen Schätzungen zu Folge zwischen 10% und 40% (McKibbin, Sidorenko 2006: 36). Bei den genannten Zahlen handelt es sich um Mittelwerte. Wir nehmen in den Berechnungen grundsätzlich an, dass sich die Erkrankungs-raten zwischen Altersklassen unterscheiden.

Im nächsten Schritt schätzen wir die Wahrscheinlichkeit, dass ein Erkrankter stationär behandelt werden muss oder sogar stirbt. Wir orientieren uns an der CDC-Studie, die auf Daten diverser Studien über Grippeepidemien in den USA basiert (Meltzer et al. 1999a,b). Dabei berücksichtigen wir, dass der Schweregrad des Krankheitsverlaufs abhängig vom Alter und von Vorerkrankungen der infizierten Person ist.

In den Szenarien der Gruppe B verwenden wir historische Mortalitätsraten der jeweiligen Grippe für die USA (Simonsen et al. 1998). Zur Bestimmung der Krankenhausfälle übernehmen wir hier das aus den Szenarien der Gruppe A ermittelte Verhältnis von Todes- zu Krankenhausfällen.

Die Nachfrage nach Krankenhausbetten hängt neben der Fallzahl maßgeblich von der Verweildauer der Patienten ab. Wir wählen die Annahme des RKI (2005: 56), das von einer mittleren Verweildauer von zehn Tagen ausgeht. Diese Zahl kann jedoch durchaus nach oben oder unten abweichen.<sup>6</sup> Das Natio-

<sup>6</sup> Es ist beispielsweise möglich, dass die Mehrzahl der Influenzapatienten den Fällen der DRG-Gruppe E62 „Komplexe Infektionen und Entzündungen der Atmungsorgane“ ähnelt, deren durchschnittliche Verweildauer zwischen 17,6 und 19,4 Tagen liegt.

nal Institute of Public Health and the Environment (RIVM) aus den Niederlanden kalkuliert mit acht Tagen (van Genugten et al. 2002: 43).

Um den Verlauf einer Influenzawelle zu modellieren, adaptieren wir ebenfalls Annahmen des RKI und des RIVM. Letzteres nimmt an, dass eine Grippewelle etwa 90 Tage dauert und die Fälle über diesen Zeitraum normalverteilt sind (van Genugten 2002: 43). Das RKI (2005: 56) rechnet mit 68% der Fälle in den vier heftigsten Wochen und mit 95% in den acht heftigsten Wochen der Pandemie. Dies ist näherungsweise mit der Normalverteilungsannahme vereinbar. Wir verteilen die Krankenhauspflegetage ebenfalls gemäß der Normalverteilung und unterstellen eine Dauer von 90 Tagen. Die Spitze der Belastung werden wir schließlich mit den Krankenhauskapazitäten vergleichen.

#### *Nachfrage nach Intensiv- und Beatmungsplätzen*

Ausgehend von den unterstellten Krankenhausfällen je Szenario schätzen wir die Zahl der Patienten, die auf einer Intensivstation behandelt werden, und derjenigen, die sogar mit Beatmungsgeräten versorgt werden müssen. Die zeitliche Verteilung der Intensiv- und Beatmungspflegetage erfolgt analog zur Verteilung der Krankenhauspflegetage auf die normalen Betten.

Bei allen Szenarien der Gruppe A gehen wir davon aus, dass 33% der Krankenhausfälle sterben. Unter der Annahme, dass die Verstorbenen zuvor auf einer Intensivstation behandelt wurden, ergibt sich dies als Untergrenze für den Anteil der Intensivfälle. Da aber nicht alle Intensivpatienten sterben dürften, gehen wir von einem Anteil von 50% der Krankenhausfälle aus, die auf die Intensivstation verlegt werden müssen. Der Anteil der Beatmungspatienten dürfte nur geringfügig unter dem der Intensivpatienten liegen, bei etwa 40%.<sup>7</sup>

Aufgrund der Schwere der Erkrankung weisen Intensivpatienten tendenziell eine überdurchschnittliche Krankenhausverweildauer auf. Allerdings verbringen sie nur einen Teil ihres Aufenthalts auf der Intensivstation. Wir rechnen mit einer durchschnittlichen Verweildauer auf der Intensivstation von zehn Tagen. Die mittlere Verweildauer eines Beatmungspatienten auf einem Beatmungsplatz dürfte geringfügig darunter, bei etwa acht Tagen, liegen.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Eine Fallstudie über mit Aviärer Influenza A infizierten Patienten in Asien im Zeitraum 1997 bis 2004 (The Writing Committee of the World Health Organisation Consultation on Human Influenza A/H5 2005) berichtet, dass Ateminsuffizienzen der Hauptgrund für die Behandlung auf der Intensivstation waren.

<sup>8</sup> Wir rechnen hier mit Absicht mit einer hohen mittleren Verweildauer an den Beatmungsgeräten von acht Tagen. In den bisherigen Fallberichten (The Writing Committee of the World Health Organisation Consultation on Human Influenza A/H5 2005) werden Krankheitsverläufe beschrieben, in denen es zu Ausbildungen von Lungenversagen (ARDS) gekommen ist. Diese Patienten müssen oft längerfristig beatmet werden. Zudem kann es im Rahmen einer Beatmung auch zu beatmungsassoziierten Pneumonien kommen, welche die Dauer der Beatmungspflicht zusätzlich erhöhen.

Tabelle 1

**Nachfrage nach Krankenhausleistungen in den Szenarien einer Pandemie**

	Modell A		
	Szenario „mild“ (15%)	Szenario „mittel“ (30%)	Szenario „schwer“ (50%)
Krankenhausfälle	131 000	262 000	436 000
Krankenhauspflegetage	1 310 000	2 620 000	4 360 000
Intensivfälle	65 000	130 000	218 000
Intensivpflegetage	650 000	1 300 000	2 180 000
Beatmungsfälle	52 000	104 000	174 000
Beatmungspflegetage	418 000	836 000	1 395 000
Todesfälle	44 000	88 000	145 000
	Modell B		
	1918/19	1957/58	1968/69
Krankenhausfälle	770 000	141 000	48 000
Krankenhauspflegetage	7 700 000	1 410 000	480 000
Intensivfälle	385 000	70 000	24 000
Intensivpflegetage	3 850 000	700 000	240 000
Beatmungsfälle	308 000	56 000	19 000
Beatmungspflegetage	2 470 000	450 000	155 000
Todesfälle	194 000	54 000	18 000

Für die Szenarien der Gruppe B errechnen wir basierend auf den oben abgeleiteten Krankenhausfällen in gleicher Weise die Nachfrage nach Intensivbetten und Beatmungsgeräten. Tabelle 1 fasst die wichtigsten Daten der sechs Szenarien zur Nachfrage nach Krankenhausleistungen zusammen. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Kapazität.

### 3. Ergebnisse

Schaubild 1 zeigt im oberen Teil das *Angebot an Betten* unter der Annahme einer Auslastung von 90 und von 100% sowie die Nachfrage für alle sechs Szenarien. Selbst bei Auftreten einer so schweren Pandemie wie der Spanischen Grippe im Jahre 1918 stünden nach obigen Berechnungen ausreichend Betten in deutschen Krankenhäusern zur Verfügung.

Schaubild 1 illustriert im mittleren Teil das Angebot und die Nachfrage nach *Intensivbetten*. Danach kann das Angebot an freien Betten auf den Intensivstationen die Nachfrage nur in schwachen Grippepandemien wie bei der Hongkong-Grippe 1968 abdecken. Schon eine leicht schwerere Pandemie wie die Asiatische Grippe 1957 würde in der Hochphase zu deutlichen Engpässen in der Versorgung von Intensivpatienten führen. Berücksichtigt man zusätzlich die provisorischen Intensivbetten, lässt sich eine der Asiatischen Grippe ähnliche Pandemie noch abdecken. Jedoch führt bereits das mittlere Szenario

Tabelle 2

**Angebot an Krankenhausbetten im Fall einer Pandemie**

	Auslastung von 90%	Auslastung von 100%
Planbetten, ohne psychiatrische Abteilungen	470 000	470 000
Puffer zwischen 100% und angestrebter Auslastung	50 000	0
Puffer für Notfallpatienten	120 000	120 000
Für Pandemie nutzbare Betten	300 000	350 000
	Intensiv- betten	Beatmungs- betten
Planbetten, ohne psychiatrische Abteilungen	23 000	14 000
Puffer für Notfallpatienten	11 000	7 000
Für Pandemie nutzbare Planbetten	12 000	7 000
Nutzung mobiler Reserven	16 000	16 000
Insgesamt nutzbare Betten und Geräte	28 000	23 000

Analyse von ADMED und RWI Essen.

der Gruppe A mit einer Erkrankungsquote von 30% zu einer leichten Unter-  
versorgung von Intensivpatienten.

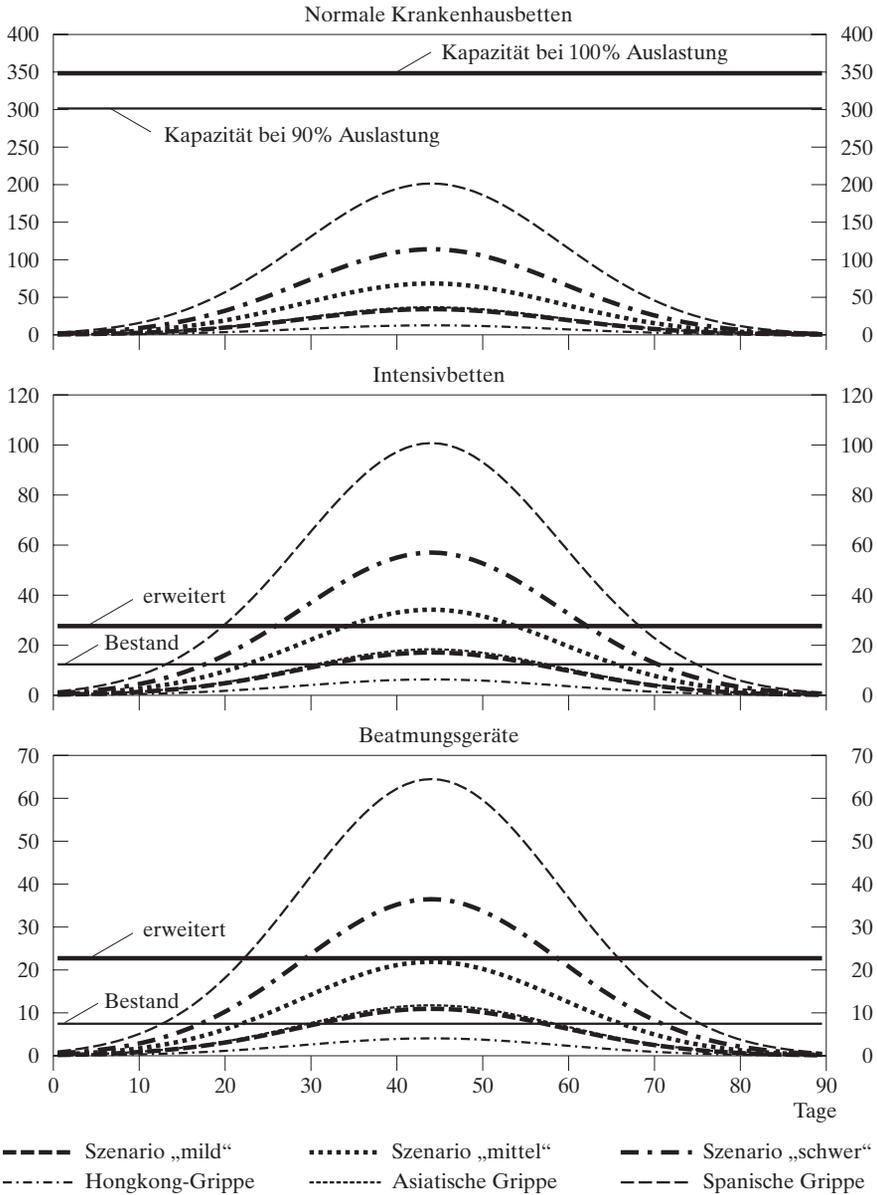
Der untere Teil von Schaubild 1 gibt das Angebot und die Nachfrage nach *Be-  
atmungsplätzen* wieder. Hier zeigt sich das gleiche Bild wie bei den Intensiv-  
betten. Eine deutliche Entschärfung der Situation tritt jedoch ein, wenn durch  
mobile Beatmungsgeräte und Herstellerkapazitäten zusätzliche Beatmungs-  
betten bereitgestellt werden. Die Zahl der Behandlungsplätze verdreifacht  
sich dann, so dass Pandemien von mittlerem Ausmaß knapp bewältigt werden  
könnten. Für die Nachfrage nach Beatmungsplätzen in schweren Szenarien  
würde das Angebot aber nicht ausreichen.

Umgekehrt lässt sich auch die Frage stellen, ab welcher Erkrankungsrate die  
Kapazitäten nicht mehr ausreichen würden, um auch im Höhepunkt einer  
Pandemie alle Patienten versorgen zu können. Im Fall der Intensivbetten (in-  
klusive zusätzlicher Kapazitäten) gehen wir davon aus, dass es ab einer Er-  
krankungsrate der Bevölkerung von knapp 25% zu Versorgungsengpässen  
kommen dürfte. Bei den Beatmungsplätzen (inklusive zusätzlicher Kapazitä-  
ten) liegt die Schwelle leicht oberhalb von 30%.

Zur Schätzung der im Rahmen der stationären Behandlungen anfallenden  
Kosten stützen wir uns auf die Bewertung entsprechender Fälle im DRG-Sys-  
tem. Die Behandlung eines leichten Krankheitsverlaufs dürfte Kosten von  
etwa 1 400 bis 2 500 € je Fall verursachen, die Behandlung auf einer Intensiv-  
station etwa 2 200 bis 4 200 €. Die Fallkosten für Beatmungspatienten dürften  
bei 17 000 bis 43 000 € liegen. Rechnet man diese Zahlen für jedes der Szenari-  
en hoch, ergeben sich Gesamtkosten für medizinische Behandlungen in der  
Größenordnung von 1,0 bis 2,5 Mrd. € im milden, 2,0 bis 5,0 Mrd. € im middle-  
ren und 3,3 bis 8,3 Mrd. € im schweren Fall.

Schaubild 1

**Bettenauslastung im Verlauf einer Pandemiewelle**  
in 1000



Berechnungen von ADMED und RWI Essen. Zu den Szenarien vgl. Text.

#### 4. Maßnahmen

Neben hohen medizinischen Kosten einer Pandemie ist mit einer vorübergehenden Erlahmung der wirtschaftlichen Aktivität zu rechnen. Schätzungen des CBO (2005) zufolge dürften Einbußen beim Wirtschaftswachstum zwischen 1,5% und 5,0%-Punkten zu erwarten sein. Zur Gegenüberstellung der Kosten einer Pandemie mit denen von Präventions- und Gegenmaßnahmen müssten die Eintrittswahrscheinlichkeiten einzelner Szenarien bekannt sein. Aufgrund einer unzureichenden Datenlage können diese jedoch nicht empirisch abgeleitet werden. Wenn diese Wahrscheinlichkeiten bekannt wären, sollte aus Gründen der Vorsicht jedoch nicht nur auf diese Durchschnittswerte Bezug genommen werden, sondern auch *worst cases* Berücksichtigung finden. Diese Fälle sollten mit Maßnahmen zur Prävention oder zumindest zur Reduktion der Schwere einer Pandemie verglichen werden. Von einer Quantifizierung sehen wir hier aufgrund der unzureichenden Datenlage ab.

Die erste und grundlegendste Maßnahme besteht in der regelmäßigen Überwachung von Virenherden. Dies schließt auch Tierseuchen wie die Vogelgrippe mit ein. Die Überwachung ist verhältnismäßig günstig und erlaubt ein sofortiges Eingreifen der Behörden und die Einleitung von Gegenmaßnahmen. Damit kann möglicherweise der Ausbruch einer Epidemie verhindert oder zumindest lokal begrenzt werden.

Ist es zu einem Ausbruch einer Epidemie gekommen, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um die Ansteckung unter Menschen zu minimieren. Auch vor dem Hintergrund der Ergebnisse dieser Studie ist es besonders wichtig, dass die Erkrankungsrate unter der Bevölkerung gering ausfällt. Erfahrungswerte zeigen, dass viele Epidemien in mehr als einer Welle auftreten. Schon mit dem ersten Auftreten eines gefährlichen Grippeerregers sollten Impfstoffe entwickelt werden, um die Bevölkerung vor einer zweiten Welle zu immunisieren.

Die bisher genannten Maßnahmen dürften insgesamt relativ kostengünstig sein und sind daher grundsätzlich zu empfehlen. Die Entwicklung bzw. Herstellung antiviraler Arzneimittel muss jedoch stets vor dem Hintergrund der Kosten hierzu gesehen werden. Antivirale Arzneimittel sind relativ teuer. Eine Bevorratung für die gesamte Bevölkerung würde daher keinen Sinn machen, selbst wenn bekannt wäre, dass sie die Infektion effektiv bekämpfen könnten. Vor dem Hintergrund der großen Unsicherheiten über das Auftreten einer Pandemie, über die Virulenz des Erregers und die Wirksamkeit antiviraler Mittel plädieren wir für eine überschaubare Vorratshaltung von etwa 20%, um zunächst vor allem das medizinische Personal und andere wichtige öffentliche Stellen damit versorgen zu können. Bedeutender als die Vorratshaltung scheinen uns Investitionen in die Forschung und Entwicklung generalistischer antiviraler Mittel, die im Fall einer Epidemie relativ zügig an den speziellen Erreger angepasst werden können.

Aus Kostengründen würden wir von einer Schaffung weiterer Kapazitäten im Krankenhausbereich absehen. Unseres Erachtens gibt es ausreichend Bettenkapazitäten, um auch für schwere Pandemien gerüstet zu sein. Vielmehr sollte über die Schaffung zusätzlicher mobiler Intensivbetten und Beatmungsgeräte nachgedacht werden. In den USA gibt es zum Vergleich etwa 105 000 Geräte. Statistisch gesehen steht für 2 840 Menschen je ein Beatmungsgerät zur Verfügung.<sup>9</sup> Möchte Deutschland dieses Verhältnis erreichen, wären etwa 29 000 und damit 10 000 zusätzliche Beatmungsgeräte notwendig. Im Gegenzug könnten normale Betten abgebaut werden.

Von zentraler Bedeutung dürften schließlich die Organisation und das Management der knappen medizinischen Ressourcen im Fall einer Pandemie sein. Um eine schwere Pandemie in Deutschland bewältigen zu können, müssen in kürzester Zeit Intensiv- und Beatmungskapazitäten massiv aufgestockt werden. Diese Maßnahmen sollten nicht in dezentraler Verantwortung bleiben. Selbst bei ausreichenden Kapazitäten kann es auf lokaler Ebene sehr schnell zu Engpässen kommen, wenn wichtige Prozesse nicht optimal abgestimmt sind. Gerade vor dem Hintergrund des föderalen Systems in Deutschland ist eine zentrale Katastrophenstelle nötig, die sich um die Patientenverteilung kümmert.

Wir empfehlen daher die Erstellung eines detaillierten Notfallplans, die klare Zuweisung von zentralen Verantwortlichkeiten, die Identifikation von Erstversorgungskrankenhäusern, die Regelung der Weiterversorgung und generell eine zentrale Patientenverteilung und -logistik, sodass bei Auftreten einer Pandemie die notwendigen Schritte nicht erst erarbeitet werden müssen. Alleine die Sicherstellung der getrennten Patientenzirkulationen von infizierten und nicht infizierten Patienten kann dezentral nicht gewährleistet werden. Im Vergleich zu den Kosten anderer Maßnahmen dürften sich die zur Erarbeitung eines detaillierten Notfallplans in Grenzen halten.

## 5. Fazit

Die deutschen Krankenhäuser verfügen trotz starken Bettenabbaus in den letzten Jahren immer noch über ausreichend viele Betten zur stationären Behandlung leichter Grippefälle im Rahmen einer weltweiten Grippepandemie. Nach unseren Berechnungen dürften diese Kapazitäten sogar für eine starke Pandemie vom Ausmaß der verheerenden Spanischen Grippe in den Jahren 1918 und 1919 genügen und noch Raum für die Behandlung von sonstigen Notfällen und einigen planbaren Eingriffen lassen. Wir unterstellen dabei, dass das medizinische Fachpersonal während des nationalen Notfalls einer

---

<sup>9</sup> Dieses Verhältnis wird jedoch von den US-Behörden (Albrecht 2006) und vom CBO (2005) auch schon als nicht ausreichend betrachtet.

Pandemie zusätzliche Dienste leistet und Ärzte und Pflegekräfte im Ruhestand ihre Hilfe anbieten. Im Fall von noch schwereren Pandemien als die hier vorgestellten könnte noch auf Betten von Rehakliniken und psychiatrischen Fachabteilungen zurückgegriffen werden.

Völlig anders sieht die Situation jedoch im Fall schwerer Grippefälle, die auf Intensivstation, zum größten Teil mit künstlicher Beatmung, behandelt werden müssen. Nach unseren Berechnungen scheinen hierfür die festen Kapazitäten in deutschen Krankenhäusern nur für den Fall einer milden Pandemie wie z.B. der Hongkong-Grippe 1968 auszureichen. Die Situation bessert sich erheblich, wenn sämtliche mobilen Beatmungsgeräte genutzt werden. In diesem Fall wären die Krankenhäuser zumindest für mittelschwere Pandemien gerüstet.

Diese Ergebnisse sind jedoch nur haltbar, wenn die vorhandenen Ressourcen optimal eingesetzt werden. Auf lokaler Ebene kann es selbst bei ausreichenden Kapazitäten auf Bundesebene vereinzelt zu Engpässen kommen. Nur eine gute zentrale Organisation und ein zentrales Management im Katastrophenfall können die Vorhaltung und effiziente Nutzung dieser aufgestockten Kapazitäten und die stringente Trennung von infizierten und nicht infizierten Patienten gewährleisten. Gerade vor dem Hintergrund des föderalen Systems in Deutschland ist eine zentrale Katastrophenstelle nötig, die sich um die Patientenverteilung kümmert. Wir empfehlen daher die Erstellung eines detaillierten Notfallplans, die klare Zuweisung von Verantwortlichkeiten, die Identifikation von Erstversorgungskrankenhäusern, die Regelung der Weiterversorgung und generell eine zentrale Patientenverteilung und -logistik.

Sollte eine weltweite Pandemie jemals auftreten, würde die Zeit für eine optimale Vorbereitung der Notfallmaßnahmen fehlen. Da Deutschland im Gegensatz zu anderen Ländern zwar glücklicherweise weniger stark von Naturkatastrophen geplagt wird, fehlen möglicherweise aber das Bewusstsein und die Erfahrung mit dem Umgang einer nationalen Katastrophe. Die Kosten zur Erarbeitung eines funktionierenden Notfallplans sind im Vergleich zu denen anderer Maßnahmen gering, im Vergleich zu den Kosten einer Pandemie vernachlässigbar.

Ferner empfehlen wir trotz der Gefahr einer Pandemie, den Bettenabbau im Krankenhaussektor grundsätzlich weiter voranzutreiben. Intensivbetten und Beatmungsplätze sollten davon jedoch ausgenommen werden. Tendenziell sollte ihre Zahl sogar erhöht werden.

## **6. Anhang: Methodische Grundlagen**

Ergänzend zur Darstellung der methodischen Vorgehensweise im Hauptteil finden sich hier weitere Annahmen zur Berechnung der Bettenkapazität und der Nachfrage nach Krankenhausleistungen.

### **6.1 Krankenhauskapazität**

Zur Bestimmung weiterer Kapazitäten durch Verschiebung medizinisch nicht dringlicher Aufenthalte (Wahloperationen bzw. elektive Eingriffe) unterscheiden wir zwischen operativen und konservativen (nicht-operativen) Behandlungen. Zu diesem Zweck gruppieren wir die einzelnen Fachabteilungen grob in die beiden Kategorien (Tabelle 3). Der Anteil elektiver Eingriffe dürfte bei operativen Behandlungen mit etwa 80% höher sein als bei konservativen mit etwa 50%. Wir schätzen den Anteil der elektiven Patienten großzügig ein, da im Fall einer Pandemie die Beurteilung, ob eine Operation als elektiv zu betrachten ist, wahrscheinlich ebenso eher großzügig ausfallen wird.

Den Anteil elektiver Patienten auf operativen Intensivstationen schätzen wir mit 70% höher als auf den konservativen Intensivstationen mit 20%, da eine Vielzahl von elektiven Prozeduren, z.B. ausgedehnte operative Eingriffe, eine anschließende Intensivbehandlung erforderlich machen. Dies trifft jedoch nur auf eine kleine Auswahl planbarer konservativer Therapien zu. Insgesamt liegt aber der Anteil elektiver Patienten im gesamten Krankenhaus höher als auf den Intensivstationen, da nicht elektive Notfallpatienten überproportional häufig auf den Intensivstationen überwacht oder behandelt werden müssen. Bei den Beatmungsplätzen gehen wir auch von 70% elektiven Eingriffen auf operativen Intensivstationen aus. Dies gilt jedoch nicht für die konservativen Beatmungsbetten. Hier sind die elektiven Patienten in der Regel nicht beatmet. Somit gibt es hier keine zusätzlichen Beatmungskapazitäten durch Verschiebung elektiver Operationen.

### **6.2 Nachfrage nach Krankenhausleistungen**

Wir nehmen an, dass die Wahrscheinlichkeit, an Influenza zu erkranken, vom Alter abhängt (Meltzer et al. 1999a,b). Meist werden drei Altersklassen betrachtet: 0-19, 20-64 sowie 65 Jahre und älter. Der Schweregrad des Krankheitsverlaufes ist abhängig vom Alter und von Vorerkrankungen. Wir bestimmen daher zunächst die Alters- und die Risikostruktur der Erkrankten. Hierzu nehmen wir an, dass sich die Verteilung der Erkrankten auf die Altersklassen in Deutschland mit der Altersverteilung influenzabedingter Arztkonsultationen während normaler Grippeepidemien im Zeitraum 1996 bis 2000 in den Niederlanden (van Genugten et al. 2002) deckt (Tabelle 4). Wir gehen davon aus, dass bei erstmaligem Auftreten einer Pandemie kein wirksamer Impfschutz existiert, der die Erkrankungsrate senken könnte. Allerdings ist zu er-

Tabelle 3

**Zuordnung der einzelnen Fachabteilungen**

Fachabteilung	Operative FAB	Konservative FAB
Augenheilkunde	x	
Chirurgie	x	
Frauenheilkunde und Geburtshilfe	x	
Hals-Nasen-Ohrenheilkunde	x	
Haut- und Geschlechtskrankheiten	x	
Herzchirurgie	x	
Innere Medizin		x
Kinderchirurgie	x	
Kinderheilkunde		x
Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie	x	
Neurochirurgie	x	
Neurologie		x
Nuklearmedizin		x
Orthopädie	x	
Plastische Chirurgie	x	
Strahlentherapie		x
Urologie	x	
Sonstige Fachbereiche/Allgemeinbetten		x

Tabelle 4

**Annahmen zur Verteilung der Erkrankten auf die Altersklassen**

Altersklasse	Konsultationsrate NL (normale Influenza- Epidemie), in %	Bevölkerung D	Hypothetische Konsulta- tionen D	Verteilung der hypothetischen Konsultationen D, in %
0 bis 19 Jahre	2,76	16 328 900	451 331	24,4
20 bis 64 Jahre	2,16	49 952 361	1 079 970	58,5
65 Jahre und älter	1,97	15 981 340	315 312	17,1
Insgesamt	–	82 262 600	1 846 613	100,0

Eigene Berechnung nach Angaben in van Genugten et al. 2002: 19 und des Statistischen Bundesamtes.

warten, dass eine möglicherweise auftretende zweite Pandemiewelle geringeren Schaden verursacht, da sie auf eine teilweise immunisierte Bevölkerung stößt und außerdem dann ein Impfstoff entwickelt sein könnte.

Auf Basis der Altersverteilung lassen sich für jede gegebene Erkrankungsrate der Gesamtbevölkerung die jeweiligen Erkrankungsrate der einzelnen Altersgruppen bestimmen (Tabelle 5). Die Wahrscheinlichkeit zu erkranken nimmt mit zunehmendem Alter ab. Innerhalb jeder Altersklasse gibt es schließlich Risikopatienten, die auf Grund von Vorerkrankungen mit zusätzlichen Komplikationen rechnen müssen. Sie besitzen zwar keine erhöhte Wahrscheinlichkeit, an Influenza zu erkranken. Bei ihnen ist allerdings im Fall einer

Tabelle 5

**Annahmen zu altersspezifischen Erkrankungsraten**  
in %

Altersklasse	mild (15%)	mittel (30%)	schwer (50%)
0 bis 19 Jahre	18,5	36,9	61,6
20 bis 64 Jahre	14,4	28,9	48,2
65 Jahre und älter	13,2	26,4	43,9

Tabelle 6

**Anteil der Risikopatienten nach Altersklassen**  
in %

Meltzer-Studie		Robert-Koch-Institut	
Altersklasse	Anteil Risikopatienten pro Altersklasse, in %	Altersklassen	Anteil Risikopatienten pro Altersklasse, in %
0 bis 19 Jahre	6,4	0 bis 15 Jahre	6,0
20 bis 64 Jahre	14,4	16 bis 60 Jahre	14,0
65 Jahre und älter	40,0	61 Jahre und älter	47,0

Meltzer et al. 1999b: 23; RKI 2005 (Teil II): 36.

Tabelle 7

**Annahmen zu Erkrankten, die stationär behandelt werden oder sterben**  
Anteil in %

Altersklasse	Hospitalisierte Erkrankte		Letalität	
	Risikogruppe	keine Risikogruppe	Risikogruppe	keine Risikogruppe
0 bis 19 Jahre	1,37	0,37	0,76	0,01
20 bis 64 Jahre	1,46	0,68	1,29	0,03
65 Jahre und älter	5,09	1,42	2,63	0,34

Nach Angaben in Meltzer et al. 1999b: 24.

Erkrankung mit einem schwereren Krankheitsverlauf zu rechnen. Bei der Verteilung der Risikopatienten auf die Altersklassen verwenden wir Zahlen aus Meltzer et al. (1999a,b). Daten des Robert-Koch-Instituts (2005) bestätigen diese Verteilung für die Altersklassen (Tabelle 6).

Im nächsten Schritt bestimmen wir die Wahrscheinlichkeiten, dass ein Erkrankter stationär behandelt werden muss oder so sogar verstirbt. Wir orientieren uns an Zahlen der CDC-Studie, die auf Daten diverser US-Studien über Grippeepidemien in den USA basiert (Meltzer et al. 1999a, b). Zur Vereinfachung der Berechnungen verwenden wir die jeweiligen Erwartungswerte der Verteilungen (Tabelle 7). Auf Grundlage dieser Annahmen errechnen wir für jedes Szenario die Zahl der Krankenhaus- und Todesfälle.

Tabelle 8

**Mortalitätsraten in den historischen Szenarien**  
in % der Bevölkerung

Alter	Spanische Grippe	Asiatische Grippe	Hongkong-Grippe
0 bis 64 Jahre	0,5460	0,0150	0,0064
65 Jahre und älter	0,1660	0,2730	0,0850
Insgesamt	0,5290	0,0390	0,0140

Nach Simonsen et al. 1998..

In den Szenarien der Gruppe B verwenden wir historische US-Mortalitätsraten der Spanischen Grippe, der Asiatischen Grippe und der Hongkong-Grippe (Simonsen et al. 1998; Tabelle 8).

### Literatur

- Albrecht, H. (2006), Im Notfall ohne Plan. *Die Zeit* 2006 (9. Feb.).
- CBO – Congressional Budget Office (ed.) (2005), *A Potential Influenza Pandemic: Possible Macroeconomic Effects and Policy Issues*. Washington, DC.
- McKibbin, W. and A. Sidorenko (2006), *Global Macroeconomic Consequences of Pandemic Influenza*. Lowy Institute. Sydney.
- Meltzer, M.I., N.J. Cox and K. Fukuda (1999a), The Economic Impact of Pandemic Influenza in the United States: Priorities for Intervention. *Emerging Infectious Diseases* 5 (5): 659–671.
- Meltzer, M.I., N.J. Cox and K. Fukuda (1999b), *The Economic Impact of Pandemic Influenza in the United States: Priorities for Intervention*. Background Paper. Center for Disease Control. Atlanta.
- O.V. (2006), US-Gesundheitsministerium räumt Versorgungsdefizite bei Vogelgrippe-Epidemie ein. *Ärztbrief* 2006 (3. April).
- RKI – Robert-Koch-Institut (Hrsg.) (2005), *Nationaler Pandemieplan*, Teile I, II und III. Berlin.
- Simonsen, L., M.J. Clarke, L.B. Schonberger, N.H. Arden, N.J. Cox and K. Fukuda (1998), Pandemic versus Epidemic Influenza Mortality: A Pattern of Changing Age Distribution. *Journal of Infectious Diseases* 178: 53–60.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2004), Grunddaten der Krankenhäuser. Fachserie 12: Gesundheitswesen, Reihe 6.1.1. Stuttgart: Metzler-Poeschel.
- Taubenberger, J.K. and D.M. Morens (2006), 1918 Influenza: The Mother of All Pandemics. *Emerging Infectious Diseases* 12 (1): 15–22.
- van Genugten, M.L.L., M.L.A. Heijnen and J.C. Jager (2002), Scenario analysis of the expected number of hospitalizations and deaths due to pandemic influenza in the Netherlands. RIVM Report 282701002/2002. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, NL.
- The Writing Committee of the World Health Organisation (WHO) Consultation on Human Influenza A/H5 (2005), Current Concepts: Avian Influenza A (H5N1) Infection in Humans. *New England Journal of Medicine* 353: 1374–1385.