

**Infektionskrankheiten** sind trotz vielfältiger Erfolge weltweit weiterhin eine ernst zu nehmende gesundheitliche Bedrohung. Sie sind durch eine nicht zu prognostizierende Dynamik gekennzeichnet und stellen nicht nur für die Krankenversorgung, sondern auch für die gesamte Volkswirtschaft eine schwer kalkulierbare, große ökonomische Belastung dar. Damit wird ihre Bekämpfung zu einer dauerhaften medizinischen, ethischen, politischen und gesellschaftlichen Herausforderung.

Diese Monographie wird wie die 1996 erschienene „Denkschrift zur Bedrohung durch Infektionskrankheiten“ von der Rudolf-Schülke-Stiftung herausgegeben. Sie wurde in Abstimmung mit den Fachgesellschaften und Berufsverbänden für Hygiene und Öffentliche Gesundheit erarbeitet. Aus der Risikobewertung der Bedrohung durch Infektionskrankheiten werden die notwendigen risikominimierenden Strategien abgeleitet und dargestellt.

ISBN 978-3-88681-082-6

**mhp Verlag GmbH**

Publikationen über  
Medizin / Hygiene / Prävention

Marktplatz 13  
D 65183 Wiesbaden

Telefon 06 11.5 05 93-31  
Telefax 06 11.5 05 93-11  
info@mhp-verlag.de

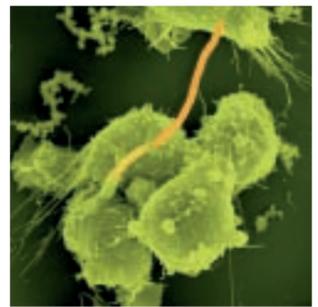
www.mhp-verlag.de

Zur Bedrohung durch **INFEKTIONSKRANKHEITEN**

mhp Verlag GmbH Wiesbaden

mhp Verlag GmbH Wiesbaden

2007



## Zur Bedrohung durch **INFEKTIONSKRANKHEITEN**

### Notwendigkeit einer Reform der Infektionshygiene

Herausgegeben von der

**RUDOLF SCHÜLKE STIFTUNG**

in Abstimmung mit den Fachgesellschaften  
und ärztlichen Berufsverbänden für Hygiene  
und öffentliche Gesundheit

**mhp**

Zur Bedrohung durch  
**INFEKTIONSKRANKHEITEN**

**Notwendigkeit einer Reform  
der Infektionshygiene**

# Zur Bedrohung durch **INFEKTIONSKRANKHEITEN**

**Notwendigkeit einer Reform  
der Infektionshygiene**

Herausgegeben von der

**RUDOLF SCHÜLKE STIFTUNG**

in Abstimmung mit den Fachgesellschaften  
und ärztlichen Berufsverbänden für  
Hygiene und Öffentliche Gesundheit



## **Autor**

Prof. Dr. med. Martin Exner  
Direktor des Instituts für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn  
Sigmund-Freud-Str. 25  
D-53127 Bonn

Mit einem Beitrag (Kapitel 3.3.1) von:

Dr. med. Britt Hornei  
Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn

## **Herausgegeben von der RUDOLF-SCHÜLKE-STIFTUNG**

in Abstimmung mit den Fachgesellschaften und ärztlichen Berufsverbänden  
für Hygiene und Öffentliche Gesundheit

*Der Autor*, Prof. Dr. med. Martin Exner, ist Vorsitzender der Rudolf-Schülke-Stiftung, seit 1994 Direktor des Institutes für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn sowie Vorstandsmitglied bzw. Mitglied zahlreicher nationaler und internationaler wissenschaftlicher Fachgesellschaften und Gremien im Bereich Hygiene und Öffentliche Gesundheit ([www.meb.uni-bonn.de/hygiene](http://www.meb.uni-bonn.de/hygiene)).

*Die Rudolf-Schülke-Stiftung* wurde 1972 ins Leben gerufen. Sie fördert den weltweiten Dialog mit Vertretern aus Wissenschaft und Forschung. Alle zwei Jahre verleiht die Stiftung die Hygieia-Medaille an Wissenschaftler, die besondere Problemlösungen im Bereich der Hygiene, Mikrobiologie und Präventivmedizin erzielt haben. (Rudolf-Schülke-Stiftung, Robert Koch-Str. 2, D-22851 Norderstedt).

© 2007 mhp-Verlag GmbH, Marktplatz 13, 65183 Wiesbaden.  
[www.mhp-verlag.de](http://www.mhp-verlag.de)

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Verlags strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, auszugsweisen Nachdruck, Mikroverfilmungen und Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Lektorat, Redaktion und Satz: Carola Ilchner, Bonn, Wiesbaden

Umschlaggestaltung: Petra Ruf Kommunikationsdesign, Mainz  
Druck und Bindung: Druckerei Chmielorz GmbH, Wiesbaden-Nordenstadt  
Abbildungsnachweise der Umschlagfotos: *Bacillus anthracis*: Dr. Volker Brinkmann, Max-Planck-Institut für Infektionsepidemiologie, Wassertropfen, afrikanisches Kind – [photocase.com](http://photocase.com)

## **Bibliographische Informationen der Deutschen Bibliothek**

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

ISBN 13: 978-3-88681-082-6

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>VORWORT</b>	<b>7</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>9</b>
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>13</b>
<b>2 RISIKOBEWERTUNG</b>	<b>18</b>
2.1 Epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten	18
2.1.1 Epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten in Deutschland	18
2.1.1.1 Meldepflichtige Krankheiten in Deutschland	18
2.1.1.2 Infektionen als Todesursachen in Deutschland	21
2.1.1.3 Nicht meldepflichtige Infektionen in Deutschland	23
2.1.2 Weltweite epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten	31
2.1.2.1 Allgemeine epidemiologische Charakterisierung	31
2.1.2.2 HIV/AIDS	35
2.1.2.3 Malaria	36
2.1.2.4 Tuberkulose	40
2.2 Infektionen und chronische Erkrankungen	44
2.3 Ausgewählte Quellen und Übertragungspfade für Krankheitserreger	47
2.3.1 Wasser für den menschlichen Gebrauch	47
2.3.2 Lebensmittel	53
2.4 Infektionskrankheiten und Krisensituationen	57
2.5 Antibiotikaresistenzen	60
2.6 Bioterrorismus	66
2.7 Pandemische Infektionen	70
<b>3 RISIKOMANAGEMENT</b>	<b>75</b>
3.1 Allgemeine Aspekte	75
3.2 Maßnahmen zur Infektionsprävention	78
3.2.1 Prävention durch Beeinflussung von Infektionsreservoirien	78
3.2.2 Prävention durch Verhinderung der Transmission	79
3.2.2.1 Hygieneverhalten	79
3.2.2.2 Händehygiene	79
3.2.2.3 Krankenhaushygiene	79
3.2.2.4 Tier- und Stallhygiene	79
3.2.2.5 Wasser- und Lebensmittelhygiene	79
3.2.2.6 Desinfektion	82
3.2.2.7 Sterilisation	83
3.2.2.8 Soziale Distanzierungsmaßnahmen	83
3.2.2.9 Persönliche Schutzmaßnahmen	84

3.2.3 Schutzimpfungen	85
3.2.3.1 Verfügbarkeit von Impfstoffen, Effektivität und Kosten-Nutzen-Relation	85
3.2.3.2 Durchsetzung von Impfpfehlungen in Deutschland und weltweit	86
3.2.3.3 Impfprogramme	91
3.2.3.4 Impfstoffentwicklung	92
3.3 Kontrolle	94
3.3.1 Klinische Diagnostik	94
3.3.2 Surveillance	100
3.3.3 Ausbruch- und Krisenmanagement	103
3.4 Forschung	106
3.4.1 Erreger	106
3.4.2 Infektionsreservoir	106
3.4.3 Infektionswege	106
3.4.4 Diagnostik	107
3.4.5 Evaluation	107
3.4.6 Impfstoffe	107
3.4.7 Präventions- und Kontrollstrategien in Entwicklungsländern	108
3.4.8 Chronische Erkrankungen	108
3.4.9 Antibiotikaresistenzen	108
3.4.10 Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten in komplexen Krisensituationen	109
3.4.11 Infrastruktur	109
3.4.12 Ökonomische Auswirkungen	109
3.5 Kommunikation, Aus-, Fort- und Weiterbildung	110
3.5.1 Kommunikation mit der Bevölkerung	110
3.5.2 Ausbildung der Ärzte und Fachärzte	111
3.6 Implementierung	114
3.6.1 Gesundheitsförderung	114
3.6.2 Gesundheitsschutz	115
3.6.3 Krankenhaushygiene	116
3.6.4 Städtehygiene	117
3.6.5 Infrastruktur wissenschaftlicher Institute und wissenschaftlicher Netzwerke	118
3.6.6 Öffentlicher Gesundheitsdienst	119
3.6.7 Länder der Dritten Welt	121
<b>SCHLUSSWORT</b>	<b>121</b>
<b>LITERATUR</b>	<b>122</b>

## VORWORT

Im Jahre 1996 veröffentlichte die Schülke-Stiftung unter ihrem damaligen Vorsitzenden Prof. Dr. Knut Olaf Gundermann „Die Denkschrift zur Bedrohung durch Infektionskrankheiten – Notwendigkeit einer Neubewertung und einer neuen Präventionsstrategie in Deutschland“ im Auftrag der Fachgesellschaften und ärztlichen Berufsverbände für das Gebiet der Infektionskrankheiten. Zum damaligen Zeitpunkt wurde das sogenannte Bundesseuchengesetz novelliert. Es kam in diesem Zusammenhang zu einer Neustrukturierung des Robert Koch-Instituts, zu einer Erweiterung der Meldepflicht, und zum Aufbau eines beispielhaften epidemiologischen Berichtswesens. Das Robert Koch-Institut hat sich im Urteil des Wissenschaftsrates zu einem national und international anerkannten Institut auf dem Gebiet der Vorbeugung und Kontrolle von Infektionskrankheiten entwickelt. Auch die 1996 herausgegebene Denkschrift hat diesen Prozess mit beeinflusst und somit in diese Zeit hineingewirkt.

Trotz dieser sehr positiven Entwicklung sind eine Reihe von Forderungen, die in der damaligen Denkschrift genannt worden waren und die hauptsächlich im Verantwortungsbereich der einzelnen Bundesländer liegen, nicht aufgegriffen worden. Es ist im Gegenteil in vieler Hinsicht zu einer sich **weiter verschärfenden Fehlentwicklung auf dem Gebiet der Infektionsprävention** gekommen. In einzelnen Bundesländern wurden trotz eindringlicher Warnungen eigene wissenschaftliche Kapazitäten und Infrastrukturen auf dem Gebiet der Infektionsprävention und Kontrolle nahezu vollständig abgebaut, der öffentliche Gesundheitsdienst wurde durch Personalreduktion in manchen Bereichen empfindlich geschwächt. Durch Schließung von Instituten für Hygiene an deutschen Universitäten kann eine Nachwuchsbildung und eine Ausbildung, insbesondere von Ärzten auf dem Gebiet der Infektionsprävention, heute nicht mehr sichergestellt werden.

Zudem ist es im Laufe von 10 Jahren zu einer Vielzahl neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und epidemiologischen Entwicklungen gekommen, die erheblichen Einfluss auf die Risikobeurteilung und die risikominimierenden Strategien haben. Hierzu zählen

- die deutliche Zunahme der Weltbevölkerung mit einer Zunahme auch der weltweiten Armut,
- die Zunahme des Reiseverkehrs mit den immer rascheren Ausbreitungsmöglichkeiten für Krankheitserreger (s. SARS),
- die unzureichende Versorgung von mehr als 1 Milliarde Menschen mit einwandfreiem Wasser und die unzureichende sanitäre Situation von mehr als 2 Milliarden Menschen.

Hierdurch wird auch das Risiko für **weltumspannende Pandemien** erhöht. Während einerseits früher bedrohliche Seuchen wie Cholera, Typhus, Pocken und Pest heute zumindest in den entwickelten Ländern nahezu bedeutungslos oder vollständig eliminiert sind, ist es andererseits zu einem drastischen Anstieg vor allem von durch Kontakt, Lebensmitteln und Wasser übertragenen Erkrankungen gekommen.

Das Europäische Zentrum für die Prävention und Kontrolle von Krankheiten (ECDC) nennt in seinem im Jahr 2007 herausgegebenen ersten epidemiologischen Bericht die **Zunahme antibiotikaresistenter Mikroorganismen und nosokomialer Infektionen** als die **wichtigste gesundheitliche Bedrohung in Europa**. Dies trifft auch auf Deutschland zu. Von 2000–2002 kam es in Deutschland mit einer Zunahme um mehr als 10 % zum höchsten Anstieg der MRSA-Rate in Europa. In anderen europäischen Ländern wie z. B. Frankreich konnte dagegen durch gezielte politische Prioritätensetzung ein deutlicher Rückgang von MRSA erzielt werden. Ein anderes Beispiel für die Gefährdung durch nosokomiale Infektionen ist der 2007 in Hessen aufgetretene, weltweit umfangreichste nosokomiale Salmonellen-Ausbruch der letzten 20 Jahre, wobei man mehr als einen Monat benötigte, um diesen Salmonellen-Ausbruch unter Kontrolle zu bringen. Im Zusammenhang mit Bioterrorismus und Pandemien wie Influenza und SARS bestehen ebenfalls schwer kalkulierbare Risiken. All dies muss als Menetekel dafür gesehen werden, dass die Reaktionsfähigkeit (*Resilience*) zum Schutz der öffentlichen Gesundheit vor übertragbaren Krankheiten in Deutschland aber auch weltweit keineswegs gewährleistet ist.

Es ist daher dringend notwendig, sich mit den Gesundheitsrisiken durch übertragbare Krankheiten sowie den **Präventionspotentialen durch Stärkung der Strukturen von Hygiene und Öffentlicher Gesundheit**, die im Verantwortungsbereich

reich der einzelnen Bundesländer liegen, auseinander zu setzen und **die Hygiene und Infektionshygiene zukunftsorientiert zu reformieren**. Notwendig hierfür ist politischer Wille und Prioritätensetzung, die Schaffung gut ausgebildeter personeller Kapazitäten und einer institutionellen Infrastruktur sowie einer Optimierung der Ausbildung insbesondere in ärztlichen Bereichen u. a. durch die Schaffung von Lehrstühlen für Hygiene und Öffentliche Gesundheit.

Wir haben die Hoffnung, dass diese Denkschrift Anregungen geben kann, zu neuen Diskussionen führt, die politische Prioritätensetzung beeinflusst und dazu beiträgt, Strukturen zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und damit zur Reaktionsfähigkeit auf das Bedrohungspotential durch alte und neue Infektionskrankheiten aufzubauen.

Wir möchten den Fachgesellschaften und ärztlichen Berufsverbänden für Hygiene und Öffentliche Gesundheit wie der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH) mit ihrem Präsidenten Herrn Prof. Dr. med. Kramer, dem Berufsverband der Ärzte für Hygiene und Umweltmedizin, der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP) mit ihrem Präsidenten Prof. Dr. med. Eikmann, dem Verbund für angewandte Hygiene (VAH) mit seinem Vorsitzenden Herrn Prof. Dr. med. Hingst sowie dem Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (BVÖGD) mit seinem Vorsitzenden Herrn Dr. med. Walter für ihre Unterstützung und ihre wertvollen, konstruktiven Anregungen bei der Durchsicht des Manuskripts, Frau Dr. med. Hornei für den hervorragenden Beitrag zur Diagnostik, Frau Ilschner für das Lektorat sowie der Rudolf-Schülke-Stiftung für ihr Vertrauen danken.

Bonn im September 2007

Prof. Dr. med. Martin Exner  
*Vorsitzender der Rudolf-Schülke-Stiftung*

## ZUSAMMENFASSUNG

Infektionskrankheiten sind trotz vielfältiger Erfolge weltweit weiterhin eine der gefährlichsten Bedrohungen für die Menschheit. Dies zeigt sich in ihrer großen Bedeutung hinsichtlich Morbidität und Mortalität neben Herz-Kreislaufkrankungen und bösartigen sowie chronisch-degenerativen Erkrankungen. Sie sind durch eine **nicht zu prognostizierende Dynamik** gekennzeichnet und stellen nicht nur für die Krankenversorgung, sondern auch für die gesamte Volkswirtschaft eine schwer kalkulierbare, große ökonomische Belastung dar. Damit wird ihre Bekämpfung zu einer **dauerhaften medizinischen, politischen und gesellschaftlichen Herausforderung**.

Die Gründe für dieses anhaltende Bedrohungspotential sind vielschichtig: Umweltfaktoren, sozioökonomische Bedingungen, technische Entwicklungen, der Reiseverkehr und die internationalen Verflechtungen z. B. bei der Lebensmittelversorgung und die Zunahme von infektionsgefährdeten Bevölkerungsgruppen gehören dazu wie auch die **Wandlungs- und Anpassungsfähigkeit von Mikroorganismen**. So hat sich das Auftreten neuer Infektionskrankheiten fortgesetzt. Alte, unter Kontrolle geglaubte Infektionskrankheiten sind noch nicht endgültig besiegt.

Neue virulente Varianten von bekannten oder bislang unbekanntem Krankheitserregern, ähnlich wie bei HIV, entwickeln sich und erfordern die **→ ständige Anpassung von Präventions- und Therapieansätzen**. Dies wird u. a. auch in der Gefahr einer pandemischen Ausbreitung einer neuen virulenten Influenza-Variante deutlich.

→

Es ist damit zu rechnen, dass auch zukünftig neue virulente Varianten von bekannten oder bislang unbekanntem Krankheitserregern auftreten können und eine Bedrohung darstellen.

Trotz des erfolgreichen Einsatzes von verfügbaren Impfstoffen bestehen in der Bevölkerung, insbesondere bei Erwachsenen, auch in Deutschland weiterhin z. T. erhebliche **Impflücken**. Nicht absehbar ist derzeit die Entwicklung von Impfstoffen gegen HIV/AIDS, Hepatitis C oder Malaria.

Im Hinblick auf die Therapie von Infektionskrankheiten ist die **weltweite Zunahme der Antibiotikaresistenzen** bei Bakterien und Pilzen nach wie vor ein zentrales Thema. Es ist damit zu rechnen, dass möglicherweise gegen bestimmte Krankheitserreger bald keine Antibiotika mehr zur Verfügung stehen und sich damit die post-antibiotische Ära ankündigt, in welcher derzeit verfügbare Antibiotika gegen relevante bakterielle und mykologische Infektionserreger nicht mehr länger wirksam sind.

Aufgrund der Erkenntnisse durch neue Nachweisverfahren verdichten sich die Hinweise, dass ein erweitertes Spektrum von Krankheitserregern Ursache oder Kofaktoren für **chronisch degenerative Erkrankungen** bzw. bösartige Erkrankungen sein können. Die epidemiologische Bedeutung der Mikroorganismen als Ursache derartiger Erkrankungen übertrifft die von chemischen Umweltschadstoffen mit Ausnahme des Zigarettenrauches weit.

Zusätzlich zu diesen Faktoren, die bereits in der Zusammenfassung der 1996 herausgegebenen Denkschrift erwähnt wurden, ist mit dem **Bioterrorismus und den Eingriffsmöglichkeiten zur Veränderung von Virulenzeigenschaften** von Krankheitserregern durch den Menschen ein dramatisches Bedrohungspotential entstanden, das ggf. erhebliche Konsequenzen für die Volksgesundheit haben wird. In Fachkreisen gilt es als sicher, dass es nicht mehr eine Frage des „ob“ sondern nur noch des „wann“ ist, dass es zum Einsatz entsprechend gentechnisch veränderter hochvirulenter Krankheitserreger für bioterroristische Zwecke kommt.

→

Ein Großteil der in entwickelten Ländern auftretenden Infektionskrankheiten wird im häuslichen Bereich oder am Arbeitsplatz sowie in spezifischen Risikobereichen wie Krankenhäusern und Altenpflegeheimen erworben.

Häufig vernachlässigt wird die Tatsache, dass ein Großteil der in den entwickelten Ländern auftretenden Infektionskrankheiten im → **häuslichen Bereich** oder am **Arbeitsplatz** sowie in **spezifischen Risikobereichen wie Krankenhäusern und Altenpflegeheimen** erworben wird.

Die **Risikoperzeption** der deutschen Bevölkerung zur Bedeutung von Infektionskrankheiten ist jedoch auch im Hinblick auf notwendige einfache Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle, die durch den Einzelnen umsetzbar sind, nicht in ausreichendem Maße vorhanden. Die Möglichkeiten zur Therapie von Infektionskrankheiten werden vor dem Hintergrund der Zunahme von Antibiotikaresistenzen erheblich überschätzt.

Zu den sozioökonomischen Faktoren, die bei der Ausbreitung von Infektionskrankheiten eine Rolle spielen, zählt die geschätzte **Zunahme der Weltbevölkerung** um bis zu 2 Milliarden Menschen in den nächsten 20 Jahren. Es ist davon auszugehen, dass die erheblichen **Defizite in der sanitären Infrastruktur** insbesondere in den Megacities sich noch verstärken werden. Schon heute haben bis zu 1,1 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sicherem **Trinkwasser** und 2,5 Milliarden Menschen müssen unter unzureichenden hygienischen Bedingungen leben. HIV/AIDS, Tuberkulose und Malaria sind weltweit nicht annähernd unter Kontrolle und haben in einigen afrikanischen Ländern zu einer geradezu dramatischen Absenkung der durchschnittlichen Lebenserwartung geführt.

In Deutschland konnten im Vergleich zu der Situation 1996 in den letzten 10 Jahren erhebliche Erfolge bei der Infrastruktur zur Prävention und Erkennung von Infektionen erzielt werden. Dazu gehören die Schaffung eines modernen **Infektionsschutzgesetzes**, die Zentralisierung von Aufgaben auf dem Gebiet der Infektionsprävention und die Kontrolle durch das **Robert Koch-Institut**.

Trotz dieser herausragenden Erfolge bestehen jedoch weiterhin erhebliche **Defizite bei der Kommunikation** zur Bevölkerung hinsichtlich der Bedeutung von Infektionskrankheiten und einfacher Hygienemaßnahmen und der Wahrnehmung von Impfungen zur Sicherstellung einer hohen Durchimpfungsrate.

Die **Infrastruktur** von funktionsfähigen Netzwerken von Hygiene- und mikrobiologischen Instituten an den Universitäten ist noch immer in Gefahr und deren Abbau konnte bislang nicht gestoppt werden. Hierdurch sind erhebliche Risiken gegeben, sowohl hinsichtlich der **Aus-, Fort- und Weiterbildung**, der **Forschung**, der

Unterstützung des **Öffentlichen Gesundheitsdienstes** wie auch eines effizienten **Infektionsmanagements**.

Die Teilerfolge der letzten 10 Jahren müssen daher als Ausgangspunkt und als Motivation zu weiteren dringend erforderlichen Verbesserungen gesehen werden und dürfen nicht zum Stillstand in den Entwicklungen führen.

Deutschland hat aber auch aufgrund seiner geschichtlichen Erfahrungen und Erfolge auf dem Gebiet der Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten vor allem durch die Person von Robert Koch eine besondere **Verantwortung**, um weltweit bei der Verbesserung der Infektionsprävention und -kontrolle mitzuwirken, Aus-, Fort- und Weiterbildungsprogramme zu optimieren und Entwicklungshilfeprogramme auch im eigenen Interesse zu unterstützen. Als Orientierungspunkt dienen dabei u. a. die „**UN-Millennium-Goals**“, für deren Umsetzung jedes Land einen Beitrag leisten sollte.

Es gilt auch innerhalb von Europa die vielfältigen Erfahrungen und wissenschaftlichen Strukturen weiter zu **koordinieren**, um sie sowohl für Europa als auch weltweit bestmöglich nutzbar zu machen.

Es geht also heute nicht mehr nur primär darum neue Erreger zu entdecken oder diese mit Hilfe molekularbiologischer Methoden zu charakterisieren wie dies vor 100 Jahren im Vordergrund stand, sondern die heute vorhandenen wissenschaftlichen Erkenntnisse konsequent zur Anwendung zu bringen und dabei auch die weiteren Faktoren (politischer Wille, soziale Aspekte, Verwaltungsstrukturen, infrastrukturelle Voraussetzungen, historische, kulturelle, geographische Gegebenheiten, Ausbildung, Kommunikation u. a. in den unterschiedlichen Ländern weltweit) als essentiell zu begreifen, um die Bedrohung durch Infektionskrankheiten unter Kontrolle zu bringen. In der → **holistischen Bündelung dieser Aktivitäten** liegt die wissenschaftliche Herausforderung für die nächsten vielleicht 100 Jahre. Gelingt dies nicht, kann die Bedrohung auch für die entwickelten Länder wieder existentiell werden.

→

**In der holistischen Bündelung aller Aktivitäten zur Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten liegt die wissenschaftliche Herausforderung für die nächsten 100 Jahre. Gelingt dies nicht, kann die Bedrohung auch für die Industriestaaten wieder existentiell werden.**

**Zentrale Aufgaben der nächsten Jahre sind:**

- Die Verbesserung der Maßnahmen zu Gesundheitsschutz und Gesundheitsförderung
- Die Durchführung einer differenzierteren Risikokommunikation
- Die Weiterentwicklung von Impfstoffen und die Erhöhung der Durchimpfungsraten
- Die Entwicklung neuartiger Diagnostika und Therapeutika
- Die Berücksichtigung der Lehren der Hygiene bei Aus-, Fort- und Weiterbildung von Ärzten und medizinischem Personal
- Der Aufbau von Netzwerken zwischen Hygieneinstituten und mikrobiologischen Instituten
- Der Ausbau von Strukturen im öffentlichen Gesundheitswesen
- Förderung einer klaren Infrastruktur für die personellen und apparativen Kapazitäten sowohl für die alltäglichen Herausforderungen als auch für den Krisenfall in Deutschland



## 1 EINLEITUNG

Vor 100 Jahren, am 1. Juni 1906, wurde die → **Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie** ursprünglich als „Freie Vereinigung für Mikrobiologie“ gegründet. 1949 wurde sie in „Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie – DGHM“ umbenannt.

→  
Vor 100 Jahren, am 1. Juni 1906, wurde die Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie gegründet.

Das 100-jährige Bestehen der ersten Gesellschaft und Muttergesellschaft für zahlreiche sich daraus neu etablierenden Fachgesellschaften für Hygiene und Mikrobiologie ist Anlass auf Erfolge, Defizite und die zukünftigen Herausforderungen für Hygiene und Mikrobiologie bei Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten zu blicken.

Das Jahr 1906 ist nicht nur verbunden mit der Gründung der DGHM, zu dessen Gründungsmitgliedern die damals führenden Gelehrten des Faches wie Flügge, Ehrlich, Gaffky und Wassermann zählten. Als Mitbegründer wird auch → **Robert Koch** genannt, der sich jedoch seit April auf einer Expedition in Deutsch-Ostafrika befand, nachdem die Schlafkrankheit an die Grenze dieses Landes gelangt war. Kein deutscher Forscher des 19. und 20. Jahrhunderts hat in so umfassender und globaler Weise Hygiene und Mikrobiologie beeinflusst wie Robert Koch.

→  
Kein deutscher Forscher des 19. und 20. Jahrhunderts hat in so umfassender und globaler Weise Hygiene und Mikrobiologie beeinflusst wie Robert Koch.

Neben der Gründung der Fachgesellschaft sind zwei weitere wichtige Entwicklungen im Jahre 1906 von Bedeutung, die Hygiene und Mikrobiologie nachdrücklich beeinflusst haben. So erschien im Jahre 1906 die **Ausführungsbestimmung des preußischen Landeseseuchengesetzes**, basierend auf dem preußischen Landeseseuchengesetz, welches 1905 veröffentlicht wurde. In diesen Ausführungsbestimmungen ist eindringlich die Bedeutung der bakteriologischen Untersuchungen für die Erkennung ansteckender Krankheiten betont worden. Hiermit wurde der mikrobiologischen Diagnostik eine gesetzliche Mandatierung gegeben, die eine wichtige Voraussetzung für den Aufbau hygienisch-mikrobiologischer Untersuchungsinstitute wurde.

Am 16. Juni 1906 wurde vom Bundesrat die **Anleitung für die Einrichtung, den Betrieb und die Überwachung öffentlicher Wasserversorgungsanlagen** veröffentlicht, welche die Überwachung des Trinkwassers auf eine gesetzliche Grundlage stellte und gleichzeitig Voraussetzung war, um die Hygiene des Trinkwassers nachdrücklich zu verbessern. Auf dieser Grundlage konnten die wichtigsten trinkwasserbedingten Erkrankungen der damaligen Zeit in Deutschland wie Cholera, Typhus und Shigellen-Ruhr nahezu vollständig unter Kontrolle gebracht bzw. eradiziert werden. Die Inzidenz der wichtigsten damals meldepflichtigen Erkrankungen je 100.000 Einwohner im Ruhr-Kohlenbezirk (mit 2.869.674 Bewohnern) ist in **Tabelle → 1.1** wiedergegeben. Im Jahre 1956, 50 Jahre später, waren wichtige epidemiologisch bedeutsame Infektionskrankheiten noch nicht unter Kontrolle, jedoch bereits deutlich reduziert.

In den Folgejahren kam es aufgrund **verbesserter hygienischer Strukturen und Maßnahmen** sowie der **verbesserten mikrobiologischen Diagnostik** und auf-

grund einer konsequent betriebenen **Impfstrategie** unter Einbeziehung der Gesundheitsämter zu einem kontinuierlichen Rückgang von Infektionskrankheiten **Tabelle → 1.2**. 1980 konnte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) erklären, dass die Welt von den Pocken, einer der gefürchtetsten Seuchen der Menschheit, befreit war. Die gewaltigen Erfolge bei der Ausrottung von Pocken und der weitgehenden Eradikation der Kinderlähmung (Poliomyelitis) sowie die Beherrschbarkeit bakterieller Infektionen durch Antibiotika führten zu der Auffassung in Wissenschaft und Politik, dass **„das Buch der Infektionskrankheiten geschlossen werden könne“**. Finanzmittel, die für die Verhütung, Erkennung und Überwachung von Infektionskrankheiten benötigt wurden, wurden folglich weltweit kontinuierlich gekürzt, staatliche Einrichtungen zur Diagnostik und Vor-sorge von Infektionskrankheiten in großem Umfang abgebaut.

Im Oktober 1992 veröffentlichte das Institute of Medicine unter Federführung von *J. Lederberg* ein Grundsatzpapier mit dem Thema **„Emerging Infections – Microbial Threats to Health in the United States“**, das die bisherige Beurteilung der seuchenhygienischen Situation als eine fatale Fehleinschätzung globalen Ausmaßes herausstellte. Das Ausmaß der Bedrohung, so dieser Bericht, könne nur durch eine kontinuierliche, weltweit gemeinsame Anstrengung sowohl der unterentwickelten als auch der entwickelten Länder unter Kontrolle gehalten werden. Dies setze jedoch die Bereitschaft voraus, Organisationsstrukturen aufrecht zu erhalten, die der Verhütung, Erkennung und Kontrolle von Infektionskrankheiten dienen. Nur so seien die Aufgaben der öffentlichen Daseinsvorsorge zur Abwendung der weiterhin bestehenden Risiken durch Infektionskrankheiten zu erfüllen.

→

Tabelle 1.1, 1.2:

Inzidenzen (%) der gemeldeten Infektionskrankheiten im Ruhr-Kohlenbezirk pro 100.000 Einwohner im Jahr 1906 (Tab. 1.1) und nach Angaben des Robert Koch-Instituts in Deutschland 2006 (Tab. 1.2).

Quellen: Verein zur Bekämpfung von Volkskrankheiten 1907, RKI 2007

Inzidenz der Infektionskrankheiten im Ruhr-Kohlenbezirk 1906	
Diphtherie	189,9
Genickstarre	20,4
Scharlach	202,1
Shigellen-Ruhr	9,9
Tuberkulose	70,4
Typhus	37,6

Tabelle 1.1

Inzidenz der Infektionskrankheiten in Deutschland 2006 (RKI)	
Campylobacter	63
Diphtherie	0
Keuchhusten	ca. 12,3
Meningitis (invasiv)	0,7
Norovirus	92
Poliomyelitis	0
Rotavirus	81
Ruhr (Shigellen)	1
Salmonellen	64
Scharlach	k.A.
Tuberkulose	6,6
Typhus, Paratyphus	<1

Tabelle 1.2 (k.A. = keine Angaben)

Basierend auf diesem Dokument wurde im Jahre 1996 von der Rudolf-Schülke-Stiftung im Auftrag der Fachgesellschaften und ärztlichen Berufsverbände für das Gebiet der Infektionskrankheiten die **„Denkschrift zur Bedrohung durch Infektionskrankheiten – Notwendigkeit einer Neubewertung und einer neuen Präventionsstrategie in Deutschland“** herausgegeben. Diese Denkschrift befasste sich mit der Epidemiologie von Infektionskrankheiten, den Risiken und den sozioökonomischen Belastungen in Deutschland, Europa und der Welt. Es wurden Fehlentwicklungen und Defizite benannt sowie Empfehlungen und Strategien erarbeitet. Diese Denkschrift hat maßgeblich zu einem Umdenkprozess beigetragen und beispielhafte Entwicklungen, wie die Neustrukturierung des Robert Koch-Institutes, die Etablierung der Surveillance und die Herausgabe des *Epidemiologischen Bulletins* gefördert. Hierdurch fand Deutschland auf diesem Gebiet wieder den Anschluss insbesondere an die Entwicklungen in den angelsächsischen Ländern und übertrifft diese heute sogar in manchen Bereichen wie der Prävention und Kontrolle von nosokomialen Infektionen.

Zum damaligen Zeitpunkt war es hauptsächlich → **die AIDS-Epidemie** – die bis heute nicht unter Kontrolle ist – die zu dem Bewusstsein beitrug, dass Infektionskrankheiten auch in unserer modernen Welt nicht immer sicher beherrschbar sind. Seitdem sind eine Reihe neuer Infektionserreger, wie das **SARS-(schweres akutes Respirationssyndrom)-assoziierte Corona-Virus**, das Henipa-Virus (Hendra- und Nipah) und das **aviäre Influenza-Virus** identifiziert worden, die mit der Gefahr der Entwicklung einer pandemischen Ausbreitung einhergehen. Lange bekannte Infektionskrankheiten wie das West-Nil-Fieber, menschliche Affenpocken, Dengue, Tuberkulose und Malaria sind weiterhin nicht annähernd unter Kontrolle. Dies zeigt einmal mehr, dass die Dynamik und die Vielfalt der infektionsepidemiologischen Prozesse eine kontinuierliche Neubewertung und Anpassung der Präventions- und Kontrollstrategien notwendig macht.

Neben den neu auftretenden Problembereichen, dürfen aber auch bestehende Risiken vor Ort nicht aus den Augen verloren werden. Die zunehmende Ausbreitung von **antibiotikaresistenten Mikroorganismen** war beispielsweise auch 1996 bereits als Bedrohung klar erkannt worden, hat sich aber seit dieser Zeit weiter kontinuierlich **fortgesetzt**. Die besorgniserregende Steigerung der Prävalenz von **Methicillin-resistenten Staphylokokken (MRSA)** in Deutschland und in Österreich vor allen anderen europäischen Ländern hat insbesondere in den Jahren 1999 – 2002 erhebliche Bedeutung erhalten. Die **unzureichende Umsetzung der Impfungen** spiegelt sich in dem gehäuften Auftreten von Masern-Erkrankungen in Deutschland 2006 wieder.

Die **Zunahme von Risikopopulationen** in Deutschland, zu denen insbesondere alte Menschen zu zählen sind, hat mittlerweile erkennen lassen, dass nicht nur in Krankenhäusern, sondern auch in Pflegeheimen ein ähnlich hohes Gefährdungspotential aufgrund nosokomialer Infektionen besteht wie in Krankenhäusern. Weltweit birgt die **Zunahme der Weltbevölkerung** um bis zu 2 Milliarden Menschen mit zunehmender Verstädterung ein erhebliches Risiko für die **pandemische Ausbreitung** von Seuchenerkrankungen mit dramatischen wirtschaftlichen



→

**Die AIDS-Epidemie und die bisher fehlenden Möglichkeiten der Impfprävention dieser Erkrankung führten zu dem Bewusstsein, dass Infektionskrankheiten nicht unter allen Umständen beherrschbar bzw. sicher zu kontrollieren seien.**

und epidemiologischen Konsequenzen. Die **mikrobiologische Diagnostik** hat segensreiche Fortschritte gemacht, aber dadurch auch zur Aufdeckung neuer Risiken durch Infektionskrankheiten geführt, wie z. B. des Zusammenhangs zwischen bösartigen Erkrankungen und anderen chronischen Erkrankungen.

Dennoch ist die **Risikoperzeption** der Bevölkerung im Hinblick auf präventive Maßnahmen defizitär. So führte u. a. die sogenannte „**Hygiene-Hypothese**“, nach der durchgemachte Infektionskrankheiten vor atopischen Erkrankungen schützen, dazu, dass häufig in der öffentlichen Wahrnehmung hygienische Verhaltensweisen als unnötig oder sogar schädlich angesehen werden und zudem aus Furcht vor der Ausbildung von Resistenzen der gezielte und begründete Einsatz von Desinfektionsverfahren nicht in notwendigem Umfang umgesetzt wurde. Defizitär ist auch die Vermittlung von **Hygiene-Inhalten im Medizinstudium** infolge der Zusammenlegung der Fächer Hygiene, Mikrobiologie und Virologie zu einem Fach in der Approbationsordnung.

→

Mehr als 25% aller Todesfälle weltweit werden jedes Jahr direkt durch Infektionskrankheiten verursacht. Millionen weiterer Todesfälle werden aufgrund sekundärer Auswirkungen von Infektionskrankheiten bedingt.

Infektionskrankheiten sind weltweit nach Herz-Kreislaufkrankungen mit die häufigste Todesursache geblieben. Von den weltweit jedes Jahr geschätzten 57 Millionen Todesfällen werden ca. 15 Millionen, das sind → **mehr als 25 % aller Todesfälle, direkt durch Infektionskrankheiten ausgelöst**. Millionen weiterer Todesfälle werden aufgrund **sekundärer** Auswirkungen von Infektionskrankheiten bedingt. Infektionskrankheiten führen zu eingeschränkter Gesundheit und sind für ca. 30 % aller Disability Adjusted Life Years (DALY) weltweit verantwortlich (ein Disability Adjusted Life Year ist der Verlust von einem Lebensjahr in Gesundheit). Infektionskrankheiten bedingen jedes Jahr weltweit den Verlust von nahezu **1,5 Milliarden Gesamt-DALYs**. Konsequenterweise wurde im Jahre 2004 seitens des Europäischen Parlamentes die Schaffung des **European Center for Disease Prevention and Control** beschlossen, das seinen Sitz in Stockholm erhalten hat. Das European Center for Disease Prevention and Control ist ein neues EU-Zentrum, um die europäischen Anstrengungen zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten wie Influenza, SARS und HIV/AIDS zu koordinieren.

→

**Tabelle 1.3:**

Die 8 UN-Millennium-Entwicklungsziele und ihre Indikatoren, die aus der Millenniumserklärung aus dem Jahr 2000 abgeleitet wurden.

Vor dem Hintergrund der weltweiten Bedeutung von Infektionskrankheiten hat sich der G-8-Gipfel in Sankt Petersburg 2006 schwerpunktmäßig mit der Bekämpfung von AIDS, Tuberkulose, Malaria und impfpräventablen Erkrankungen befasst, was die hohe und aktuelle Bedeutung von Infektionskrankheiten für die Weltgemeinschaft betont. Notwendig sind erhebliche Anstrengungen zur Unterstützung der Vereinten Nationen zur Erreichung der **UN-Millennium-Goals**, die auch die Prävention und Kontrolle wichtiger Infektionskrankheiten zum Ziel haben (→ **Tabelle 1.3**).

Ziel der Denkschrift 2007 ist es, eine Risikobewertung der jetzigen und der zukünftigen Situation der Bedrohung durch Infektionskrankheiten vorzunehmen und daraus die notwendigen risikominimierenden Strategien abzuleiten und darzustellen.

## Die 8 UN-Millennium-Entwicklungsziele, Teilziele und Indikatoren

### Entwicklungsziel 1:

Den Anteil der Weltbevölkerung, der unter extremer Armut und Hunger leidet, halbieren.

*Teilziel 1:* Zwischen 1990 und 2015 den Anteil der Menschen halbieren, die weniger als den Gegenwert eines 1 US-Dollars pro Tag zum Leben haben.

*Teilziel 2:* Zwischen 1990 und 2015 den Anteil der Menschen halbieren, die Hunger leiden.

### Entwicklungsziel 2:

Allen Kindern eine Grundschulausbildung ermöglichen.

*Teilziel 3:* Bis zum Jahr 2015 sicherstellen, dass Kinder in der ganzen Welt, Jungen wie Mädchen, eine Primarschulbildung vollständig abschließen können.

### Entwicklungsziel 3:

Die Gleichstellung der Geschlechter fördern und die Rechte der Frauen stärken.

*Teilziel 4:* Das Geschlechtergefälle in der Primar- und Sekundarschulbildung beseitigen, möglichst bis 2005 und auf allen Bildungsebenen bis spätestens 2015.

### Entwicklungsziel 4:

Die Kindersterblichkeit verringern.

*Teilziel 5:* Zwischen 1990 und 2015 Senkung der Kindersterblichkeit von unter Fünf-Jährigen um zwei Drittel.

### Entwicklungsziel 5:

Die Gesundheit der Mütter verbessern.

*Teilziel 6:* Zwischen 1990 und 2015 Senkung der Sterblichkeitsrate von Müttern um drei Viertel.

→ *Indikatoren:* Müttersterblichkeitsrate, Anteil der von medizinischem Fachpersonal begleiteten Geburten

### Entwicklungsziel 6:

HIV/AIDS, Malaria und andere Krankheiten bekämpfen.

*Teilziel 7:* Bis 2015 die Ausbreitung von HIV/AIDS zum Stillstand bringen und eine Trendumkehr bewirken.

*Teilziel 8:* Bis 2015 die Ausbreitung von Malaria und anderen schweren Krankheiten zum Stillstand bringen und eine Trendumkehr bewirken.

→ *Indikatoren:* Verbreitung von HIV unter schwangeren Frauen von 15 bis 24 Jahren, Anteil der Frauen, die Empfängnisverhütung praktizieren, Zahl der wegen HIV/AIDS verwaisten Kinder, Malariaverbreitung und Sterblichkeitsraten im Zusammenhang mit Malaria, Anteil der Bevölkerung in malariegefährdeten Gebieten, der wirksame Malariaverhütungs- und Malariabekämpfungsmaßnahmen ergreift, Tuberkuloseverbreitung und Sterblichkeitsraten im Zusammenhang mit Tuberkulose, Anteil der diagnostizierten und mit Hilfe der ambulanten Kurzzeittherapie DOTS (Directly Observed Treatment Short Course) geheilten Tuberkulosefälle

### Entwicklungsziel 7:

Den Schutz der Umwelt verbessern.

*Teilziel 9:* Die Grundsätze der nachhaltigen Entwicklung in der Politik und den Programmen der einzelnen Staaten verankern und die Vernichtung von Umweltressourcen eindämmen.

*Teilziel 10:* Bis 2015 Halbierung des Anteils der Menschen ohne dauerhaft gesicherten Zugang zu hygienisch einwandfreiem Trinkwasser.

*Teilziel 11:* Bis 2020 deutliche Verbesserung der Lebensbedingungen von mindestens 100 Millionen Slumbewohnern und -bewohnerinnen.

→ *Indikatoren:* Anteil der Flächen mit Waldbedeckung, geschützte Flächen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt, Bruttoinlandsprodukt pro verbrauchte Energieeinheit (als Ersatzindikator für Energieeffizienz, Kohlendioxid ausstoß pro Kopf, Abbau der Ozonschicht, Konzentration treibhauswirksamer Gase, Anteil der Bevölkerung mit nachhaltigem Zugang zu einer besseren Wasserquelle, Anteil der Menschen mit Zugang zu besserer Sanitärversorgung, Anteil der Menschen mit sicheren Nutzungs- und Besitzrechten

### Entwicklungsziel 8:

Eine weltweite Partnerschaft im Dienst der Entwicklung aufbauen.

*Teilziel 12:* Weitere Fortschritte bei der Entwicklung eines offenen, regelgestützten, berechenbaren und nicht diskriminierenden Handels- und Finanzsystems. Dies umfasst die Verpflichtung zu verantwortungsbewusster Regierungsführung, zu Entwicklung und zur Beseitigung der Armut auf nationaler und internationaler Ebene mit ein.

*Teilziel 13:* Berücksichtigung der besonderen Bedürfnisse der am wenigsten entwickelten Länder (LDC). Das beinhaltet den Abbau von Handelshemmnissen, Schuldenerleichterung und -erlass, besondere finanzielle Unterstützung der aktiv um Armutsminderung bemühten Länder.

*Teilziel 14:* Den besonderen Bedürfnissen der Binnen- und kleinen Insel-Entwicklungsländer Rechnung tragen.

*Teilziel 15:* Umfassende Anstrengungen auf nationaler und internationaler Ebene zur Lösung der Schuldenprobleme der Entwicklungsländer.

*Teilziel 16:* In Zusammenarbeit mit den Entwicklungsländern Strategien zur Schaffung menschenwürdiger und sinnvoller Arbeitsplätze für junge Menschen erarbeiten und umsetzen.

*Teilziel 17:* In Zusammenarbeit mit den Pharmaunternehmen erschwingliche unentbehrliche Arzneimittel in den Entwicklungsländern verfügbar machen.

*Teilziel 18:* In Zusammenarbeit mit dem privaten Sektor dafür sorgen, dass die Vorteile neuer Technologien, insbesondere von Informations- und Kommunikationstechnologien, von Entwicklungsländern genutzt werden können.

## RISIKOBEWERTUNG

- 2.1 Epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten
- 2.2 Infektionen und chronische Erkrankungen
- 2.3 Quellen und Übertragungspfade für Krankheitserreger
- 2.4 Infektionen und Krisensituationen
- 2.5 Antibiotikaresistenzen
- 2.6 Bioterrorismus
- 2.7 Pandemische Infektionen

## Epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten

2.1

- 2.1.1. Epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten in Deutschland
- 2.1.2 Weltweite epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten

## 2 RISIKOBEWERTUNG

## 2.1 Epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten

## 2.1.1 Epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten in Deutschland

Für die Charakterisierung der epidemiologischen Bedeutung von Infektionskrankheiten in Deutschland sind mehrere Quellen auszuwerten. Hierzu zählen:

- die Zusammenstellung der meldepflichtigen Erkrankungen, wie sie im infektionsepidemiologischen Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten seitens des Robert Koch-Institutes jährlich herausgegeben werden,
- die Todesursachenstatistik des statistischen Bundesamtes,
- Sentinel-Untersuchungen zu nicht meldepflichtigen Infektionskrankheiten wie Pneumonien, Diarrhoen, nosokomialen Infektionen,
- Berichte zu Pandemien und importierten Infektionen (*RKI, ECDC, WHO*).

Am 7. Juni 2007 veröffentlichte das European Center for Disease Prevention and Control (ECDC) den ersten europäischen epidemiologischen Bericht über übertragbare Erkrankungen, in welchem die Trends der 49 wichtigsten Infektionskrankheiten in 25 Mitgliedstaaten der EU und der drei EEA/EFTA-Länder (Island, Liechtenstein und Norwegen) analysiert wurden (Amato-Gauci 2007).

## 2.1.1.1 Meldepflichtige Krankheiten in Deutschland

In der Denkschrift zur Bedrohung durch Infektionskrankheiten von 1996 war festgestellt worden, dass das damals in Deutschland bestehende Verfahren zur mikrobiologischen Diagnostik und zur Meldung von Infektionen nicht geeignet sei, valide Daten auch in einem internationalen Netzwerk zusammenzuführen.

Mit der **Novellierung des Infektionsschutzgesetzes** und dessen Herausgabe im Jahre 2001 wurden das Meldesystem und der Umfang meldepflichtiger Krankheitserreger auch im internationalen Vergleich vorbildlich erweitert und somit die 1996 angemerkten Defizite erfreulicherweise weitgehend behoben.

Im europäischen Vergleich ist Deutschland neben Finnland das Land, welches die höchste Anzahl einzelner Krankheitserreger mit einer Meldepflicht in seinem Infektionsschutzgesetz versehen hat → **Tabelle 2.1** (Medema 2006). Die wichtigsten meldepflichtigen Krankheitserreger und Infektionskrankheiten werden auf der Basis der seit 2001 übermittelten Fälle u. a. in dem jährlich erscheinenden infektionsepidemiologischen Jahrbuch dargestellt. Die Ergebnisse basieren auf der intensiven Zusammenarbeit mit und zwischen den Ärzten in den Gesundheitsämtern und entsprechenden Landeseinrichtungen, den Laboratorien sowie den Krankenhäusern und Arztpraxen, die sich an diesem System beteiligen.

Die Analyse der in Deutschland meldepflichtigen Erkrankungen für die Jahre 2004 und 2005 ergibt im Vergleich zum Jahr 2004 und unter Berücksichtigung der früheren Entwicklungen folgende grundsätzliche Entwicklung meldepflichtiger Infektionskrankheiten:

1. Die noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts gefürchteten und weit verbreiteten seuchenartigen Infektionskrankheiten wie Cholera, Diphtherie, Fleckfieber, Masern, Milzbrand, Paratyphus, Pest, Poliomyelitis, Röteln, Tollwut sowie Typhus abdominalis sind nahezu bedeutungslos geworden. Vereinzelt auftretende Erkrankungen sind in der Regel auf Einschleppungen aus anderen Ländern zurückzuführen. Die Erfolge bei der Prävention und Kontrolle dieser Erkrankungen sind maßgeblich bedingt durch:

- **Verbesserung der hygienischen und sanitären Voraussetzungen in Deutschland** (hauptsächlich Trinkwasser- und Abwasserentsorgung: (Cholera, Fleckfieber, Milzbrand, Paratyphus, Pest, Typhus abdominalis),
- **spezifische Immunprophylaxe** (Diphtherie, Masern, Pest, Röteln, Tollwut).

– Eine weitere Gruppe früher relevanter Seuchenerkrankungen wie die **Tuberkulose** bzw. die **Hepatitis A** sind aufgrund der verbesserten hygienischen Randbedingungen, Verbesserung der Trinkwasser- und Abwasserentsorgung sowie bei der Hepatitis A aufgrund von Impfungen bzw. weitergehenden Kontrolluntersuchungen bei Risikopersonen kontinuierlich **rückläufig**.

– Bei **blutübertragenen Infektionen** wie der Hepatitis B ergibt sich ein **langsamer kontinuierlicher Rückgang**, der u. a. auf die verstärkten Anstrengungen und Verfügbarkeit von Hepatitis-B-spezifischen Impfungen zurückzuführen ist. Auch bei der Hepatitis C ist es trotz fehlender Impfprävention zu einem Rückgang gekommen, der auf eine **verbesserte Diagnostik**, u. a. auch bei der Überwachung von Blutprodukten zurückzuführen ist.

2. Bei einer weiteren Gruppe von hauptsächlich zu **Gastroenteritis** führenden Krankheitserregern ist es hingegen nicht zu einer befriedigenden Reduktion gekommen.



**Tabelle 2.1:**  
Vergleich der Meldepflicht für Erreger von Gastroenteritiden in Europa.

Finnland (2005), Deutschland (2001), Niederlande (1999, 2005), Schweden (2001, 2004, 2005), GB (2005), Frankreich (2007).

Quelle: modifiziert nach Medema 2006.

Krankheitserreger	Land					
	Finnland	Frankreich	Deutschland	Niederlande	Schweden	Großbritannien
<i>Campylobacter</i>	●	○	●	○	●	○
<i>Cryptosporidium</i>	●	○	●	○	●	○
<i>E. coli</i> 0157:H7	●	●	●	●	●	○
<i>Giardia</i>	●	○	●	○	●	○
Norovirus	●	○	●	○	○	○
<i>Salmonella</i>	●	●	●	○	●	○
<i>Shigella</i>	●	●	●	●	●	○
Akute Gastroenteritis*	●	○	●	●	○	●
Ausbruch	●	●**	●	●	●	○

\* Im Zusammenhang mit Lebensmittelverarbeitung bzw. mit einer Lebensmittelvergiftung. \*\* Alle Infektionen meldepflichtig nach Ausbruch mit Ausnahme von *Campylobacter*  
 ● Meldepflichtig ○ Datenerfassung auf der Basis freiwilliger Meldungen

→

### Entwicklung der Infektionskrankheiten in Deutschland (Beispiele)

#### Stark rückläufiger Trend:

– „Klassische Seuchen“ wie Cholera, Polio, Typhus, Milzbrand, Pest, Röteln

#### Langsam rückläufiger Trend mit

#### Schwankungen:

– Tuberkulose sowie Virushepatitiden A, B und C

#### Zunahme:

– Norovirusinfektionen, EHEC, Influenza, Legionellose

#### Deutliche Zunahme:

– Campylobacter- und Rotavirusinfektionen, HIV-Neuerkrankungen

– Die **Campylobacter-Enteritis** hat im Gegenteil deutlich zugenommen und mittlerweile auch Salmonellen als bakterielle gastrointestinale Infektionserkrankung überstiegen.

– Ebenso unbefriedigend ist die Situation bei Norovirus-Gastroenteritis, Rotavirus-Erkrankungen und der Salmonellose, die zahlenmäßig unter den meldepflichtigen Erkrankungen bei weitem überragen. Ihnen allen gemeinsam ist, dass es sich um Infektionskrankheiten handelt, die durch persönliches Verhalten und insbesondere lebensmittelbedingte Übertragungen und direkte Kontaktübertragung von Mensch zu Mensch weitergegeben werden. Dies gilt auch für die Giardiasis und die Cryptosporidiosis, die ebenfalls zu zum Teil schwer verlaufenden Darminfektionen führen, die sich jedoch zahlenmäßig auf einem wesentlich niedrigeren Niveau befinden. Dennoch ist auch hier keine deutliche Verringerung zu erkennen.

– Besorgniserregend ist auch die Zunahme von **EHEC-Erkrankungen**. Diese Erkrankungen lassen sich durch Lebensmittel und durch Kontaktinfektionen über Wasser (Trinkwasser, Badewasser) zum Teil sehr effizient übertragen. Sowohl Campylobacter-Infektionen als auch Norovirus-Infektionen zeichnen sich zusätzlich durch eine sehr niedrige Infektionsdosis aus.

Bei der Interpretation dieser Zahlen ist zu berücksichtigen, dass ein Großteil der meldepflichtigen Erkrankungen an Campylobacter, Noro- und Rotavirus-Infektionen sowie Salmonellosen nicht diagnostiziert wird.

3. Die **Legionellose** hat ebenfalls in ihrer Bedeutung zugenommen. Das Robert Koch-Institut stellt hierzu fest, dass bei der Legionellose mit einer erheblichen Untererfassung zu rechnen ist und statt der 475 bzw. 554 gemeldeten Erkrankungsfälle 2004 bzw. 2005 tatsächlich mit bis zu 30.000 ambulant erworbenen Pneumonien durch Legionellen zu rechnen sei. Die Legionellose wird ausschließlich von wasserführenden technischen Systemen auf den Menschen übertragen und wird nicht von Mensch zu Mensch übertragen. Aus diesem Grunde sind **Präventionsstrategien wasserführender Systeme** sowie andererseits eine verbesserte Diagnostik dringend erforderlich.
4. Die besonders gefürchteten viralen hämorrhagischen Fieber sind weder 2004 noch 2005 in Deutschland aufgetreten. Im Jahre 2006 kam es jedoch in Münster zu einem Fall von Lassa-Fieber.
5. In den letzten Jahren wurde in Deutschland und anderen Industriestaaten eine **Zunahme von HIV-Neuinfektionen** und anderen sexuell übertragbaren Infektionen, insbesondere bei Männern, die Sex mit Männern haben (MSM), registriert. In Deutschland stieg die Zahl der HIV-Erstdiagnosen 2005 im Vergleich zum Vorjahr um 13 % (RKI Jahresbericht 2005).

Insgesamt lässt sich aufgrund der Analyse der meldepflichtigen Krankheiten feststellen, dass die klassischen früher relevanten Seuchenerkrankungen in Deutschland durch **Optimierung der sanitärhygienischen Voraussetzungen** sowie durch **Impfstrategien** unter Kontrolle gehalten wurden. Bei den hauptsächlich über direkten Kontakt übertragbaren bakteriellen und viralen sowie parasitären Erkrankungen sind jedoch weiterhin hohe Erkrankungsraten an meldepflichtigen Erkrankungen festzustellen.

Daher müssen Strategien zur Änderung dieser Situation neben der spezifischen Entwicklung von Impfstoffen auf eine Verbesserung des Hygieneverhaltens des Einzelnen und der Bevölkerung abzielen.

In anderen Fällen, wie z. B. Hepatitis-C-Infektionen, ist eine → **Verbesserung von Hygienemaßnahmen in medizinischen Bereichen** sowie in allen Bereichen, in denen mit potentiell blutkontaminierten invasiven Systemen gearbeitet wird (Piercing, Tätowieren, Rasur etc.) und die **Aufklärung gefährdeter Bevölkerungsgruppen** notwendig.

Aufgrund der weiterhin besorgniserregenden Situation bei HIV-Infektionen ist eine konsequente Beobachtung und insbesondere Aufklärung zur risikoarmen Verhaltensweise bei Sexualverkehr notwendig.

Die Bekämpfung der Influenza als einer auch im weltweiten Maßstab bedrohlichen respiratorischen Infektionskrankheit verlangt weiterhin kontinuierliche Anstrengungen. Wichtig ist ein hoher **Durchimpfungsgrad** in der Bevölkerung. Hierbei muss je nach infektionsepidemiologischer Situation mit dem Eintrag **neuer Varianten von Influenza-Viren** gerechnet werden. Diese Varianten sind für die Unterschiede in der jährlichen Prävalenz der Influenza von 3.486 Fällen im Jahr 2004 und 12.734 Fälle im Jahr 2005 verantwortlich.

#### 2.1.1.2 Infektionen als Todesursachen in Deutschland

Eine weitere Quelle zur Charakterisierung der epidemiologischen Bedeutung von Infektionskrankheiten ist die Darstellung des Statistischen Bundesamtes „Todesursachen in Deutschland“ (Fachserie 12/Reihe 4).

Die Todesursachenstatistik wird nach den Regeln der WHO unikausal aufbereitet, d. h. von den Eintragungen im Leichenschauschein, die als Kausalkette von dem unmittelbar zum Tode führenden Leiden bis zum Grundleiden zurückführen, wird nur dieses Grundleiden für die Statistik herangezogen.

Für die hiesige Darstellung wird die vergleichende Darstellung des Jahres 2004 gewählt. Im Jahre 2004 verstarben in Deutschland 818.271 Personen. Die häufigsten Todesursachen war auch im Jahre 2004 Erkrankungen des Kreislaufsystems, ihnen erlag fast jeder 2. der Gestorbenen (45 %). Bei nahezu jedem 4. Sterbefall (25,6 %) wurde eine bösartige Neubildung als Todesursache festgestellt. Krankheiten des Atmungssystems waren bei 6,4 % und Krankheiten des Verdauungssystems bei 5,2 % der Gestorbenen die Todesursache.

Die Krankheiten werden in verschiedenen ICD-Positionen (Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme) ausgewiesen. An den sogenannten „Spezifischen infektiösen parasitären Krankheiten“ (ICD-Positionen A00 bis B99) verstarben in Deutschland insgesamt 11.062 Personen. Grippe und Pneumonien sind separat ausgewiesen (ICD-Position J10–J18). An diesen Krankheiten verstarben 19.094 Menschen → **Tabelle 2.2**. Insgesamt lässt

→

**Aus der Risikobewertung der Entwicklung der meldepflichtigen Erkrankungen in Deutschland ergeben sich folgende Schwerpunkte:**

- **Entwicklung von spezifischen Impfstoffen**
- **Verbesserung der Impfstrategien**
- **Verbesserung des Hygieneverhaltens des Einzelnen und in der Bevölkerung im allgemeinen**
- **Verbesserung der Hygienemaßnahmen im medizinischen Bereich**

→

Tabelle 2.2:

Todesursachenstatistik in Deutschland

2004: ausgewählte Infektionskrankheiten

Quelle: Statistisches Bundesamt 2005.

Spezifische infektiöse und parasitäre Krankheiten	Todesfälle
– Infektiöse Darmkrankheiten (nicht näher spezifiziert)	942
• Sonstige Salmonellen-Infektionen	54
– Tuberkulose	350
– sonstige bakterielle Krankheiten, darunter	6.445
• Meningokokken-Infektionen	63
• sonstige Sepsis	5.956
• Erysipel	131
– Infektionen, die vorwiegend durch Geschlechtsverkehr übertragen werden	7
– Virusinfektionen d. Zentralnervensystems	184
– atypische Virusinfektion d. Zentralnervensystems	156
– Creutzfeldt-Jakob-Krankheit	144
– Virus-Infektionen, die durch Haut- u. Schleimhautläsion gekennzeichnet sind, darunter	104
• Herpes zoster	73
– Virus-Hepatitis, darunter	1.156
• akute Virus-Hepatitis B	74
– HIV-Krankheit, darunter	507
• infektiöse u. parasitäre Krankheiten infolge HIV-Krankheit	114
• bösartige Neubildungen infolge HIV-Krankheit	43
– sonstige Virus-Krankheiten	151
– Mykosen	125
– Protozoen-Krankheiten	23
– Folgezustände d. Tuberkulose	91
– sonstige u. nicht näher bezeichnete Infektionskrankheiten	726
Grippe und Pneumonie (ICD-Positionen J10–J18)	
– Pneumonie, Erreger nicht näher bezeichnet	18.395
– Grippe durch nachgewiesene Influenza-Viren	9
– Grippe, Viren nicht nachgewiesen	116
– Virus-Pneumonie, andernorts nicht klassifiziert	42
Sonstige akute Infektionen der unteren Atemwege (J20–J22)	629
Infektionen, die für die Perinatalperiode spezifisch sind (P35–P39)	78
Gesamt:	30.863

sich feststellen, dass **der Anteil von Infektionen an den Todesursachen** im Gegensatz zu Beginn des 20. Jahrhunderts und im Vergleich zu Herz-Kreislaufkrankungen und bösartigen Neubildungen **deutlich an Bedeutung verloren hat**.

→

**Infektionskrankheiten sind als Todesursache in Deutschland insgesamt in den Hintergrund getreten. Unter den Infektionskrankheiten, die zum Tode führten, haben die Pneumonien die größte Bedeutung. Sie stehen an 8. Stelle in der Rangfolge der häufigsten Todesursachen.**

Bemerkenswert ist aber die Bedeutung bestimmter Infektionserkrankungen als Todesursache: In der Reihenfolge der **→ häufigsten Todesursachen stehen die Pneumonien an 8. Stelle**. Innerhalb der „Spezifischen infektiösen und parasitären Krankheiten“ hat die **Sepsis** eine herausragende Stellung; von 11.062 Todesfällen sind mehr als die Hälfte (5.956) auf diese Todesursache zurückzuführen.

Nicht berücksichtigt bzw. zukünftig näher zu untersuchen ist der Anteil von bösartigen Neubildungen und chronischen Erkrankungen, die durch Infektionserreger ausgelöst werden. Hierzu zählen beispielhaft das Leberzellkarzinom durch Hepatitis-B-

und Hepatitis-C-Viren bzw. das Magenkarzinom durch *Helicobacter pylori* (s. Kapitel 2.2 und 2.3.2).

Insofern lässt sich der letztendliche ursächliche Anteil von Infektionen aus der Darstellung der Todesursachen nicht exakt ablesen.

### 2.1.1.3 Nicht meldepflichtige Infektionen in Deutschland

Die Analyse der meldepflichtigen Infektionskrankheiten und der Todesursachenstatistik gibt nur einen **Teilaspekt** der epidemiologischen Bedeutung von Infektionskrankheiten in Deutschland wieder.

Die eigentliche Bedeutung von Infektionskrankheiten erschließt sich erst durch genaue Analyse wie am Beispiel der Pneumonien, Gastroenteritiden und nosokomialen Infektionen beispielhaft veranschaulicht werden soll.

#### Pneumonien

Bei den Pneumonien sind die

- **nosokomialen** Pneumonien von den
- **ambulant erworbenen** Pneumonien (Community Acquired Pneumonia) zu unterscheiden.

Im Folgenden wird auf die **ambulant erworbene Pneumonie (CAP)** eingegangen. Unter ambulant erworbener Pneumonie wird jede Lungenentzündung eines immunkompetenten, d. h. nicht in seiner Abwehr geschwächten Patienten, bezeichnet, deren Erreger im privaten oder beruflichen Umfeld „zu Hause“ erworben wurde. Dies gilt auch für diejenigen Pneumonien, die innerhalb der ersten zwei Tage eines Krankenhausaufenthaltes erstmals diagnostiziert werden.

Seitens des **Kompetenznetzes ambulant erworbener Pneumonien (CAPNETZ)**, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, wird die Epidemiologie ambulant erworbener Pneumonien untersucht.

Die ambulant erworbene Pneumonie ist die **weltweit am häufigsten registrierte Infektionskrankheit** und dementsprechend von hoher sozialmedizinischer Bedeutung. In den USA werden nach Angaben von CAPNETZ jährlich 2–3 Millionen Fälle festgestellt, die zu 10 Millionen Hausarztkontakten und etwa 0,5 Millionen Krankenhauseinweisungen führen. Für Deutschland fehlen vergleichbare epidemiologische Daten, vor allem, wie viele CAP-Fälle ausschließlich im ambulanten Bereich behandelt werden.

Die → **Inzidenz** (Anzahl neuer Erkrankungsfälle) in der Gesamtbevölkerung wird auf **1–11/1.000 Einwohner pro Jahr, bei Altenheimbewohnern sogar auf 68–114/1.000** Personen geschätzt. Über 30 % der Erkrankten werden im Verlauf hospitalisiert, 10 % intensivstationär behandelt (d. h. ca. 2 % aller Patienten mit einer ambulant erworbenen Pneumonie). Damit führt die ambulant erworbene Pneumo-

→

**Die Inzidenz der Pneumonien in Deutschland wird auf 1–11/1.000 Einwohner pro Jahr geschätzt. Über 30 % der Erkrankten werden im Verlauf hospitalisiert, 10 % werden intensivstationär behandelt. Der weltweit wichtigste Erreger ist *Streptococcus pneumoniae*.**

nie häufiger zu stationären Aufnahme als der Myokardinfarkt (132.000 Aufnahmen) und Apoplex (162.000 Aufnahmen). Die durch die Erkrankung entstehenden Kosten werden nach Angaben CAPNETZ auf mehr als 500 Millionen Euro pro Jahr geschätzt.

Prädisponierende Faktoren für die Erkrankung bzw. für einen schweren Verlauf bestehen in mehr als zwei Drittel der Fälle. Neben dem Hauptrisikofaktor einer chronisch-obstruktiven Atemwegserkrankung sind weitere Faktoren ein höheres Lebensalter (> 65 Jahre), Rauchen, Herzinsuffizienz, chronische Leber- und Nierenerkrankungen, Diabetes mellitus, eine vorangegangene Influenza-Infektion sowie aspirationsdisponierende Erkrankungen. Die chronisch-obstruktive Lungenerkrankung prädisponiert zum einen durch eine gestörte lokale Immunfunktion mit Schleimhautschädigung und bakterieller Kolonisation, zum anderen durch die – bei fortgeschrittenen Erkrankungsstadien häufig auftretend – Fehl- bzw. Mangelernährung für eine Pneumonie. Inhalationsrauchen bedingt ein erhöhtes Risiko für eine Infektion mit Legionellen und Chlamydien sowie für eine bakteriämisch (septisch) verlaufende Pneumokokken-Infektion.

Für über 90 % der ambulant erworbenen Pneumonien sind als Erreger **Bakterien** verantwortlich, hauptsächlich

- *Streptococcus pneumoniae* (Pneumokokken),
- *Haemophilus influenzae* und
- *Mycoplasma pneumoniae*.
- Bei schweren Verläufen spielen noch *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* und *Legionella pneumophila* eine wichtige Rolle. Enterobakterien und *Pseudomonas aeruginosa* können mit zunehmendem Alter vermehrt nachgewiesen werden und sind mit einer hohen Letalität assoziiert.

→  
In 40–60 % der Fälle ambulant erworbener Pneumonien ist der Erreger nicht nachweisbar.

Zu berücksichtigen ist aber, dass in → **40–60 % der Fälle** (in der Praxis mehr als 70 %) aufgrund vielfältiger Ursachen **kein Erregernachweis** gelingt (schwierige Materialgewinnung, labile Erreger, Kontaminanten, Co-Infektion etc.). Untersuchungen bezüglich der Erregerreihenfolge zeigen in verschiedenen Ländern trotz nationaler Besonderheiten (z. B. hohe Legionellen-Prävalenz in Spanien) ein größtenteils homogenes Bild: *Streptococcus pneumoniae* (25–45 % aller Fälle) ist weiterhin weltweit der wichtigste Erreger, gefolgt von *Haemophilus influenzae* (10–20%) als häufigste gramnegative Spezies. *Mycoplasma pneumoniae* (10–12 %) kommt vor allem bei jüngeren Patienten eine nennenswerte Bedeutung zu. Die Prävalenz von *Chlamydia* spp. und *Legionella* spp. ist unklar. Ein Virusnachweis kann in ca. 10–25 % der Fälle geführt werden, wobei dieser häufig mit einem gleichzeitigen Bakteriennachweis (vor allem mit Pneumokokken und *Staphylococcus aureus*) gekoppelt ist. Neben Influenza-Viren spielen RSV, Adeno-, Corona- und Enteroviren eine gewisse Rolle. Da überwiegend Untersuchungsergebnisse hospitalisierter Patienten vorliegen, ist weiterhin unklar, inwieweit derart selektierte Daten die Infektionsepidemiologie in der ambulanten Praxis widerspiegeln. Diesen Mangel an infektionsepidemiologischem Wissen auszugleichen, um praxisrelevante Schlüsse ziehen zu können, ist ein besonderes Anliegen von CAPNETZ, das inzwischen diesbezüglich erste vorläufige Daten vorlegte:

Als häufigster Erreger wurde ebenfalls *Streptococcus pneumoniae* gefunden, gefolgt von Viren, die in 15–20 % von Rachenabstrichen mittels PCR nachgewiesen wurden. Dominierend war im Jahr 2005 dabei das Influenza-Virus, das vor allem in den Monaten Januar bis März gehäuft auftrat. Atypische Pneumonien waren für etwa 20 % der Pneumonien verantwortlich, bei denen ein Erreger identifiziert werden konnte. Erstaunlich war dabei die mit knapp 8 % hohe Zahl von Legionellen-Infektionen. Infektionen mit diesem Erreger gingen mit der höchsten Sterblichkeit einher. Problematisch ist allerdings, dass die Diagnose einer Legionellen-Infektion anscheinend schwierig zu führen ist, da Abweichungen zwischen dem Legionellen-Antigentest im Urin, PCR aus BAL und anderen Atemwegsmaterialien und Antikörpernachweisen aus dem Serum bestanden. Überraschend war die niedrige Zahl nachweisbarer Chlamydien-Infektionen (< 1 %).

Trotz entsprechender Standards zur Therapie ambulant erworbener Pneumonien kommt es relativ häufig zu einem **Therapieversagen**, welches dann anzunehmen ist, wenn nach 48–72 Stunden weder eine klinische Befundbesserung bzw. radiologisch eine Progredienz der Lungeninfiltrate vorliegt. Bei ambulant therapierten Patienten tritt in 5–10 % ein Therapieversagen ein, bei hospitalisierten in 20–30 %.

Hinsichtlich der → **Prognose** liegt die **Gesamtletalität** der ambulant erworbenen Pneumonie **unter 6 %**. Bei einer ambulanten Behandlung beträgt die Letalitätsrate < 2 %. Ist eine stationäre Behandlung erforderlich, so steigt die Letalität unabhängig von Lebensalter und Risikokategorie auf 2–10 %, je nach Co-Morbidität und Lebensalter bis auf 20 %. Bemerkenswert ist, dass auch heutzutage die Sterblichkeit an einer bakteriämischen Pneumokokken-Pneumonie noch 20 % beträgt. Auch die Legionellen-Pneumonie hat insgesamt eine schlechte Prognose, unter optimaler Behandlung versterben 10 % der immunkompetenten Patienten, ansonsten über 20 %. Erkrankt ein Patient an einer schweren ambulant erworbenen Pneumonie, so ist von einer Letalität zwischen 15 und 50 % auszugehen.

→

**Pneumonien haben eine sehr unterschiedliche Prognose. Während bei einer ambulanten Behandlung die Letalitätsrate <2 % beträgt, kann eine schwere ambulant erworbene Pneumonie auch eine Letalität zwischen 15 und 50 % aufweisen. Bis zu 30 % der Pneumokokken sind mittlerweile gegen Makrolidantibiotika resistent.**

Von besonderer hygienischer Bedeutung ist die **Legionellose**, da deren Infektionsreservoir ausschließlich im technisch konditionierten wasserführenden Umfeld liegt. Als vorrangige Infektionsquellen sind **Leitungssysteme zur Warmwasserverteilung** (z. B. sanitäre Einrichtungen, Duschen, Whirl Pools) und Kühltürme zu nennen. Nach wie vor ist in Deutschland von einer hohen Untererfassung der Legionellosen auszugehen, da wahrscheinlich nicht alle Legionellosen auch als solche erkannt werden. Dies gilt besonders für das Pontiac-Fieber. Auch bei Pneumonien wird relativ selten eine spezifische Erregerdiagnostik durchgeführt, sodass sicherlich nur wenige als Legionärskrankheit identifiziert werden. Nach Angaben des Robert Koch-Institutes geht man unter Berücksichtigung der Angaben von CAPNETZ davon aus, dass in Deutschland **6–8 % aller ambulant auftretenden Pneumonien durch Legionellen** verursacht werden. Bei jährlich etwa 500.000 ambulant erworbenen Pneumonien wären somit rund 30.000–40.000 Fälle der Legionärskrankheit zuzuschreiben. Diese Zahl ist mindestens 3–4 mal so hoch als bislang angenommen wurde. Damit aber ergibt sich eine erhebliche Notwendigkeit zur Prävention dieser wichtigen Ursache ambulant erworbener Pneumonien.

→

Gastrointestinalinfektionen bedingen den höchsten Anteil der meldepflichtigen Infektionskrankheiten. In Deutschland wurden dem Robert Koch-Institut 2006 insgesamt 5.921 Ausbrüche potentiell über Lebensmittel übertragener Infektionen mit 70.530 betroffenen Personen gemeldet. 1.319 Ausbrüche mit 7.217 Erkrankten sind davon sicher als lebensmittelbedingt identifiziert worden.

Ebenso müssen die Möglichkeiten zur **Impfprävention**, insbesondere von Pneumokokken- und Influenza-Infektionen wesentlich konsequenter als bislang ausgeschöpft werden.

### Gastroenteritiden

Gastrointestinalinfektionen bedingen den → **höchsten Anteil der meldepflichtigen Infektionskrankheiten**.

Zu den wichtigsten Gastrointestinalinfektionserregern zählen

- Salmonellen
- *Campylobacter*
- *Yersinia*
- Enterohämorrhagische *Escherichia coli* (EHEC)
- *Clostridium perfringens* und *Bacillus cereus*
- Shigellen.

Zu den wichtigsten viralen Infektionen zählen

- Rotavirus-Infektionen
- Norovirus-Infektionen
- humane Calici-Viren und Small Round Structured Viren (SRSV)
- Astroviren.

Die gesundheitspolitische Bedeutung insbesondere auch im Hinblick auf Kosten, u. a. durch Krankenhausaufenthalte, ist erheblich. Zwischen 1994–1999 wurden entsprechend der Krankenhaus-Diagnosestatistik des Statistischen Bundesamtes zwischen 110.000 und 130.000 Fälle angegeben, in denen Menschen mit Infektionskrankheiten des Verdauungssystems hospitalisiert wurden.

Es wurden dabei im Durchschnitt 6 Tage im Krankenhaus verbracht. 1999 wurden über **750.000 Pflēgetage** abgerechnet. Die Hälfte der Krankenhauseinweisungen und Pflēgetage fallen dabei auf **Kinder unter 5 Jahren und auf Erwachsene ab 65 Jahren**. Kinder unter 5 Jahren machten dabei etwa ein Drittel sowohl der Patienten als auch der Pflēgetage aus.

Bei Kosten pro Pflēgetag des stationären Aufenthaltes von ca. 300 Euro im Jahr 1999 wurden hieraus Kosten der stationären Versorgung für Patienten mit Infektionen des Verdauungstraktes von insgesamt **225 Millionen Euro** (751.194 Pflēgetage) berechnet. Auf Kinder unter 5 Jahren entfielen dabei rund 65 Millionen Euro (218.239 Pflēgetage).

Hinzu kommen die Kosten aufgrund ambulanter Behandlung und Arbeitsausfallszeiten bei stationär Behandelten, den ambulant Behandelten und den Patienten, die ohne zum Arzt zu gehen, 1–2 Tage zu Hause bleiben sowie für die Betreuung von kranken Kindern oder Familienangehörigen.

Für Deutschland sind derzeit keine genauen Angaben möglich, wieviele Erkrankungen durch Lebensmittelinfektionen pro Jahr auftreten, da entsprechende repräsentative bevölkerungsbezogene Studien noch fehlen. Im Jahr 2006 wurden dem Robert Koch-Institut insgesamt 5.921 Ausbrüche mit potentiell lebensmittelbedingten Infektionen gemeldet. Die gemeldeten Daten sind jedoch unvollständig und wurden nicht systematisch evaluiert.

Weitere **epidemiologische Studien** ähnlich der CAPNETZ-Studie **für Diarrhöen** sind daher dringend erforderlich.

### Nosokomiale Infektionen

Unter **nosokomialen Infektionen** werden nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) Infektionen mit lokalen oder systemischen Infektionszeichen als Reaktion auf das Vorhandensein von Erregern oder ihrer Toxine verstanden, die im zeitlichen oder ursächlichen Zusammenhang mit einer stationären oder einer ambulanten medizinischen Maßnahme stehen, soweit die Infektion nicht bereits bestand.

Wie in allen anderen Industrienationen gehören in Deutschland nosokomiale Infektionen zu den häufigsten Infektionen und den häufigsten Komplikationen medizinischer Behandlung insgesamt. Nosokomiale Infektionen sind zwar **als Ausbruch meldepflichtig**, jedoch treten **nur ca. 2 bis 10 %** aller nosokomialen Infektionen als Ausbruch in Erscheinung.

Die **Prävalenz** nosokomialer Infektionen ist auch in Deutschland erheblich. Zwischen **3,5–4 % aller in Deutschland behandelten Patienten erleiden eine nosokomiale Infektion**. Im Rahmen der sogenannten NIDEP-Studie (Rüden et al. 1997) wurde eine Prävalenz nosokomialer Infektionen von durchschnittlich 3,5 % bei Patienten in den Krankenhäusern beobachtet, die an der NIDEP-Studie beteiligt waren. Da in Deutschland zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie jährlich ca. 15 Millionen Menschen in Krankenhäusern behandelt wurden, wurde hochgerechnet, dass etwa 500.000 Patienten pro Jahr von einer nosokomialen Infektion betroffen sein können. Neben persönlichem Leid und verlängerter medizinischer Behandlung sind mit diesen Infektionen auch erhebliche Kosten verbunden. Es wurde geschätzt, dass nosokomiale Infektionen **jährlich Kosten in Höhe von ca. 1,5 Milliarden Euro** verursachen. Hierbei sind soziale Folgekosten, z. B. durch Verdienstausschlag aufgrund verlängerter Arbeitsunfähigkeit nicht eingerechnet.

Analysen von Harbarth et al. (2003), die auf einem systematischen Review von 30 Interventionsstudien basierten, ergaben ein erhebliches Minimierungspotential für nosokomiale Infektionen, das in Abhängigkeit von spezifischen Gegebenheiten und Charakteristika der jeweiligen Studien zwischen 10 % bis maximal 70 % liegt. Auf der Basis dieser Daten gehen die Autoren davon aus, dass **→ in der Regel mindestens 20 % aller nosokomialen Infektionen verhütet** werden können.

Die gesundheitspolitische Bedeutung nosokomialer Infektionen wird auch in anderen Ländern als erheblich eingeschätzt. Nach Angaben von Burke (2003) erleiden



Schätzungsweise 500.000 Patienten pro Jahr sind in Deutschland von einer nosokomialen Infektion betroffen. Mindestens 20 % dieser Infektionen könnten vermieden werden.

in den USA zwischen 5 und 10 % aller Patienten, die in Krankenhäusern der Akutversorgung aufgenommen werden, eine oder mehrere Infektionen, wobei das Infektionsrisiko während der letzten Jahrzehnte ständig zugenommen hat. Von derartigen Komplikationen sind dort jährlich schätzungsweise 2 Millionen Patienten betroffen, woraus ca. 90.000 Todesfälle und zusätzliche Kosten in Höhe von 4,5–5,7 Milliarden Dollar resultieren.

Nach einem Bericht des National Audit Office in England aus dem Jahre 2004 erkrankten dort etwa 9 % aller Patienten an einer nosokomialen Infektion. Die Kosten der Behandlung nosokomialer Infektionen einschließlich verlängerter Liegedauer sind schwer zu quantifizieren, werden jedoch in diesem Bericht auf mehr als 1 Milliarde britische Pfund geschätzt. Auch in dieser Veröffentlichung wird davon ausgegangen, dass ca. 30 % der nosokomialen Infektionen durch bessere Umsetzung des vorhandenen Wissens und durch sachgerechte Infektionskontrollpraktiken vermieden werden könnten.

Erst in den letzten Jahren wurden detaillierte Analysen über die zusätzlichen, durch nosokomiale Infektionen verursachten Kosten publiziert (Exner et al. 2004). Dabei zeigte sich, dass diese maßgeblich bestimmt sind durch

- die Verlängerung der Liegedauer,
- den erhöhten Pflegeaufwand,
- zusätzlich erforderliche Diagnostik und Therapeutika,
- Einschränken der Bettenkapazitäten, die aufgrund von Isolierungsanforderungen zur Vermeidung der Weiterverbreitung nosokomialer Infektionen nicht nutzbar sind.

In einer prospektiven niederländischen Studie (Kamp-Hopmans 2003) wurden auf einer **chirurgischen Station** eines Universitätskrankenhauses während eines 5-Jahres-Zeitraumes bei insgesamt 50 (14 %) von 3.854 Patienten 648 nosokomiale Infektionen festgestellt. Die **→ Inzidenzdichte betrug 17,8 Infektionen pro 1.000 Patiententage**. Patienten mit nosokomial erworbenen Infektionen wurden für durchschnittlich 19,8 Tage hospitalisiert, Patienten ohne derartige Infektionen nur für etwa 7,7 Tage. Die Verlängerung der Liegedauer führte aufgrund der durch Isolierungsanforderungen nicht verfügbaren Betten zu einer Verringerung der Aufnahmen um 664 Patienten.

→

**Insbesondere Intensivstationen und Stationen für Immunsupprimierte sind von einer hohen Rate nosokomialer Infektionen betroffen.**

Nach Untersuchungen von Gastmeier et al. (2004) muss bei ca. 6,4 Millionen Operationen mit 2 postoperativen Wundinfektionen pro 100 operierter Patienten gerechnet werden. Hierdurch resultieren 7–8 zusätzliche Aufenthaltstage, woraus **pro Jahr ca. 1 Million zusätzlicher Krankenhaustage** resultieren. Zusätzlich kommt es zu einer Erhöhung der Letalität auf das 2–3fache.

Entsprechend der NIDEP-Studie wurde der Anteil der unterschiedlichen Infektionsarten bei 14.966 Patienten wie folgt festgestellt:

- 8 % Sepsis
- 15 % Wundinfektion

- 17 % andere Infektionen
- 40 % Harnwegsinfektionen
- 20 % untere Atemwegsinfektionen.

Zu den häufigsten nosokomialen Infektionserregern zählen solche, die beim Patienten endogen bzw. physiologischerweise auf Haut und Schleimhäuten vorkommen oder die über Kontakt oder Wasser oder Luft, Lebensmittel etc. exogen übertragen werden. Die wichtigsten nosokomialen Infektionserreger sind neben *Staphylococcus aureus* und koagulase-negativen Staphylokokken Enterokokken. Unter den gramnegativen Mikroorganismen sind es *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Candida albicans*, in zunehmendem Maße *Serratia marcescens* und *Acinetobacter* spp. Die fünf häufigsten Erreger nosokomialer Infektionen auf Intensivstationen sind *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *E. coli* und *Candida albicans*. Die **höchsten Risiken** stehen im Zusammenhang mit **invasiven Systemen** wie intravasalen Kathetern.

Von besonderer Bedeutung ist der internationale Vergleich nosokomialer Infektionsraten. Im Jahr 2004 wurde vom National Audit Office eine geschätzte Prävalenzrate nosokomial erworbener Infektionen in Krankenhäusern im europäischen Vergleich veröffentlicht.

Im internationalen Vergleich → **Tabelle 2.3** liegt Deutschland mit einer geschätzten Prävalenzrate von 4 % am günstigsten vor allen anderen europäischen Ländern. Diese Daten beruhen zwar auf den nationalen Surveillance-Daten, sie müssen jedoch weitergehend abgesichert werden. Nimmt man diese Zahlen als Grundlage, dann würden bei 9 % nosokomialer Infektionen wie für England angegeben unter Berücksichtigung der NIDEP-Daten Kosten in Höhe von 3,87 Milliarden Euro (verglichen mit 1,5 Milliarden in Deutschland) resultieren.

Die deutlich niedrigere Prävalenz nosokomialer Infektionen in Deutschland im Vergleich zu anderen europäischen Ländern konnte aktuell auch durch die HELICS (*Hospital in Europe Link for Infection Control through Surveillance*)-Studie belegt werden (2005).

Die vergleichsweise positive Bilanz für nosokomiale Infektionen kann möglicherweise auf folgende Faktoren mit zurückgeführt werden:

- Deutschland verfügt seit 1976 über eine fortlaufend novellierte nationale Richtlinie, die für den öffentlichen Gesundheitsdienst und für alle im Krankenhaus Tätigen Orientierung über die konsentierten Hygienemaßnahmen geben und im **Infektionsschutzgesetz** seit 2001 eine gesetzliche Mandatierung erfahren hat. In anderen europäischen Ländern gibt es mit wenigen Ausnahmen keine derart konsentierten nationalen Leitlinien mit entsprechend hoher Akzeptanz. So existieren in England lediglich Empfehlungen von Fachgesellschaften, die jedoch nicht die gleiche Akzeptanz besitzen, wie die bundesdeutschen nosokomialen Infektionsrichtlinien.

Land	Prävalenzrate NI
Dänemark	8 %
Deutschland	4 %
England	9 %
Frankreich	6–10 %
Niederlande	7 %
Norwegen	7 %
Spanien	8 %
Australien	6 %
USA	5–10 %

→

**Tabelle 2.3:**

**Geschätzte Prävalenz nosokomialer Infektionen (NI) in verschiedenen europäischen Ländern, Australien und den USA.**

**Quelle: UK National Audit Office 2004.**

	USA	Großbritannien	Deutschland	Niederlande
Gesamtbevölkerung	290 Millionen	60 Millionen	82 Millionen	16 Millionen
Älter als 65 Jahre	35,6 Millionen	9 Millionen	13 Millionen	2 Millionen
An Krebs erkrankt und in chemotherapeutischer Behandlung	2 Millionen	1 Million	–	160.000
Jünger als 1 Jahr	35,6 Millionen	600.000	800.000	100.000
Entlassung aus dem Krankenhaus vor $\leq 2$ Wochen	1,25 Millionen	200.000	–	60.000
Ambulant im Krankenhaus behandelte Patienten	–	–	1.270.000	–
AIDS-Kranke*	40.000	15.000	–	91
Personen in häuslicher Pflege	0,5 Millionen	–	–	–
Gesamtzahl der Personen mit erhöhtem Infektionsrisiko	>1 in 7	>1 in 6	>1 in 5,6	>1 in 6,3

\*Diese Zahl schließt positiv gestete HIV-Infizierte mit ggf. erhöhtem Infektionsrisiko nicht mit ein

→ **Tabelle 2.4:**

**Anteil der <1 Jährigen, >65 Jährigen und der immunsupprimierten Personen an der Gesamtbevölkerung in unterschiedlichen europäischen Ländern**

Quelle: IFH 2007.

→

**Aufgrund der demographischen Veränderungen und der zunehmenden Verlagerung der Patientenversorgung in den ambulanten Bereich ist mit einem höheren Anteil infektionsanfälliger Patienten im Krankenhaus zu rechnen.**

- Die deutschen **Hygiene-Richtlinien sind umfassend bzw. holistisch konzipiert**. Sie schließen betrieblich-organisatorische und baulich-funktionelle Kriterien mit ein, geben detaillierte Hinweise für Reinigung, Desinfektion und Sterilisation.
- Zusätzlich wurde im letzten Jahrzehnt eine auch im internationalen Vergleich hervorragende **Surveillance** nosokomialer Infektionen seitens des nationalen **Referenzzentrums für Krankenhaushygiene** entwickelt. Daneben wurden klare Strategien für das Management nosokomialer Infektionen herausgegeben.
- Es gibt speziell ausgebildetes **Hygienefachpersonal** wie den Krankenhaushygieniker, hygienebeauftragte Ärzte und Hygienefachkräfte mit klarer Aufgabenzuweisung, was erhebliche Bedeutung für das Hygienemanagement und die Unterstützung der im Krankenhaus tätigen Ärzte hat.
- Mittlerweile werden die entsprechenden Richtlinien zum Teil bereits bei der **Ausbildung von Medizinstudenten** verbindlich mit einbezogen. Sie sind auch über Internet jedem leicht zugänglich.
- Die Richtlinie ist eindeutig **präventionsorientiert** und nicht wie in manchen europäischen Ländern, insbesondere England primär kontrollorientiert, d. h. basierend auf der Erkennung bereits aufgetretener nosokomialer Infektionen und deren Kontrolle.

Aufgrund der → **demographischen Veränderung** mit einer zunehmenden Anzahl älterer Menschen sowie infolge einer veränderten Versorgungsstruktur, in der die Patientenversorgung in den ambulanten Bereich verlegt wird, werden im

Krankenhaus **infektionsanfälliger Patientenkollektive** behandelt. Somit besteht weiterhin ein erheblicher Handlungsbedarf zur Prävention und Kontrolle nosokomialer Infektionen. Kritisch ist insbesondere die Zunahme antibiotikaresistenter Mikroorganismen, worauf später eingegangen wird (s.a. ECDC 2007, *Kapitel 2.1.2.*).

Mit den demographischen Veränderungen kommt es auch zu einer Zunahme infektionsanfälliger Personen insgesamt, deren Anteil an der Gesamtbevölkerung in unterschiedlichen europäischen Ländern in → **Tabelle 2.4.** dargestellt ist.

Durch die frühere Entlassung von Patienten aus der Krankenhausbehandlung werden **Infektionsrisiken in andere Bereiche verlagert** wie in den häuslichen Bereich (ambulante Versorgung) und in Pflegeheime.

Prospektive Untersuchungen von Engelhart et al. (2005) zur Infektionshäufigkeit in einem deutschen Seniorenheim ergaben, dass in Altenpflegeheimen mit einer ähnlichen Inzidenz nosokomial erworbener Infektionen wie in Krankenhäusern zu rechnen ist. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, die hohen Hygienestandards in Krankenhäusern auch in diese Bereiche zu übertragen. Diesem ist die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention durch Herausgabe einer **Empfehlung zur Infektionsprävention in Heimen** im Jahre 2006 nachgekommen.

## 2.1.2 Weltweite epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten

### 2.1.2.1 Allgemeine epidemiologische Charakterisierung

Obwohl die jährlichen Todesfälle und der Verlust an gesunden Lebensjahren durch Infektionskrankheiten in den letzten 10 Jahren weiterhin deutlich abgenommen hat, bleibt die epidemiologische Bedeutung von Infektionskrankheiten weltweit erheblich. Infektionskrankheiten stellen bis heute die dritthäufigste Todesursache in den Vereinigten Staaten jedes Jahr dar und sind die zweithäufigste Todesursache weltweit.

Für → **Europa** liegt aktuell der Bericht des ECDC vor (2007). Demnach zählen zu den Infektionen, die in Europa **insgesamt zunehmen** HIV, Chlamydien-Infektionen, Hepatitis C, aviäre Influenza, Legionellose, Campylobacter-Infektionen, Verotoxin-produzierende *Escherichia coli*, Listeriose.

Zu den **rückläufigen Erkrankungen** zählen: Hepatitis B, Tuberkulose, invasive Meningitis-Erkrankungen, invasive Infektionen durch *Haemophilus influenzae* Typ B, Pertussis, Diphtherie, Tetanus, Masern, Mumps, Röteln, Poliomyelitis, Salmonellose, Typhus/Paratyphus, Shigellose, Brucellose, Cholera, Hepatitis A, Cryptosporidiose, Eschinokokkose, Trichinellose, Toxoplasmose, Gelbfieber und Pest.

Zu den Erkrankungen, für die **gleichbleibende Trends** festgestellt werden, zählen: Gonorrhö, Syphilis, Influenza, invasive Pneumokokken-Infektionen, Yersiniose, Botulismus, Giardiasis, Tularämie, Q-Fieber, Leptospirose, Milzbrand.

→

#### Entwicklung der Infektionskrankheiten in Europa (Beispiele)

##### Rückläufiger Trend:

- Hepatitis B, Tuberkulose, invasive Meningitis-Erkrankungen, Diphtherie, Typhus, Pest, Masern, Mumps, Röteln, Salmonellose, Cholera

##### Gleichbleibender Trend:

- Gonorrhö, Syphilis, Giardiasis, invasive Pneumokokken-Infektionen

##### Zunahme:

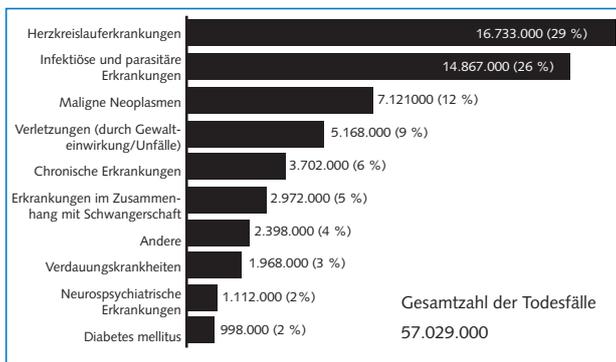
- Campylobacterinfektionen, HIV-Neuerkrankungen, Chlamydieninfektionen, Legionellose, Hepatitis C

Wenn die in Europa festzustellenden Trends und anderen Faktoren wie Bedeutung für die öffentliche Gesundheit zusammengefasst werden, so kann entsprechend dem Bericht der ECDC zu den wichtigsten Risiken durch Infektionskrankheiten in Europa folgende Schlussfolgerung gezogen werden:

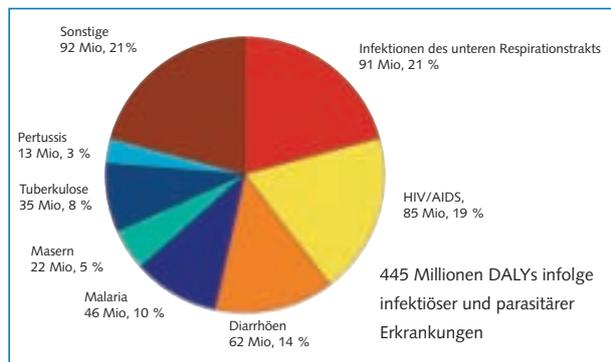
→  
**Als die wichtigsten Infektionsrisiken in Europa werden Mikroorganismen angesehen, die antibiotikaresistent geworden sind.**

- **Nosokomiale Infektionen** mit und ohne antibiotikaresistente Mikroorganismen: Als die **wichtigsten Infektionsrisiken in Europa** werden Mikroorganismen angesehen, die **antibiotikaresistent** geworden sind. Infektionen mit diesen Bakterien sind von erheblicher Bedeutung und ein rasch zunehmendes Problem in den europäischen Krankenhäusern, jedoch auch in zunehmendem Maße außerhalb des Krankenhauses. Jedes Jahr erkranken ca. 3 Millionen Menschen in der europäischen Union an einer nosokomialen Infektion mit ungefähr 50.000 Todesfällen.
- **HIV-Infektionen:** 28.044 neue Fälle von HIV wurden in europäischen Ländern 2005 berichtet. Die Gesamtzahl der mit HIV in Europa lebenden Personen wird auf ca. 700.000 geschätzt. Von diesen Personen, ca. 30 %, d. h. 200.000 Menschen, wissen diese selbst nicht, dass sie eine HIV-Infektion erworben haben.
- **Pneumokokken-Infektionen:** Pneumokokken-Infektionen sind die wichtigsten Ursachen für Atemwegsinfektionen mit einer hohen Todesrate (insbesondere bei jungen Kindern und älteren Personen), wenn die Infektion invasiv ist und zu einer Bakteriämie oder Meningitis führt. Effektive Impfstoffe gegen invasive Erkrankungen sind jetzt in Europa verfügbar.
- **Influenza** (pandemisches Potential ebenso wie die jährlichen Epidemien): Jeden Winter erkranken einige 100.000 Menschen in der EU an einer schweren Influenza. Von diesen werden einige Tausende sterben, obwohl dies nicht notwendig ist, da effektive Impfstoffe für diejenigen, die die höchsten Risiken durch Influenza haben, vorhanden sind.

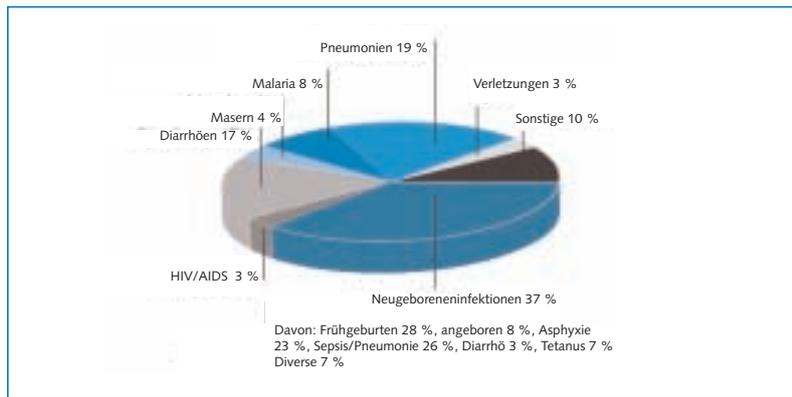
Wie in **→ Abbildung 2.1** (Fauci 2005) dargestellt, sind ca. 15 Millionen (mehr als 25 % der jährlich geschätzten 57 Millionen Todesfälle weltweit) direkt durch



→  
**Abbildung 2.1:**  
 Aufschlüsselung der Todesursachen weltweit (2002) nach Angaben der WHO. Quelle: Fauci et al. 2005.



→  
**Abbildung 2.2:**  
 Führende Ursachen der erkrankungsbedingten Lebensjahre (DALYs) aufgrund von Infektionen (Schätzungen bezogen auf 2002) der WHO. Quelle: Fauci et al. 2005.



→

Abbildung 2.3:

Die wichtigsten Todesursachen weltweit bei Kindern unter 5 Jahren, berechnet aus dem Jahresdurchschnitt der Jahre 2000–2003.

Quelle: Gordon (WHO) 2004.

Infektionskrankheiten bedingt. Millionen weiterer Todesfälle treten aufgrund sekundärer Auswirkungen von Infektionen auf.

Infektionskrankheiten führen zu eingeschränkter Gesundheit und Erkrankungen und bedingen ca. 30 % aller Disability Adjusted Life Years (DALYs) weltweit (1 Disability adjusted Life Year ist der Verlust von einem Jahr gesunden Lebens). Die Infektionskrankheiten, die nahezu 1,5 Milliarden Gesamt-Dalys jedes Jahr bedingen, sind in → **Abbildung 2.2** kategorisiert (Fauci 2005).

Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (Health and Millennium Development Goals) starben 2002 57 Millionen Menschen. Eine Analyse der Todesursachen und des Alters, in welchem der Tod eintrat, zeigt, dass es weltweit zu einer zunehmenden Komplexizität von gesundheitlichen Veränderungen gekommen ist.

HIV, Malaria, Tuberkulose und andere übertragbare Krankheiten (einschließlich der Müttersterblichkeit) bedingen 32 % der Todesfälle → **Abbildung 2.3**. Entwicklungsländer haben eine wesentlich höhere Mortalitätsrate in allen Altersgruppen. Besorgniserregend ist vor allem die kindliche Mortalität (Atlas der Kindergesundheit und Umwelt der WHO 2004 von Bruce Gordon et al.). Der Anteil übertragbarer Erkrankungen bei Erwachsenen nimmt dagegen ab, wenngleich HIV/AIDS eine der führenden Todesursachen bei Erwachsenen zwischen 15 und 59 Jahren geworden ist. Zusammenfassend lässt sich feststellen:

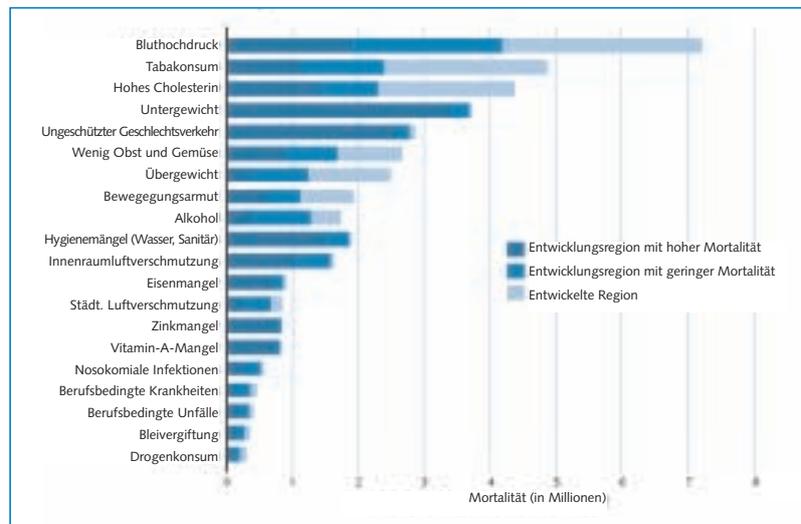
- Ungefähr → **20 % aller erkrankungsbedingten Todesfälle weltweit betreffen Kinder unter 5 Jahren.**
- 98 % aller Todesfälle im Kindesalter (ca. 10 Millionen pro Jahr) treten in **Entwicklungsländern** auf.
- Nahezu 90 % aller Todesfälle im Kindesalter werden auf **6 Grundkrankheiten** zurückgeführt (→ **Abbildung 2.3**):
  - Perinatale Erkrankungen
  - Pneumonien
  - Diarrhö
  - Malaria
  - Masern
  - HIV/AIDS

→

20 % aller erkrankungsbedingten Todesfälle betreffen Kinder unter 5 Jahren. 98 % dieser Todesfälle treten in Entwicklungsländern auf. Die meisten dieser Todesfälle könnten durch die Anwendung existierender Interventionsmaßnahmen, die einfach, verfügbar und effizient sind, verhindert werden.

→

**Abbildung 2.4:**  
**Gesamt mortalität (Angaben in Millionen)**  
**und die 20 führenden Risikofaktoren im**  
**Jahr 2000 .**  
**Quelle: WHO 2002.**



- **Die meisten dieser Todesfälle könnten** durch die weltweite Anwendung existierender Interventionsmaßnahmen, die einfach, verfügbar und effizient sind, **verhindert werden.**

Fehl- oder Mangelernährung ist einer der grundlegenden Risikofaktoren für die hohe Infektanfälligkeit bei Kindern in Entwicklungsländern. Häufig erkranken die Kinder auch an mehreren Infektionskrankheiten gleichzeitig. Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation sind insbesondere der fehlende Zugang zu sauberem Trinkwasser, schlechte allgemeine Umweltbedingungen, fehlende sanitäre Infrastruktur, Verunreinigung der Innenraumluft, das Vorhandensein von Vektoren für übertragbare Erkrankungen sowie erhöhte Unfall- und Verletzungsgefahren für die hohen Infektraten verantwortlich → **Abbildung 2.4** und Kapitel 2.3ff.

#### *Armut und Infektionskrankheiten*

Die Verteilung von Infektionskrankheiten global stimmt mit der Verteilung der weltweiten Armut überein. Die Länder der unterentwickelten Regionen haben ca. 30 % der Bevölkerung, die unter einem Einkommen von 1 US-Dollar pro Tag leben müssen. Die Interaktion zwischen Infektionskrankheiten, Armut und Unterernährung sind vielfältig. Dies bedeutet, dass spezifische Herausforderungen für eine effektive Kontrolle von Infektionskrankheiten in den Entwicklungsländern notwendig sind. Diese Länder sind sowohl mit der Bürde von nicht übertragbaren Erkrankungen als gleichzeitig auch durch Infektionskrankheiten belastet. Hierdurch kommt es zu einer doppelten Belastung der bereits jetzt überforderten Gesundheitssysteme. Es besteht in diesen Ländern ein erhebliches Risiko des Wiederauftretens von einmal unter Kontrolle gebrachten Infektionskrankheiten. Dies wird auf das komplexe natürliche Verhalten von Mikroorganismen zurückgeführt, die sich ständig verändern und anpassen. Mikroorganismen nutzen jede Gelegenheit, um sich zu vermehren, zu mutieren, sich zu adaptieren und gegenüber üblicherweise angewandten Therapeutika und Insektiziden resistent zu werden. Für diese Länder stellt die Zunahme mikrobieller Resistenzen eine zusätzliche Belastung dar. Sie werden so zu

→ **Epizentren für Antibiotikaresistenzen**, wie sich z. B. bei der Resistenz gegenüber Malariapräparaten zeigt in Regionen, in denen mehr als 30 % der Bevölkerung erhöhten Erkrankungsrisiken ausgesetzt sind.

Neben den → **unteren Atemwegsinfektionen und Diarrhöen** haben nach Analyse der vielfachen Daten als Einzelursache vor allem die folgenden drei spezifischen Infektionskrankheiten weltweit die größte epidemiologische Bedeutung:

- HIV/AIDS
- Malaria
- Tuberkulose.

Diese drei Krankheitsbilder werden daher im Folgenden ausführlicher besprochen. Hinsichtlich der Konsequenzen für DALYs sind noch Masern und Pertussis zu nennen.

**2.1.2.2 HIV/AIDS**

HIV/AIDS bedingt jährlich mehr als 20 Millionen Todesfällen weltweit und ist mit 14 % die führende Todesursache bei Personen zwischen 15–59 Jahren. Ca. 40 Millionen Personen sind schätzungsweise weltweit mit HIV infiziert. Die nachfolgenden Angaben sind dem Ratgeber „Infektionskrankheiten – Merkblätter für Ärzte“, HIV/Aids (RKI 2006) entnommen.

Die weltweite Zahl sowie die geschätzten Zahlen in Afrika, Osteuropa und Deutschland sind vergleichend in → **Tabelle 2.5** dargestellt. Allein im Jahre 2004 haben sich ca. 5 Millionen Menschen neu mit HIV infiziert.

Weltweit sind etwa die Hälfte der Erwachsenen, die mit einer HIV-Infektion oder AIDS leben, Frauen. **Mehr als 95 % aller HIV-Infizierten leben in Entwicklungsländern.** Bis Ende 2005 waren bereits 27 Millionen Menschen an den Folgen der HIV-Infektion verstorben. Allein im Jahre 2005 waren es drei Millionen Menschen.

	Weltweit*	Subsahara Afrika *	Ost-europa *	Deutschland*
Infizierte	40 Mio	26 Mio	1,6 Mio	49.000
Neuinfektionen jährlich	5 Mio	3,2 Mio	270.000	2.000
– davon Kinder unter 15 Jahren	700.000	600.000	2.000	15
Tote jährlich	3 Mio	2,4 Mio	62.000	750
AIDS-Weisen	15 Mio	12,1 Mio	–	–

→ **Die zusätzliche Belastung durch die Zunahme mikrobieller Resistenzen lässt insbesondere ärmere Länder zu Epizentren für Antibiotikaresistenzen werden.**

→ **Neben den Infektionen der unteren Atemwege und den Diarrhöen haben HIV/AIDS, Malaria und Tuberkulose die epidemiologisch weltweit größte Bedeutung.**

→ **Tabelle 2.5:**  
**Anzahl HIV-Infizierter und AIDS-Toter im globalen Vergleich.**  
**Quelle: RKI 2006.**

\*Schätzungen der WHO, Stand Ende 2005  
+Schätzungen des Robert Koch-Instituts Stand Ende 2005

→

**Hochprävalenzregionen für HIV/AIDS sind die Länder in Subsahara-Afrika, große Teile der Karibik und einige Länder in Südostasien.**

Zu den sogenannten → **Hochprävalenzregionen**, in denen mehr als 1 % der erwachsenen Bevölkerung infiziert ist, zählen derzeit alle Länder in Subsahara-Afrika, große Teile der Karibik und einige Länder in Südostasien; in den am stärksten betroffenen Regionen im südlichen Afrika werden Prävalenzen bis zu 40 % in der erwachsenen Bevölkerung erreicht.

In Deutschland sind seit Beginn der Epidemie Ende der 70er Jahre des 20. Jahrhunderts bis Ende 2005 etwa 26.000 Menschen einer HIV-Infektion verstorben. Die Zahl der derzeit in Deutschland mit HIV-Infektion lebenden Menschen liegt nach Schätzung des Robert Koch-Instituts bei etwa 49.000, was im europäischen Vergleich eine eher niedrige Prävalenz darstellt. Deutschland zählt zu den Ländern, in denen HIV-Infektionen bislang im Wesentlichen auf einige Bevölkerungsgruppen mit besonders hohem Infektionsrisiko beschränkt geblieben sind. Bei diesen Gruppen handelt es sich um **Männer mit gleichgeschlechtlichem Sexualkontakt** (ca. 55 % der aktuell diagnostizierten Infektionen), **Personen mit Herkunft aus Ländern mit hoher Verbreitung von HIV** in der Allgemeinbevölkerung (ca. 20 %) und Personen, die Drogen intravenös konsumieren (8 %). Etwa 15 % der in Deutschland diagnostizierten HIV-Infektionen werden derzeit über heterosexuelle Kontakte erworben, meist über Partner aus einer der drei genannten hauptbetroffenen Gruppen. Nach wie vor dominieren HIV-Infektionen in wenigen Großstädten. Etwa 40 % der HIV-Infektionen werden in den Großstädten Berlin, Frankfurt am Main, München, Köln, Düsseldorf und Hamburg diagnostiziert.

Zu den wichtigsten **opportunistischen Infektionen**, die mit HIV/AIDS assoziiert sind, zählen

- Pneumozystis-jirovecii
- Toxoplasmose
- Candidose
- atypische Mycobacteriose
- Infektionen durch Zytomegalie-Viren
- Infektionen durch *Herpes-simplex*-Viren und *Varicella-zoster*-Virus
- Cryptococcose
- Aspergillose
- Cryptosporidiose
- Mikrosporidiose.

Das früher noch bestehende Risiko einer HIV-Infektion durch **Bluttransfusion** ist mittlerweile <1 in drei Millionen Transfusionen und damit **verschwindend gering**.

### 2.1.2.3 Malaria

Malaria wird durch **Protozoen** der Gattung *Plasmodium* verursacht (Klasse Haematozoa, Ordnung Haemosporida, Familie Plasmodiidae). Es existieren verschiedene Plasmodienarten, humanpathogen sind: *Plasmodium (P.) falciparum* (Erreger der

Malaria tropica), *Plasmodium ovale* und *Plasmodium vivax* (Erreger der Malaria tertiana), *Plasmodium malariae* (Erreger der Malaria quartana). Die Morphologie der Parasiten ist für jede Art und jedes Entwicklungsstadium charakteristisch.

**Plasmodien sind intrazelluläre Parasiten**, ihr Entwicklungszyklus verläuft in zwei Teilen: ein Zyklus im menschlichen Wirt und einer in der Überträgermücke. Einzelheiten des Entwicklungszyklus des Parasiten zu kennen, ist wichtig, um die Pathogenese, die Klinik, die Diagnostik und die Therapie zu verstehen.

Die ungeschlechtliche Vermehrung findet im Menschen statt. Die im Laufe der „Blutmahlzeit“ der Anophelesmücke (Überträgermücke) aufgenommenen Sporoziten dringen aus der Blutbahn rasch in die Leberparenchymzellen ein. Dort entwickeln sie sich durch die Teilung zu einem die Leberzelle ausfüllenden Gewebesporoziten (präerythrozytäre Phase). Dieser Zyklus dauert je nach Plasmodienart zwischen 5 bis 7 Tagen bei *P. falciparum* und 6 bis 18 Tagen bei den übrigen Arten. Die Zahl der pro Gewebesporoziten gebildeten Merozoiten schwankt mit der Plasmodienart. Bei *P. falciparum* ist die Zahl am höchsten. Bei *P. vivax* und *P. ovale* entwickelt sich nur ein Teil der Sporoziten zu reifen Formen mit Merozoiten, die dann periodisch ins Blut gelangen. Ein anderer Teil der Sporoziten verbleibt in einer Art Ruhephase in einzelliger Form über Monate oder Jahre. Durch bisher noch wenig bekannte Stimulation (Stress, Infektionen) reifen diese Hypnozoiten zu merozoitenhaltigen Sporoziten und führen dann zu den für die Malaria tertiana charakteristischen Rückfällen (relapse). Nach abgeschlossener Sporogonie kommt es zur Ruptur der Leberparenchymzelle, die frei werdenden Merozoiten treten in die Blutbahn ein, heften sich an die Membran der Erythrozyten an, entwickeln sich in einer so geschaffenen Vakuole über ein „Ringstadium“ zum reifen erythrozytären Sporoziten (erythrozytäre Phase). Aus diesem werden beim Zerfall des Erythrozyten wieder Merozoiten freigesetzt, die weitere Erythrozyten befallen. Einige von ihnen differenzieren sich in den Erythrozyten zu geschlechtlichen Formen (Gamogonie). Es entstehen Makro- und Mikrogametozyten.

Von Mücken aufgenommene Makro- und Mikrogameten vereinigen sich und bilden eine Oozyste, aus der Sporoziten hervorgehen (Sporogonie), die über den Speichel einen neuen Wirt infizieren können.

Die Malaria ist eine **tropentypische** Krankheit und weltweit eine der bedeutendsten Infektionskrankheiten. Sie tritt in tropischen und subtropischen Regionen aller Kontinente – außer Australien – in etwa 100 Ländern endemisch auf. Etwa → **40 % der Weltbevölkerung leben in Malaria-Endemiegebieten**. Dort erkranken schätzungsweise 300 bis 500 Millionen Menschen pro Jahr. **Weltweit sterben jährlich 1,5 bis 2,7 Millionen Menschen an Malaria**, etwa die Hälfte von ihnen sind Kinder unter fünf Jahren. Malaria wird überwiegend in Ländern Afrikas, Asiens und Südamerikas erworben, wobei **Afrika mit etwa 90 % der Fälle** am meisten betroffen ist.

→  
Etwa 40 % der Weltbevölkerung leben in Malaria-Endemiegebieten. Pro Jahr erkranken schätzungsweise 300–500 Millionen Menschen. 1,5 bis 2,7 Millionen Menschen sterben daran.

Seltene, mitunter praktisch wichtige Sonderformen einer Infektion außerhalb eines Endemiegebietes sind die sog. Flughafenmalaria, bei der die Infektion durch impor-

tierte infektiöse Mücken entweder im Flugzeug, auf einem Flughafen oder in dessen unmittelbarer Umgebung erfolgt, bzw. die sogenannte „Baggage-Malaria“, bei der die infizierenden Mücken im Gepäck von Flugreisenden importiert werden.

In Deutschland wurden im Jahr 2004 entsprechend der Meldepflicht nach IfSG mit 707 Fällen weniger Malaria-Erkrankungen gemeldet als in den Vorjahren. Die Meldedaten lagen 2003 bei 820 Fällen, 2002 bei 859 Fällen und 2001 bei 1.045 Fällen. Im Jahre 2004 wurde für 576 Fälle (81,5%) das Infektionsland angegeben. Der größte Teil (87 %) der Malaria-Erkrankungen wurde, wie auch in den Vorjahren, **→ aus afrikanischen Ländern importiert**. Besonders viele Fälle traten bei Reisen in westafrikanische Länder und nach Kenia auf. Papua-Neuguinea und Indien waren mit 11 bzw. 8 Fällen die wichtigsten Infektionsländer außerhalb Afrikas. **In Europa wurde keine Malaria erworben.**

→

**Der größte Teil der Malaria-Erkrankungen wird aus afrikanischen Ländern nach Deutschland importiert. In Europa wurde keine Malaria erworben.**

Bei 666 der im Jahre 2004 gemeldeten Fälle (94 %) lagen Angaben zur Erregerspezies vor. Dabei wurde *P. falciparum* mit 77 % am häufigsten diagnostiziert. Dies steht im Einklang damit, dass die meisten Erkrankungen in Afrika erworben wurden. An zweiter Stelle lag *P. vivax* mit 12 %, gefolgt von *P. ovale* (3 %) und *P. malariae* (2 %). Malaria tertiana (*P. vivax* oder *P. ovale*) ohne weitere Differenzierung des Erregers machte 2 % aus. Mischinfektionen hatten einen Anteil von 4 %.

Für humanpathogene Plasmodien ist der Mensch der einzige Wirt. Eine Vielzahl weiterer Plasmodienarten ist unter natürlichen Bedingungen nicht auf den Menschen übertragbar.

In der Regel erfolgt die Übertragung der Plasmodien durch den Stich einer blutsaugenden weiblichen Stechmücke der Gattung Anopheles, bei dem mit dem Speichel der Mücke Sporoziten in die menschliche Blutbahn gelangen. Mögliche, aber seltene Übertragungswege – für Deutschland überwiegend von theoretischem Interesse – sind die Übertragung von Plasmodien durch Bluttransfusionen, durch den gemeinsamen Gebrauch nicht ausreichend sterilisierter Spritzen und Kanülen (Drogenbenutzer!), durch Nadelstichverletzungen oder den mehrmaligen Gebrauch von Infusionssystemen sowie eine diaplazentare Übertragung von der Mutter auf das Ungeborene.

Die Malaria beginnt mit uncharakteristischen Beschwerden wie Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen sowie allgemeinem Krankheitsgefühl. Häufig werden solche Anzeichen daher als grippaler Infekt oder Magen-Darm-Infektion fehlinterpretiert. Das klinische Bild der Malaria wird durch die Vorgänge bei der Schizogonie bestimmt.

Die Intensität der Manifestation einer Plasmodien-Infektion hängt vom Grad der Immunität des Infizierten ab. Die mehrfache Infektion in einem Endemiegebiet bewirkt eine zeitlich begrenzte sog. Semi-Immunität, die eine schwere Erkrankung verhindert. Nichtimmune sind somit am stärksten gefährdet, unter ihnen besonders Kleinkinder und ältere Menschen.

Persistierende Hypnozoiten können zu Rezidiven führen. Wegen der langen Latenzperiode zwischen einem Tropenaufenthalt und dem späten Auftreten einer Malaria kommt es nicht selten zu einer Fehldiagnose.

**Malaria tropica:** Es handelt sich um die gefährlichste Malaria-Art, sie ist bei Nicht-immunen unbehandelt mit einer Letalität bis zu 20 % verbunden. Das klinische Krankheitsbild ist vielgestaltig. Häufige erste Anzeichen sind Abgeschlagenheit, Kopf- und Gliederschmerzen sowie unregelmäßige fieberhafte Temperaturen. Der Fiebertyp ist kein diagnostisches Kriterium für eine Malaria tropica, da es nur selten zum Auftreten eines rhythmischen Wechselfiebers kommt. Bei etwa 60% der Patienten besteht eine Thrombopenie. Weiterhin kann es zu einer Splenomegalie (etwa 26% der Fälle), einer Hepatomegalie (etwa 14% der Fälle) und auch zu Durchfall kommen. Das Auftreten von zentralnervösen Erscheinungen, z.B. Krampfanfällen und Bewusstseinstörungen bis zum Koma, ist Ausdruck einer zerebralen Malaria. Weitere Komplikationen sind akutes Nierenversagen, pulmonale Verlaufsformen, Kreislaufkollaps, hämolytische Anämie und disseminierte intravasale Koagulopathien.

**Malaria tertiana:** Sie wird durch *P. vivax* bzw. *P. ovale* hervorgerufen und beginnt plötzlich mit Fieber und uncharakteristischen Beschwerden. Innerhalb weniger Tage erfolgt oft eine Rhythmisierung der Fieberanfälle, die dann alle 48 Stunden auftreten. Typischerweise kommt es in den späten Nachmittagsstunden zum Schüttelfrost, in dessen Verlauf das Fieber sehr schnell auf Werte um 40°C ansteigt. Nach einer 3- bis 4-stündigen Fieberdauer fällt die Temperatur abrupt unter starken Schweißausbrüchen auf Normalwerte ab. Die Malaria tertiana verläuft nur selten tödlich.

**Malaria quartana:** Sie wird durch *P. malariae* hervorgerufen und ist seltener als andere Malaria-Arten. Das klinische Bild wird durch Fieber im 72-Stunden-Rhythmus bestimmt. Hypnozoiten gibt es nicht. Rückfälle können aber bis zu 40 Jahre nach der Erstinfektion auftreten.

Die Therapie ist grundsätzlich abhängig vom Erreger, der Resistenzlage, der zuvor durchgeführten Chemoprophylaxe und vom klinischen Bild (unkomplizierter oder komplizierter Verlauf der Malaria tropica!).

→ **Die Malaria bekämpfung** umfasst Maßnahmen zur Reduktion des Parasitenreservoirs in der Bevölkerung (gezielte Therapie), gegen die Vektoren (Beseitigung von Brutplätzen, Larvizide, Insektizide) und zu einer Reduzierung der Kontakte mit dem Vektor (bauliche Maßnahmen, Moskitonetze, Repellents). Grundlage ist eine effektive **Surveillance**.

#### *Derzeitige präventive Maßnahmen gegen Malaria*

Insgesamt muss erreicht werden, dass die Reisenden gründlich auf allgemeine und spezifische Gesundheitsrisiken in tropischen und subtropischen Ländern, erforderliche Verhaltensweisen sowie prophylaktische Maßnahmen hingewiesen werden.

→

**Die Malaria bekämpfung umfasst Maßnahmen zur Reduktion des Parasitenreservoirs in der Bevölkerung, gegen die Vektoren und zu einer Reduzierung der Kontakte mit dem Vektor. Grundlage ist eine effektive Surveillance.**

→

Eine Schutzimpfung gegen Malaria steht weiterhin nicht zur Verfügung. Aufgrund begrenzter Ressourcen werden die effektiven Möglichkeiten der Expositions- und der Chemoprophylaxe nur unzureichend ausgeschöpft.

Eine → **Schutzimpfung** gegen Malaria steht weiterhin **nicht zur Verfügung**. Die Möglichkeiten zur Vorbeugung der Erkrankung umfassen daher die **Expositionsprophylaxe** und die **Chemoprophylaxe**:

**Expositionsprophylaxe:** Die Anophelesmücken sind nachtaktiv (ab Einbruch der Dämmerung). Eine Expositionsprophylaxe kann das Risiko, an Malaria zu erkranken, deutlich vermindern. Folgende Maßnahmen kommen in Betracht:

- der Aufenthalt in moskitosicheren Räumen (Klimaanlage, Fliegengitter),
- das Schlafen unter Moskitonetzen, am besten imprägniert mit insektenabtötenden Substanzen,
- das Tragen entsprechender Kleidung (langärmelige Blusen und Hemden, lange Hosen, Socken),
- die Anwendung von Repellents.

Malaria kann in Endemiegebieten gehäuft auftreten. Die weltweite Surveillance durch die WHO hat bewirkt, dass diese Endemiegebiete gut bekannt sind und daher Vorsichtsmaßnahmen in Form der Expositions- und Chemoprophylaxe ergriffen werden können. **Unter Beachtung dieser Maßnahmen ist das Risiko bei Reisen in Endemiegebiete gering und kalkulierbar.**

Die **Präventions- und Bekämpfungsmaßnahmen** sind in vielen Ländern mit endemischem Auftreten wegen begrenzter Ressourcen gegenwärtig **unzureichend**. Die WHO hat zur Unterstützung der Länder mit besonderen Problemen das **Roll Back Malaria Programme** konzipiert. Eine Reihe bewährter Antimalaria-Maßnahmen (z. B. Moskitonetze, Insektizide, Chemotherapeutika) sollen mit internationaler Unterstützung effektiv und gezielt eingesetzt werden.

#### 2.1.2.4 Tuberkulose

Weltweit erkranken jedes Jahr **8–9 Millionen Menschen neu an Tuberkulose** (Tb), darunter knapp 4 Millionen mit der hoch ansteckenden mikroskopisch positiven Form. Etwa zwei Millionen Menschen sterben an den Folgen der Erkrankung. Obwohl die Tuberkulose heilbar ist, sterben mehr Menschen an ihr als an jeder anderen behandelbaren Infektionskrankheit. Die Tuberkulose steht daher zu Recht im Fokus auch der **Weltpolitik** wie dem G-8-Gipfel, der sich 2006 mit dieser Infektionskrankheit politisch auseinandergesetzt hat.

Im Jahre 2005 wurden dem Robert Koch-Institut in Deutschland 6.057 Tuberkulose-Fälle im Vergleich zu 6.549 Tuberkulose-Fälle im Jahre 2004 gemeldet. Das Robert Koch-Institut veröffentlichte im Jahre 2005 anlässlich des Welttuberkulosetages und in Erinnerung der Verleihung des Nobel-Preises an Robert Koch im Zusammenhang mit der Entdeckung des Erregers der Tuberkulose eine grundsätzliche Übersicht über die Tuberkulose-Situation in Deutschland und weltweit, auf die ausdrücklich verwiesen wird (RKI 2005). Nachfolgend werden wichtige Daten, die zur Beurteilung der epidemiologischen Situation und der Erfolge bzw. Defizite notwendig sind, aus dieser Publikation zitiert:

- In Deutschland ist seit vielen Jahren ein rückläufiger Trend der Tuberkulose-Inzidenz zu verzeichnen. Im Jahre 2003 lag diese bei 8,7 pro 100.000 Einwohner, was einer Rate von immerhin noch 7.184 Neuerkrankungen entspricht.
- Für das Jahr 2005 wurden dem RKI insgesamt 6.057 Erkrankungen an Tuberkulose-Fällen übermittelt. Dies entspricht einer Inzidenz von 7,3 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner. Gegenüber dem Vorjahr 7,9 (6.549 übermittelte Erkrankungen) ist eine Abnahme der Inzidenz um 7,6 % zu verzeichnen. Damit hat sich auch 2005 der **rückläufige Trend der letzten Jahre fortgesetzt**.
- Der krankheitsbedingte Tod durch eine Tuberkulose wurde dem RKI in 164 Fällen übermittelt. Dies entspricht einer Mortalität von durchschnittlich 0,2 Todesfällen je 100.000 Einwohner.
- Eine Differenzierung der verschiedenen Spezies innerhalb des *Mycobacterium*-Tuberkulose-Komplexes wurde für 57 % der Erkrankungsfälle vorgenommen. Mit 98 % machte *Mycobacterium tuberculosis* den Hauptanteil aus, während die anderen Spezies nur eine untergeordnete Rolle spielten.
- Im Jahre 2005 wurden dem RKI 91 Häufungen mit insgesamt 220 Erkrankungen übermittelt. Größere Häufungen, bei denen jeweils fünf oder mehr Fälle beteiligt waren, wurden insgesamt viermal übermittelt.
- Für das Jahr 2004 wurden in 85 % Angaben zum Behandlungsergebnis übermittelt. Unter diesen Fällen lag der Anteil mit erfolgreicher Behandlung, d. h. mit Heilung bzw. vollständiger Durchführung der Behandlungsfälle über den geplanten Zeitraum bei 77 %.

→ **Die Zielsetzung der WHO, die einen Behandlungserfolg von 85 % anstrebt, wird in Deutschland nicht erreicht.**

Für das Jahr 2003 wurde eine weitere Datenaufschlüsselung vorgenommen, die zeigt, dass 44 % der mit Tuberkulose infizierten Personen, die dem RKI gemeldet wurden, im Ausland geboren waren. Die im Ausland Geborenen stammten vorwiegend aus **osteuropäischen Ländern**. Mit einem Anteil von **2,1 % an multiresistenten Tuberkulose-Erkrankungen** blieb der Anteil resistenter Erreger im Jahre 2003 weitgehend stabil. Allerdings ließ sich ein kontinuierlich steigender Trend bei der Anzahl von Erregern mit Resistenzen gegen mindestens eines der fünf Medikamente der ersten Wahl feststellen. Hierdurch erhöht sich auch das Risikopotential für die sekundäre Entstehung weiterer Resistenzen unter Therapie. Für Deutschland ist der Anteil multiresistenter Isolate bei Patienten aus Ländern der ehemaligen Sowjetunion deutlich erhöht.

Das Robert Koch-Institut geht davon aus, dass es in den nächsten Jahren in den jetzigen Problemregionen in Osteuropa vermutlich zu keiner signifikanten Reduktion der Tb-Fallzahlen kommen wird. Es wird im Gegenteil davon ausgegangen, dass es durch die jetzt schon sehr hohen Raten von resistenten Stämmen und steigenden HIV-Zahlen eher zu einer Verschärfung der Situation kommen könnte. Inwieweit die Osterweiterung der EU und **verstärkte touristische bzw. wirtschaftliche Verflechtungen** zu einer vermehrten Gefährdung durch Tb in Deutschland führen,

→

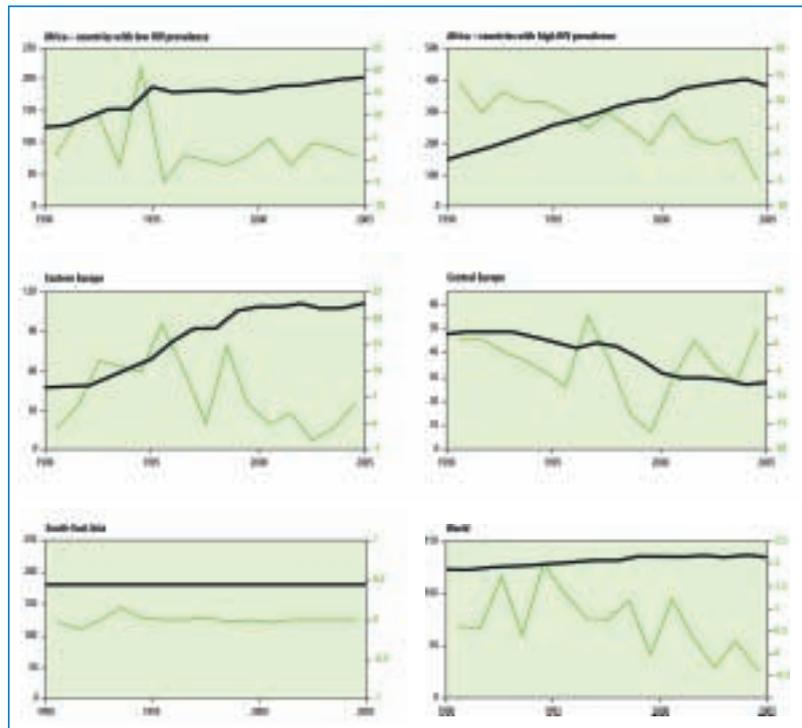
**Die Zielsetzung der WHO, die einen Behandlungserfolg von 85 % anstrebt, wird in Deutschland nicht erreicht.**

→

Abbildung 2.5:

Trends der geschätzten TB-Inzidenzraten (pro 100.000/Jahr, alle Arten, schwarze Linien) und die geschätzten jährlichen Inzidenzen (grüne Linie) für einige Subregionen und die Welt.

Quelle: WHO Report 2007, Global TB Control.



bleibt abzuwarten. Aus diesem Grunde wird eine kontinuierliche Analyse der Epidemiologie und intensiver Forschung auf den verschiedenen Gebieten der Tuberkulose insbesondere bei der Entwicklung von neuen Tuberkulostatika für notwendig angesehen.

→

Während die Inzidenz der Tuberkulose in West- und Zentraleuropa kontinuierlich abnimmt, ist die Entwicklung in Osteuropa und Afrika durch einen starken Anstieg der Inzidenz gekennzeichnet.

Die → **weltweite Entwicklung** der Tuberkulose ist durch einen **Anstieg der Inzidenz** der Tuberkulose auf etwa jährlich 1,1 % geprägt. In **West- und Zentraleuropa und im Mittleren Osten** ist in vergangenen Jahren eine **Abnahme** der Inzidenz zu beobachten, in **Osteuropa und Afrika nimmt sie dagegen stark zu**. In Afrika ist zudem der Anstieg zwischen Ländern mit hoher und mit niedriger HIV-Prävalenz verschieden ausgeprägt. Im westpazifischen Raum und in Südostasien ist die Inzidenz relativ stabil → **Abbildung 2.5**.

Während die weltweite Behandlung mit durchschnittlich 82 % der Fälle erfolgreich war, fiel die Erfolgsquote in Afrika (71 %) und in Osteuropa (70 %) deutlich niedriger aus. Ursache hierfür sind HIV, MDR-Tb und unzureichende Kontrollmechanismen.

→ **Faktoren, die eine Verbreitung der Tb fördern**, sind:

- **Armut, Mangelernährung, Krieg, Vertreibung und Flucht** sowie ein Zusammenbruch bestehender Sozialsysteme und damit verbundener Tuberkulose-Kontrollprogramme (z. B. in den Ländern der ehemaligen Sowjetunion);
- Hohe **Co-Infektionsraten von Tb mit HIV**, da die HIV-Infektion sowohl das Risiko der Reaktivierung einer latenten Tb als auch die schnelle Progression einer

frischen Infektion zu einer aktiven Erkrankung fördert. Alleine in Afrika sind 30 % aller Tb-Fälle auf eine HIV-Co-Infektion zurückzuführen.

- Vermehrtes Auftreten von **resistenten oder multiresistenten Stämmen** (MDR, Resistenz gegenüber mindestens Isoniazid und Rifampicin).

Positive Entwicklungen bei der Bekämpfung und Kontrolle der Tuberkulose sind

- deutliche Zunahme der Verbreitung von DOTS-Programmen, insbesondere in Ländern mit hoher Tb-Inzidenz
- verbesserte Finanzierung von DOTS-Programmen.

Negative Aspekte bei der Tuberkulose-Bekämpfung und –kontrolle sind

- fehlender Zugang breiter Bevölkerungsschichten, insbesondere in den Hochrisikoländern zu Tb-Diensten
- ungenügend qualifiziertes Personal, schlechte Dokumentations- und Evaluationsstandards
- unzulängliche Infrastruktur, schwach entwickelte Labordienste sowie eine ineffiziente Dezentralisierung
- ungünstige Entwicklung bei der HIV-Pandemie
- Gefährdung bei der weltweiten Tb-Kontrolle durch zunehmende Medikamentenresistenz.

Bei der Bekämpfung und Kontrolle der Tuberkulose sind folgende Aspekte relevant:

- Überwindung der bereits identifizierten Schwachstellen der DOTS-Programme in den hochgefährdeten Ländern
- Aus- und Weiterbildung des Personals und die vollständige Umsetzung der DOTS-Strategie
- Verbesserung und Motivation des politischen Engagements und technische Unterstützung
- Förderung der theoretischen und praktischen Fähigkeiten im Laborbereich auf nationaler Ebene zur Schließung signifikanter Informationslücken über Medikamentenresistenzen zur Durchbrechung der ungünstigen Konsequenzen einer Co-Infektion mit HIV
- Erhöhung des Anteils HIV-Infizierter Menschen, die mit antiretroviralen Medikamenten versorgt werden
- Finanzierung der Programme.

Verschiedene erfolgreich durchgeführte Programme, wie z. B. in Peru zeigen, dass eine **Eindämmung der Tuberkulose-Epidemie grundsätzlich möglich** ist.

→

**Risikofaktoren für die Verbreitung von Tuberkulose sind:**

- **Armut, Mangelernährung, Krieg, Vertreibung, Flucht**
- **Co-Infektion mit HIV**
- **vermehrtes Auftreten von resistenten und multiresistenten Stämmen**
- **mangelnde Infrastruktur und ungenügend qualifiziertes Personal in Hochrisikogebieten.**

## 2.2 Infektionen und chronische Erkrankungen

Im letzten Jahrzehnt sind erhebliche Fortschritte bei der Charakterisierung von Infektionserregern und deren Bedeutung für chronische und bösartige Infektionen erzielt worden (O'Connor et al. 2006, American Academy of Microbiology 2006). Dies ist insbesondere auf neue mikrobiologische diagnostische und epidemiologische Methoden zurückzuführen.

Mittlerweile ist akzeptiert, dass **nicht-übertragbare chronische Erkrankungen durch Infektionserreger ausgelöst werden können**. Mindestens 13 der 39 kürzlich beschriebenen neuen Infektionserreger können chronische Syndrome auslösen.

Die Aufklärung der Wechselbeziehung zwischen Mikroorganismen und chronischen Erkrankungen kann die Gesundheit breiter Bevölkerungsschichten beeinflussen und neue Möglichkeiten eröffnen, den Anteil chronischer Erkrankungen durch Prävention oder Behandlung von Infektionen zu reduzieren. Je weiter das Konzept einer Wechselbeziehung wissenschaftlich akzeptiert wird, umso eher können Fortschritte in der Labortechnologie und Epidemiologie die Aufdeckung nicht kultivierbarer, neuer oder gerade erst erkannter mikrobiologischer Ursachen von chronischen Erkrankungen aufdecken. Ein Spektrum verschiedener Krankheitserreger und chronischer Syndrome manifestiert sich mit einem Spektrum von Übertragungswegen von der Exposition bis zur chronischen Erkrankung.

In → **Tabelle 2.6** sind die Mikroorganismen aufgeführt, die **mehr als eine chronische Erkrankung** auslösen können. Andererseits können auch **verschiedene Krankheitserreger die gleiche chronische Erkrankung** triggern. Beispiel hierfür ist HBV oder HCV, die beide histopathologisch nicht unterscheidbare chronische Hepatitis auslösen können.

Wichtige Beispiele für den Zusammenhang zwischen Viren und Krebs sind die Hepatitis-Viren und die Papillomaviren:

- Von den zwei Milliarden Menschen, die nach Angaben der WHO mit HBV infiziert sind, leiden 350 Millionen unter einer chronischen Infektion. Weitere 170 Millionen sind chronisch mit HCV infiziert. 500.000 bis 750.000 Menschen sterben jedes Jahr am hepatozellulären Karzinom. Besonders häufig tritt die Erkrankung in Afrika südlich der Sahara und in Südostasien auf. Männer sind häufiger betroffen. Nur fünf Prozent der Patienten, bei denen ein hepatozelluläres Karzinom diagnostiziert wird, überleben die folgenden fünf Jahre.
- Von erheblicher epidemiologischer Bedeutung ist auch die Assoziation zwischen humanen Papillomaviren und dem → **Gebärmutterhalskrebs** bei Frauen. In Deutschland erkranken derzeit jährlich ca. 6.500 Frauen an Gebärmutterhalskrebs. Im Jahre 2007 sind nach Angaben des Robert Koch-Institutes 1.660 Frauen an dieser Erkrankung in Deutschland gestorben. Gebärmutterhalskrebs wird durch bestimmte Genotypen der humanen Papillomaviren verursacht (STIKO 2007). In unterschiedlichen Studien konnte HPV-DNA in mehr als 90 % der bösartigen Tumoren des Gebärmutterhalskrebses nachgewiesen werden. Epidemio-

→

**Gebärmutterhalskrebs ist die zweithäufigste Krebsart bei Frauen und die fünfhäufigste Krebsart überhaupt. Mindestens 95 % der invasiven Zervixkarzinome sind mit dem humanen Papillomavirus assoziiert.**

Erreger	Chronische Infektionen
Borrelia burgdorferi	Lyme-Erkrankung
Chlamydia trachomatis	Reitersyndrom und reaktive Arthritis Sterilität bei Frauen
Escherichia coli O 157:H7	Hämolytisch-urämisches Syndrom
Epstein-Barr-Virus (EBV)	Burkitt's Lymphom Nasopharynxkarzinom Hodgkins-Erkrankung Posttransplantationslymphoproliferative Erkrankungen B-Zell-Lymphom bei AIDS-Patienten
Hepatitis-B-Virus (HBV), Hepatitis-C-Virus, HBV und Delta-Virus	Hepatozelluläres Karzinom chronische Hepatitis
HBV	Polyarthrit nodosa
HCV	Kryoglobulinämie
Helicobacter pylori	Magenlymphom, MALT-Lymphom, peptische Ulcuserkrankung
Kaposisarkom-assoziiertes Herpesvirus	Lymphom, Kaposisarkom
Histoplasma	Chronische Perikarditis
Human T-Cell-Lymphotropic Virus (Typ 1)	Adult T-Cell-Leukämie, tropische spastische Paraparese
Humanes Papillomavirus (HPV)	Zervixkarzinom, Larynxpapillom, Peniskarzi- nom, Analkarzinom Intraepitheliale Neoplasien von Vulva und Vagina Warzen Kopf- und Nackenkrebs
Masern-Virus	Subakute Sklerosierende Panenzephalitis (SSPE)
Mycobacterium leprae	Lepra
Mycobacterium tuberculosis	Tuberkulose
Parvovirus B 19	Anämie, Arthritis
Prionen	Jakob-Creutzfeldt-Erkrankung, Kuru, familiäre Insomnia
Röteln-Virus	Poströteln-Arthritis-Syndrom, kongenitales Rötelsyndrom
Gruppe-A-Streptokokken	Poststreptokokken Glomerulonephritis
Syphilis-Erreger (Treponema pallidum)	Tertiäre und Neurosyphilis
Zytomegalievirus	Posttransplantationsarteriosklerose

logische und molekularbiologische Untersuchungen belegen die kausale Rolle dieser Viren für die Entstehung des Cervix-Karzinoms bei Frauen. Die zahlreichen Genotypen des humanen Papillomavirus sind für den Menschen unterschiedlich pathogen. Die Prävalenz von HPV-Infektionen mit DNA-Nachweis in Abstrichuntersuchungen wird für Europa auf 8–15 % geschätzt.



**Tabelle 2.6:**

**Erreger und hiermit assoziierte chronische  
Erkrankungen.**

**Quelle: American Academy of  
Microbiology 2005.**

Die Prävalenz ist unter jungen Frauen am höchsten und fällt mit dem Alter. 74 % der Infektionen werden bei Frauen im Alter von 15–24 Jahren gesehen. Schätzungen in den USA gehen von einer Lebenszeitprävalenz von 80 % für 50jährige Frauen.

Die STIKO empfiehlt zur Reduktion der Krankheitslast durch den Gebärmutterhalskrebs die Einführung einer generellen Impfung gegen humane Papillomaviren (Typen HPV 16, 18) für alle Mädchen im Alter von 12–17 Jahren.

In → **Tabelle 2.7** sind chronische Erkrankungen aufgeführt, für welche Hinweise einer infektiösen Ätiologie bestehen.

Für die weitere Erforschung ist die Verwendung neuer epidemiologischer und diagnostischer Verfahren wie PCR, In-situ-PCR, PCR-Nachweis und Charakterisierung der konservierten Sequenzen, mikrobiologische Kulturtechniken, Microarray-Assays, wie z. B. Virochip, serologische Untersuchung, markierte Viren, Immunohistochemie, Histologie und Tierübertragungsstudien notwendig (American Academy of Microbiology 2006).

Die Erforschung dieser Zusammenhänge erfordert eine **multidisziplinäre Kooperation** aus Klinikern, Mikrobiologen, Bioinformatikern, Hygienikern, Imaging-Spezialisten, Genetikern, Epidemiologen, Statistiker, Immunologen und Pathologen. Aus einer solchen Zusammenarbeit werden in der Zukunft erhebliche Fortschritte auf diesem Feld erzielt werden. Neue Behandlungsstrategien und Präventionsstrategien bzw. Programme der öffentlichen Gesundheit können entwickelt werden, durch die chronische Erkrankungen in erheblichem Maße reduziert oder vorgebeugt werden können und dies weltweit. Sofern nur 5 % der chronischen Erkan-

→

**Tabelle 2.7:**

**Chronische Erkrankungen und die hiermit assoziierten Erreger.**

**Quelle: American Academy of Microbiology 2006.**

Erkrankungen	Verdächtiges Agens, sofern bestätigt
ALS	Prionen, HTLV-1, Ebolavirus
Alzheimer Erkrankung	<i>Chlamydia pneumoniae</i>
Atherosklerose	<i>Chlamydia pneumoniae</i> , Zytomegalievirus
Crohn'sche Krankheit	<i>Mycobacterium paratuberculosis</i> u.a.*
Diabetes	Enteroviren
Mesotheliom	Simianvirus 40
Multiple Sklerose	Epstein-Barr-Virus
Primäre biliäre Zirrhose	<i>Helicobacter pylori</i> , Retrovirus
Prostatakrebs	BK-Virus
Sjogren-Erkrankung	<i>Helicobacter pylori</i>
Sarkoidose	<i>Mycobacterium spp.</i>
Schizophrenie	Intrauterine Exposition gegenüber Influenza

\**Clostridium*, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter faecalis*, *Listeria monocytogenes*, *Brucella abortus*, *Yersinia pseudotuberculosis*, *Yersinia enterocolitica*, *Klebsiella spp.*, *Chlamydia spp.*, *Eubakterium spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bacteroidis fragilis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*

kungen durch Infektionserkrankungen ausgelöst werden, würde dies bedeuten, dass allein in den Vereinigten Staaten 4,5 Millionen von 90 Millionen Menschen mit chronischen Erkrankungen leben, die von derartigen Strategien profitieren könnten. Die weltweiten Auswirkungen wären bei weitem größer. Durch Vermeidung der Exposition, durch Verhütung der Übertragung, durch Immunprophylaxe-Strategien und durch frühzeitige Behandlung könnte dieses → **Präventionspotential** realisiert werden und zu einer dramatischen Reduktion der weltweiten Belastung durch chronische Erkrankungen gemessen an den Disability Adjusted Life Years (DALY) führen. Diese Strategien müssen auf einer profunden wissenschaftlichen Evidenz basieren. Die Kombination von Proteomics, Genomics, Microarray, Nanotechnologie und Massenspektrometrie mit den traditionellen Verfahren, wie Histopathologie können entsprechende Hypothesen hinsichtlich ihrer ursächlichen Bedeutung bestätigen oder nicht bestätigen. Diese müssen jedoch mit gut abgesicherten epidemiologischen Studien in den entsprechenden Populationen kombiniert werden.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind Krebserkrankungen, Autoimmunerkrankungen oder immunmodulierte Erkrankungen und neurologische Erkrankungen führende Kandidaten, die auf eine infektiöse Ursache zurückzuführen sind. Aber auch andere chronische Erkrankungen müssen grundsätzlich berücksichtigt werden.

Zusammengenommen können infektiöse Determinanten chronischer Erkrankungen ein Spektrum von Forschungs- und Präventionsmöglichkeiten ergeben, die nicht ungenutzt bleiben dürfen. Natürlich sind nicht alle chronischen Erkrankungen auf infektiöse Ursachen zurückzuführen. Doch kann durch das breite Präventionspotential eine weitreichende Auswirkung für die klinische und präventive Medizin resultieren.

## 2.3 Ausgewählte Quellen und Übertragungspfade für Krankheitserreger

### 2.3.1 Wasser für den menschlichen Gebrauch

#### *Epidemiologie*

**Wasser** hat bei der Übertragung von Krankheitserregern immer einen besonderen Stellenwert gehabt. Wasser ist zum Leben unverzichtbar. Die Sicherung einer hygienisch gesicherten Wasserqualität zählt zu den Aufgaben der Wasserversorgung. Bei Verunreinigungen des Wassers können in großen Wasserversorgungsgebieten bis zu 1 Million Menschen aus der gleichen Quelle mit Krankheitserregern konfrontiert bzw. infiziert werden. Folglich hält auch die Weltgesundheitsorganisation in ihren „**Guidelines for Drinking Water Quality**“ (2006) fest, dass Wasser zum Unterhalt des Lebens essentiell sei und eine gesicherte ausreichende und verfügbare Versorgung für alle vorhanden sein müsse. Mögliche gesundheitliche Konsequenzen einer mikrobiellen Kontamination seien derart gravierend, dass deren Kontrolle jederzeit von herausragender Bedeutung sei und niemals eingeschränkt sein dürfe.

Weltweit ist die Situation zur gesicherten Wasserversorgung trotz dieser Erkenntnisse zum Teil katastrophal. Mehr als 1 Milliarde Menschen haben keinen Zugang zu

→

**Die interdisziplinäre Erforschung der infektiösen Ursachen chronischer Erkrankungen könnten neue Behandlungs- und Präventionsstrategien erschließen. Millionen Menschen könnten von diesem Potential profitieren.**

Ausgewählte Quellen und Übertragungspfade für Krankheitserreger

2.3

2.3.1 Wasser für den menschlichen Gebrauch

2.3.2 Lebensmittel

gesichertem Trinkwasser. 2,4 Milliarden Menschen leben nach Angaben der WHO unter ungesicherten sanitären Randbedingungen → **Abbildung 2.6 und 2.7**.

Robert Koch gelang in Kalkutta 1883/1884 der Nachweis von *Vibrio cholerae* im Wassertank der Wasserversorgung im Zusammenhang mit Cholera-Ausbrüchen. Seitdem konnten maßgebliche Erfolge durch Aufbereitung des Trinkwassers und Trinkwasserdesinfektion erzielt werden. Lange Zeit hat man sich deshalb in den entwickelten Ländern in der Sicherheit gewogen, dass Risiken durch wasserübertragene Krankheitserreger mittlerweile unter Kontrolle seien.

Dieser Glaube wurde zunächst 1976 durch das erstmal festgestellte Auftreten der **Legionellen**, schließlich 1993 durch die größte trinkwasserbedingte Epidemie in den Vereinigten Staaten durch **Cryptosporidien** grundlegend erschüttert. Während der durch Cryptosporidien ausgelösten Milwaukee-Epidemie 1993 erkrankten mehr als 400.000 Menschen an einer schweren Cholera-ähnlichen Cryptosporidiosis, die zur Hospitalisierung von mehr als 4.000 Menschen und zum Tod von mehr als 100 Menschen, hauptsächlich immunsupprimierter Patienten wie HIV-infizierte Personen führte.

→

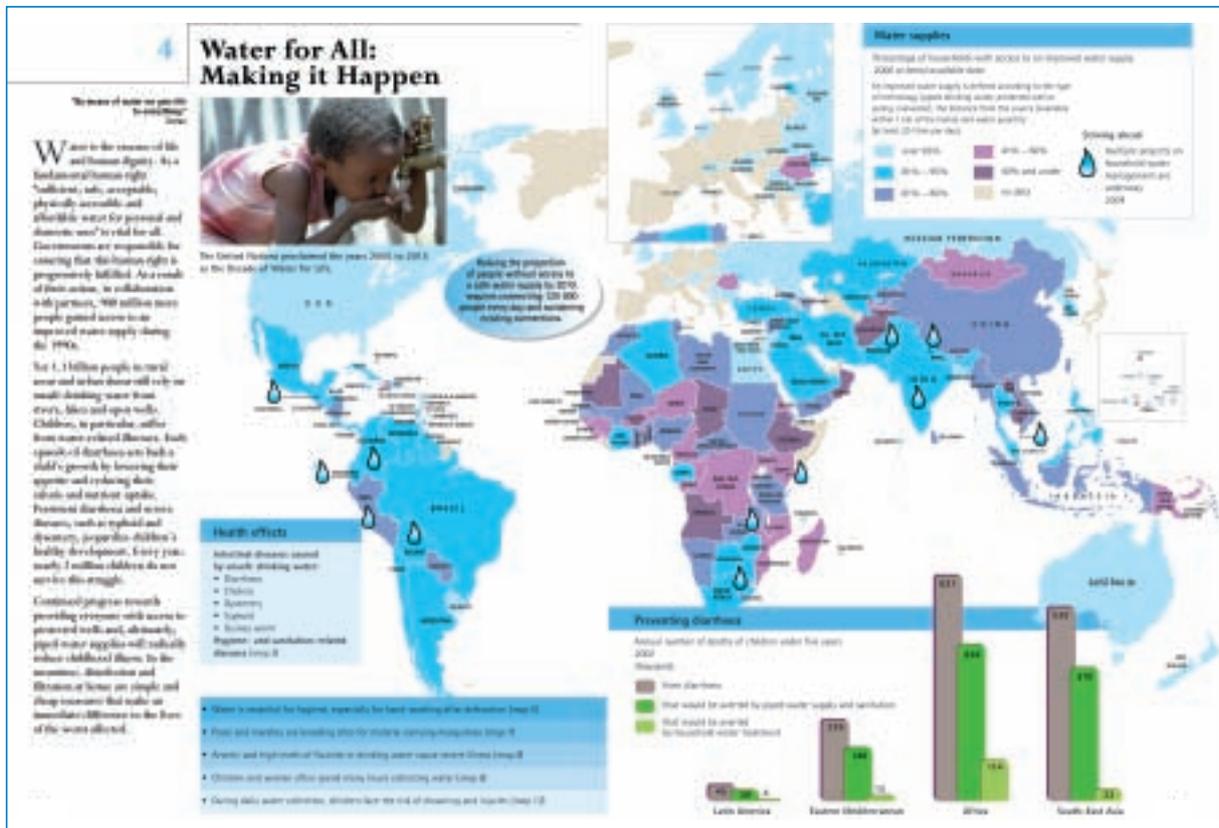
**Abbildung 2.6 und 2.7:**

**Die Auswirkung mangelhafter Wasserversorgung und ungesicherter hygienischer Randbedingungen.**

Quelle: Gordon (WHO) 2004.

*Erreger und Reservoirs*

Die wichtigsten wasserbedingten Krankheitserreger und deren Bedeutung in der Wasserversorgung sowie die Übertragungswege (Ingestion, Inhalation und Kontakt) sind in → **Tabelle 2.8** (S. 50) wiedergegeben. Es ist zu beachten, dass in den mei-

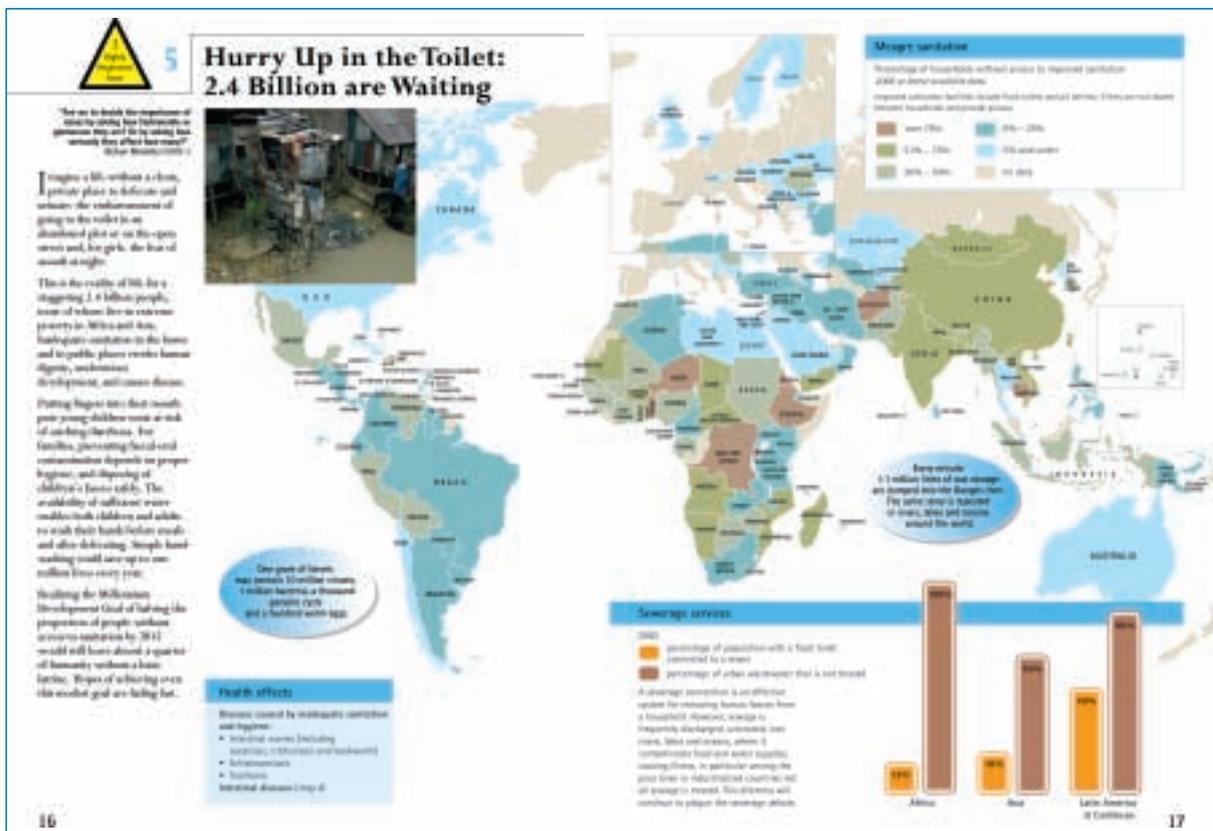


sten Ländern eine systematische Surveillance entsprechender Infektionen nicht durchgeführt wird.

Die wichtigsten Krankheitserreger, die durch **Einschwemmung aus dem Einzugsgebiet** oder durch **Leckagen im Rohrnetz** zu trinkwasserbedingten Ausbrüchen führen können, sind **Campylobacter, Norovirus-Infektionen sowie Cryptosporidien- und Giardia-Infektionen** (s. auch → **Tabelle 2.9**).

Basierte lange Zeit die Kontrolle von Krankheitserregern im Trinkwasser neben der Filtration auf der Chlorung des Wassers, so muss man heute erkennen, dass insbesondere unbehüllte Viren und in noch stärkerem Maße Protozoen sich durch eine zum Teil **extrem hohe Chlorresistenz** auszeichnen.

Auch in Deutschland ließen sich wasserbedingte Ausbrüche mit Giardia und Noroviren mit hoher Chlorresistenz belegen. So kam es in der Verbandsgemeinde Rengsdorf in Rheinland-Pfalz im Jahre 2000 zu einer Häufung von Durchfallerkrankungen bei Patienten einer praktischen Ärztin. Durch systematische Untersuchungen konnte die Ursache in einer Kontamination des Trinkwassers aufgrund einer unzureichenden Absicherung eines Brunnens, der mitten auf einer Weide stand, zurückgeführt werden. Hierdurch ist offensichtlich eine Endemie an Giardia-Infektionen in Deutschland verursacht worden. Diese Epidemie fiel nicht durch die klassische Trinkwasseruntersuchung auf und ließ sich durch eine Chlorung nicht unter Kontrolle bringen (Kistemann et al. 2003).





**Tabelle 2.8:**  
Übertragungswege von häufigen wasserbedingten Krankheitserregern.  
Quelle: WHO 2006.

Ingestion (Trinken)			Inhalation und Aspiration (Aerosol)	Kontakt (Baden)
Infektionsweg (es können Sepsis und systemische Infektionen auftreten)				
Gastrointestinalinfektionen			Atemwegsinfekte	Hautinfektionen (insbesondere bei Abrasionen), Schleimhäute, Wunden, Augen
<b>Bakterien</b> <i>Campylobacter</i> <i>E. coli</i> <i>Salmonella</i> <i>Shigella</i> <i>Vibrio cholera</i> <i>Yersinia</i>	<b>Viren</b> Adenoviren Astroviren Enteroviren HAV HEV Noroviren Rotaviren Sapoviren	<b>Protozoen</b> <b>Würmer</b> <i>Cryptosporidium parvum</i> <i>Dracunculus medienensis</i> <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia intestinalis</i> <i>Toxoplasma gondii</i>	<i>Legionella pneumophila</i> Mykobakterien (nicht tuberculoid) <i>Naegleria fowleri</i> Diverse virale Erreger Viele andere Erreger in einem Umfeld mit erhöhter Exposition	Akantamöben Aeromonas <i>Burkholderia pseudomanei</i> Mykobakterien (nicht tuberculoid) <i>Leptospirus spp.*</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Schistosoma mansoni</i>

\*Primär bei Kontakt mit stark kontaminiertem Oberflächenwasser

In gleicher Weise bemerkenswert ist die in Deutschland aufgrund einer Kontamination des Wassernetzes erfolgte Norovirus-Infektion, die bei mehr als 90 % der mit diesem Wasser versorgten Bevölkerung zu einer klassischen Norovirus-Infektion führte (RKI 2004).

Es muss also auch in Deutschland davon ausgegangen werden, dass aufgrund der erhöhten Resistenz gegenüber Chlor, der hohen Persistenz und der fehlenden Erkennung von wasserbedingten Krankheitserregern mit Hilfe des klassischen bakteriologischen Indikator-konzeptes trinkwasserbedingte Infektionen unerkant auftreten können.



**Tabelle 2.9:**  
Trinkwasserbedingte Magen-Darm-Erkrankungen in Europa. Anzahl der Ausbrüche in den Ländern, maximale Fallzahlen nach Krankheitserreger.  
Quelle: modifiziert nach Medema 2006.

Neben den durch Kontamination aus dem Einzugsgebiet oder der zentralen Wasserversorgung eingeschwemmten Krankheitserreger haben sich in den letzten Jahren die Erkenntnisse über wasserbedingte Krankheitserreger, die sich im **Hausinstallationsnetz** vermehren können und zu einer Gefährdung der mit diesem Wasser versorgten Bevölkerung führen, erheblich erweitert. Auch in den entwickelten Län-

		Isolierte Krankheitserreger							
		Bakterien		Protozoen		Viren			
	Anzahl der Ausbrüche	Campylobacter	Shigellen	Cryptosporidium	Giardia	Norovirus	Viren (n.id.)	Gemischt	Gastroenteritis
Ausbrüche	86	9	3	46	2	8	1	5	12
Fälle	72.546	16.222	531	7.772	232	11.408	2.500	2.511	31.370*

\*Von einem Ausbruch liegen keine Fallzahlen vor

dem muss die Wasserversorgung für den menschlichen Gebrauch aufgrund dieser Beobachtungen und der → **Resistenzentwicklungen** daher neu evaluiert werden.

Zu den wichtigsten Krankheitserregern, die über ein Vermehrungspotential in der Hausinstallation verfügen, zählen

- *Legionella spp.*
- atypische Mykobakterien
- *Pseudomonas aeruginosa*.

Inbesondere im Temperaturbereich zwischen 20–50°C vermehren sich Legionellen bis zu infektionsrelevanten Konzentrationen. Dabei lassen sich Unterschiede in der Virulenz in Abhängigkeit der Legionellenspezies nachweisen, was bei Präventionsstrategien zukünftig stärker zu berücksichtigen ist. In Abhängigkeit von der Immunabwehrlage der exponierten Personen können hierdurch bislang unterschätzte Infektionsrisiken durch Legionellen resultieren.

Das RKI bzw. CAPNETZ gehen davon aus, dass in Deutschland etwa 6 bzw. 8 % aller ambulant auftretenden Pneumonien durch Legionellen verursacht werden. Bei jährlich etwa 500.000 ambulanten Pneumonien ist somit mit rund 30.000 bis 40.000 Fällen der Legionärskrankheit zu rechnen (*s. auch 2.1.1.3*).

Neben der bislang unterschätzten Bedeutung von Legionellen für ambulant erworbene Pneumonien muss darüber hinaus mit einer nicht unerheblichen Gefährdung durch nosokomiale Legionellose gerechnet werden. Immer wieder kommt es zum Auftreten nosokomialer Legionellen-Ausbrüche, die hauptsächlich im Zusammenhang mit dem Neubau bzw. Umbau von Hausinstallationssystemen stehen. Offensichtlich kommt es aufgrund der dabei auftretenden Stagnationsprobleme zu einer weiteren Vermehrung der Legionellen, die bei Inbetriebnahme bzw. Wiederinbetriebnahme zu plötzlich auftretenden sehr hohen Konzentrationen von Legionellen führen. Betroffen hiervon sind neben Krankenhäusern Hotels, Pflegeheime und anderen Großeinrichtungen. Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass auch in Privathäusern zum Teil hohe Konzentrationen über dem Gefahrenwert von Legionellen auftreten.

Die epidemiologische Bedeutung von wasserübertragenen Legionellose macht es erforderlich, die präventiven Anstrengungen und die Diagnostik weiterhin deutlich zu verbessern.

Legionellen sind zwar als wasserübertragene Krankheitserreger schon seit 1976 bekannt, aber erst in den letzten Jahren konnte durch Anwendung von molekularen Typisierungsverfahren gezeigt werden, dass *Pseudomonas-aeruginosa*-bedingte Infektionen in Krankenhäusern und insbesondere auf Intensivstationen in bis zu 40 % aus der Wasserversorgung resultieren. Untersuchungen von Trautmann et al. ergaben hierzu überzeugende Hinweise, die mittlerweile durch weitere Studien bestätigt wurden. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass nach Einführung einer Sterilfiltration durch endständige Filter die Rate an Pseudomonaden-Infektionen auf

→

**Aufgrund der Resistenzentwicklungen und der Gefährdung durch Verbreitung über das Hausinstallationsnetz muss auch in den entwickelten Ländern die Wasserversorgung für den menschlichen Gebrauch hinsichtlich mikrobieller Risiken neu evaluiert werden.**

→

Hausinstallationssysteme in Krankenhäusern sind vermutlich eine der wichtigsten Infektionsquellen für nosokomiale Pseudomonaden- und Legionellen-Infektionen.

Intensivstationen bzw. einer hämato-onkologischen Station drastisch abnahm. Hierdurch ergeben sich erhebliche Präventionspotentiale für die Zukunft. Ananissie geht davon aus, dass das → **Hausinstallationssystem im Krankenhaus, möglicherweise aber auch im häuslichen Bereich**, die am meisten übersehene und am leichtesten zu kontrollierende Infektionsquelle für nosokomiale Infektionen, insbesondere *Pseudomonas-aeruginosa*-Infektionen und Legionellen ist (Exner et al. 2007).

Unter den neu als Krankheitserreger über das Trinkwasser identifizierten Mikroorganismen ist **Helicobacter** in besonderer Weise zu erwähnen. Auch in den Guidelines for Drinking Water Quality der WHO ist er enthalten. Neue Untersuchungen zum Überleben von *Helicobacter pylori* in Frischwasser zeigten, dass dieses Bakterium in einem „viable but not culturable status“ in coccoider Form überleben kann und hieraus Gefährdungen für die öffentliche Gesundheit resultieren können.

Untersuchungen aus der Arbeitsgruppe von Rolle-Kampczyk et al. (2004) in Deutschland zeigten, dass *Helicobacter pylori* im Brunnenwasser nachgewiesen werden konnte und der positive Nachweis im Trinkwasser mit einem positiven Kolonisationsstatus bei den Nutzern des Brunnenwassers einhergingen. Die Autoren schlussfolgern hieraus, dass die Anwendung oder das Trinken von *Helicobacter-pylori*-kontaminiertem Brunnenwasser mit dem Erwerb von *Helicobacter-pylori*-Infektionen assoziiert ist.

Mittlerweile werden diese Untersuchungsergebnisse durch weitere epidemiologische Studien auch in anderen Ländern bestätigt.

Sofern sich dies bewahrheiten sollte, könnte dies für die Prävention dieses zweithäufigsten Infektionserregers weltweit, der zu Magenkrebs führen kann, von enormer Bedeutung sein. Die Konsequenzen könnten der Entdeckung des Cholera-Erregers und der Übertragung der Cholera über das Trinkwasser durch John Snow und Robert Koch ähneln. Insbesondere der stetige Rückgang von *Helicobacter-pylori*-Infektionen in den entwickelten Ländern im Zusammenhang mit einer Verbesserung der Hygiene und der Trinkwasserhygiene liefert hierfür wichtige Hinweise.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass auch in entwickelten Ländern, aber **insbesondere in den unterentwickelten Ländern Wasser als Überträger von Krankheitserregern** nicht nur für Diarrhö, sondern auch für andere Erkrankungen wie Pneumonien und nosokomiale Infektionen → **eine absolut unterschätzte Bedeutung** hat.

→

Wasser als Überträger für Krankheitserreger nicht nur für Diarrhö, sondern auch für andere Erkrankungen wie (ambulant erworbene) Pneumonien und eine Reihe nosokomialer Infektionen hat eine stark unterschätzte Bedeutung.

Durch verstärkte Anstrengungen in der Forschung und neue Verfahren zum Nachweis von Mikroorganismen im Trinkwasser unter Nutzung molekularbiologischer Verfahren, epidemiologischer Verfahren sowie neuer Indikatorverfahren müssen diese Aspekte dringend weiter untersucht werden. Darüber hinaus bedarf es einer neuen Strategie zur Prävention wasserbedingter Infektionen durch **Verbesserung der bisherigen mikrobiologischen Überwachungssysteme** und einer Änderung der Untersuchungsverfahren mit einer Erweiterung des Mikroorganismenspektrums unter Berücksichtigung von Parasiten und Viren.

### 2.3.2 Lebensmittel

#### Epidemiologie

Neben dem Trinkwasser sind die übrigen **Lebensmittel** auch wichtige Quelle für Infektionskrankheiten. Seitens der US-amerikanischen Gesundheitsbehörde CDC wird geschätzt, dass jedes Jahr 76 Millionen Personen aufgrund von lebensmittelbedingten Erkrankungen eine Infektion erleiden, mehr als 300.000 werden hospitalisiert und mehr als 5.000 sterben aufgrund lebensmittelbedingter Erkrankungen. Besonders gefährdet sind Kleinkinder und erwachsene immunkomprimierter Personen. Die Kosten im Zusammenhang mit lebensmittelbedingten Infektionen werden in den → **USA auf ca. 5 Milliarden Euro** geschätzt (CDC 2006). Die Veränderung in der demographischen Entwicklung und die Lebensmittelgewohnheiten, Veränderungen in der Lebensmittelherstellung und in den Verteilungssystemen, die mikrobielle Adaptation und unzureichende Ressourcen für die Kontrolle und Infrastruktur des öffentlichen Gesundheitswesens haben zum Auftreten neuer ebenso wie schon seit langer Zeit bekannter lebensmittelbedingter Erkrankungen geführt. Mit der stetigen Zunahme des Reiseverkehrs ist es nicht überraschend, dass eine immer größere Gefahr besteht, sich lebensmittelbedingte Erkrankungen lokal, regional oder ebenso global zuzuziehen.

Für Deutschland sind derzeit keine genau Angaben möglich, wieviele Erkrankungen durch Lebensmittelinfektionen pro Jahr auftreten. Im Jahr 2006 wurden dem Robert Koch-Institut 5.921 potentiell lebensmittelbedingte Ausbrüche mit 70.530 betroffenen Personen gemeldet (RKI 2006, 2007 s. auch Kapitel 2.1.1.3).

Unter lebensmittelbedingten Erkrankungen werden alle Erkrankungen verstanden, die aufgrund der Einnahme von Lebensmitteln resultieren; gastrointestinale Symptome sind die häufigsten klinischen Manifestationen lebensmittelbedingter Erkrankungen.

#### Erreger

Lebensmittelbedingte Erkrankungen können sowohl durch **Mikroorganismen** als auch durch deren **Toxine**, durch **Pilze** und deren Toxine sowie durch **chemische Kontaminanten** (auf die hierbei nicht eingegangen wird) ausgelöst werden. Während der letzten 20 Jahre waren eine Vielzahl von Lebensmitteln Ursache für Ausbrüche lebensmittelbedingter Erkrankungen, einschließlich Milch (*Campylobacter*), Krustentiere (Noroviren) und pasteurisierte Apfelschorle (*E. coli O157:H7*), rohe und unzureichend gekochte Eier (Salmonellen), Himbeeren (Cyklospora), Erdbeeren (Hepatitis A) und verschiedenen Fertigprodukte (Listerien).

Ärzte und andere Mitarbeiter des Gesundheitswesens spielen eine entscheidende Rolle bei der Überwachung und der Verhütung potentieller Krankheitsausbrüche, dennoch wird nur ein kleiner Anteil dieser Infektionen erfasst, da nur ein Teil der Personen, die eine gastrointestinale Infektion erleiden, medizinische Versorgung in Anspruch nehmen. Bei denjenigen, die medizinische Behandlung in Anspruch nehmen, werden **Bakterien** in der Regel mit höherer Wahrscheinlichkeit als ursächliche Erreger identifiziert als andere Krankheitserreger.

→

**In den USA geht man von ca. 76 Millionen lebensmittelbedingter Infektionen pro Jahr aus, von denen mehr als 300.000 im Krankenhaus behandelt werden müssen.**

→

**Beispiel Campylobacter-Infektionen in Deutschland (RKI 2006):**

– **Gesamtinzidenz: 63,1/100.000**

**Einwohner (52.035 Fälle)**

– **Höchste Inzidenz: Kinder unter 5 bzw. unter 1 Jahren,**

**Zweiter Gipfel: Erwachsene**

**zwischen 20 und 29 Jahren**

– **596 Häufungen mit 1.499 Erkrankungen**

Erreger lebensmittelbedingter Infektionen
<i>Brucella spp.</i>
<i>Campylobacter spp.</i>
<i>Clostridium spp.</i>
<i>Cryptosporidium parvum</i>
Enterohämorrhagische <i>E. coli</i> (EHEC)
<i>Escherichia coli</i>
<i>Giardia lamblia</i>
Hepatitis-A-Virus
<i>Listeria monocytogenes</i>
Norovirus
<i>Salmonella enterica</i>
<i>Salmonella spp.</i>
<i>Shigella spp.</i>
<i>Trichinella spiralis</i>
<i>Vibrio cholerae</i>
<i>Yersinia enterocolitica</i>

→ **Tabelle 2.10:**

**Erreger lebensmittelbedingter Infektionen nach Angaben des RKI 2006, 2007.**

Die wichtigsten bakteriellen Krankheitserreger lebensmittelbedingter Erkrankungen in den westlichen Ländern sind

- Campylobacter
- Salmonellen
- Shigellen.

Die Untersuchung auf eine virale Ätiologie von Durchfallserkrankungen wird nur selten durchgeführt, obwohl **Viren** als die wichtigsten Ursachen lebensmittelbedingter Erkrankungen angenommen werden.

In den letzten Jahren sind eine Reihe weiterer lebensmittelbedingter Infektionserreger entdeckt worden oder neu aufgetreten → **Tabelle 2.10**.

Die wichtigsten ätiologischen Erreger in Abhängigkeit von der unterschiedlichen Manifestation lebensmittelbedingter Erkrankungen sind in → **Tabelle 2.11** aufgeführt. Für die Entwicklung weiterer verbesserter Präventionsstrategien ist es entscheidend, mehr Informationen darüber verfügbar zu haben, unter welchen Bedingungen und in welchen Bereichen lebensmittelbedingte Infektionen übertragen werden.

Die Vielzahl **fertig hergestellter Lebensmittel**, der **Import von Lebensmitteln** aus anderen Ländern unter anderen hygienischen Voraussetzungen lässt grundsätzlich annehmen, dass hierdurch erhöhte Risiken für lebensmittelbedingte Infektionen bei Herstellung, Vertrieb und Verarbeitung von Lebensmitteln entstehen. Die zweifellos hierdurch vorhandenen Gefahren werden zum Teil durch Berichte über lebensmittelbedingte Ausbrüche auch in Deutschland bestätigt. Dennoch muss davon ausgegangen werden, dass die Mehrzahl der lebensmittelbedingten Infektionen bei **unzureichender Hygiene im häuslichen Umfeld** selber resultieren.

#### Klinik

Während die meisten Lebensmittelinfektionen bei Menschen mit funktionierendem Immunsystem zu gastrointestinalen Beschwerden, die unter Umständen nur leicht und kurz andauernd sind, führen, muss bei Menschen mit geschwächtem Immunsystem, bei älteren Personen oder bei Kindern mit länger andauernden Symptomen und schwerer verlaufenden Infektionen gerechnet werden.

Bei einigen Erregern treten typische Langzeitfolgen auf, wie

- |                        |                                      |
|------------------------|--------------------------------------|
| – Salmonella/Yersinien | reaktive Arthritiden                 |
| – Campylobacter        | Guillain-Barré-Syndrom               |
| – EHEC                 | Hämolytisch-Urämisches Syndrom (HUS) |
| – Listerien            | Fehlgeburt, Meningitis etc.          |

In den USA wurden für verschiedene Erreger die Anteile durch lebensmittelbedingte Infektionen wie folgt geschätzt:

Klinisches Bild	Potentielle lebensmittelbedingte Krankheitserreger
Gastroenteritis (Erbrechen als wichtigstes Symptom; Fieber und/oder Diarrhö können ebenfalls auftreten)	Virale Gastroenteritis, meistens Rotavirus beim Säugling oder Noroviren oder andere Caliciviren bei älteren Kindern oder Erwachsenen; oder Lebensmittelvergiftung infolge von Toxinen (z. B. Vomitoxin, <i>S.-aureus</i> -Toxin, <i>B.-cereus</i> -Toxin und Schwermetalle
Nicht-entzündliche Diarrhö (akute, wässrige Durchfälle ohne Fieber/Dysenterie, einige Patienten können Fieber entwickeln)	Kann durch fast alle Erreger des Magen-Darm-Trakts verursacht werden (bakteriell, viral, parasitär), aber ist ein klassisches Symptom von – Enterotoxischen <i>E. coli</i> – <i>Giardia</i> – <i>Vibrio cholerae</i> – Magen-Darm-Viren (Astroviren, Noroviren und andere Caliciviren, Adenoviren, Rotaviren) – <i>Cryptosporidium</i> – <i>Cyclospora cayetanensis</i>
Entzündliche Diarrhö (invasive Gastroenteritis, stark blutiger Stuhl und Fieber können auftreten)	<i>Shigella spp.</i> <i>Campylobacter spp.</i> <i>Salmonella spp.</i> Enteroinvasive <i>E. coli</i> Enterohämorrhagische <i>E. coli</i> <i>E. coli</i> O157...H7 <i>Vibrio parahaemolyticus</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Entamoeba histolytica</i>
Anhaltende Durchfälle (länger als 14 Tage)	Bei lang anhaltender Erkrankung sollte auf Parasiten untersucht werden, v.a. bei Reisenden in Bergregionen oder anderen Gegenden, in denen Rohwasser getrunken wird. Des weiteren sind <i>Cyclospora cayetanensis</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Entamoeba histolytica</i> und <i>Giardia lamblia</i> in Betracht zu ziehen
Neurologische Manifestationen (z.B. Lähmungen, respiratorische Insuffizienz, Bronchospasmus, Lähmung des Kranialnervs)	Botulismus ( <i>Cl. botulinum</i> Toxin) Pestizide auf der Basis organischer Phosphat Thallium Vergiftung, Fischvergiftung (Histamine, Saurine, Ciguatoxin, Tetradoxin) Neurotoxische, paralytische, amnestische Muschelvergiftung (Brevetoxin, Saxitoxin, Domoisäure) Pilzvergiftung Guillain-Barré-Syndrom (mit infektiösen Durchfällen durch <i>C. jejuni</i> assoziiert)
Systemische Erkrankung (z. B. Fieber, Schwäche, Arthritis, Gelbsucht)	<i>Listeria monocytogenes</i> <i>Brucella spp.</i> <i>Trichinella spiralis</i> <i>Toxoplasma gondii</i> <i>Vibrio vulnificus</i> Hepatitis A und E <i>Salmonella typhi</i> und <i>Salmonella paratyphi</i> Amöbenbedingter Leberabszess

- EHEC 85%
- Salmonellen 95%
- Campylobacter 80%
- Noroviren 40%



**Tabelle 2.11:**  
**Klinisches Bild und potentielle Erreger**  
**lebensmittelbedingter Infektionen.**

Quelle: CDC 2004.

### Präventionsstrategien

Für die Entwicklung zusätzlicher Präventionsstrategien müssen

- die Anforderungen an Herstellung, Vertrieb, Verarbeitung von Lebensmitteln und
- die Verarbeitung von Lebensmitteln in Restaurationsbetrieben weiterhin durch staatliche Kontrollen und Qualitätssicherungsmaßnahmen wie dem erfolgreichen **HACCP-Konzepts** weiter vorangetrieben werden sowie
- die Informationen über den Umgang mit Lebensmitteln im häuslichen Umfeld und die erforderlichen Hygienemaßnahmen deutlich verstärkt werden.

Zur Überprüfung und Verifizierung der Einhaltung der **Hygieneregeln** bei **Herstellung und Vertrieb** von Lebensmitteln muss die entsprechende **Lebensmittelüberwachung** durch die zuständigen Behörden durchgeführt werden.

Es darf keinem Zweifel unterliegen, dass eine derartige **staatlich geregelte Lebensmittelüberwachung** ähnlich wie auch bei der Trinkwasserüberwachung von entscheidender Bedeutung ist und nicht alleine durch Eigenverantwortung der Hersteller ersetzt werden kann. Notwendig hierzu ist neben einer Vor-Ort-Begehung mit erfahrener Personal die entsprechende Sicherstellung einer Lebensmittelüberwachung auf dem neuesten wissenschaftlichen und diagnostischen Kenntnisstand.

Wegen der erheblichen Bedeutung lebensmittelbedingter Infektionen im häuslichen Bereich muss der Verbraucher ausreichend aufgeklärt werden und die persönlichen Hygienemaßnahmen sowie die Hygienemaßnahmen im Haushalt verstärkt vermittelt werden.

Hierzu besteht erheblicher Handlungsbedarf, da in den vergangenen Jahren durch die → **Hygienehypothese** und aus heutiger Sicht falscher Hygieneaufklärung (Diskreditierung von Reinigung, Desinfektion) eine **falsche Risikoeinschätzung beim Verbraucher** gefördert wurde.

→

Die so genannte Hygienehypothese und die daraus folgende allgemeine Diskreditierung von Hygienemaßnahmen hat in weiten Teilen der Bevölkerung zu einer falschen Risikoeinschätzung und zu einem falschen Risikoverhalten geführt.

Die **Surveillance** lebensmittelbedingter Infektionen ist mit dem **Infektionsschutzgesetz** auf einen hohen Stand gebracht worden. Bei Häufungen muss durch die entsprechenden Behörden die Abklärung der lebensmittelbedingten Infektionen systematisch durchgeführt werden.

Die auf europäischer Ebene bestehenden **Schnellwarnsysteme** haben sich für die Lebensmittelüberwachungsbehörden bewährt.

Notwendig wird jedoch weiterhin sein, dass regelmäßig über lebensmittelbedingte Infektionen in der Übersicht berichtet wird, um den epidemiologischen Kenntnisstand auf hohem Niveau zu halten und hieraus Konsequenzen für die Prävention und Kontrolle ableiten zu können.

## 2.4 Infektionskrankheiten und Krisensituationen

### *Epidemiologie*

Krisensituationen schließen komplexe Krisen und Naturkatastrophen (Überschwemmungen, Erdbeben) ein. Der Begriff „**komplexe Krisensituation**“ wurde seitens der Weltgesundheitsorganisation gewählt, um Krisensituationen wie Krieg oder zivile Katastrophen zu erfassen, die große Bevölkerungsteile betreffen, zu Flucht und Vertreibung führen und Versorgungsengpässe bei der Lebensmittelversorgung sowie unzureichende Hygienebedingungen beinhalten.

Weltweit leben mehr als **200 Millionen Menschen** in Ländern, die von komplexen Krisensituationen nicht nur für Flüchtlinge, sondern für die gesamte Bevölkerung betroffen sind. → **Übertragbare Erkrankungen stellen hier eine der wichtigsten Ursachen für Mortalität und Morbidität dar.** Die höchste Morbidität und Übersterblichkeit tritt häufig in der ersten akuten Phase von Krisensituationen auf. Die Todesrate kann in dieser Phase bis zu sechzig mal höher als die normale Todesrate bei Flüchtlingen sein, wobei bis zu einem Drittel dieser Todesfälle durch übertragbare Erkrankungen bedingt sind. **Kinder sind in besonderer Weise gefährdet.** In den 10 Ländern mit der höchsten Mortalitätsrate für Kinder unter 5 Jahren sind sieben der Länder von komplexen Krisensituationen bedroht.

Flüchtlinge und Vertriebene aus Krisengebieten werden meist in Auffanglagern konzentriert und unter der lokalen Bevölkerung aufgeteilt. Verschiedene Faktoren, die die Übertragung von Infektionskrankheiten begünstigen, interagieren **synergistisch** bei komplexen Krisensituationen.

Diese Faktoren schließen ein:

- Massenbewegungen
- Unterbringung in Flüchtlingslagern
- Overcrowding
- Ökonomische Probleme und Umweltzerstörung
- Armut
- Mangel an gesichertem Wasser
- unzureichende sanitäre Verhältnisse und mangelhafte Abfall- und Abwasserentsorgung
- fehlender Schutz vor persönlichen Übergriffen
- schlechter Ernährungsstatus
- unzureichender Zugang zu Gesundheitsversorgungssystemen
- Zusammenbruch der Infrastruktur des öffentlichen Gesundheitswesens und der Präventions- und Kontrollprogramme (Impfungen).

Insbesondere **Mangelernährung** und **Traumatisierung** beeinflussen das Auftreten und den Verlauf von Infektionskrankheiten. Die Todesrate bei Flüchtlingen oder anderen Bevölkerungsgruppen in komplexen Krisensituationen steigt auf das Zehnfache im Vergleich zur Normalbevölkerung. Mehr als zwei Drittel dieser Todesfälle

### Infektionskrankheiten in Krisensituationen 2.4

- Epidemiologie
- Infektionskrankheiten
- Derzeitige Präventionsstrategien

→

Übertragbare Erkrankungen stellen eine der wichtigsten Ursachen für Mortalität und Morbidität in Krisensituationen dar.

→

Tabelle 2.12:

Von der WHO im Zusammenhang mit dem bewaffneten Konflikt im Libanon als relevant bzw. hoch relevant eingestufte übertragbare Krankheiten.

Quelle: Mbabazi (WHO) 2006.

(Anmerkung: Der Libanon ist ein Land, das einen relativ hohen Versorgungsstatus aufweist)

Erkrankungen im Zusammenhang mit dem bewaffneten Konflikt im Libanon
Akute Infektion des unteren Respirationstrakts (***)
Brucellose (**)
Typhus (**)
Shigellose (**)
Hepatitis A + E (**)
Masern (***)
Meningitis (**)
Mumps (**)
Pertussis (**)
Röteln (**)
** = mäßiges Risiko *** = hohes Risiko

sind durch übertragbare Erkrankungen bedingt, die damit allein oder in Kombination mit Mangelernährung und Traumatisierung zur wichtigsten Todesursache werden.

### Infektionskrankheiten

Die wichtigsten übertragbaren Erkrankungen in komplexen Krisensituationen sind (s. auch → [Tabelle 2.12](#)):

- Diarrhöen
- Akute respiratorische Infektionen
- Masern
- Malaria
- Meningitis
- Tuberkulose
- HIV/AIDS

**Diarrhöen** sind die wichtigste Ursache für Morbidität und Mortalität in komplexen Krisensituationen. Diese Erkrankungen resultieren durch die unzureichende Qualität und Quantität von Wasser, unzureichende sanitäre Voraussetzungen, Overcrowding, unzureichende Hygiene und Mangel an Seife.

In Flüchtlingslagern bedingen **Durchfallserkrankungen mehr als 40 %** dieser Todesfälle in der akuten Phase, wobei über 80 % dieser Todesfälle bei Kindern unter 2 Jahren auftreten.

Ausbruchuntersuchungen zeigen, dass gemeinsame Ursachen für Infektionen durch verunreinigtes Wasser (durch fäkale Kontamination des Oberflächenwassers in Brunnen), die Kontamination des Wassers während des Transportes und der Lagerung (durch fäkal verunreinigte Finger), gemeinsam benutzte Wassercontainer, Mangel an Seife und kontaminierte Lebensmittel sind.

**Akut respiratorische Infektionen** sind ebenfalls für einen Großteil der Morbidität und Mortalität in komplexen Krisensituationen verantwortlich. Ungünstige Bedingungen wie Overcrowding, Feuer in Innenräumen bei unzureichender Lüftung, unzureichender Schutz und Decken, insbesondere in kalten Klimaten begünstigen die Entwicklung von respiratorischen Infektionen u. a. durch Tröpfchenübertragung. Akute Respirationserkrankungen vergrößern das Risiko der Übertragung auch für Meningokokken-Erkrankungen durch Aerosolübertragung von respiratorischen Sekreten während des Hustens und Niesens.

In einigen Flüchtlingslagern waren **Masernepidemien** die Hauptursache der Mortalität: Masern bedingten bis zu 53 % bzw. 42 % der Todesfälle bei Flüchtlingen in Ost-Sudan und Somalia 1985. Overcrowding ist assoziiert mit der Übertragung von hohen Infektionsdosen des Masern-Virus, was zu schweren klinischen Erkrankungsfällen führt. Die Frequenz schwerer Masern-Verläufe ist auch bei unterernährten Kindern erhöht.

Mindestens 90 % der 1 Million tödlichen **Malaria**-Verläufe treten in Subsahara-Afrika auf und über 30 % der Malaria-Todesfälle treten in Ländern auf, die von komplexen Krisensituationen betroffen sind. Flüchtlinge, die aus Gegenden mit geringer Malaria-Endemie (einschließlich nicht immuner Personen) in Endemiezonen fliehen, sind einem hohen Malaria-Übertragungsrisiko ausgesetzt. Umgekehrt kann es bei Flüchtlingsbewegungen aus Hyperendemiezonen in Gegenden mit geringerem Endemierisiko zu einem erhöhten Infektionsrisiko bei der lokalen Bevölkerung kommen, insbesondere dann, wenn geeignete Bedingungen für die Moskitovektoren wie stagnierendes Wasser, Überschwemmung und Veränderungen in der Umwelt und der Wetterbedingungen vorhanden sind.

Große Ausbrüche von **Meningokokken-Meningitis** wurden ebenfalls in komplexen Krisensituationen berichtet. Meningokokken der Serogruppe A und C sind die Hauptursachen für die epidemische Meningokokken-Meningitis in den meisten Ländern, obwohl Serogruppe W 135 in zunehmendem Maße in Subsahara-Afrika prävalent wird. Epidemien treten auch unterhalb des traditionellen Meningitisgürtels auf und schließen Ost-, Süd- und Zentralafrika mit ein. Trockene Wetterperioden, Sandstürme, Overcrowding und hohe Raten von akuten respiratorischen Infektionen erhöhen das Risiko der epidemischen Meningokokken-Erkrankung.

**Tuberkulose** wird ein immer größeres Problem bei komplexen Krisensituationen. Aufgrund der dort vorherrschenden Randbedingungen (mangelnder Zugang zur Gesundheitsversorgung) und durch die Übertragung bei Overcrowding werden die TB-Risiken erhöht. In komplexen Krisensituationen ist auch das Risiko von chronischen Fällen und Multiresistenzentwicklung bei niedriger Fallzahlerkennung und niedrigen Heilungsraten deutlich erhöht.

Tuberkulose ist die führende Todesursache bei **HIV**-infizierten Personen. Die **Co-Infektion mit HIV** erhöht das Risiko einer latenten Infektion, die zur aktiven Tuberkulose fortschreitet von 10 % auf 60–80 %. HIV-infizierte Personen sind auch einem erhöhten Risiko schwerer Nebenwirkungen durch Tuberkulostatika ausgesetzt.

Es gibt große Überlappungen bei Ländern, die durch komplexe Krisensituationen und durch eine hohe HIV-Prävalenz besonders in Subsahara-Afrika betroffen sind. Konflikt- und Flüchtlingsbewegungen können das Risiko einer Neuinfektion von HIV durch Verwendung ungesicherter Bluttransfusionen, durch schlechte Hygienebedingungen in Krankenhäusern, Fehlen der Behandlung von sexuell übertragbaren Erkrankungen, die die HIV-Übertragung begünstigen, Verhaltensänderungen, fehlende Kondome und sexuelle Gewalt erhöhen.

#### *Derzeitige Präventionsstrategien*

Zu den wichtigsten Präventions- und Kontrollmaßnahmen zählen

- Planung der Einrichtung für Flüchtlingslager, wodurch die Rate an Diarrhöen, akuten respiratorischen Infektionen, Masern, Meningitis, Tuberkulose und Vektor-übertragenen Erkrankungen deutlich reduziert werden kann;

- Sicherstellung einer hygienischen Wasserversorgung und geeigneter sanitärer Verhältnisse,
- Immunisierung,
- Vektorkontrolle,
- epidemische Vorbereitung und Reaktion,
- Surveillance.

→

**Weltweit leben mehr als 200 Millionen Menschen in Ländern, die von komplexen Krisensituationen betroffen sind. Die Morbidität und Übersterblichkeit aufgrund von übertragbaren Erkrankungen ist weitgehend vermeidbar, da entsprechende Interventionsmaßnahmen grundsätzlich verfügbar sind.**

Die Morbidität und Übersterblichkeit aufgrund übertragbarer Erkrankungen während komplexer Krisensituationen ist → **weitestgehend vermeidbar**, da entsprechende Interventionsmaßnahmen grundsätzlich verfügbar sind. Die Erfahrung hat gezeigt, dass **bei rechtzeitiger und koordinierter Implementierung** entsprechender Interventionsmaßnahmen, die Todes- und Erkrankungsrate erheblich reduziert werden kann.

Besonders tragisch ist die Zerstörung der notwendigen Infrastruktur zur Verhütung von Infektionskrankheiten im Krieg. Die gezielte Zerstörung von Elektrizitätswerken, Wasserversorgungssystemen, Abwasserentsorgung und Abfallentsorgung erhöht insbesondere für Kinder unter 5 Jahren dramatisch das Risiko von übertragbaren Erkrankungen. Dies geht erfahrungsgemäß mit einer Erhöhung der Mortalität einher. Vor allem durch die Unterbrechung der Wasserversorgung resultieren neben den direkt über Trinkwasser übertragenen Infektionskrankheiten Erkrankungen, die durch unzureichende Hygiene und fehlende Möglichkeiten zum Waschen begünstigt werden.

Der Zusammenbruch des Gesundheitsversorgungssystems führt zu einer Verringerung der Durchimpfungsraten, die wiederum zu höheren Erkrankungsraten von Masern, Mumps, Röteln, Pertussis, Tetanus, Meningitis und Hepatitis B führen. So wurde z. B. im Libanon im Zusammenhang mit dem bewaffneten Konflikt im Jahre 2006 ein Anstieg der Masern-Erkrankungen festgestellt (s. auch → **Tabelle 2.12**).

Wegen der erheblichen Konsequenzen der Zerstörung sanitärer Infrastrukturen und der Konsequenzen für die Aufrechterhaltung der wichtigsten Maßnahmen zur Infektionsprävention durch ein intaktes Gesundheitswesen muss erreicht werden, dass bei kriegerischen Auseinandersetzungen die Versorgung mit Elektrizität, die Wasser- und die Abwasserentsorgung unter den besonderen Schutz gestellt wird, um zu verhindern, dass weite Bevölkerungsteile, insbesondere Kleinkinder und ältere Menschen, hierdurch in ungerechtfertigter Weise von den Auswirkungen eines militärischen Konfliktes betroffen werden.

- Allgemeine Resistenzentwicklung
- Resistenzlage ausgewählter Infektionserreger
- Antibiotikagabe bei Tieren

## 2.5 Antibiotikaresistenzen

Seit der Entdeckung des Penicillins 1928 sind Antibiotika zu einem der wichtigsten Instrumente in der Behandlung von Infektionskrankheiten geworden. Antibiotika sind jedoch durch die **Zunahme von Antibiotikaresistenzen** nicht mehr verlässlich wirksam. Zahlreiche Hinweise bestehen, dass sich auch in Deutschland die Problematik der Antibiotikaresistenz verstärkt. Die Zunahme der Antibiotikaresistenz

ist damit zu einem der grundlegenden Probleme bei der Kontrolle von übertragbaren bakteriellen Infektionen in den letzten Jahrzehnten geworden. Nach dem ersten Europäischen Epidemiologischen Bericht zu übertragbaren Erkrankungen vom Juni 2007 wird die Zunahme → **antibiotikaresistenter Mikroorganismen als die wichtigste Bedrohung durch übertragbare Erkrankungen** in Europa angesehen. Während lange Zeit die Neuentwicklung von Antibiotika mit der Zunahme der Antibiotikaresistenz Schritt halten konnte, sind mittlerweile die finanziellen Risiken für die pharmazeutische Industrie so groß geworden, dass nur mit Zurückhaltung an der Entwicklung neuer Antibiotika gearbeitet wird.

→

**Die Zunahme antibiotikaresistenter Mikroorganismen wird als die wichtigste Bedrohung durch übertragbare Erkrankungen in Europa angesehen.**

Insbesondere folgende zwei Aspekte der Ausbreitung von Resistenzen müssen kontinuierlich überwacht werden:

- die weitere Entwicklung der Antibiotikaresistenzen
- die eingeschränkte Anwendung von Antibiotika mit dem Ziel, Antibiotikaresistenzen auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

#### *Resistenzentwicklung*

Waren in den letzten Jahren vor allem **grampositive** Infektionserreger wie MRSA, methicillinresistente *Staphylococcus aureus* und glycopeptidresistente Enterokokken von besonderem Interesse, treten nun vermehrt **gramnegative** Infektionserreger auf, die neben anderen Antibiotikagruppen auch gegen alle Betalactam-Antibiotika resistent sind.

Der **Surveillance** der Antibiotikaresistenzen kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Zwei unterschiedliche Erfassungssysteme sind in den letzten zehn Jahren gegründet worden

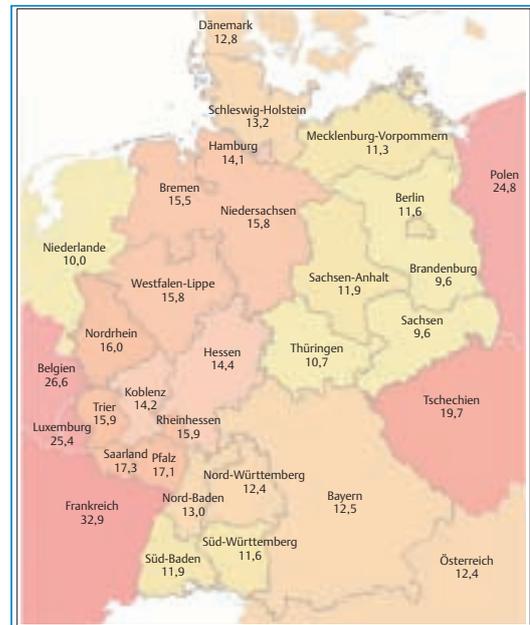
1. GENARS (German Network for Antimicrobial Resistance Surveillance) und
2. EARSS (European Antimicrobial Resistance Surveillance System).

**GENARS** wurde 1999 als Netzwerk mikrobiologischer Labore von Universitätskliniken mit Unterstützung der Fachgesellschaften DGHM (Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie), PEG (Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie) und DGI (Deutsche Gesellschaft für Infektiologie) gegründet und von 2002 – 2005 durch das BMG gefördert. Seit Mitte 2005 wird es seitens des RKI weiter koordiniert. Ziel ist die kontinuierliche Erhebung von **Resistenzdaten aus der Routinediagnostik** für das gesamte Spektrum klinisch relevanter Erreger. Durch Standardisierung der mikrobiologischen Methodik bei der Erregeridentifikation und Empfindlichkeitstestung ist die Vergleichbarkeit der Daten der unterschiedlichen Laboratorien gewährleistet.

**EARSS** wurde 1998 als europäisches Netzwerk zur Surveillance der antimikrobiellen Resistenz gegründet. Diese internationale Initiative wird durch den Generaldirektor für Gesundheit und Verbraucherschutz (DG SANCO) der europäischen Kommission und des niederländischen Ministeriums für Gesundheit, Wohlfahrt und Sport gestützt. Im Jahre 2004 waren 800 Labore aus 30 Ländern an dem Surveillance-System beteiligt. Ziel dieses Surveillance-Systems ist die Darstellung der Entwick-

→

**Abbildung 2.8:**  
**Regionaler Antibiotikaverbrauch (in DDD-Tagesdosen pro 1000 Einwohner und Tag) in Deutschland und Anrainerstaaten. Die Angaben beziehen sich auf das Jahr 2001 (Datenbasis: Arzneimittel-Schnellinformation der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) GAmSi „European Surveillance of Antibiotic Consumption“).**  
**Quelle: de With 2004. Nachdruck mit freundlicher Genehmigung der Georg Thieme Verlags KG, Stuttgart.**



lung von Resistenzen von sieben ausgewählten Indikatorkeimen, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Enterococcus faecium/faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* und *Klebsiella pneumoniae* (Grundmann (EARSS) 2004-2005).

Ungeregelter, exzessiver Antibiotika-Einsatz begünstigt Resistenzentwicklung, geregelter, reduzierter Antibiotika-Einsatz kann Resistenzentwicklungen abschwächen, wobei die Beziehung zwischen beiden jedoch komplex ist. Vor dem Hintergrund der in vielen Ländern Europas kritisch zunehmenden Resistenzproblemen hatte der Rat der Europäischen Union im November 2001 als Teil einer Empfehlung zur umsichtigen Verwendung von antimikrobiellen Substanzen in der Humanmedizin die Mitgliedstaaten aufgefordert, Daten über die Antibiotika-Verordnungspraxis auf verschiedenen Ebenen zu erheben und zu bewerten. Als zurzeit bestvergleichbares Format hat sich die Anwendungsdichte, ausgedrückt als definierte Tagesdosis (DDD, Defined Daily Dosis) entsprechend den WHO-Empfehlungen pro Einwohner (oder Versichertem) bzw. pro Krankenhauspflegetag und –jahr behauptet. Der Antibiotika-Verbrauch in Abhängigkeit von den Bundesländern und den an Deutschland grenzenden Ländern ist in → **Abbildung 2.8** dargestellt (de With et al. 2004). Der Antibiotika-Verbrauch im ambulanten Sektor in Deutschland liegt im europäischen Vergleich (25 Länder) im unteren Drittel. Europäische Hochverbraucherländer verordnen vermehrt Betalaktame mit erweitertem Spektrum, aber auch vermehrt neuere Makrolide und Fluorchinolone. Nach einer Studie von Goosens et al. (2007) im Rahmen der European Surveillance of Antimicrobial Consumption (ESAC) wird festgestellt, dass der Antibiotika-Gebrauch außerhalb von Krankenhäusern in den USA nur von drei europäischen Ländern (Italien, Frankreich und Griechenland) mit zunehmender Häufigkeit übertroffen wird. Hierbei handelt es sich um die erste Studie, die den Antibiotika-Gebrauch außerhalb von Krankenhäusern in Europa und den Vereinigten Staaten mit der gleichen Methodologie vergleicht. Die Studie zeigt,

dass in den Vereinigten Staaten der Antibiotika-Gebrauch höher ist als in den meisten anderen europäischen Ländern mit der Tendenz neue Antibiotika in den Vereinigten Staaten eher zu verwenden.

#### Resistenzlage ausgewählter Infektionserreger

Für die letzten sechs Jahre zeigt die Resistenz dieser Mikroorganismen ein klares **Nord-Süd-Gefälle für Penicillin** nicht-empfindliche *Streptococcus pneumoniae* mit einem hohen Grad der Makrolid-Co-Resistenz in verschiedenen südlichen Ländern ebenso wie in nördlichen Ländern. Die Trendanalyse zeigt, dass Länder mit der höchsten Rate von Penicillin-Nichtempfindlichkeit 2004 rückläufige Entwicklungen zeigten, wohingegen in Ländern mit traditionell geringen Raten höhere Anteile Penicillin nicht-empfindlicher *Streptococcus pneumoniae* aufwiesen.

Von besonderer Bedeutung ist die Entwicklung von **Methicillin-resistenten Staphylokokken**. Sie stellen die häufigsten Erreger nosokomialer Infektionen dar, wobei es neben den klassischen, im Krankenhaus selektierten MRSA zu einem vermehrten Auftreten auch von ambulant erworbenen MRSA-Stämmen gekommen ist. Bei diesen Stämmen handelt es sich um Erreger, die auch unabhängig von Krankenhausaufenthalten als Infektionserreger und Besiedler auftreten, und deshalb als **Community-MRSA (cMRSA)** bezeichnet wird. cMRSA werden überwiegend im Zusammenhang mit tiefgehenden und nekrotisierenden Haut-, Weichteilinfektionen isoliert, insbesondere der Furunkulose. Vergleichsweise selten treten cMRSA als Ursache der nekrotisierenden Pneumonie auf. Diese Krankheitsbilder sind offenbar mit der Fähigkeit von cMRSA zur Bildung von Panthon-Valentin-Leukozidin assoziiert. Im Vergleich zu den krankenhausessoziierten MRSA-Epidemiestämmen besitzen cMRSA oft einen schmalen Resistenz-Phänotyp (RKI 2007).

Aus den Daten von 1999–2003 ermittelte die EARRS eine Durchschnitts-MRSA-Rate von 21 % in Europa. Bemerkenswert ist hierbei, dass es erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen europäischen Ländern gibt (→ **Tabelle 2.13**). Niedrige Raten von MRSA (<1 %) werden in Nordeuropa, höhere Raten in Zentraleuropa (5–20 %) und die höchsten Anteile in Südeuropa und in England und Irland (30–40 %) festgestellt. 2004 stieg der Anteil von MRSA in Europa auf 24 %, wobei die Unterschiede weiterhin unverändert blieben. In fast allen Ländern ist ein Anstieg der MRSA-Rate zu verzeichnen, wobei Rumänien mit bis zu 61 % (2005) die höchste Rate aufweist, in Frankreich und der Slowakei jedoch ein Rückgang zu verzeichnen ist.

**Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE)** kommen in den meisten Ländern in weniger als 10 % vor. Ansteigende Raten von Vancomycin-resistenten *Enterococcus faecium* wurden jedoch in Deutschland, Frankreich, Italien und Irland im Zusammenhang mit der Ausbreitung von krankenhausesadaptierten klonalen Komplexen von 17 Stämmen beobachtet.

Die **E.-coli-Resistenz** gegen Aminopenicilline ist in europäischen Regionen weit verbreitet, wobei nur Schweden Resistenzraten von weniger als 30 % berichtet. Der Trend einer ansteigenden Resistenz bei *E. coli* scheint die Konsequenz einer weiteren Ausbreitung von Extended-Spectrum-Betalactamasen bei diesen Spezies zu sein



**Tabelle 2.13:**

**MRSA-Raten in % in verschiedenen europäischen Ländern.**

Quelle: EARSS Report 2005.

Land	MRSA-Rate in %
Belgien	31
Bulgarien	31
Dänemark	2
Deutschland	21
Großbritannien	44
Estland	2
Finnland	3
Frankreich	27
Griechenland	42
Irland	42
Island	0
Italien	37
Niederlande	1
Norwegen	1
Österreich	13
Rumänien	61
Schweden	1
Slowakei	19
Spanien	27
Ungarn	19
Tschechien	13

und der häufigen Anwendung von Fluoroquinolonen. Nosokomiale und ambulant erworbene *E.-coli*-Infektionen werden in den nächsten Jahren eine zunehmende Herausforderung für das europäische Gesundheitssystem darstellen.

Die Entwicklung der Antibiotikaresistenzen macht dringend Alternativmaßnahmen, Kontrollmaßnahmen und Präventionsmaßnahmen erforderlich. Insbesondere muss wesentlich stärker ermittelt werden, warum erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen europäischen Ländern bestehen. Hierin könnte ein Schlüssel zur verbesserten Prävention und Kontrolle von antibiotikaresistenten Mikroorganismen liegen.

Die höchste Gefahr der Entstehung und Entwicklung antibiotikaresistenter Mikroorganismen geht vom **Krankenhaus** aus. Aus diesem Grund haben entsprechende Hygienemaßnahmen in diesem Bereich Priorität. Gerade die Verbreitung und Entstehung von **multiresistenten gramnegativen Mikroorganismen** wie Enterobakterien mit ESBL-Bildung und Pseudomonaden mit Metallobetalaktamasen wird auch entscheidend von den Antibiotikatherapieregimes beeinflusst. Neben krankenhaushygienischen Maßnahmen sind die Entwicklung von klinikbezogenen Leitlinien auf der Basis der eigenen Resistenzdaten und die Weiterbildung der Ärzte in Bezug auf antimikrobielle Therapie als effektive Instrumente anzusehen.

#### *Antibiotikagabe bei Tieren*

Zweifelloos ist eines der wichtigsten Ziele, die sehr **restriktiven Anwendung von Antibiotika** zur Vermeidung der Entstehung von Antibiotikaresistenzen. Andererseits müssen für die Behandlung von Infektionen Antibiotika weiterhin verfügbar sein.

Neben der Selektion von antibiotikaresistenten Mikroorganismen bei mit Antibiotika behandelten Menschen ist ein weiteres erhebliches Potential für die Selektion antibiotikaresistenter Mikroorganismen die Gabe von Antibiotika bei **Tieren**. Problematisch ist, dass vom Tier auf den Menschen übertragbare Krankheitserreger wie insbesondere Salmonellen, Campylobacter und *E. coli* als sogenannte **Zoonose-Erreger** mittlerweile gegen verschiedene Antibiotika resistent sind und sie ihre Resistenzgene an andere Bakterien weitergeben können. Hierdurch kann langfristig betrachtet eine Antibiotika-Therapie bei erkrankten Menschen versagen.

Trotz einer signifikanten Abnahme von 85 % im Jahre 2000 auf 63 % im Jahre 2003 lag die Resistenzrate bei Salmonellen aus Lebensmittel-liefernden Tieren (Rind, Schwein, Geflügel) nach Angaben des Nationalen Referenzlabors für **Salmonellen** am Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) mit durchschnittlich 70 % weiterhin auf hohem Niveau. 42 % der *E.-coli*-Isolate sind resistent gegenüber antimikrobiell wirksamen Substanzen. 52 % der vom Nutztier und 42 % der von Lebensmitteln stammenden Salmonellen sowie 37 % aller *E.-coli*-Isolate sind → **multiresistent**. Speziell beim Geflügel kommen zunehmend Resistenzen gegenüber Chinolonen vor. Viele multiresistente Isolate weisen Integronstrukturen auf, die Multiresistenzen en bloc horizontal und vertikal ausbreiten können.

→

**52 % der vom Nutztier und 42 % der von Lebensmitteln stammenden Salmonellen sowie 37 % aller *E.-coli*-Isolate sind multiresistent.**

Hieraus ergaben sich für das BfR u. a. folgende Handlungsoptionen und Empfehlungen:

- Antimikrobiell wirksame Substanzen sollen nur gezielt, gemäß den Zulassungsbedingungen eingesetzt werden. Generell soll der antimikrobiell wirksamer Substanzen vermindert werden. Fluorchinolone sollen nicht über eine Bestandsmedikation z. B. durch das Trinkwasser gegeben werden.
- Neben dem Resistenzmonitoring sind auch die Verbrauchsmengen antimikrobiell wirksamer Substanzen in der Tiermedizin zu erfassen.

Faktoren, die zur **Selektion und Ausbreitung resistenter Bakterien im Tier** beitragen, sind:

- die Massenmedikation ganzer Herden
- die subtherapeutische Dosierung von Antibiotika
- die langdauernde antibiotische Behandlung
- der Einsatz von Antibiotika mit breitem Wirkspektrum in der Tierhaltung sowie
- deren prophylaktischer und methaphylaktischer Einsatz.

Nicht eindeutig zu beziffern ist, in welchem Maß die Verwendung von Antibiotika in der Tierhaltung zur Entwicklung von Resistenzen bei Krankheitserregern beim Menschen beitragen. Unbestritten ist jedoch, dass **→ resistente Mikroorganismen über tierische Lebensmittel und Produkte auf den Menschen übertragen** werden können. Neben tödlich endenden Infektionen kann es hierdurch zu einer längeren Krankheitsdauer von Patienten, zur Notwendigkeit einer Krankenhausbildung und insbesondere bei Immunschwäche zu einem erhöhten Risiko für das Auftreten anderer Infektionen kommen.

→

Es ist unbestritten, dass resistente Mikroorganismen über tierische Lebensmittel und Produkte auf den Menschen übertragen werden können.

Nach Angaben des BfR wird davon ausgegangen, dass in Deutschland jährlich etwa 250 Salmonellosefälle auftreten, bei denen eine notwendige antibiotische Behandlung nicht mehr anschlügt. Rund 10 % dieser Infektionen enden tödlich.

Zur Prävention und Kontrolle der multiresistenten Bakterienstämme, die im Zusammenhang mit der Tierhaltung entstehen, müssen nach Angaben des BfR zusammenfassend u. a. folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

- Maßnahmen, die dazu beitragen, dass der Einsatz der Antibiotika insgesamt eingeschränkt wird
- verbesserte Haltungsbedingungen, insbesondere dort, wo – wie in der Hühner-, Puten- und Schweineproduktion – viele Tiere auf engem Raum gehalten werden
- Verbesserung der Tiergesundheit durch entsprechende Hygiene- und Impfmaßnahmen
- gezielter Einsatz antimikrobiell wirksamer Substanzen in der Tierproduktion
- Ersatz von Breitspektrum-Antibiotika durch spezifisch wirkende Antibiotika
- Verwendung von Antibiotika, die auch in der Humanmedizin verwendet werden, wie Fluorchinolone und Cephalosporine der 3. und 4. Generation, nur für die Behandlung einzelner Tiere

- strenge Indikation
- Beschränkung der Zulassung neuer Antibiotika für den Einsatz in der Tiermedizin.

## Bioterrorismus

## 2.6

- Ausgangslage
- Infektionserreger
- Infektionswege

## 2.6 Bioterrorismus

### Ausgangslage

In der Denkschrift der Rudolf Schülke-Stiftung von 1996 war ursprünglich geplant, ein eigenes Kapitel dem Bioterrorismus zu widmen. Hierauf wurde verzichtet, da zum damaligen Zeitpunkt das Risiko des Bioterrorismus nicht als so relevant angesehen wurde, dass dies als wichtiges Infektionsrisiko hätte thematisiert werden sollen.

In den letzten Jahren ist jedoch der mögliche Einsatz von Krankheitserregern durch Bioterroristen als reales Szenario relevant geworden. Im Jahre 2001 kam es zu einem **Anthrax-Ausbruch** mit bioterroristischem Hintergrund in den Vereinigten Staaten. Lediglich 22 Personen erkrankten und 5 Regionen waren hiervon betroffen, doch dieses Ereignis zeigte, dass Bioterrorismus eine reelle Gefahr ist (CDC 2001). Insbesondere im Zusammenhang mit dem 11. September 2001 wurden erhebliche Unsicherheiten deutlich, wann oder ob entsprechende bioterroristische Anschläge stattfinden könnten, was zum Teil zu einer großen Hilfslosigkeit und auch zu Ängsten im Bewusstsein vieler Bürger führte. Zudem wurden spekulative, fiktionale Annahmen über die Weiterverbreitung von Krankheitserregern zu bioterroristischen Zwecken intensiviert.

→

Unabhängig von zum Teil unbegründeten Risiko-Szenarien besteht ein allgemeiner Konsens unter den Experten, dass nicht die Frage ist, ob es zu einer Freisetzung einer oder mehrerer biologischen Agenzien kommt, sondern lediglich wann es dazu kommt.

Unabhängig von zum Teil unbegründeten → **Risiko-Szenarien** besteht jedoch ein allgemeiner Konsens unter den Experten, dass nicht die Frage ist, „ob“ es zu einer Freisetzung einer oder mehrerer biologischer Agenzien kommt, sondern lediglich die Frage, „wann“ das geschieht.

Die Freisetzung und Verbreitung hoch kontagiöser Agenzien, wie z. B. Pockenviren könnten katastrophale Auswirkungen haben, sofern Maßnahmen zu deren Kontrolle nicht sofort und effizient umgesetzt werden. Die Anwendung **genetisch veränderter Agenzien mit erhöhter Virulenz** bei gleichzeitiger hoher Umweltresistenz und Persistenz (Tenazität) eröffnet eine weitere Schreckensdimension.

→

Bisher geht man davon aus, dass die entwickelten Länder nicht oder nur unzureichend auf ernsthafte mikrobiologische Risiken im Zusammenhang mit bioterroristischen Anschlägen vorbereitet sind.

Die mögliche Ausbreitung von **SARS (Coronaviren)** oder die Szenarien im Zusammenhang mit einer sich pandemisch ausbreitenden Influenza aufgrund natürlicher Veränderungen zeigen, welche Möglichkeiten gegeben sind, wenn hochvirulente Krankheitserreger nach Infektion von Mensch zu Mensch oder über andere Lebensmittel (Luft, Lebensmittel, Wasser) zur Weiterverbreitung gebracht werden.

Die entwickelten Länder sind **nicht oder nur unzureichend** auf ernsthafte mikrobiologische Risiken im Zusammenhang mit bioterroristischen Anschlägen **vorbereitet**. Insofern ist Nachlässigkeit in der Befassung mit entsprechenden Risiken eine heute → **nicht mehr zu akzeptierende Politik**.

Die Prävention der Anwendung biologischer Waffen ist extrem schwierig. Rezepte für die Herstellung biologischer Waffen sind mittlerweile im Internet verfügbar, die es Gruppen auch mit nur geringer finanzieller Basis ermöglichen, zum Teil sehr wirksame bioterroristische Waffen herzustellen.

### *Infektionserreger*

Zwischenzeitlich wurden von verschiedenen internationalen Institutionen wie WHO, CDC, aber auch europäischen Institutionen eine Auswahl der wichtigsten potentiellen, für den bioterroristischen Einsatz geeigneter Krankheitserreger erstellt. Dabei wurden epidemische Aspekte, Morbidität, Mortalität, Kontagiosität, Anzahl und Konzentration der notwendigen Erreger, Verfügbarkeit therapeutischer oder präventiver Maßnahmen, Diagnosemöglichkeit, Aspekte der Herstellung hinsichtlich Quantität, Stabilität des Erregers in der Umwelt und die Immunitätslage der Bevölkerung berücksichtigt. Fünf Agenzien und diagnostischen Gruppen wird **→ eine besondere Bedeutung** zugeschrieben. Die entsprechenden Erkrankungen sind:

- Pocken
- Anthrax (Milzbrand)
- Pest
- Botulinustoxin-Vergiftung
- Turalämie
- virale hämorrhagische Fieber (Ebola, Marburg, Lassa).

**→ Fünf Agenzien und diagnostischen Gruppen wird eine besondere Bedeutung zugeschrieben. Die entsprechenden Erkrankungen sind: Pocken, Anthrax, Pest, Botulinustoxin-Vergiftung, Turalämie, virale hämorrhagische Fieber (Ebola, Marburg, Lassa).**

Nahezu alle dieser Erkrankungen sind nur wenigen medizinischen Fachleuten oder Arbeitsgruppen differentialdiagnostisch bekannt.

In den Vereinigten Staaten wurde ein strategischer Plan für die Vorbereitung und die Antwort auf biologische und chemische terroristische Attentate gebildet und im Jahre 2000 seitens der CDC veröffentlicht.

Die kritischen biologischen Agenzien wurden in drei Gruppen eingeteilt **→ Tabelle 2.14** (S. 68).

Ziel einer effizienten Ausbringung im bioterroristischen Sinne ist es, ein bioterroristisch genutztes Agens so effizient auszubringen, dass hierdurch eine Vielzahl von Menschen erreicht wird. Hierzu eignen sich grundsätzlich die Kontamination von

- Lebensmitteln
- Wasserversorgungsanlagen
- Luft oder Aerosoldispersion.

### *Infektionswege*

#### **Aerogene Übertragung**

Bislang geht man davon aus, dass die Ausbreitung über **→ Aerosole** die ernsthafteste Gefahr für die Bevölkerung darstellen kann. Jedes der in Kategorie A aufgeführ-

Kategorie A	Kategorie B	Kategorie C
<p><i>Charakterisierung</i></p> <p>Hochprioritäre Agenzien, die ein Risiko für die nationale Sicherheit darstellen, da sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– leicht verbreitet oder von Mensch zu Mensch übertragen werden können</li> <li>– eine hohe Mortalität mit möglicherweise erheblichen Konsequenzen für die öffentliche Gesundheit aufweisen</li> <li>– öffentliche Panik und soziale Disruption</li> <li>– spezielle Aktionen für die Vorbereitung im öffentlichen Gesundheitswesen bedingen.</li> </ul>	<p><i>Charakterisierung</i></p> <p>Agenzien, die</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mäßig leicht auszubringen sind</li> <li>– eine mäßige Morbidität und geringe Mortalität bedingen</li> <li>– spezifische Maßnahmen zur Diagnostik und zur Surveillance voraussetzen.</li> </ul>	<p><i>Charakterisierung</i></p> <p>Neu auftretende Krankheitserreger (emerging pathogens), die für eine Massenausbreitung in der Zukunft hergestellt werden können, aufgrund</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– der Verfügbarkeit</li> <li>– der einfachen Herstellbarkeit und Ausbreitung</li> <li>– ihrem Potenzial für eine hohe Morbidität und Mortalität und ihrer erheblichen Auswirkung für die öffentliche Gesundheit.</li> </ul>
<p><i>Agenzien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Variola major</i> (Pocken)</li> <li>– <i>Bacillus anthracis</i> (Milzbrand)</li> <li>– <i>Yersinia pestis</i> (Pest)</li> <li>– <i>Clostridium botulinum</i>-Toxin (Botulismus)</li> <li>– <i>Franciscella tularensis</i> (Tularämie)</li> <li>– Filoviren-Viren             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ebola-hämorrhagisches Fieber</li> <li>- Marburg-hämorrhagisches Fieber</li> </ul> </li> <li>– Arenaviren             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lassa (Lassa-Fieber)</li> <li>- Junin (argentinisch-hämorrhagisches Fieber) und verwandte Viren.</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>Agenzien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Coxiella burnettii</i> (Q-Fieber)</li> <li>– <i>Brucella species</i> (Brucellose)</li> <li>– <i>Burkholderia mallei</i></li> <li>– Alphaviren             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Venezuela-Enzephalomyelitis</li> <li>- Intoxikation durch <i>Clostridium perfringens</i>-Toxin und</li> </ul> </li> <li>– <i>Staphylococcus</i>-Enterotoxin B.</li> </ul> <p>Eine Untergruppe der Liste-B-Agenzien schließen Krankheitserreger ein, die lebensmittel- oder wasserübertragen sind.</p> <p>Ohne Anspruch auf Vollständigkeit werden hierzu gezählt:</p> <p><i>Salmonella spezieis</i>, <i>Shigella dysenteriae</i>  <i>Escherichia coli</i> O157:H7, <i>Vibrio cholerae</i>          und <i>Cryptosporidium parvum</i>.</p>	<p><i>Agenzien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nipah-Viren</li> <li>– Hanta-Viren</li> <li>– hämorrhagische Fieber-Viren</li> <li>– Gelbfieber</li> <li>– multiresistente <i>Mycobacterium tuberculosis</i>.</li> </ul>

→  
**Tabelle 2.14:**  
**Einteilung der kritischen biologischen**  
**Agenzien.**  
 Quelle: CDC 2000.

ten Agenzien kann in feinen Partikel-aerosolen mit einer Größe von 1–5 µm übertragen werden. Durch Inhalation lungengängiger Aerosole kann es dann zur Infektion kommen. Ein Aerosol dieser Größenordnung ist unsichtbar für das Auge und verhält sich ähnlich wie Rauch, das auch in Innenräume eindringen kann. Entsprechende Agenzien können für mehrere Stunden und Tage lebensfähig sein.

Bei dem Anthrax-Ausbruch in Sverdlowsk erkrankten Menschen, die sich mehr als 4 km vom Ausbringungspunkt entfernt aufhielten; Tiere, die mehr als 50 km entfernt waren, erkrankten ebenfalls an Anthrax. Die Ausbringung von Milzbrandsporen kann dramatische Auswirkungen haben. Nach einem Bericht des *US Office of Technology Assessment* (OTA) muss bei Freisetzung von 100 kg Anthraxsporen in Windrichtung von Washington DC mit 130.000 bis zu 3 Millionen Todesfälle gerechnet werden.

### Übertragung durch Trinkwasser

Ein weiteres potentiell Risiko ist die Ausbreitung über → **Trinkwasser**. Trinkwasser wird bei großen Wasserversorgungsunternehmen zur Versorgung von bis zu einer Million Menschen zur Verfügung gestellt. In Großstädten wie Paris werden mehr als acht Millionen Einwohner mit Trinkwasser versorgt. Durch Trinkwasser können nur bestimmte Mikroorganismen weiterübertragen werden wie *Bacillus anthracis*, Salmonellen, Shigellen, *E. coli* O157:H7, *Vibrio cholerae*, *Cryptosporidium parvum* oder Noroviren.

→

Die Ausbreitung von Krankheitskeimen über Aerosole stellt die größte Gefahr für die Bevölkerung dar. Ein weiteres potentiell Risiko ist die Ausbreitung über Trinkwasser.

Natürliche Ausbrüche haben das erhebliche Ausbreitungspotential über Trinkwasser deutlich gemacht. Auf den größten trinkwasserbedingten Ausbruch von Infektionskrankheiten in den USA in Milwaukee 1993 wurde bereits hingewiesen. Hierbei kam es zum Auftreten von mehr 400.000 schweren Durchfallerkrankungen in der Bevölkerung von Milwaukee (s. Kapitel 2.3.1.).

Eine Reihe der genannten, über Wasser übertragbaren Krankheitserreger lässt sich durch klassische Desinfektionsverfahren wie Chlor oder Chlordioxid nur bedingt unter Kontrolle bringen. Cryptosporidien weisen eine sehr hohe Chlorresistenz auf und überdauern Chlorkonzentrationen von mehr als 80 mg über lange Zeit. Noroviren haben ebenfalls eine erhöhte Chlorresistenz. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass in mehr als 50 % der deutschen Wasserversorgungsunternehmen Chlor nicht mehr zur Desinfektion angewandt wird. Dies bedeutet, dass bei gezielter Ausbringung von Krankheitserregern, u. a. nach der Aufbereitung durch Einbringen in das Wassernetz erhebliche Risiken entstehen können, die auch durch klassische Desinfektionsverfahren nicht mehr zu kontrollieren sind.

Daher müssen Ausbreitungswege über den Trinkwasserpfad wesentlich ernster genommen werden als sie bislang in den Risikoszenarien berücksichtigt sind. Die Ausbringung innerhalb des Wasserversorgungssystems durch geeignete Krankheitserreger ist faktisch **nicht zu kontrollieren**.

### Übertragung durch Lebensmittel

Inwieweit über **Lebensmittel** eine relevante Ausbreitung von Krankheitserregern z. B. über Botulinustoxin erreicht werden kann, bleibt weiterhin Spekulation.

Daher ist vor allem die Ausbreitung über Aerosole und über Trinkwasser eine ernst zu nehmende Gefahrensituation für die öffentliche Gesundheit.

### Prävention

Zur Prävention und Kontrolle wurden von den CDC 2000 folgende Schwerpunktbereiche benannt (s. auch Kapitel 3.3.3):

- Vorbereitung und Prävention
- Nachweissysteme und Surveillance
- Diagnose und Charakterisierung biologischer Agenzien
- Aufbau effizienter Kontrollsysteme und Kommunikationssysteme.

Zu den wichtigen Nachweissystemen (Bravata et al. 2004) gehören:

- Anthrax Sensor
- BioCapture
- Digital Smell/Electronic Nose
- Fluorescence-based array immuno-sensor
- LightCycler; Ruggedized Advanced Pathogen Identification Device (RAPID)
- MiniFlo
- Model 3312A Ultraviolet Aerodynamic Particle Sizer (UV-APS) and Fluorescence Aerodynamic Particle Sizer-2 (FLAPS-2)
- Sensitive Membrane Antigen Rapid Test (SMART) and the Antibody-based Lateral Flow Economical Recognition Ticket (ALERT).

- Epidemiologie
- Influenza
- Entstehung
- Übertragung
- Klinik

## 2.7 Pandemische Infektionen

### *Epidemiologie*

Pandemische Infektionen mit länderübergreifendem oder weltweitem Ausbruch von Infektionskrankheiten können zu einer Bedrohung der gesamten Weltbevölkerung führen. Einige Infektionen wie **Pocken, Pest, Typhus** und **Cholera**, die früher häufig zu Pandemien führten, haben ihr pandemisches Potential weitestgehend verloren. Lange Zeit war man daher der Auffassung, das Risiko von Pandemien unter Kontrolle halten zu können. Doch auch die Cholera kann durchaus noch zu einer immanenten Gefahr werden wie sich 1991 zeigte, als es nach Einschleppung der Cholera in das bis dahin seit Jahrzehnten Cholera-freie Südamerika zu einer die Staatengrenzen überschreitenden Ausbreitung über den Wasserweg kam.

Auch **AIDS** ist letztlich als Pandemie anzusehen, wobei in diesem Fall jedoch nicht plötzlich große Populationen von der Infektion erfasst werden. Im Jahre 2003 trat mit **SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome)** eine neue respiratorische Infektionskrankheit auf, deren Erreger zunächst nicht bekannt war. Anders als bei AIDS konnte jedoch durch eine hervorragende Kooperation unter Koordination der **WHO** der Erreger als **Corona-Virus** identifiziert werden. Durch geeignete Gegenmaßnahmen unter Berücksichtigung der ökologischen Eigenschaften des Corona-Virus und durch Kontrolle des Reiseverkehrs konnte die Ausbreitung innerhalb kurzer Zeit unter Kontrolle gebracht werden.

### *Influenza*

Die wichtigste Bedrohung geht aus heutiger Sicht von einer **pandemischen Influenza** aus. Jedes Jahr kommt es zu mehr oder weniger schweren saisonalen Influenza-Epidemien, die ihren Ursprung in der Regel in Südostasien nehmen, wo es durch genetische Veränderung des Virus zu neuen, für den Menschen infektiösen Stämmen kommt.

Der enge **Kontakt** zwischen **Mensch und Tier** in Südostasien und **unzureichende Hygieneverhältnisse** führen dazu, dass es zu einer ständigen Anpassung neuer

Viren auch an den Menschen kommt, infolge dessen eine Übertragung auf den Menschen möglich werden kann.

Seit 1918 haben drei Stämme große Pandemien mit jeweils Millionen von Toten ausgelöst. Diese waren

- H1N1 (1918) mit ca. 40 Millionen Todesfällen weltweit;
- H2N2 (1957) und
- H3N2 (1968), beide mit schätzungsweise 1–4 Millionen Todesfällen weltweit.

Das 1918 auftretende pandemische H1N1-Virus gilt als außergewöhnlich hinsichtlich seiner hohen Pathogenität und seiner Eigenschaft, auch junge Erwachsene zu gefährden.

Eine schwächere Pandemie ereignete sich 1977, als ein H1N1-Stamm ohne größere Mortalität auftrat und nur teilweise den H3N2-Stamm ersetzte, so dass H1N1- und H3N2-Stämme weltweit mit weniger pathogenen Influenza-B-Stämmen zirkulieren.

Das natürliche Reservoir von Influenza-A-Stämmen sind diverse Poole von Viren unter aquatischen wildlebenden Vogelpopulationen, die als **aviäre Influenza** (AI-Viren) bezeichnet werden. Diese Viren sind an verschiedene aquatische Vogelspezies gut adaptiert, weniger an andere Vogelspezies und nur selten an Menschen oder an andere Säugetiere.

Die besonderen Gefahren im Zusammenhang mit dem aviären Influenza-Virus resultieren aus seinem Potential, neue pandemische Stämme zu bilden. Dies geschieht entweder direkt durch das aviäre Virus oder durch die → **Rekombination** seines genetischen Materials (RNA) mit RNA von menschlichen oder anderen tierischen Viren.

→

**Die besonderen Gefahren im Zusammenhang mit dem aviären Influenza-Virus resultieren aus seinem Potential, neue pandemische Stämme zu bilden. Dies geschieht entweder direkt durch das aviäre Virus oder durch die Rekombination seines genetischen Materials (RNA) mit dem von menschlichen oder anderen tierischen Viren.**

1997 kam es zu einer Serie von Geflügelausbrüchen durch einen hoch pathogenen aviären Influenza-Virus-Stamm, der zunächst in Hongkong auftrat. Hierbei wurden A/H5N1-Stämme sowohl von Geflügel als auch von Menschen isoliert (8 Erkrankungsfälle beim Menschen mit 6 Todesfällen). Dabei kam es auch zu der ersten Mensch-zu-Mensch-Übertragung und zu ersten berufsbedingten Infektionen bei medizinischem Personal. Dieser Ausbruch wurde durch umfassende Kontrollmaßnahmen (Schlachtung, Biosicherheitsmaßnahmen) unter Kontrolle gehalten. Der Virus-Stamm selber zirkulierte vermutlich in China schon vor 1997. Das Virus stammt aus einer Gruppe von neu entstehenden Viren, die sich durch eine hohe genetische Stabilität auszeichnen. Sie haben dabei die Fähigkeit, eine überraschend große Vielzahl von Vögeln zu infizieren und zum Teil auch einige Säugetiere. Die Möglichkeit der Übertragung von Säugetier zu Säugetier birgt erhebliche Risiken für die öffentliche Gesundheit. Ende 2005 kam es zu einer deutlich erweiterten Ausbreitung mit bislang über 140 Erkrankungsfällen und einer Letalität von über 50 %. Aufgrund dieser Ausbreitung wurde seitens der Weltgesundheitsorganisation die Phase 3 bestimmt.

Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist die Übertragung des H5N1 aviären Influenza-Virus von Geflügel auf den Menschen nur in wenigen Fällen beschrieben worden. Im Hinblick auf die Tatsache, dass eine millionenfache Exposition des Menschen gegenüber diesem weit verbreiteten aviären Influenza-Virus stattgefunden hat, ist anzunehmen, dass bislang das Risiko einer Übertragung auf den Menschen aufgrund unzureichender **Virulenz** für den Menschen gering geblieben ist. Auf der anderen Seite sind die aufgetretenen Fälle beim Menschen foudroyant verlaufen und zeichnen sich durch eine **hohe Letalität** aus.

Das sehr hohe **Risiko einer Rekombination eines H5N1-Virus mit einem „normalen“ menschlichen Influenza-Virus** und der Entstehung einer neuen H5N1-Variante bleibt jedoch bestehen. Dies gilt vor allem für Süd- und Ostasien bzw. für andere Länder, in denen ein intensiver Kontakt zu Geflügel herrscht. Aufgrund der deutlich geringeren Kontakte zwischen infiziertem Geflügel und Menschen in europäischen Ländern wird Europa voraussichtlich nicht der Startpunkt einer H5N1-Pandemie werden.

Das Auftreten der großen Pandemien im 20. Jahrhundert wurde in erster Linie durch den **Antigen-Shift bei Human-Influenza-Viren** verursacht.

Folgende Faktoren sind dafür verantwortlich:

- das direkte Überspringen der Speziesbarriere;
- ein Reassortment ganzer Gensegmente; hierbei gelten Vögel, aber auch das Schwein als besonders effektive „Mischgefäße“ bei der „Generierung“ neu kombinierter Viren, weil es Rezeptoren sowohl für menschliche als auch für aviäre Influenza-Viren hat.
- eine gravierende Mutation; sie kann ebenfalls zu stark veränderten Influenza-Viren führen; insofern hat ein enger Kontakt zu Schweinen, aber auch zu Vögeln offensichtlich eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von entsprechenden Pandemien.

Die Voraussetzung zur Entstehung einer Pandemie sind dann gegeben, wenn Influenza-A-Viren auftreten, bei denen ein Antigen-Shift stattgefunden hat, und wenn diese Viren

- pathogen und virulent sind,
- sich von Mensch zu Mensch verbreiten können,
- auf eine menschliche Population treffen, bei der zumindest große Teile der Bevölkerung keine oder eine unzureichende Immunität gegenüber den Viren mit diesen stark veränderten Oberflächenantigenen haben.

→

**Wie hoch die Wahrscheinlichkeit einer Adaption, einer Rekombination oder einer Mutation zu einem für den Menschen hoch virulenten pandemischen Stamm ist, kann derzeit nicht sicher vorhergesagt werden. Dies darf jedoch nicht zu Nachlässigkeiten in der Vorbereitung von Gegenmaßnahmen führen.**

Wie hoch die → **Wahrscheinlichkeit einer Adaptation, einer Rekombination oder einer Mutation** zu einem für den Menschen hoch virulenten pandemischen Stamm ist, **kann derzeit nicht sicher vorhergesagt werden**. Dies darf jedoch nicht zu Nachlässigkeiten in der Vorbereitung von Gegenmaßnahmen führen.

Die epidemiologischen Auswirkungen sind bereits bei einer „normalen“ Influenza erheblich.

Nach Angaben des deutschen Influenza-Pandemieplanes II liegt die Zahl der Influenza-bedingten Arztbesuche in einer durchschnittlich starken Saison zwischen 3 und 5 Millionen, die Zahl der Influenza-bedingten Krankenhauseinweisungen zwischen 10.000 und 20.000 und die Zahl der Influenza-bedingten Toten zwischen 5.000 und 8.000. Dabei gilt, dass die Erkrankung zwar bei leicht absteigender Tendenz zur älteren Bevölkerung alle Altersgruppen in ähnlichem Ausmaß betreffen, dass aber vor allem die **Kleinkinder** und die **ältere Bevölkerung** das höchste Risiko für eine **Krankenhauseinweisung** durch Influenza haben und sich die Influenza-bedingten **Sterbefälle fast ausschließlich in der älteren Bevölkerung** ereignen.

Ähnlich wie auch die Daten der Auswirkungen der Pneumokokken- und Meningokokken-Impfungen zeigen, muss davon ausgegangen werden, dass Kinder bei der Weiterverbreitung der Influenza und somit der Dynamik der Influenza-Wellen eine wichtige Rolle spielen. So wurde in der Vergangenheit in Deutschland vielfach beobachtet, dass die Winterferien in der 6.–8. Kalenderwoche den Beginn der Influenza-Welle in den neuen Bundesländern, die zu diesem Zeitpunkt in den alten Bundesländern schon begonnen hatten, hinausgezögert hatte. Auch die Ergebnisse der Pneumokokken-Impfungen auf die Häufigkeit der invasiven Pneumokokken-Erkrankung bestätigen die Bedeutung von **Kindern als Infektionsüberträger**. Nach Angaben des Robert Koch-Institutes konnte bei der Surveillance von invasiven Pneumokokken-Erkrankungen unter knapp 19 Millionen US-Einwohnern vor und nach der Einführung der allgemeinen Impfung mit dem 7-valenten Pneumokokken-Konjugat-Impfstoff für Kinder bis zum Alter von 2 Jahren auf deren Effektivität auf die Erwachsenenbevölkerung im Sinne einer **Herdimmunität** dargestellt werden. Hiernach sank die Inzidenz der invasiven Pneumokokken-Erkrankung bei den Erwachsenen ab dem Alter von 50 Jahren von 40,8 auf 29,4 Erkrankungen/100.000 der Altersgruppe (minus 28 %). Die Inzidenz der invasiven Pneumokokken-Erkrankung, die durch Serotypen verursacht werden, die im 7-valenten-Pneumokokken-Konjugat-Impfstoff enthalten sind, sank von insgesamt 22,4 Erkrankungen auf 10,2 Erkrankungen/100.000 der Altersgruppe (minus 55 %). Diese Erkenntnisse haben einen erheblichen Stellenwert für die **Präventionsstrategien**.

**Epidemiologisch** bedeutsam ist, dass sich die drei großen Pandemien des 20. Jahrhunderts durch eine erste, weniger starke Welle ankündigten, die der Hauptwelle etwa 4–6 Monate vorausgingen. Aus diesem Grunde muss man davon ausgehen, dass Viren des pandemischen Stammes schon wenige Monate zirkulierten, bevor die Epidemie in vollem Maße ausbrach. Für die Pandemie 1918 wird nach Angaben des Pandemieplanes geschätzt, dass bis zu 50 % der Weltbevölkerung infiziert wurden und 25 % der Weltbevölkerung erkrankten. Auch die Beobachtungen bei den anderen Pandemien führen zu geschätzten → **Erkrankungsraten zwischen 30 und 50 %**.

→

**Die Beobachtungen bei den großen Pandemien des 20. Jahrhunderts führen zu geschätzten Erkrankungsraten zwischen 30 und 50 %.**

Nur unter Vorbehalt sind die Abschätzungen durch Modellrechnungen von Auswirkungen möglich. Für ein Pandemie-Szenario mit einer 15%igen Erkrankungsrate und ohne Therapie- und Prophylaxemaßnahmen wurde geschätzt, dass in einem Zeitraum von 8 Wochen mit über 6 Millionen Arztbesuchen, ca. 180.000 Krankenhauseinweisungen und 48.000 Influenza-bedingten Todesfällen zu rechnen ist. Bei einer 30 %igen Erkrankungsrate würde es zu 13 Millionen zusätzlichen Arztbesuchen, 360.000 Krankenhauseinweisungen und 96.000 Toten kommen. Bei einer Erkrankungsrate von 50 % erhöhen sich die Zahlen auf über 21 Millionen zusätzliche Arztkonsultationen, fast 600.000 Krankenhauseinweisungen und bis zu 160.273 Tote. Diese Zahlen machen deutlich, wie wichtig die **proaktive Entwicklung** eines Pandemieplanes ist.

**Klinisch** war die Pandemie von 1918 durch ein schweres, aber typisches Bild geprägt. Es wurde von bläulichen Hautveränderungen berichtet, die um den Mund herum begannen. Ebenso wurden relativ häufig Blutungen aus Mund und Nase berichtet. Bei Patienten mit fulminanten Verläufen betrug das Intervall von Krankenhausaufnahme bis zum Tod wenige Stunden bis zu 2–3 Tage. Obduktionen zeigten nicht die Zeichen einer sekundären bakteriellen Entzündung. Die blutig gefärbte, schaumige Flüssigkeit in der Lunge wies eher auf eine direkte durch das Influenza-Virus hervorgerufene Pneumonie hin.

→

Für die Entwicklung von Präventionsstrategien müssen Kriterien der Entstehung, der Übertragung, der Klinik, der Therapie und der Prävention durch Impfung berücksichtigt werden.

Bei der Erstellung eines → **Pandemieplans** müssen die Kriterien der **Entstehung, der Übertragung, der Klinik, der Therapie und der Impfmöglichkeiten** in einem Gesamtkonzept berücksichtigt werden.

Sowohl die WHO, die verschiedenen nationalen Leitpläne und der deutsche Pandemieplan sehen übereinstimmend als wichtigste Kriterien für Prävention und Kontrolle folgende Maßnahmen als relevant an:

- Phaseneinteilung der Epidemiephasen
- Surveillance
- Impfung
- antivirale Arzneimittel
- Kommunikation und Kooperation
- infektionshygienisches Management
- internes Krankenhausmanagement, Kommunikation und Information
- Implementierung.

## 3 RISIKOMANAGEMENT

### 3.1 Allgemeine Aspekte

Wirksame Strategien zur Prävention und Kontrolle bestehen aus einer Vielzahl von Einzelstrategien, die zusammen eine **Multibarrierenstrategie** ergeben. Multibarrierenstrategien ergänzen sich gegenseitig und stellen sicher, dass trotz Versagen einer Barriere durch andere Barrieren im System Gesundheitsrisiken bzw. Infektionen verhütet oder unter Kontrolle gehalten werden. Hierbei ist es das Ziel, Belastungen für den Einzelnen sowie für die Allgemeinheit so gering wie möglich zu halten.

**Präventionsmaßnahmen** sind *proaktive* Maßnahmen, die nicht nur dazu dienen, eine Infektion nicht zur klinischen Manifestation führen zu lassen, sondern Infektionsreservoir bereits zu eliminieren bzw. unter Kontrolle zu halten, die Infektionsübertragung auf den Menschen zu verhindern (*erregerbezogene Prävention*) oder das Immunsystem z. B. durch Impfung so zu konditionieren, dass es trotz Infektion nicht zur Entstehung einer Infektionskrankheit kommt (*wirtsbezogene Prävention*).

**Kontrollmaßnahmen** (im angelsächsischen Sinne) sind Maßnahmen, die *nach* Auftreten oder Manifestation einer klinischen Infektion ergriffen werden. Dazu gehören die rasche klinische Diagnose, die mikrobiologische Diagnostik, die Auswahl der geeigneten Therapie und die Verhinderung bzw. Begrenzung der Weiterverbreitung. Diagnose, epidemiologische Erfassung bzw. Surveillance und Analyse sind folglich Teil der Kontrollmaßnahmen.

Prävention und Kontrolle sind eingebettet in eine **Infrastruktur** von Institutionen für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie, Strukturen des Öffentlichen Gesundheitswesens und wissenschaftlichen Einrichtungen, die eine lebendige **Forschung** ermöglichen. Zusätzlich sind die **Kommunikation** sowie die **Implementierung** entsprechender Strategien entscheidende Pfeiler im Gesamtsystem der Präventions- und Kontrollmaßnahmen → **Abbildung 3.1**.

Das System zur Prävention und Kontrolle beginnt bei der Beeinflussung des Infektionsreservoirs, der Freisetzung des Erregers und dessen ökologischen Eigenschaften in der Umwelt, den Übertragungspfaden, der Aufnahme, der immunologischen Auseinandersetzung des Wirtes mit dem Krankheitserreger, der Entwicklung und Manifestation der Erkrankung. Im Kontrollbereich beginnt sie bei der medizinischen Erfassung und Diagnostik über die epidemiologische Surveillance, die Therapie und im Falle einer ungewöhnlichen Häufung über effiziente Ausbruchmanagementstrukturen. Dieses System ist eingebettet in ein System von Forschung, Kommunikation und Strukturen, die der Implementierung und Sicherstellung geeigneter effizienter Präventions- und Kontrollmaßnahmen dienen.

Seit der Herausgabe der ersten „Denkschrift zur Bedrohung durch Infektionskrankheiten“ (1996) sind in Deutschland eine Reihe entscheidender, **sehr positiver Entwicklungen für die Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten** gesundheitspolitisch in die Wege geleitet worden.

## RISIKOMANAGEMENT

3.1 Allgemeine Aspekte

3.2 Maßnahmen zur Infektionsprävention

3.3 Kontrolle

3.4 Forschung

3.5 Kommunikation, Aus-, Fort-, und Weiterbildung

3.6 Implementierung

# 3

Allgemeine Aspekte

3.1

Allgemeine Aspekte des Risikomanagements,  
Multibarrierestrategie

## Forschung

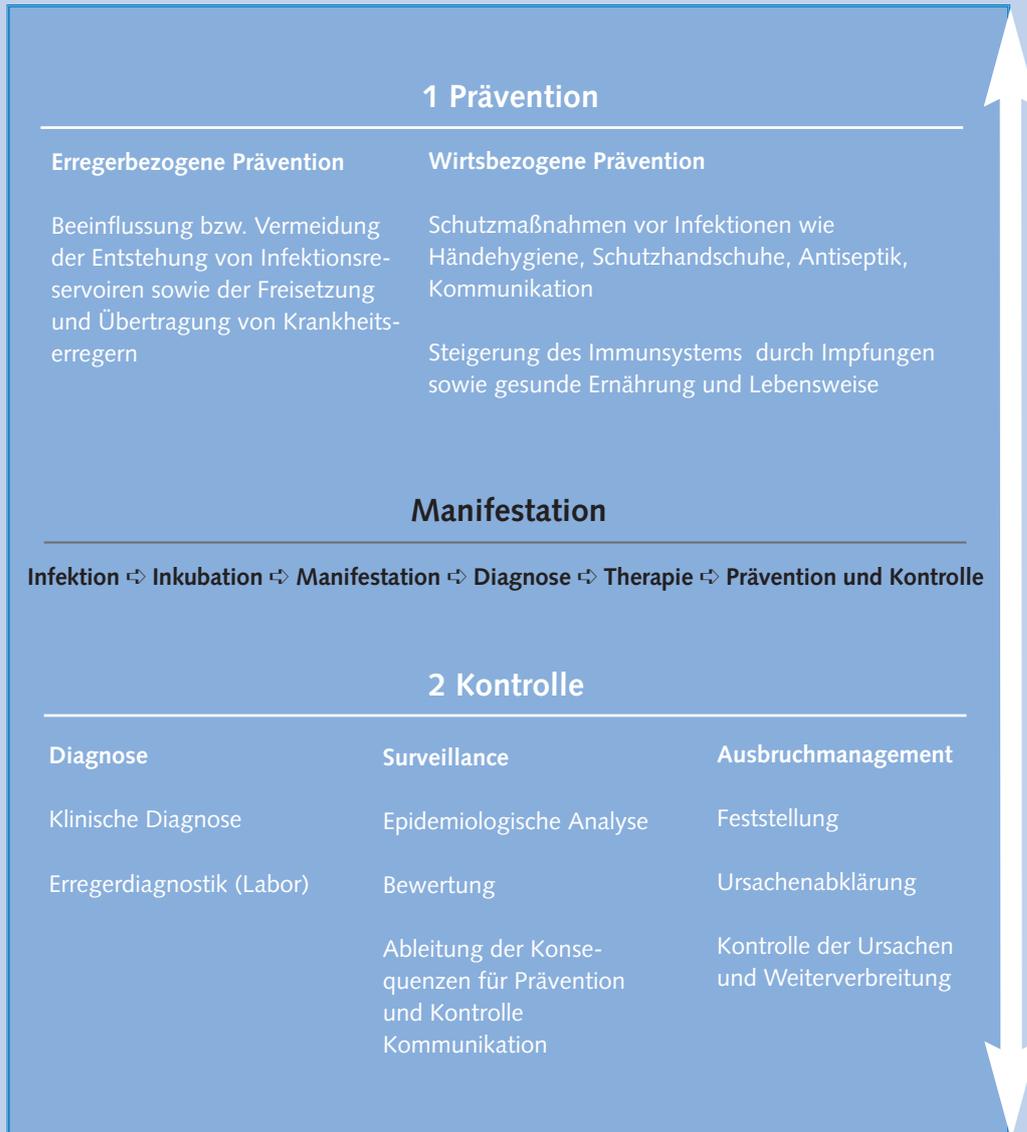
*Infektionsreservoir, Infektionswege, Labordiagnostik, Impfstoffe, Evaluation, Krisensituationen, Infrastruktur*

## Kommunikation

*Allgemeinbevölkerung, Politiker, Ärzte*

## Aus- und Fortbildung

*Fachärzte, medizinisches Assistenzpersonal, andere Berufe, Familienbildung, Kindererziehung*



## Infrastruktur

*Öffentliches Gesundheitswesen, Universitätsinstitute, Einrichtungen für Krankenhaushygiene, Ärzteschaft*

## Implementierung

*Konsensbildung in Öffentlichkeit und Politik, Gesetzesgrundlagen, Prioritätensetzung, Finanzierung*

→ **Abbildung 3.1: Risikomanagement durch Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten**

Hierzu gehören:

- ein modernes, gut strukturiertes → **Infektionsschutzgesetz**, das der Prävention einen breiten Raum einräumt und eine erweiterte Meldepflicht für eine Reihe bedeutsamer Infektionserreger eingeführt hat;
- die Neustrukturierung des Robert Koch-Institutes mit klarer Aufgabenzuweisung zur Entwicklung von Präventionskonzepten für übertragbare und nicht übertragbare Erkrankungen mit einer guten personellen wissenschaftlichen Infrastruktur, die sich hohe Anerkennung erworben hat;
- die Herausgabe des Epidemiologischen Bulletins mit aktuellen zeitnahen Informationen für den öffentlichen Gesundheitsdienst und allen auf dem Gebiet der Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten tätigen Institutionen;
- die gesetzliche Mandatierung wichtiger Kommissionen beim RKI wie
  - die Ständige Impfkommision (STIKO) beim Robert Koch-Institut
  - die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO). Die Empfehlungen beider Kommissionen haben erhebliche Bedeutung für die Prävention und Kontrolle von Infektionen erlangt;
- die Stärkung der Surveillance und Epidemiologie in Deutschland, die die Datenbasis für die Beurteilung der Bedeutung von Infektionskrankheiten und der zu ergreifenden Maßnahmen wieder auf eine wissenschaftliche Basis gestellt hat.

Neben diesen sehr positiven Aspekten sind jedoch auch **Defizite** zu beklagen, wie

- ein infrastruktureller → **Abbau von landeseigenen Institutionen** mit Aufgaben auf dem Gebiet der Prävention und Kontrolle übertragbarer Erkrankungen mit Laboranalytikkompetenz in zahlreichen Bundesländern,
- die Diversifizierung von Bundesinstituten mit z. T. konkurrierenden Kompetenzen und Verlust der Corporate Identity,
- ein Abbau beim öffentlichen Gesundheitsdienst und insbesondere
- eine Schwächung der Struktur von Hygiene-Instituten und mikrobiologischen Instituten, die früher z. B. durch die Funktion einer Medizinaluntersuchungsstelle abgesichert waren. Die Krankheitsüberwachung vor Ort mit modernen molekularen Technologien mit der notwendigen Effizienz ist in erheblicher Gefahr;
- eine Schwächung der Universitäten mit Schließung von Lehrstühlen für Hygiene und mittlerweile auch für Mikrobiologie, wodurch die Aus-, Fort- und Weiterbildung auf dem Gebiet der modernen Hygiene nicht mehr ausreichend gewährleistet ist.

Im Zusammenhang mit den notwendigen zukünftigen Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten wird ausdrücklich auf das Dokument der European Academies Science Advisory Council (**EASAC: „Infectious Diseases – Importance of Coordinated Activity in Europe“**) verwiesen. Die hierin gegebenen Anregungen werden im Folgenden mit aufgegriffen.

Das Fehlen geeigneter Präventions- und Kontrollstrategien für Infektionskrankheiten hat erwiesenermaßen enorme gesundheitsökonomische und wirtschaftliche Konse-

→

**Gesundheitspolitisch positive Entwicklungen sind u. a.:**

- **Einführung eines modernen Infektionsschutzgesetzes**
- **Neustrukturierung des Robert Koch-Instituts**
- **Gesetzliche Mandatierung von infektionsepidemiologisch wichtigen Kommissionen (STIKO, KRINKO)**
- **Stärkung der Surveillance.**

→

**Nachteilig wirken sich u. a. aus:**

- **Diversifizierung von Bundesinstituten**
- **Schwächung der Struktur von Hygieneinstituten und mikrobiologischen Instituten**
- **Schließung von Lehrstühlen für Hygiene und medizinische Mikrobiologie.**

quenzen, wie dies nicht nur am Beispiel der Influenza, sondern auch bei SARS, bei Cholera-Epidemien oder bei HIV, nosokomialer, wasser- oder lebensmittelbedingter Infektionen seitens der Weltgesundheitsorganisation eindrücklich belegt ist.

Im Folgenden werden Anregungen zur Verbesserung von Strategien in den einzelnen Bereichen von Prävention, Kontrolle und Infrastruktur gegeben.

## Maßnahmen zur Infektionsprävention 3.2

### 3.2.1 Prävention durch Beeinflussung von Infektionsreservoirien

### 3.2.2 Prävention durch Verhinderung der Transmission

### 3.2.3 Schutzimpfungen

→

Das wichtigste Infektionsreservoir für humanpathogene Krankheitserreger ist der Mensch selber. Daneben haben Tiere, die belebte und auch unbelebte Umwelt sowie Lebensmittel eine große Bedeutung.

## 3.2 Maßnahmen zur Infektionsprävention

### 3.2.1 Prävention durch Beeinflussung von Infektionsreservoirien

Zu den wichtigen Infektionsreservoirien für relevante Infektionskrankheiten zählen

- der Mensch
- Tiere
- die Umwelt wie Wasser, Boden, Luft
- Lebensmittel
- Instrumente und Oberflächen.

Der → **Mensch** selber ist das wichtigste Infektionsreservoir für humanpathogene Krankheitserreger. Die Bedeutung von Kindern als Infektionsreservoir für Pneumokokken und Meningokokken wird durch die Auswirkungen von Impfungen gegen Pneumokokken und Meningokokken eindrücklich belegt. Durch entsprechende Impfungen können die Raten an Pneumokokken-Infektionen auch bei Erwachsenen deutlich gesenkt werden (STIKO 2006). Die Bedeutung des Pflegepersonals und von Patienten für die Übertragung von nosokomialen Infektionserregern ist vielfach dokumentiert.

Die Bedeutung der durch Geschlechtsverkehr übertragene Erkrankungen wie AIDS, Syphilis, Gonorrhoe, *Chlamydia trachomatis* etc. ist unbestritten.

Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle des Infektionsreservoirs Mensch schließen

- Erziehung,
- geeignete persönliche Verhaltensweisen,
- Schulung,
- Desinfektionsmaßnahmen wie Händedesinfektion,
- Schutzmaßnahmen (Handschuhe, Mundschutz) und insbesondere Maßnahmen zur Impfung mit ein.

**Tiere** als Infektionsreservoir sind eindrücklich insbesondere auch im Zusammenhang mit der aviären Influenza, aber auch einer Reihe anderer bakterieller und viraler Infektionskrankheiten belegt (Cotruvo et al. 2004). Auch hier sind Strategien zur Verhinderung der Übertragung von entscheidender Bedeutung.

Die Bedeutung der **Umwelt** als Infektionsreservoir für Krankheitserreger hat in glei-

cher Weise für bestimmte Erreger erhebliche Bedeutung. Für Wasser sind eine Vielzahl von Krankheitserregern bekannt wie Legionellen und Pseudomonaden, die hier ihr eigenständiges Infektionsreservoir finden oder andere, insbesondere fäkal ausgeschiedene Krankheitserreger, die über das Abwasser zu einer Kontamination des Wassers führen. Maßnahmen zur Kontrolle abwasser- und wasserassoziierter Krankheitserreger sind bekannt.

**Lebensmittel**, die insbesondere aufgrund tierischer Herkunft kontaminiert sein können oder die bei unsachgemäßer Handhabung zur Vermehrung von Krankheitserregern dienen, sind ebenso bedeutsame Infektionsreservoirs, die Präventions- und Kontrollstrategien grundsätzlich zugänglich sind.

### 3.2.2 Prävention durch Verhinderung der Transmission

#### 3.2.2.1 Hygieneverhalten

Die Freisetzung von Krankheitserregern durch den Menschen und die Verhütung der Transmission kann durch **Hygieneverhalten** bei Husten, Niesen, Sprechen etc. wirksam unter Kontrolle gebracht werden. Dies setzt jedoch die entsprechende Erziehung und Schulung voraus. Durch Verbesserung von hygienischen Verhaltensweisen, wie z. B. der Verbesserung der Händehygiene gelingt es, die Rate von Pneumonien und von Durchfallserkrankungen deutlich zu reduzieren (IFH 2007). Im Bereich der durch Geschlechtsverkehr übertragenen Infektionen ist die **Aufklärung und die Verwendung von Kondomen** entscheidend. Vor diesem Hintergrund ist die Aufrechterhaltung einer intensiven Aufklärung bereits im Kindesalter und insbesondere auch die AIDS-Aufklärung von entscheidender Bedeutung und darf nicht reduziert werden.

#### 3.2.2.2 Händehygiene

Auf dem Gebiet der Händehygiene sind erhebliche Fortschritte erzielt worden. Die breite Einführung der **alkoholischen Händedesinfektion** in der medizinischen Versorgung und Pflege ist ein sehr wirksames Mittel zur Unterbrechung der Infektkette. Die hierdurch erreichte Reduktion der Keimzahlen ist wesentlich höher als durch das Händewaschen (IFH 2007).

#### 3.2.2.3 Krankenhaushygiene

Im Bereich der Krankenhaushygiene sind eine Vielzahl betrieblich-organisatorischer und baulich-funktioneller Maßnahmen wie sie in den Richtlinien für Krankenhaushygiene und Infektionshygiene beschrieben sind von Bedeutung (RKI 2004).

#### 3.2.2.4 Tier- und Stallhygiene

Auf dem Gebiet der Tierhygiene sind Maßnahmen zur Optimierung der Stallhygiene von entscheidender Bedeutung.

Die weltweite Gefährdung durch Influenza, nicht nur der aviären Influenza, ist letztlich ein Problem des engen Zusammenlebens von Mensch und Tier (Schweine, Geflügel) hauptsächlich in Südostasien, wobei unter den Bedingungen eines sehr engen Zusammenlebens von Mensch und Tier immer neue Varianten von Krankheitserregern und Influenza-Viren selektiert werden.

Durch Verbesserung der Stallhygiene und der Trennung eines zu engen Zusammenlebens mit risikoreichen Tieren könnte das Risiko von **Zoonosen** deutlich minimiert werden. Dies setzt insbesondere **gesetzliche Maßnahmen** voraus, die neben Aufklärungsmaßnahmen entsprechende baulich-funktionelle Voraussetzungen einführen.

### 3.2.2.5 Wasser- und Lebensmittelhygiene

Die Bedeutung des Wassers als Infektionsreservoir und als Überträger von Krankheitserregern ist mittlerweile gut belegt. Durch Änderung der Überwachung weitergehender Aufbereitungsmaßnahmen kann dieses Risiko unter Kontrolle gehalten werden. **Neue Aufbereitungstechnologien wie die UV- Desinfektion sowie insbesondere die Membranfiltration-Verfahren** mittels Ultra- und Nanofiltration haben in den letzten Jahren zu einem Quantensprung in der Aufbereitungstechnologie geführt. Diese Technologien führen zu einer Reduktion von >6 log-Stufen bei Bakterien, Viren und Parasiten und haben damit die höchste Reduktionsleistung eines einzelnen Aufbereitungsverfahrens, wohingegen z. B. mit der klassischen Flockungsfiltration nur eine Reduktion um <2 log- Stufen gelingt. Mit den Membranfiltrationsanlagen lassen sich Abwässer so aufbereiten, dass das gereinigte Abwasser Badewasserqualität hat. Derartige Membrantechnologien werden mittlerweile im grosstechnischen Maßstab für die Abwasser grosser Städte eingesetzt.

Notwendig hierfür ist jedoch eine Anpassung der Verfahren zum Nachweis weiterer Krankheitserreger, die durch Wasser übertragen werden können. Hierzu zählt der Nachweis von Cryptosporidien, Giardien, *Campylobacter* und Viren bereits im Rohwasser. Derzeit fehlt ein derartiges Konzept in der deutschen Trinkwasserhygiene. Dies muss dringend nachgeholt werden. Die → **Trinkwasser-Verordnung** ist in diesem Punkte dem heutigen Kenntnisstand anzupassen.

→

Der Nachweis von Krankheitserregern wie Cryptosporidien, Giardien, *Campylobacter* und Viren sollte bereits im Rohwasser erfolgen. Die Trinkwasser-Verordnung ist diesbezüglich entsprechend dem heutigen Kenntnisstand anzupassen.

Neben der **Änderung der Nachweisttechnologien und des Indikatorkonzeptes für Mikroorganismen im Trinkwasser** müssen zusätzlich die Risiken in der **Hausinstallation** systematisch umgesetzt werden, wobei neben der Untersuchung und Überwachung von Wasser auf Legionellen auch andere Krankheitserreger, wie insbesondere Pseudomonaden mit einzubeziehen sind. Die diesbezüglichen Empfehlungen des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission sind hilfreich.

**Defizitär in diesem Zusammenhang ist jedoch die Überwachungsstruktur in Deutschland.** Mittlerweile ist es zu einem Abbau von staatlichen Institutionen gekommen, die Expertise auf diesem Gebiet haben. Zusätzlich hat man es in

Deutschland zugelassen, dass immer mehr private Laboratorien und Wasserversorgungsunternehmen, die in wirtschaftlichen Abhängigkeiten stehen, die Analytik durchführen und hierdurch unabhängige wissenschaftlich tätige Untersuchungslaboratorien, wie insbesondere an den Universitäten, die früher die Funktion einer Medizinaluntersuchungsstelle hatten, nicht mehr oder nur noch in reduziertem Umfang auf diesem Gebiet tätig sind. Insbesondere bei kleineren und mittleren Wasserversorgern besteht in Deutschland erheblicher Handlungsbedarf, die Überwachung hinsichtlich der Frequenz und hinsichtlich des Ausbruchmanagements zu optimieren.

Es ist erforderlich, dass → **unabhängige Hygiene-Institute, insbesondere an Universitäten**, stärker in die routinemäßige Überwachung oder als bestellte Stellen entsprechend der Trinkwasserverordnung einbezogen sind. Nur hierdurch kann auch der **wissenschaftliche Nachwuchs** sichergestellt werden, der an den Fragestellungen der Praxis auch entsprechend geschult werden kann.

Zudem müssen **neue mikrobiologische Untersuchungsverfahren** auf molekularer Basis etabliert werden, die über das Spektrum der klassischen Bakteriologie weit hinausgehen.

Weltweit bedarf die Optimierung der Trinkwasserversorgung höchster Priorität. Diese ist in vielen Weltteilen, einschließlich entwickelter Länder bis heute defizitär. Katastrophal ist die Situation in Entwicklungsländern, wo weder das politische Bewusstsein, die gesetzlichen Rahmenbedingungen, noch die entsprechenden Expertisen vorhanden sind, um ein jederzeit einwandfreies Trinkwasser zu liefern.

Die Weltgesundheitsorganisation hat die Bedeutung dieser kritischen Situation erkannt und die sogenannte **Wasserdekade von 2005 bis 2015** eingeleitet, deren Ziel es ist, die Wasserversorgung weltweit deutlich zu verbessern. Hierzu sind jedoch erhebliche Anstrengungen nötig, wobei die in Deutschland vorhandene Expertise auf diesem Gebiet wesentlich stärker genutzt werden muss, um eine nachhaltige Unterstützung liefern zu können.

Die Ausschöpfung aller Hygienemaßnahmen zur Verhinderung der Übertragung lebensmittelbedingter Infektionen ist bislang in Deutschland nur unzureichend umgesetzt. In den aktuellen Berichten über steigende Zahlen an *Campylobacter jejuni*-Infektionen (RKI 2007), in Berichten über das Risiko von EHEC-Infektionen durch Wildfleisch (BfR 2007) und in vielen anderen Informationen über lebensmittelbedingte Ausbrüche wird von offizieller Seite zwar darauf hingewiesen, dass spezifischen Hygieneempfehlungen für Hersteller, Lebensmittelüberwacher und auch für den Endverbraucher eine hohe Bedeutung zukommt. Durch gute Küchenhygiene sowie Händehygiene ließe sich ein Großteil humaner lebensmittelbedingter Infektionen vermeiden. Das Wissen um hygienegerechtes Verhalten beim Transport, bei der Lagerung und bei der Verarbeitung von Lebensmitteln wird jedoch in Deutschland an den Verbraucher nicht systematisch und standardisiert vermittelt.

→  
Die Überwachung der Wasserversorger sollte von unabhängigen, wissenschaftlich tätigen Untersuchungslaboratorien durchgeführt werden. In Deutschland besteht erheblicher Handlungsbedarf bei der Überwachung hinsichtlich der Frequenz und des Ausbruchmanagements.

### 3.2.2.6 Desinfektion

Desinfektionsmaßnahmen haben eine entscheidende Bedeutung bei der Verhütung der Aufnahme bzw. Weiterübertragung von Krankheitserregern. In der Vergangenheit wurde in Deutschland der Wert der Desinfektion jedoch immer wieder generell in Frage gestellt. Teilweise wurde dies mit der Sorge um die Belastung der Umwelt begründet, teilweise auch mit der fehlenden Evidenz für eine Reduktion der Infektraten sowie mit einer Senkung der Kosten. Diese **negative Bewertung führte zu einer allgemein ablehnenden Haltung gegenüber Desinfektionsmaßnahmen anstelle einer sorgfältig differenzierten Sichtweise**. Es ist nicht auszuschließen, dass die zeitgleich stattfindende drastische Zunahme der MRSA-Prävalenz in Deutschland und Österreich u. a. auch mit dem reduzierten Einsatz von Desinfektionsmitteln zusammenhängt.

→

In medizinischen Einrichtungen stellt die Desinfektion von Handkontaktflächen mit geprüften Desinfektionspräparaten eine unabdingbare Voraussetzung für die Sicherung eines ausreichenden Hygienestandards dar.

Erst die Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut „Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen“, in der die → **Desinfektion von Handkontaktflächen** sowohl auf Allgemeinstationen wie in Risikostationen empfohlen wurde, konnte diesbezüglich den Hygienestandard wieder sicherstellen, der vorher durch eine erhebliche Verunsicherung beim Anwender nicht mehr zu gewährleisten war (RKI 2004).

Dieses Beispiel zeigt, wie entscheidend die **Sicherstellung einer einheitlichen Kommunikationskultur zu infektionspräventiven Maßnahmen** ist.

Vorbildlich ist die in Deutschland etablierte **unabhängige Prüfung und Bewertung von Desinfektionsverfahren**, die sowohl im Humanbereich als auch im Veterinärbereich eingesetzt werden. Hierbei ist insbesondere die Desinfektionsmittelkommission beim **VAH (früher DGHM)** zu nennen.

In anderen Ländern Europas mit Ausnahme von Österreich und Frankreich existieren derartige Listen nicht. Darüberhinaus ist die Anwendung von Desinfektionsverfahren unterschiedlich etabliert und unterscheidet sich zum Teil erheblich hinsichtlich der eingesetzten Wirkstoffe und Wirkstoffkonzentrationen. Die Anwendung von effizienten Desinfektionsverfahren anstelle von Reinigungsverfahren sollte weltweit stärker gefördert werden. Die **Forschung** auf diesem Gebiet ist insbesondere im Hinblick auf die zusätzlich zu erreichende Verminderung der Infektionsrate bei Anwendung ausgewählter Desinfektionsverfahren zu optimieren.

Während z. B. in Deutschland seit über 50 Jahren die Händedesinfektion mit Alkohol etabliert ist, wurde dies in den Vereinigten Staaten erst 2002 mit der „Guideline for hand hygiene in health care settings“ veröffentlicht (CDC 2002). Seit dieser Zeit wird die Möglichkeit der hygienischen Händedesinfektion mit alkoholischen Präparaten in zunehmendem Maße weltweit propagiert und angewandt. Hierdurch können zusätzliche Vorteile gegenüber dem Händewaschen erzielt werden und auch in den Fällen, in denen Wasser nicht zur Verfügung steht, eine Kontrolle über kontaktübertragene Infektionen erreicht werden.

Es zeigt sich jedoch, dass in der **Risikoperzeption** Sorgen bezüglich der möglichen Hautirritationen, der Schädigung durch Inhalation und der Konsequenzen für die Umwelt bestehen. Neben der weiteren Forschung über diese Aspekte bedarf es dringend einer verbesserten → **Risikokommunikation** über die möglichen Risiken, aber auch Vorteile durch Desinfektionsverfahren.

→

Es besteht eine dringende Notwendigkeit, über die möglichen Risiken, aber auch Vorteile der Desinfektion differenziert aufzuklären.

Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt in ihrem **Pandemieplan zur Verhütung der Verbreitung von Influenza** in den Phasen 3–6:

- grundsätzlich die Händehygiene (Händewaschen),
- die Desinfektion möglicherweise kontaminierter Flächen im häuslichen Bereich,
- allgemeine Hygieneverhaltensmaßnahmen.

Nicht empfohlen in diesen Phasen wird die ungezielte Desinfektion und die Luftdesinfektion.

### 3.2.2.7 Sterilisation

Das Medizinproduktegesetz (MPG) und die Medizinproduktebetreiberverordnung (MPBetreibV) regeln das Inverkehrbringen bzw. die Anwendung von Medizinprodukten im Hinblick auf Aspekte der Patientensicherheit, einschließlich der Infektionsrisiken. Die MPBetreibV stellt so die Grundlage für die behördliche Überwachung der Aufbereitung in allen Bereichen des Gesundheitswesens einschließlich gewerblicher Aufbereiter dar.

Im krankenhaushygienischen Sektor ist in Deutschland das System der Aufbereitung und Sterilisation mit der gemeinsamen Empfehlung des Robert Koch-Instituts und des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte **„Anforderungen der Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten“** deutlich verbessert worden (RKI 2001). Es besteht jedoch die Notwendigkeit der weiteren Umsetzung dieser Richtlinie in der Praxis der niedergelassenen Ärzte.

In bestimmten Risikobereichen wie in der Zahnmedizin werden z. B. zahnärztliche Instrumentarien wie Hand- und Winkelstücke zwar sach- und fachgerecht aufbereitet, jedoch nicht nach jedem Patienten. Hier besteht erheblicher Verbesserungsbedarf, da gerade in den Fällen, in denen über Instrumentarien direkter Blutkontakt zwischen verschiedenen Patienten besteht, → **ein Übertragungsrisiko insbesondere für HIV, Hepatitis B und Hepatitis C** nicht auszuschließen ist. Gleiches gilt auch für die Aufbereitung von Instrumentarien beim Piercen und beim Tätowieren.

→

In bestimmten Risikobereichen müssen Instrumente nach jedem Patienten fachgerecht aufbereitet werden. Hier besteht nach wie vor erheblicher Verbesserungsbedarf.

### 3.2.2.8 Soziale Distanzierungsmaßnahmen

Unter sozialen Distanzierungsmaßnahmen versteht man die **räumliche Distanzierung von möglicherweise erkrankten Personen** zum Schutz anderer Personen oder das freiwillige Meiden der Öffentlichkeit im Fall von Pandemien. Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt z. B. in pandemischen Situationen, dass symptoma-

tische Personen, die an einer Influenza erkrankt sind, freiwillig zu Hause bleiben. In diesem Zusammenhang ist die Vermeidung von Massenversammlungen in der Öffentlichkeit beispielhaft zu nennen.

### 3.2.2.9 Persönliche Schutzmaßnahmen

Schutzmaßnahmen wie Handschuhe, Masken und Kondome haben erhebliche Bedeutung bei der Verhütung der Aufnahme und Weiterverbreitung von Krankheitserregern und für den Personalschutz.

Die Bedeutung von **Schutzhandschuhen** bei Schmutzarbeiten bzw. bei Arbeiten mit möglichem Blutkontakt ist erwiesen. Allerdings besteht die Gefahr einer Weiterverbreitung über kontaminierte Handschuhe. Werden z. B. die Handschuhe in Risikobereichen wie Dialyseeinheiten zwischen Patienten nicht gewechselt, kann es zu einer Weiterverbreitung von HBV, HCV und HIV durch das Personal kommen. In diesen Fällen ist nur der Eigenschutz sichergestellt.

**Gesichtsmasken** können sowohl zur Verhütung einer Freisetzung von Krankheitserregern bei klinisch apparenten Infektionen, aber auch zur Verhütung der Aufnahme von Krankheitserregern von Bedeutung sein.

Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt daher Gesichtsmasken im Zusammenhang mit dem Pandemieplan bei Influenza bei symptomatischen Personen und die mögliche Verwendung bei exponierten Personen in Abhängigkeit von der Nähe zu potenziell infizierten Personen und der Häufigkeit der Exposition.

Die Verwendung von **Kondomen** gilt heute als eine der wichtigsten Maßnahmen zur Verhütung von Geschlechtskrankheiten einschließlich HIV. Die breite Anwendung in entwickelten Ländern hat einen erheblichen Beitrag dazu geleistet, die Ausbreitung von HIV unter Kontrolle zu halten und könnte bei konsequenter Anwendung dem präventiven Effekt einer Impfung gleichkommen.

Die genannten Maßnahmen zur Beeinflussung des Infektionsreservoirs, der Freisetzung von Erregern, der Einschränkung der Übertragung und der Einschränkung der Aufnahme von Infektionserregern setzen eine gute Kommunikation, Schulung und Training voraus. Insbesondere bei ansonsten kaum zu beeinflussenden Infektionskrankheiten, für die keine Therapeutika zur Verfügung stehen, die hoch infektiös sind oder die durch Impfmaßnahmen nicht oder nicht rechtzeitig beeinflussbar sind, sind sie für sich selber wirksame Maßnahmen, deren Effizienz häufig unterschätzt wird. In jedem Fall sind sie eine wichtige Ergänzung zu anderen spezifischen Maßnahmen.



In Deutschland wird die Effizienz der Maßnahmen zur Beeinflussung des Infektionsreservoirs, der Erregerfreisetzung und der Einschränkung der Übertragung von Krankheitserregern unterschätzt. Auch die Kommunikation und Implementierung persönlicher Schutzmaßnahmen sind noch verbesserungsbedürftig.

→ **Die Kommunikation und Implementierung** sind hierzulande bisher jedoch unzureichend umgesetzt. Folglich ist auch die Akzeptanz in der Bevölkerung gering, obwohl diese Maßnahmen z. B. auch im Falle einer pandemischen Ausbreitung der Influenza entscheidend sein können. Die Situation in Deutschland steht in bemerkenswertem Gegensatz zu den **Empfehlungen der Weltgesundheitsorga-**

nisation und auch der US-amerikanischen **Centers for Disease Control and Prevention**, die intensive Schulungsmaßnahmen z. B. zum Händewaschen und zur Händedesinfektion **auch am Arbeitsplatz oder in Schulen** empfehlen.

### 3.2.3 Schutzimpfungen

#### 3.2.3.1 Verfügbarkeit von Impfstoffen, Effektivität, Kosten-Nutzen-Relation

Schutzimpfungen erzeugen eine spezifische Immunität gegen spezifische Krankheitserreger. Sie **schützen sowohl den Geimpften als auch die Allgemeinheit** vor spezifischen Infektionskrankheiten, da der Geimpfte als Ausscheider und Überträger und somit als Infektionsreservoir ausfällt. Impfungen zählen daher zu den **→ effektivsten und kostengünstigsten präventiven Maßnahmen** der modernen Medizin. Zusätzlich wird durch Impfungen das Auftreten von Epidemien verhindert.

→  
Impfungen zählen zu den effektivsten und kostengünstigsten präventiven Maßnahmen der modernen Medizin.

In **→ Tabelle 3.1** sind die impfpräventablen Erkrankungen in Abhängigkeit vom Jahr der Impfstoffentwicklung oder Zulassung in den Vereinigten Staaten zwischen 1798–1998 dargestellt. Die **→ Tabelle 3.2** stellt die Ausgangswerte der jährlichen durchschnittlichen Morbidität im 20. Jahrhundert den Daten der vorläufigen Morbidität für Neuerkrankungen gegenüber, die durch Impfstoffe, die vor 1990 zur allgemeinen Anwendung bei Kindern in den Vereinigten Staaten empfohlen wurden, verhindert werden können.

Kaum eine andere medizinische Maßnahme weist eine derart **günstige Kosten-Nutzen-Relation** auf wie die Impfung. Bei hohen Durchimpfungsraten können Krankheitserreger regional eliminiert und schließlich weltweit ausgerottet werden, wie dies bei den Pocken gelang, die seitens der Weltgesundheitsorganisation seit dem Jahre 1980 als ausgerottet gelten.

Ein Vergleich der Kosteneffektivität von 500 lebensrettenden Maßnahmen in den USA ergaben, dass die empfohlenen Impfungen im Kindesalter weniger als 1 US-Dollar pro gerettetes Lebensjahr kosten. Der Kosten-Nutzen-Index für die Masern-Impfung wird mit 1:32 angegeben. Durch die Impfung mit dem azellulären Pertussis-Impfstoff werden pro Jahr in Deutschland rund 225 Millionen Euro allein an direkten Krankheitskosten eingespart (Reiter und Rasch 2004).

#### *Ständige Impfkommission am Robert Koch-Institut*

Von herausragender Bedeutung für die einheitliche Strategie bei fehlender Impfpflicht in Deutschland sind die **Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO)** am Robert Koch-Institut. Die Empfehlungen und der Impfplan, die vom überwiegenden Teil der Bundesländer übernommen werden, werden laufend aktualisiert. Die von der STIKO generell empfohlenen Impfungen für Kinder, Jugendliche und Erwachsene können zu Lasten der meisten gesetzlichen Krankenkassen abgerechnet werden. Bei einem beruflich erhöhten Risiko muss der Arbeitgeber nach § 15 der Biostoff-Verordnung seinen Beschäftigten entsprechende Impfungen anbieten. Reiseimpfungen und damit im Zusammenhang stehende passive Immunisie-

Erkrankung	Jahr
Pocken	1798 +
Tollwut	1885 +
Typhus	1896 +
Cholera	1896 +
Pest	1897 +
Diphtherie	1923 +
Keuchhusten (Pertussis)	1926 +
Tetanus	1927 +
Tuberkulose	1927 +
Influenza	1945 *
Gelbfieber	1953 *
Poliomyelitis	1955 *
Masern	1963 *
Mumps	1967 *
Bordetella	1969 *
Milzbrand	1970 *
Meningitis	1974 *
Pneumokokken-Pneumonie	1977 *
Adenovirus	1980 *
Hepatitis B	1981 *
<i>Haemophilus influenzae</i> Typ B	1985 *
Japanische Enzephalitis	1992 *
Hepatitis A	1995 *
Varizella	1995 *
Lyme-Disease	1998 *
Rotavirus	1998 *
Humanes Papillomavirus	2006

+ Impfstoffentwicklung (erste publizierte Ergebnisse der Impfstoffanwendung)  
\* Vakzine, lizenziert für die Anwendung in den Vereinigten Staaten



**Tabelle 3.1:**

**Impfstoffentwicklung und Verfügbarkeit der Impfstoffe in den USA.**

Quelle: CDC 1999.

ungsmaßnahmen werden jedoch nicht mehr von den gesetzlichen Krankenkassen übernommen.

Eine entscheidende Rolle bei der Durchführung und Sicherstellung einer hohen Durchimmunisierungsrates hat der **niedergelassene Arzt**. Dabei geht man davon aus, dass 85–90 % der Impfungen durch einen niedergelassenen Arzt oder rund 10–15 % durch betriebsärztliche Dienste durchgeführt werden.

Zu den Standardimpfungen nach den Empfehlungen der Ständigen Impfkommission vom Juli 2006 für Säuglinge, Kinder, Jugendliche und Erwachsene zählen Impfungen zum Schutz vor

- Diphtherie
- Pertussis
- Tetanus
- Haemophilus Influenza Typ b
- Hepatitis B
- Poliomyelitis
- Pneumokokken (für Kinder unter 2 Jahren)
- Meningokokken (für Kinder unter 2 Jahren)
- Masern
- Mumps
- Röteln
- Varizellen
- Influenza für Erwachsene.

Zu den sogenannten **Indikationsimpfungen** zählen nach Empfehlungen der STIKO Impfungen gegen

- Frühsommer-Meningoenzephalitis
- Gelbfieber
- Hepatitis A
- Pneumokokken (s. Liste Standardimpfungen)
- Typhus
- Varizellen.

Derzeit wird eine Impfung mit dem zurzeit verfügbaren BCG-Impfstoff (TBC-Vakzine) nicht empfohlen.

### 3.2.3.2 Durchsetzung von Impfeempfehlungen in Deutschland und weltweit

Zur Erreichung eines hohen Nutzens für den Gesundheitsschutz der Allgemeinbevölkerung ist die Erzielung hoher Impfraten eine essentielle Voraussetzung. Der für den sicheren Kollektivschutz notwendigen Prozentsatz der Bevölkerung, die gegen

Erkrankung	Ausgangswert der jährlichen Morbidität im 20. Jahrhundert	1998 Vorläufige Morbiditätszahlen	Reduktion in %
Pocken	48.164 a)	0	100,0
Diphtherie	175.885 b)	1	100,0 m)
Pertussis	147.271 c)	6.279	95,7
Tetanus	1.314 d)	34	97,4
Poliomyelitis	16.316 e)	0 k)	100,0
Masern	503.282 f)	89	100,0 m)
Mumps	152.209 g)	606	99,6
Röteln	47.745 h)	345	99,3
– angeboren	823 i)	5	99,4
<i>Haemophilus influenza</i> B	20.000 j)	54 l)	99,7

a) Anzahl der Fälle im Jahresdurchschnitt zwischen 1900–1904  
b) Anzahl der gemeldeten Fälle im Jahresdurchschnitt zwischen 1900–1922, 3 Jahre vor Entwicklung des Impfstoffs  
c) Anzahl der gemeldeten Fälle im Jahresdurchschnitt zwischen 1922–1925, 4 Jahre vor Entwicklung des Impfstoffs  
d) Geschätzte Anzahl der Fälle basierend auf den gemeldeten Todesfällen zwischen 1922–1926 unter einer angenommenen Letalität von 90 %  
e) Anzahl der gemeldeten Fälle im Jahresdurchschnitt zwischen 1951–1954, 4 Jahre vor Lizenzierung des Impfstoffs  
f) Anzahl der gemeldeten Fälle im Jahresdurchschnitt zwischen 1958–1962, 5 Jahre vor Lizenzierung des Impfstoffs  
g) Anzahl der gemeldeten Fälle 1968, dem ersten Jahr, in dem die Meldepflicht bestand und im ersten Jahr nach Lizenzierung des Impfstoffs  
h) Anzahl der gemeldeten Fälle im Jahresdurchschnitt zwischen 1966–1968, 3 Jahre vor Lizenzierung des Impfstoffs  
i) Geschätzte Anzahl der Fälle basierend auf Seroprävalenzdaten in der Bevölkerung und auf dem Risiko für Frauen, die während eines Schwangerschaftsjahrs infiziert wurden, einen Fötus mit angeborenem Röteln-Syndrom zu haben  
j) Geschätzte Anzahl der Fälle aus bevölkerungsbezogenen Surveillance-Studien vor Lizenzierung des Impfstoffs im Jahr 1985  
k) Ohne einen Fall einer vakzineassoziierten Polioerkrankung, der im Jahr 1998 berichtet wurde  
l) Nicht mit einbezogen sind 71 Fälle von *H. influenza* mit unbekanntem Serotyp  
m) Zum nächsten Zehner gerundet

spezifische Infektionskrankheiten geimpft sein muss, schwankt in Abhängigkeit von den jeweiligen Infektionskrankheiten. Für die Diphtherie wird eine Herdimmunität bei ca. 80 %, für Mumps bei ca. 90 % und für Masern bei 92–95 % Durchimpfungsrate der Bevölkerung erreicht.

Trotz guter Voraussetzungen und steigender Tendenz ist der **Impfschutz gegen Masern, Mumps und Röteln in Deutschland noch nicht zufriedenstellend** und insbesondere für eine Eliminierung der Masern unzureichend, da nur 30 % der Kinder die notwendige zweite Masern-Impfung vor Schuleintritt erhalten haben und die Impfraten in nicht wenigen Kreisen selbst bei der Erstimpfung zum Teil deutlich unter 80 % liegen. Aus diesem Grunde kommt es immer wieder zu Masern-Ausbrüchen, wie z. B. in Hessen und in Nordrhein-Westfalen im Jahre 2005 bzw. 2006.

Bereits 2004 war darauf hingewiesen worden, dass zur Elimination der Masern in Deutschland noch erhebliche Anstrengungen unternommen werden müssen. Neben der nationalen Situation können durch eine unzureichende Immunisierungsrate in Deutschland die bereits in anderen Ländern wie den USA oder Schweden erreichten Impferfolge gefährdet werden, da dorthin Masern, ähnlich wie andere Infektionskrankheiten, häufig durch deutsche Touristen exportiert werden. Zudem zeigen serologische Untersuchungen, dass bei Kleinkindern in Deutschland immer noch große Impflücken existieren und häufig zu spät geimpft wird.

→

**Tabelle 3.2:**

**Jährliche durchschnittliche Morbidität (Ausgangswert) für 9 impfpräventable Erkrankungen im Vergleich zu den vorläufigen Morbiditätszahlen nach Einführung der entsprechenden Impfeempfehlungen in den USA.**

**Quelle: Modifiziert nach CDC 1999.**

→

Zur Umsetzung von Impfmaßnahmen ist eine verstärkte politische Unterstützung auf allen Ebenen unabdingbar.

In einer Resolution des ersten Treffens der deutschsprachigen Staaten und Gebiete zur Eliminierung von Masern und Röteln in Berlin am 18.–19.05.2006 einigte man sich als wichtigste Einzelmaßnahme zur Verbesserung des Impfschutzes auf die → **Notwendigkeit einer verstärkten politischen Unterstützung** auf allen Ebenen.

In jedem der deutschsprachigen Staaten und Gebiete sollten die bestehenden Impfmaßnahmen folgendermaßen verbessert werden:

1. Erhöhung der öffentlichen Aufmerksamkeit
2. Entwicklung eines Aktionsplanes unter Berücksichtigung der örtlichen regionalen Gegebenheiten
3. Durchführung geeigneter Maßnahmen auf lokaler wie auf nationaler Ebene
4. Erfolgskontrolle über das Erreichte (z. B. bei der Überwachung der Durchimpfung und der Erkrankungszahlen).

Die dazu notwendigen Aktivitäten sollten auf der Basis der konsequenten Anwendung und Durchsetzung der vorhandenen Gesetzgebung zum Infektionsschutz Folgendes umfassen:

- Entwicklung nationaler Strategien, die das Kinderrecht auf Routineimpfung stärken
- Stärkung der infektionsepidemiologischen Überwachung, rechtzeitige Erkennung, Untersuchung und Eindämmung von Ausbrüchen, Bereitstellung der notwendigen Laborkapazitäten
- Verbesserung der Datenlage zur Durchimpfung, vor allem bei Kindern bis 24 Monaten
- Intensivierung der epidemiologischen Forschung und Informationsaustausch über erfolgreiche Impfstrategien
- umfassende und zielgerichtete Kommunikationsstrategien und Medienarbeit zur Erhöhung der öffentlichen Wahrnehmung gegenüber den Vorteilen der Impfung und den Risiken bei Nichtimpfung
- regelmäßige Fortbildung des medizinischen Personals zu Impfungen
- Erreichen von Ungeimpften mit zusätzlichen Impfangeboten.

Bei **Erwachsenen** bestehen die größten Impflücken bei denjenigen, die nur unzureichend die empfohlenen **Auffrischimpfungen gegen Tetanus und Diphtherie** erhalten haben. Nach Angaben des Robert Koch-Institutes zeigen auch Untersuchungen zum Impfstatus einzelner Bevölkerungsgruppen erhebliche Impfdizite. Die Ursachen der unzureichenden Impfkzeptanz in Deutschland wird nicht so sehr in der Zahl absoluter Impfgegner gesehen, deren Zahl auf weniger als 2 % der Bevölkerung geschätzt wird. Nach Angaben des RKI ist die Ursache der unzureichenden Impfkzeptanz in erster Linie auf **Unerfahrenheit und Sorglosigkeit gegenüber Infektionskrankheiten** zurückzuführen.

Folgende Faktoren werden seitens des RKI als weitere Ursachen der unzureichenden Durchimpfungsraten angesehen:

- mangelndes Bewusstsein über die Gefährdung durch Infektionskrankheiten
- unzureichendes Wissen um den Nutzen und die Notwendigkeit von Schutzimpfungen sowie die Sicherheit von Impfstoffen in weiten Teilen der Allgemeinbevölkerung und bei einigen Ärzten
- der geringe Stellenwert der Präventivmedizin
- die unzureichende Thematisierung in der Schule
- die Verunsicherung der Eltern durch Impfgegner
- das schlichte Vergessen einer Auffrischimpfung
- eine unzureichende Nutzung der Arzt-Patientenkontakte zur Überprüfung des Impfschutzes
- die Angst vor Nebenwirkungen
- uneinheitliche Kostenübernahmeregelung durch Krankenkassen
- Verunsicherung von Ärzten wegen der Haftungsproblematik
- geringe Honorierung der Impfleistung
- mangelnde Kooperation der Akteure in der Impfprävention
- Informations- und Ausbildungsdefizite bei Teilen der niedergelassenen Ärzteschaft.

Studien zeigen, dass → **insbesondere der Rat des Arztes erheblichen Einfluss auf die Impfbereitschaft** hat. Nach dem Rat des Arztes würden sich 85 % der Befragten richten (Reiter und Rasch 2004).

→

**Insbesondere der Rat des Arztes hat erheblichen Einfluss auf die Impfbereitschaft der Bevölkerung.**

Zur Erhöhung der Impfbereitschaft in der **deutschen Bevölkerung** werden folgende Maßnahmen als erforderlich angesehen:

- Definition und konsequente Umsetzung von nationalen Impfzielen
- verbesserte Datenlage zum Impf- und Immunstatus
- Verbesserung der Erfassung von Impfkomplicationen
- kontinuierliche Information der Ärzteschaft
- zielgruppenspezifische Aufklärung der Allgemeinbevölkerung für den Nutzen und die Notwendigkeit von Schutzimpfungen
- Beseitigung bestehender infrastruktureller Impfhindernisse.

Um eine hohe Durchimpfungsrate der **Weltbevölkerung** und eine Verminderung des Risikos impfpräventabler Erkrankungen zu erreichen, sind folgende zentrale Botschaften zu vermitteln:

- Die Immunisierung stellt eine erwiesenermaßen effektive gesundheitsbezogene Interventionsmaßnahme dar.
- Die Immunisierung verhindert Leiden, Erkrankungen und Todesfälle in großem Maßstab.
- Die Immunisierung ist eine der kostenwirksamsten und effizientesten Gesundheitsinterventionsmaßnahmen.

- Durch die Immunisierung kann das Gesundheitsversorgungssystem gestärkt werden.
- Die Immunisierung führt zu ökonomischen Vorteilen. Sie trägt zu den Millennium Development Goals bei durch Eradikation von extremer Armut und Erreichung universaler primärer Ausbildung bei, indem durch Impfung die Gesundheit von Kindern sichergestellt wird, sodass sie ihre volle Grundschulausbildung erhalten können.
- Immunisierungsstrategien sind evidenzbasiert und von erwiesener Effizienz.

Die bisher weltweit erreichten Ziele durch Immunisierungen sind nachfolgend in Abhängigkeit von der jeweiligen Infektionskrankheit kurz beschrieben (WHO 2006).

#### *Impferfolge*

**Pocken:** Pocken wurden 1977 nach einer 10-Jahreskampagne der WHO eradiziert. Als das Programm begann, bedrohten Pocken 60 % der Weltbevölkerung. Jede vierte pockeninfizierte Person verstarb.

**Polio:** Seit dem Beginn der WHO-Kampagne und ihrer Partner zur globalen Polio-Eradikationsinitiative 1988 sind die Polio-Infektionsraten um mehr als 99 % gesunken und ca. 5 Millionen Menschen wurden vor der poliobedingten Lähmung gerettet.

**Masern:** Masern sind nahezu vollständig aus dem amerikanischen Kontinent eliminiert. Zwischen 1999 und 2003 fiel die Masern-Mortalität weltweit um ca. 40 % von 873.000 Todesfällen auf 530.000 Todesfälle im Jahre 2003.

**Neugeborenentetanus:** Die Tetanusermortalität wurde um Dreiviertel verringert. Die geschätzte Zahl der Todesfälle fiel von 800.000 in den 80er Jahren auf unter 200.000 in den letzten Jahren.

**Hepatitis:** Zukünftig werden durch die Impfung von Kindern mehr als 600.000 Hepatitis-B-bedingte Todesfälle (durch Leberzirrhose und Krebs) jährlich verhütet. Durch vereinte Maßnahmen von WHO, Unicef und nicht staatlichen Hilfsorganisationen nach dem *Expanded Program on Immunisation* konnte die Immunisierungsrate von Kindern seit 1974 von ca. 5 auf 80 % gesteigert werden. Man geht davon aus, dass hierdurch jährlich weltweit das Leben von 3–4 Millionen Kindern gerettet und 2–3 Millionen Kindern vor den Folgen einer chronischen Hepatitis bewahrt werden.

**Pneumokokken:** Durch eine randomisierte kontrollierte Doppelblindstudie aus Gambia konnte gezeigt werden, dass in der Gruppe, die einen Pneumokokken-Konjugatimpfstoff erhielt, 37 % weniger Pneumonien, 15 % weniger Krankenhauseinweisungen und eine 16 %ige Reduktion der Mortalität aufgrund aller Ursachen sowie 50 % weniger laborbestätigte Pneumokokken-Pneumonien, Meningitiden und Septikämien auftraten. Somit kann davon ausgegangen werden, dass dieser

Pneumokokken-Impfstoff hocheffizient gegen Pneumonie und invasive Pneumokokken-Erkrankungen ist und die Krankenhauseinweisung drastisch reduzieren kann.

### 3.2.3.3 Impfprogramme

Die Weltgesundheitsorganisation hatte 1974 das *Expanded Programme on Immunisation (EPI)* beschlossen, worin

- die weltweite Eradikation der Polio
- die Elimination von neonatalem Tetanus
- die Reduzierung der Masern-Todesfälle um 95 %
- die Reduktion der Masern-Fälle um 90 % vorgesehen war.

Weitere Zielkrankheiten sind die Kontrolle von

- Hepatitis B
- Gelbfieber.

Nach Angaben der WHO starben 2002 trotz der Immunisierungsempfehlungen 2,1 Millionen Menschen an impfpräventablen Erkrankungen, von denen 1,4 Millionen Kinder unter 5 Jahren sind. Unter den bei Kindern auftretenden Todesfällen werden mehr als 500.000 durch Masern, mehr als 400.000 durch *Haemophilus influenzae* Typ b (Hib), mehr als 300.000 durch Keuchhusten (Pertussis) und 180.000 durch Neugeborenen-tetanus verursacht. Die geschätzte Anzahl von Todesfällen aufgrund von Rotavirus, Meningokokken, Pneumokokken 2002 betrug 2,1 Millionen Todesfälle, von denen 1,1 Millionen Kinder waren.

Im Jahr 2005 wurde das **WHO-Department of Immunisation, Vaccines and Biologicals** in Genf restrukturiert. Die Restrukturierung hat drei grundlegende Funktionen dieses WHO-Departments zur Folge:

1. Innovation
2. Qualität und Sicherheit von Vakzinen
3. Zugang zur Immunisierung.

#### *Global Immunisation Vision and Strategy (GIVS)*

Auf der World Health Assembly wurde im Jahre 2005 zudem eine ambitionierte neue Strategie (Global Immunisation Vision and Strategy (GIVS)) seitens der WHO und Unicef entwickelt, die im Zeitraum 2006–2015 erzielt werden soll. Die Weltgesundheitsorganisation geht davon aus, dass bis zum Jahre 2015 durch Immunisierung 4–5 Millionen Todesfälle bei Kindern pro Jahr verhütet werden können. GIVS hat vier Hauptziele:

1. mehr Menschen gegen mehr Erkrankungen impfen,
2. eine Reihe neuer verfügbarer Impfstoffe und Technologien einführen,
3. neue Interventionen und Surveillance-Systeme mit Immunisierung vorsehen,
4. Impfprogramme und -aktivitäten im Kontext mit der weltweiten Interdependenz managen.

→

1 Milliarde US-Dollar pro Jahr bewahrt bis zum Jahr 2015 knapp 70 Millionen Kinder pro Jahr vor den 14 wichtigsten Kinderkrankheiten.

35 Milliarden US-Dollar betragen die Gesamtkosten zur Erreichung einer 90 % Durchimmunisierungsrate in den 72 ärmsten Ländern von 2006–2015

– Ein Drittel davon wird für den Kauf von Impfstoffen benötigt.

– Zwei Drittel davon werden für Belieferungssysteme einschließlich der Verbesserung der Gesundheitssysteme aufgewendet.

Die einzelnen Hauptziele sind

- Reduktion der Morbidität und Mortalität: Bis 2015 oder früher soll die globale kindliche Erkrankungs- und Todesrate aufgrund impfpräventabler Erkrankungen um bis zu zwei Drittel bezogen auf den Stand von 2000 reduziert werden.
- Bis 2010 oder früher soll in den einzelnen Ländern eine Durchimmunisierungsrate von bis zu 90 % erreicht werden.
- Reduktion der Masern-Mortalität: Bis 2010 oder früher soll die globale Mortalität aufgrund von Masern um 90 % bezogen auf das Jahr 2000 reduziert werden.

Mit Unterstützung der Bill und Melinda Gates-Foundation hat die Weltgesundheitsorganisation die Entwicklung und Einführung des humanen Papilloma-Virus (HPV)-Impfstoffes beschleunigt, um gegen das Zervixkarzinom bei Frauen zu schützen. Das Zervix-Karzinom ist die führende Krebstodesursache bei Frauen in Entwicklungsländern, woran jedes Jahr bis zu 250.000 Frauen versterben. Der Impfstoff zum Schutz vor HPV-Infektionen wurde im September 2006 in Europa zugelassen.

#### 3.2.3.4 Impfstoffentwicklung

Für die Zukunft kann davon ausgegangen werden, dass sich die Anzahl der 20 verfügbaren Impfstoffe verdoppeln wird.

**Neuentwicklungen bei Impfstoffen** sind derzeit:

- zwei Rotavirus-Vakzine
- zwei Meningitis-Vakzine
- ein neunvalenter Pneumokokken-Konjugat-Impfstoff, der zu einer 16 %igen Reduktion der Gesamtmortalität führt
- zwei humane Papilloma-Virus-Vakzine, die vor Zervixkrebs schützen
- eine Malaria-Vakzine mit 58 %iger Schutzwirkung gegenüber Malaria in Phase II des klinischen Versuches
- ein oraler Cholera-Impfstoff mit fast 80 %iger protektiver Wirksamkeit in Entwicklungsländern
- ein Impfstoff gegen die japanische Enzephalitis.

→

**Trotz aller Erfolge gibt es bis heute keinen Impfstoff gegen parasitäre Erreger, gegen HIV und nur unzureichend wirkende Impfstoffe gegen Tuberkulose und damit gegen die wichtigsten die Menschheit bedrohenden Infektionskrankheiten.**

Trotz aller Erfolge auf dem Gebiet der Verfügbarkeit und Entwicklung neuer Impfstoffe gibt es bis heute → **keinen Impfstoff gegen parasitäre Erreger** (Malaria, Giardiasis, Cryptosporidiasis), **HIV** und nur unzureichend wirkende Impfstoffe gegen **Tuberkulose** und damit gegen die wichtigsten die Menschheit bedrohenden Infektionskrankheiten.

Hinderungsgründe für die Entwicklung neuer lebensrettender Impfstoffe sind wissenschaftlicher, finanzieller, technischer und regulatorischer Art. Das Fehlen einer adäquaten Versorgungskette für Impfstoffe und die Mängel des Gesundheitssystems vieler Entwicklungsländer bedeuten hier zusätzliche Herausforderungen.

Eine der wichtigsten und dringendsten Prioritäten auf dem Gebiet der Impfstoffentwicklung ist die rasche Entwicklung und Produktion eines sicheren und wirksamen Impfstoffes gegen eine pandemische Influenza. Die Erwartungen gehen dahin, dass ein sicherer und immunologisch wirksamer Impfstoff gegen eine pandemische Influenza möglich ist, was jedoch durch internationale Koordination der Arbeit weiter gestützt werden muss, um unnötige Doppelarbeit zu vermeiden.

Wichtige Faktoren, die zur Erhöhung der Immunisierungsrate und für die Entwicklung neuer Impfstoffe für die Zukunft entscheidend sind, sind nach WHO-Angaben:

- langfristige nachhaltige finanzielle Unterstützung für die Impfstoffentwicklung und die Durchführung der Impfungen
- politisches Commitment
- verbesserte Infrastruktur für die Immunisierung und das Gesundheitssystem in den Hochrisikoländern
- Zugang zu schwer erreichbaren Bevölkerungsteilen
- Sicherstellung von ausgebildetem Gesundheitspersonal
- Investition in die Entwicklung neuer Vakzine und Technologie
- erhöhte Teilnahme von Entwicklungsländern bei der Impfstoffforschung und -entwicklung
- effektive Surveillance impfpräventabler Erkrankungen
- effiziente Verteilung von Richtlinien der WHO in alle Länder, um evidenzbasierte Entscheidungsprozesse zu unterstützen
- Impfstoffqualität und –sicherheit einschließlich der Sicherheit bei Injektionen
- voll funktionsfähige nationale Regulationsbehörden
- Kommunikation wissenschaftsbasierter Informationen über die Impfstoffsicherheit
- ausreichende Versorgung mit Impfstoffen im Zusammenhang mit der zunehmenden Nachfrage für die Immunisierung
- Überwindung der Herausforderungen von internen und zwischenstaatlichen Konflikten
- Vorbereitung auf drohende Pandemien wie Influenza.

Deutschland hat erhebliche Verantwortung für die Umsetzung der globalen Immunisierungsvision und -strategie und muss sich hierbei auch finanziell, politisch und in der Forschung engagieren.

Dr. Marie Paule Kieny, die Direktorin der WHO-Initiative für Impfstoffentwicklung, führte aus (WHO 2006):

→ „Es sind aufregende Zeiten im Zusammenhang mit der Impfstoffentwicklung. Verschiedene neue Produkte werden bald verfügbar sein, die zusammen Millionen von Menschenleben vor Erkrankungen schützen können. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Annahme neuer Impfstoffe extrem langsam erfolgt. Es müssen Wege gefunden werden, die diese wirksamen und nachgewiesenen Präventionsmaßnahmen allen Menschen, die einem Risiko unterliegen, zur Verfügung gestellt werden können.“

Kontrolle	3.3
3.3.1 Klinische Diagnostik	
3.3.2 Surveillance	
3.3.3 Ausbruch- und Krisenmanagement	

### 3.3 Kontrolle

Kontrollmaßnahmen (im angelsächsischen Sinne) setzen ein, nachdem Infektionen bereits in Inkubation oder manifest geworden sind und schließen alle Maßnahmen zur raschen Diagnose, Therapie, epidemiologischer Analyse bzw. Surveillance und Bekämpfung der Weiterbreitung ein.

#### 3.3.1 Klinische Diagnostik

Die mikrobiologische Diagnostik ist entweder auf den Nachweis des Erregers in klinisch relevanten Untersuchungsmaterial oder auf den Nachweis einer Reaktion des Organismus auf den Krankheitserreger gerichtet (Relman 2003). Für beide Fragestellungen stehen sehr unterschiedliche Verfahren zur Verfügung → **Tabelle 3.3**.

Auf dem Gebiet der mikrobiologischen Diagnostik sind neue Technologien eingeführt worden, die insbesondere auf molekularbiologischer Ebene eine wesentliche raschere Diagnostik ermöglichen. So wichtig kulturelle Verfahren insbesondere in der bakteriologischen Diagnostik sind, so können sie doch zeitraubend sein und bei lebensbedrohlichen Situationen, insbesondere auf Intensivstationen, eine adäquate zeitnahe Therapie nicht immer sicherstellen (Reimann 2003).

Antigen-Nachweise mit serologischen Verfahren haben bei verschiedenen Erregern die Diagnostik deutlich erleichtert, wie z. B. der *S. pneumoniae*-AG-Nachweis im Urin (Sewell 2003) oder der Legionella-pneumophila-AG-Nachweis im Urin (Lück und Helwig 2006, Stout 1997) oder der Nachweis Gastroenteritis-verursachender

→ **Tabelle 3.3:**  
Verfahren der klinischen Diagnostik von Krankheitserregern

Direkter Erregernachweis	Indirekter Erregernachweis
Mikroskopie	Serologische Verfahren (z. B. KBR, IFT, ELISA, Immunoblot)
Kultur	Akuitätsmarker (IgM, IgA, Aviditätsteste, intrathekale Synthese)
AG-Nachweis	Allergisierung (RAST, Prick)
Molekularbiologische Verfahren:	Ausschüttung von IFN-Gamma aus sensibilisierten T-Zellen
– Gensonden	
– PCR: real time PCR, quantitativ, qualitativ	
– Chiptechnologie	
Chemische/physikalische Verfahren (z. B. Maldi-TOF)	

Viren oder Parasiten im Stuhl (Sewell 2003). Die Verfahren stoßen jedoch bald an die Grenzen der Sensitivität, da kein Anreicherungsschritt enthalten ist und also nur die Proteine der bereits in der Probe enthaltenen Erreger nachgewiesen werden können.

Nicht-kulturelle Erregernachweise wurden wegen der aufwendigen Zellkulturverfahren oder fehlender Anzuchtbarkeit zuerst in der virologischen Diagnostik eingeführt. Einige Erreger wie das *HCV-Virus*, *Tropheryma whippelii*, *Bartonella henselae*, *HHV8* und das *Sin-Nombre-Virus* wurden erstmals als Infektionserreger durch molekularbiologische Methoden identifiziert (Nolte 2003). RNA- bzw. DNA-Nachweise sind bei HIV, HBV und HCV-Infektionen sowie bei der Diagnostik schwerer Infektionen durch Herpesviren wie Meningoencephalitis inzwischen Standardverfahren. Auch bei einigen spezifischen bakteriellen Infektionserregern, die entweder nicht oder nur sehr langsam anzüchtbar sind, wie *T. whippelii*, *B. pertussis* oder Mycobacterium-tuberculosis-Komplex ist die Anwendung der PCR gut etabliert und standardisiert (Nolte 2003). Bei anderen Indikationen sind zwar PCR-Protokolle etabliert, es fehlt aber eine ausreichende Standardisierung wie z. B. die Erfahrungen von Ringversuchen (Reischl et al. 2005) und der CAP-Net-Studie zeigen (Wellinghausen et al. 2006, Bauer 2006). Bisher haben sich nur solche Techniken durchgesetzt, bei denen durch eine deutliche Verbesserung der Aussage erzielt wird, weil die konventionellen Verfahren zu langsam, zu unempfindlich, zu teuer oder nicht verfügbar sind (Nolte 2003).

Insbesondere die → **Sepsis- und Meningitisdiagnostik** erscheint auf Grund des begrenzten Keimspektrums und der zu vermutenden Relevanz im Blut bzw. Liquor nachgewiesener Erreger ein geeignetes Target für molekularbiologische Nachweisverfahren, die eine Reduktion der Detektionszeit auf bis zu 6 Stunden versprechen. Real-time-PCR-Protokolle und Chip-Verfahren werden derzeit in Studien getestet, sind aber noch nicht breit verfügbar (Klaschik 2004, Corless et al. 2001, Paule et al. 2005, Brozanski et al. 2006). Darüberhinaus bleiben zur Zeit noch Fragen zur Beurteilung des DNA-Nachweises offen, da auf diesem Weg nicht nur vitale Mikroorganismen detektiert werden. Ähnliche Anstrengungen gelten anderen primär sterilen Untersuchungsmaterialien wie die Diagnostik der Endophthalmitis aus Glaskörperproben (Carroll et al 2000).

Vielversprechend sind **Mikroarrays** für Species-Diagnostik, Resistenzbestimmung und Erreger-Charakterisierung, bei denen Oligonucleotide (Sonden) synthetisiert und auf Chipoberfläche immobilisiert werden, dann die Bakterien DNA isoliert wird und anschließend eine Amplifikation von DNA-Fragmenten einschließlich gleichzeitiger Markierung mit Fluoreszenzfarbstoffen oder Biotin stattfindet. Die DNA-Fragmente hybridisieren an Sonden und anschließend findet die Auswertung per Laser oder nach Bindung von Streptavidin per SCC-Kamera jeweils mit nachgeschalteter Datenverarbeitung statt (Shang et al. 2005, Witte und Curry 2005). Beispiele für diese Technik sind

- Identifizierung von Polymorphismen im  $\beta$ -Lactamase-Gen, die mit dem ESBL-Phänotyp assoziiert sind (Grimm et al. 2004).
- Identifizierung und Charakterisierung einschließlich Nachweis wichtiger Resi-

→

**Molekularbiologische Nachweisverfahren bieten vor allem für die Sepsis- und Meningitisdiagnostik große Vorteile. Vielversprechend sind Mikroarrays, eine noch schnellere Analyse von Infektionserregern könnte mit der MALDI-TOF-Technik möglich werden.**

stanzdeterminaten von Isolaten aus Blutkulturen (Shang et al. 2005, Cleven et al. 2006).

- *E. faecium* und *E. faecalis*: Detektion von Antibiotika-Resistenzgenen und Virulenzgenen (Witte und Curry 2005).

Eine noch schnellere Analyse bakterieller Infektionserreger könnte mit der **Maldi-TOF-Technik** möglich werden (Schweickert et al. 2004): „Maldi“ steht für Matrix-unterstützte Laser-Desorptions-Ionisations-Massenspektrometrie und der Zusatz „TOF“ für *time of flight*. Die Probe wird auf eine Matrix aufgebracht, die zu analysierenden Moleküle werden durch „Laserbeschuss“ ionisiert und anschließend werden die Ionen durch ein elektrisches Feld auf einen Detektor hin beschleunigt. Die Flugzeit wird als Parameter ihrer Masse bestimmt, die Auswertung der Massenpeaks erfolgt durch Datenverarbeitungsprogramme (Bonk 2001, Lay 2001). Es besteht grundsätzlich

- die Möglichkeit, amplifizierte RNA/DNA in Matrix einzubetten, nach Messung der Massenspektren erfolgt der Nachweis von Sequenzunterschieden durch Vergleich mit Sequenzen von Datenbanken

oder

- die Möglichkeit, Proteine in Matrix einzubetten, nach Messung erfolgt die Identifizierung pathogener Erreger über Vergleich charakteristischer Peptidmuster („patterns“) Datenbanken (Bonk 2001, Lay 2001, Pusch 2005).

Entscheidender Vorteil ist, dass die Messung in Sekundenbruchteilen abgeschlossen ist und sich viele Proben in kurzer Zeit analysieren lassen. Bisher ist es eine offene diagnostische Plattform ohne Herstellerbindung. Das Verfahren kann auch zur Differenzierung im Anschluss an kulturelle Verfahren angewendet werden, wobei auch schon Automatisierungsschritte getestet werden.

→

**Die bakteriologische Diagnostik ist nach wie vor überwiegend eine Domäne kultureller Verfahren.**

Die breite Masse der → **bakteriologischen Diagnostik** ist jedoch nach wie vor eine Domäne **kultureller Verfahren**. Durch Automatisierung und Miniaturisierung der Verfahren zur Differenzierung und Resistenztestung ist auch hier inzwischen eine Beschleunigung und eine verbesserte Standardisierung zu verzeichnen (Mohr 2003).

Voraussetzung ist jedoch nach wie vor die Anzucht aus dem Originalmaterial, die im allgemeinen eine Übernachtkultur beinhaltet. Vorteil kultureller Verfahren ist das breite detektierbare Erregerspektrum einschließlich unbekannter oder ungewöhnlicher Erreger -soweit sie auf den verwendeten Medien wachsen-, die Möglichkeit phänotypischer Resistenztestung und damit die Entdeckung neuer Resistenzmechanismen. Bei den Applikationen, wo molekularbiologische Techniken bisher die Kultur ersetzen können, ist die Empfindlichkeit vorhersagbar und eine Testung daher nicht notwendig (Nolte 2003). Darüber hinaus ist die Möglichkeit quantitative oder semiquantitative Aussagen zu treffen, zur Unterscheidung von Kolonisation und Infektion der angezüchteten Mikroorganismen bzw. Beurteilung der ätiologischen Relevanz in vielen Situationen unverzichtbar. Nachteilig ist das Zeitfenster der kulturellen Diagnostik, da z.B. bei der Behandlung von schweren Pneumonien und Bakteriämien die Umsetzung auf eine adäquate Antibiotikatherapie entsprechend

des Erregernachweises nach 24-48h mit einer signifikant höheren Letalität als bei initial adäquater Therapie verbunden ist (Kollef 2006, Kang et al. 2005, Ibrahim et al. 2000, Chamot et al. 2003, Wheeler und Bernard 1999).

Darüber hinaus können bei verzögerter Diagnostik auch krankenhaushygienische Maßnahmen nicht eingeleitet werden, um die Weiterbreitung von Krankheitserregern unter Kontrolle zu bringen. Alltägliches Beispiele hierfür ist die verzögerte Einleitung von Isolierungsmaßnahmen bei zu später Diagnostik von MRSA-kolonisierten bzw. infizierten Patienten. An dieser Stelle ist durch die Weiterentwicklung kultureller Verfahren wie Chromogener MRSA-Selektivmedien der zweiten Generation bereits eine Verkürzung der Detektion auf 24 Stunden erzielt worden. Zum Screening bei Risikopatienten sind jedoch besonders die verschiedenen MRSA-PCR-Protokolle geeignet. Die Sensitivität kommt nicht ganz an die Kultur (z. B. 325 KBE pro Tupfer nach Angaben von Fa.BD /GeneOhm) heran, daher kann auf eine parallele Einsendung zur kulturellen Untersuchung nicht verzichtet werden. Der negative Vorhersagewert ist dennoch so exzellent (>95%), dass im negativen Fall keine Isolierung des Patienten eingeleitet werden muss bzw. eine vorsorgliche eingeleitete Isolierung aufgehoben werden kann. Die Detektionszeit beträgt unter optimalen Bedingungen je nach Hersteller 2–5 Stunden.

Ein weiteres Beispiel ist der Zeitgewinn zur Einleitung von krankenhaushygienischen Maßnahmen bei der Hepatitis-C-Diagnostik. Bei Diagnostik mittels serologischer Anti-HCV Bestimmung besteht ein diagnostisches Fenster von 80 Tagen, wohingegen mittels PCR-Diagnostik bereits nach 14 Tagen HCV-Infektionen erkannt werden können.

Aus diesem Grunde ist es dringend erforderlich, die heutigen Möglichkeiten der **zeitnahen Diagnostik** verstärkt in die Routinepraxis mit einzuführen und dies den ärztlich tätigen Kollegen in der Weiterbildung zu vermitteln.

**Zum großen Teil werden Infektionskrankheiten empirisch mit Antibiotika behandelt**, ohne eine Diagnostik zu veranlassen. In vielen Fällen ist im ambulanten Bereich bei Anwendung aktuell publizierter Leitlinien, wie der PEG-Empfehlungen, dieses Vorgehen ausreichend. Allerdings sind bei vorausgegangener Antibiotikatherapie und anderen Risikofaktoren wie Immunsuppression, früherem Krankenhausaufenthalt und chronischen Erkrankungen die eingeleiteten Therapieregime durch **gezielte Diagnostik** zu überprüfen. Auch bei schweren Infektionserkrankungen, die der stationären Betreuung bedürfen oder nosokomial erworben sind, ist die Sicherung der Diagnose durch mikrobiologische Untersuchungen Voraussetzung für eine optimale Therapie und eine spätere Deseskalation (Kollef 2006, Kollef 1998)..

Die wichtigsten Gründe für ein Versagen der empirischen Therapie sind **Antibiotikaresistenzen** der Infektionserreger, wobei auf MRSA und insbesondere bei Patienten auf Intensivstationen multiresistente gramnegative Mikroorganismen z. B. mit der Fähigkeit zur Produktion von ESBL (Extended Spectrum Betalactamase) im Vordergrund stehen (Kang et al. 2005, Ibrahim et al. 2000, Wheeler und Bernard 1999, Valles et al. 2003, Obritsch et al. 2004, Filius et al. 2005, Scarsi et al. 2006,

→

Es ist dringend erforderlich, die heutigen Möglichkeiten der zeitnahen Diagnostik verstärkt in die Routinepraxis aufzunehmen.

→

Die wichtigsten Gründe für ein Versagen der empirischen Therapie sind Antibiotikaresistenzen der Infektionserreger. Durch Anwendung schnellerer diagnostischer Verfahren könnten nicht nur die Mortalität und Liegedauer der Patienten, sondern auch der Antibiotikaverbrauch gesenkt werden.

Gold et al. 1996). Durch Anwendung schnellerer diagnostischer Verfahren könnten daher nicht nur die Mortalität und Liegedauer der Patienten sondern auch der Antibiotikaverbrauch gesenkt werden (Brozanski et al. 2006). Neben der breiten Anwendung neuer diagnostischer Verfahren ist daher zu überprüfen, inwieweit die Bereitschaft zu einer weitergehenden spezifischen Diagnostik in der Ärzteschaft optimiert werden kann.

**Zahlreiche Infektionskrankheiten**, deren Ätiologie heute bei Anwendung von diagnostischen Verfahren erkannt und die adäquat behandelt werden könnten, **werden aufgrund von Hinderungsgründen zur spezifischen Diagnostik heute nicht in der ärztlichen Diagnostik mit berücksichtigt.**

Die Nachteile der derzeit zur Verfügung stehenden mikrobiologischen Untersuchungsverfahren sind die zu geringe Ausbeute bzw. eine unzureichende Sensitivität und Spezifität sowie ein ungünstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis. Bislang gehen die Richtlinien, z. B. bei der Diagnostik der Pneumonie davon aus, dass der Umfang der Diagnostik sich möglicherweise nur auf schwerkranke Patienten bzw. auf Patienten mit dem Risiko für seltene und resistente Erreger beschränkt werden sollte. Somit ist es auch im Hinblick auf die → **Forschung** entscheidend, die derzeit zur Verfügung stehende mikrobiologische Diagnostik im Hinblick auf die Sensitivität, die Spezifität und das Kosten-Nutzen-Verhältnis dem Bedarf an spezifischer Diagnostik anzupassen.

→

Es ist auch im Hinblick auf die Forschung entscheidend, die derzeit zur Verfügung stehende mikrobiologische Diagnostik bezüglich Sensitivität, Spezifität und Kosten-Nutzen-Verhältnis dem Bedarf an spezifischer Diagnostik anzupassen.

Im Zusammenhang mit der **Bioterrorismusabwehr** wurden neue diagnostische Verfahren entwickelt, die sehr zeitnah für unterschiedliche Krankheitsbilder eine rasche mikrobiologisch abgesicherte Diagnostik und Differenzialdiagnose ermöglichen. Die Erkenntnisse sollten sobald wie möglich auch in die klinische Routine eingeführt zu werden (*s. auch Kapitel 2.6*).

Zur Identifizierung von möglichen Infektionsreservoirien ist die **weitergehende Feintypisierung** von entscheidender Bedeutung (Peterson 2001). Hierdurch können z. B. Legionellen auf Umweltreservoirien, wie z. B. Hausinstallationen, Rückkühlwerke, Hot-Whirl-Pools etc. zurückgeführt werden oder im Zusammenhang mit der Untersuchung von MRSA-Ausbrüchen Rückschlüsse auf die ursprüngliche Infektionsquelle z. B. unter Personal oder Mitpatienten gezogen werden.

Hierzu stehen sowohl **phäno-** als auch **genotypische Methoden** grundsätzlich zur Verfügung → **Tabelle 3.4**. Unter den phänotypischen Verfahren, deren Nachteil vor allem die Variabilität der phänotypischen Merkmalsausprägung ist, spielt die Anwendung der Phagentypisierung bei der Charakterisierung von MRSA noch eine Rolle, darüber werden u. a. wegen der besseren Reproduzierbarkeit fast ausschließlich genotypische Methoden wie die PFGE (Pulsfeld-Gel-Elektrophorese), die Ribotypisierung z. B. bei Mykobakterien und *Clostridium difficile*, PCR-basierte Verfahren und sequenzbasierte Verfahren wie die Spa-Typisierung bei MRSA-Stämmen angewendet. Ein Goldstandard, d.h. eine Methode, die für alle Fragestellungen und Mikroorganismenspezies die Stämme ausreichend sensitiv und reproduzierbar diskriminiert, kann zur Zeit nicht benannt werden, wobei die Pulsfeld-Gelelektrophore-

Phänotypische Methoden	Genotypische Methoden
Phagentypisierung	PFGE (Pulsfeld-Gel-Elektrophorese)
Serotypisierung	AP-PCR (Arbitrarily Primed PCR)
Resistogramm	Random Amplification of polymorphic DNA-PCR (RAPD-PCR)
Biotypisierung	Plasmid Fingerprinting
Proteintypisierung (Immunoblotting)	Restriktionsenzym-Analyse (REA)
Multilocus-Enzym-Elektrophorese	Rep RCR
	PCR-RFLP
	Ribotypisierung
	Sequenzierung ( z.B. Spa-Typisierung als Sequenzbasiertes Verfahren)

→

Tabelle 3.4:

Übersicht über phäno- und genotypische Methoden zur Feintypisierung.

se (PFGE) zur Zeit die verbreitetste Methode ist und am ehesten einer optimalen Typisierungsmethode entspricht (Wichelhaus und Brade 2000, Tenover und Goering 1997, Oliv 1999, Soll 2003, Trautmann et al. 2005).

Während zu einigen Erregern in Referenzzentren sehr gute Typisierungsmöglichkeiten bestehen, muss vor dem Hintergrund der deutlichen Zunahme von bestimmten ausbreitungsfähigen bzw. sehr häufigen Erregern, die eine Typisierung notwendig machen, überlegt werden, inwieweit wieder verstärkt auch auf regionaler Ebene Referenzzentren zur Feintypisierung und zur Surveillance etabliert werden. Als aktuelles Beispiel sei die Ausbreitung eines neuen, besonders virulenten Stammes von *Clostridium difficile* erwähnt. Durch alleinigen Nachweis der Toxine im Stuhl, ist eine Diskriminierung von den ubiquitär verbreiteten Stämmen nicht möglich. Hier ist zusätzlich zum schnellen Antigennachweis die kulturelle Untersuchung mit nachfolgender molekularer Typisierung (z. B. Ribotypisierung) oder Toxinanalyse erforderlich. Hinweisend kann allerdings die Resistenz gegenüber Gyrasehemmern sein (Bartlett und Perl 2005, McDonald et al. 2005).

Durch verbesserte Anwendung solcher Typisierungsverfahren zur Aufdeckung von Infektionsreservoirs können Infektionsquellen eindeutig erkannt und unter Kontrolle gebracht werden. Dies ist wiederum die Voraussetzung, um die Infektionsausbreitung effektiv unter Kontrolle bringen zu können (Peterson 2001, Becke und Martone 1997, Loo et al. 2005).

Bei der klinischen Diagnostik müssen in verstärktem Maße **die Besonderheiten unterschiedlicher Altersgruppen** diagnostisch berücksichtigt werden. Insbesondere ältere Personen weisen unterschiedliche Muster bakterieller Kolonisationen und spezifische Infektionskrankheiten wie Harnwegsinfektionen oder ambulant erworbene respiratorische Infektionen auf, die bei der Differentialdiagnostik berücksichtigt werden müssen. Je häufiger Patienten mit Antibiotika vorbehandelt sind, desto größer die Gefahr der Akquisition und Selektion resistenter Erreger während die Zahl der zur Verfügung stehenden Therapeutika nicht mit der Resistenzentwicklung Schritt hält (Gold und Moellering 1996).

Mit verbesserter Kenntnislage über die Assoziation von Infektionskrankheiten und chronischen Erkrankungen müssen verstärkt auch geeignete mikrobiologische Untersuchungsverfahren nicht nur zur **Abklärung akuter Infektionen sondern auch chronischer Infektionen** eingeführt werden. Als Beispiele seien genannt die Assoziation zwischen *H. pylori* und MALT-Lymphom, HPV und Cervix-CA, chronischer HBV, HCV- oder HDV-Infektion und Leber-CA (Nolte 2003, Suerbaum und Michetti 2002). Auch zur Beurteilung der therapeutischen Möglichkeiten bzw. des Ansprechens sind schon eine Reihe von Testen verfügbar. Hier spielen molekularbiologische Techniken erneut eine große Rolle, wie z. B. durch Bestimmung der Viruslasten bei HIV und der Bestimmung des Genotyps bei chronischen HCV-Infektionen (Nolte 2003).

### 3.3.2 Surveillance

Unter „**Surveillance**“ von Infektionen wird die **fortlaufende systematische Erfassung, Analyse und Interpretation von Infektionsdaten** verstanden, die für das Planen, die Einführung und Evaluation von medizinischen Maßnahmen notwendig sind. Hierzu gehört die aktuelle Übermittlung der Daten an diejenigen, die diese Informationen benötigen. Für gesundheitspolitische Entscheidungen ist eine entsprechende Datenbasis von entscheidender Bedeutung. Im Zusammenhang mit den nosokomialen Infektionen **kann die mittlerweile gesicherte Surveillance zur Senkung von Infektionsraten führen und damit einen präventiven Effekt bedingen**. Dies wird auf den sog. Hawthorne-Effekt zurückgeführt, der zu einer Bewusstseinsbildung bei den Beobachteten führt und die hygienisch richtigen Arbeitsweisen fördert.

Die Nutzung von entsprechenden Daten wurde bereits von Florence Nightingale, 1871 in ihren „**Introductory Notes on Lying-in Institutions**“ betont, wobei sie sich auf Mortalitätsdaten in unterschiedlichen europäischen Kliniken (Wien, Prag, München, Greifswald, Frankfurt etc.) bezog. Sie wies bereits damals darauf hin, dass die Daten nicht nur zu einer Ist-Analyse verwendet werden können, sondern auch dazu um festzustellen, unter welchen Bedingungen die besten Ergebnisse erzielt werden und um diese Erkenntnisse zu nutzen, um Präventionsstrategien weiter abzusichern. Bereits zum damaligen Zeitpunkt wurde von ihr gefordert, eine entsprechende Surveillance an Mortalitätsdaten bzw. Infektionsdaten systematisch einzuführen.

Mit dem In-Kraft-Treten des **Infektionsschutzgesetzes** im Jahre 2001 wurde die Surveillance von Infektionskrankheiten in Deutschland auf eine gesetzlich mandatierte Grundlage gestellt. Die Einzelfallmeldung nach einheitlichen Falldefinitionen durch elektronische Vermittlung, die zeitnahe Zusammenfassung und Analyse wurden ermöglicht.

Mit den in § 6 und § 7 aufgeführten Infektionskrankheiten und Infektionserregern wurde eine beispielhafte Meldepflicht für unterschiedliche Infektionserreger gesichert.

Ergänzt wird die Meldepflicht durch die Etablierung von Sentinel-Surveillance-Systemen, die die stichprobenartige Erfassung von Daten aus freiwilligen Einrichtungen der Gesundheitsversorgung wie niedergelassene Ärzte, Labore oder Kliniken Daten regeln bzw. Daten zu Krankheiten, die durch das IfSG nicht abgedeckt sind, bereitstellen.

Neben der gesetzlichen Implementierung wurde gleichzeitig auch ein hervorragendes zeitnahes Berichtswesen erstellt, das in allen Bereichen der Gesundheitsversorgung zur Verfügung gestellt wird und auch zum Teil eine geo-medizinische Analyse ermöglicht.

Neben der nationalen Erfassung wurden auch seitens der Bundesrepublik Deutschland europäische und weltweite **Surveillance-Systeme** mit unterstützt.

Auf **nationaler Ebene** sind besonders herausragend die Surveillancesysteme zur Erfassung nosokomialer Infektionen, CAPNETZ zur Erfassung ambulant erworbener Pneumonien – gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, SepNet, das Kompetenznetzwerk Sepsis, die Erfassungssysteme zu EHEC-Salmonellen-Infektionen, die aktive Surveillance von Creutzfeld-Jakob-Krankheiten, die aktive Surveillance für seltene pädiatrische Erkrankungen in Deutschland (ESPED) sowie die Sentinel-Erhebung zur Häufigkeit von sexuell übertragenden Erkrankungen in Deutschland.

Neben den genannten nationalen Netzwerken sollten derartige Surveillance-Systeme auch auf andere große Entitäten wie → **Gastrointestinalinfektionen** übertragen werden.

Auf **europäischer Ebene** sind u. a. weitere Informationssysteme zu nennen, wie

- das Early Warning on European Public Health Information Network – Health Surveillance and Communicable Diseases (EUPHIN-HSSCD)
- das European Network on Imported Infectious Diseases Surveillance (TropNetEurop)
- das International Surveillance Network for the Enteric Infections – Salmonella and VTECO 157 (EnterNet)
- das bereits erwähnte European Antimicrobial Resistance Surveillance System (EARSS)
- das Surveillance Community Network for Vaccine Preventable Diseases within the EU ( EUVAC)
- das European Surveillance Scheme for Travel Associated Legionnaire' s Diseases (EWGLI)
- Surveillance of Tuberculosis in Europe (EuroTB)
- Hospitals in Europe Link for Infection Controls – Rules for Surveillance (HELICS III)
- das European Programme for Intervention Epidemiology Training (EPIET-Programme)
- das European Influenza Surveillance Scheme (EISS).

→

**Surveillance-Systeme wie das nationale Netzwerk zur Erfassung von ambulanten Pneumonien sollten auch auf andere große Entitäten wie Gastrointestinalinfektionen übertragen werden.**

Auf **internationaler Ebene** sind es

- das Global Influenza Surveillance Network (FluNet)
- das Global Salm-Sir (GSS ; weltweites Netzwerk zur Surveillance von Salmonellen)
- das Global Outbreak Alert and Response Network.

Eine geeignete Infrastruktur sollte auch für die Zukunft sichergestellt werden, da die hieraus hervorgehenden Informationen nicht nur epidemiologische Daten generieren sondern die Daten auch zum Ausbruchmanagement dringend benötigt werden.

Ein wichtiger Schritt in diese Richtung ist die Verabschiedung der **Internationalen Gesundheitsvorschriften** (*International Health Regulations, IHR*), auf die sich die 193 Mitgliedstaaten der WHO geeinigt haben (WHO 2007). Das Meldesystem umfasst künftig nicht nur bestimmte Krankheiten, sondern alle für den internationalen Gesundheitsschutz relevanten Ereignisse auch mit Berücksichtigung neuer Krankheitserreger, der Globalisierung des Handels und der Mobilität der Bevölkerung. Dazu muss in Deutschland das Infektionsschutzgesetz geringfügig angepasst werden. Für diese Aufgaben müssen ausreichend Fachpersonal und entsprechende Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden.

Es ist anzuregen, dass in stärkerem Maße die Daten nicht nur zur Ist-Beschreibung sondern auch zu kritischen Auseinandersetzungen führen, inwieweit in bestimmten Ländern aufgrund ihrer sehr günstigen Infektionsdaten Strukturen und Präventionsstrategien vorhanden sind, die auch in anderen europäischen Ländern implementiert werden können.

Die heute vorhandenen Netzwerke in Europa unter Koordination des **European Center for Disease Prevention and Control** auf der Grundlage abgestimmter standardisierter Erfassungssysteme sollten dazu genutzt werden, um die besten Strategien zur Prävention von Infektionen zu identifizieren, zu evaluieren und in → **Präventionsleitlinien für Europa** wieder einfließen zu lassen. Europa hätte damit aufgrund vielfältiger hoch entwickelter staatlicher Infrastrukturen eine herausragende Gelegenheit, derartige Strategien ableiten zu können.

→

**Die vorhandenen Netzwerke in Europa sollten genutzt werden, um die besten Infektionspräventionsstrategien zu identifizieren, zu evaluieren und in europäischen Präventionsleitlinien wieder einfließen zu lassen.**

Zudem sollten die in verschiedenen europäischen Ländern noch unterschiedlichen Strukturen zur Surveillance und zur Meldepflicht sukzessive vereinheitlicht werden, um belastbare Daten über das Infektionsgeschehen in Europa zu haben und andererseits auch für die Ausbruchererkennung und das Ausbruchmanagement besser gerüstet zu sein.

Um die Bedeutung der Infektionen, die mit chronischen Erkrankungen assoziiert sind, besser zu charakterisieren, müssen zukünftig diese Infektionen mittels Sentinel-Untersuchungen besser erfasst werden.

### 3.3.3 Ausbruch- und Krisenmanagement

Bis zum Jahre 1997 war die Bedeutung eines effizienten Ausbruch- und Krisenmanagements als dringende Notwendigkeit für den öffentlichen Gesundheitsschutz auch bei Fachleuten kaum respektiert. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass in der ersten Denkschrift zur Bedrohung durch Infektionskrankheiten, herausgegeben im Jahr 1996, die Thematik des Bioterrorismus nicht angesprochen wurde.

International war in den meisten Einrichtungen für Hygiene und Öffentliche Gesundheit ein biologischer und chemischer Einsatz von Mikroorganismen als moralisch verwerflich angesehen. Größere Risiken durch Infektionsausbrüche schienen zum damaligen Zeitpunkt nicht relevant.

Ein Meilenstein hinsichtlich der Fokussierung des Interesses auf das Problem des Bioterrorismus war eine Publikation im JAMA (6. August 1997), die sich in einer Spezialausgabe ausschließlich mit biologischen Waffen und deren Risiken befasste (Zilinskas 1997). Der Katalysator für diese Publikation war wiederum Prof. Dr. Josua Lederberg, Nobelpreisträger und früherer Präsident der Rockefeller Universität, der bereits 1992 durch das Institute of Medicine das Grundsatzpapier zum Thema „*Emerging Infections – Microbial Threats to Health in the United States*“ federführend mit veröffentlicht hatte.

Im Jahre 2000 wurde in den MMWR ein strategischer Plan für die Vorbereitung und Reaktion auf biologischen und chemischen Terrorismus herausgegeben. Als wichtige Schritte zur Vorbereitung einer effizienten Gegenwehr auf biologische Anschläge wurden in dieser Veröffentlichung folgende Schritte angesehen:

- Steigerung der epidemiologischen Kapazität, um biologische Anschläge aufzudecken und darauf zu reagieren
- Versorgung von staatlichen und lokalen Institutionen für die öffentliche Gesundheit mit diagnostischen Reagenzien
- Etablierung von Kommunikationsprogrammen für eine adäquate Information der Öffentlichkeit
- Verbesserung der Bioterrorismus bezogenen Ausbildung und der Weiterbildung für Gesundheitsberufe
- Vorbereitung von Schulungsmaterial, das die Öffentlichkeit informiert und sicherstellt, dass die notwendigen Maßnahmen auch seitens der Öffentlichkeit während und nach biologischen Anschlägen durchgeführt werden
- Bevorratung mit adäquaten Impfstoffen und Medikamenten
- Etablierung einer molekularen Surveillance für Mikroorganismen einschließlich ungewöhnlicher und medikamentenresistenter Stämme
- Weiterentwicklung und Verfügbarkeit diagnostischer Tests
- Verstärkte Forschung auf dem Gebiet antiviraler Therapeutika und Impfstoffe

Für wichtige Kernbereiche der Prävention und Kontrolle nicht nur von biologischen Anschlägen sondern auch für Naturkatastrophen und für Krisensituationen wie z. B. im Krieg wurden → **fünf Kernbereiche** definiert:

→

**Die fünf Kernbereiche der Prävention und Kontrolle im Ausbruch- und Krisenmanagement sind**

**1. Vorbereitung und Prävention**

**2. Nachweissysteme und Surveillance**

**3. Charakterisierung biologischer und chemischer Agenzien**

**4. Reaktionssysteme**

**5. Kommunikation**

1. Vorbereitung und Prävention
2. Nachweissysteme und Surveillance
3. Diagnose und Charakterisierung biologischer und chemischer Agenzien
4. Reaktionssysteme
5. Kommunikation.

Die zwischenzeitlich aufgetretenen Krisensituationen wie

- Befürchtungen einer Ausbringung von Pockenviren im Rahmen des 2. Irak-Krieges
- Auftreten von SARS sowie der aviären Influenza

hat auch in Deutschland zur Entwicklung des nationalen Pandemieplanes, herausgegeben im Dezember 2004 seitens des Bundes und der Länder, geführt. Dieser Pandemieplan muss kontinuierlich weiter entwickelt werden. Epidemiologische und technische Aspekte, die Surveillance, die Impfung, die Bevorratung mit antiviralen Arzneimitteln, die Vorbereitung von Ländern, Gemeinden und Krankenhäusern und die Kommunikation und Information werden hier angesprochen und geregelt.

Eine der **Kernforderungen des Pandemieplanes** ist, dass die vorhandenen Strukturen, die personellen Ressourcen auf Bundes- und Länderebene sowohl zur Durchführung epidemiologischer Untersuchungen, zur raschen Untersuchung von Ausbrüchen, zur Nutzung von Laborkapazitäten, zur Durchführung von Massensimpfungen und zur Bildung von Krisenstäben gestärkt werden sollen. Eine nationale Pandemiekommission existiert in Deutschland jedoch nicht.

Derartige Grundstrukturen bedürfen der Investition. Trotz der Existenz von Grundkonzepten, die auf dem Papier gut ausgearbeitet sind, wurden **→ bislang nur Teile dieser notwendigen Forderungen** hinsichtlich der entsprechenden Infrastruktur realisiert.

→

Die Kernforderungen des Pandemieplans sind bisher nur in Teilen realisiert.

**Zu kritisieren ist nachdrücklich, dass** zwar im Falle des Pockenalarm-Planes Pockenimpfstoff bevorratet wurde und im Zusammenhang mit der Pandemieplanung zur Vorbereitung einer Influenza-Pandemie antiviraler Arzneimittel in Abhängigkeit des Bundeslandes etwa 20–30 % der Bevölkerung bevorratet wurde, jedoch **die Investition in eine Infrastruktur zur Verbesserung der Epidemiologie, Surveillance, Laborkapazität und des seuchenhygienischen Managements nur unzureichend gefördert wurde**. Hierbei handelt es sich um ein schwerwiegendes Defizit, welches im Falle einer Pandemie oder einer bioterroristischen Bedrohung erhebliche Konsequenzen haben kann.

Zusätzlich ist nachteilig, dass die **Aufklärung und Schulung der Bevölkerung über notwendige Hygienemaßnahmen** nicht mit der notwendigen Intensität, wie z. B. in den USA durchgeführt wurde.

Gravierend ist die Situation insbesondere in dem größten Bundesland Nordrhein-Westfalen, wo den zuständigen Landesbehörden jegliche Laborkapazitäten genom-

men wurden und den Universitäten des Landes mit ihren Instituten für Hygiene und medizinische Mikrobiologie keine Personalkapazitäten in Aussicht gestellt werden, um in Krisensituationen die notwendige Laborkapazität und die Personalkapazität zur Unterstützung der Gesundheitsbehörden beim Seuchenmanagement zur Verfügung zu stellen. Bislang standen im Zusammenhang mit dem Management von Verdachtsproben bei Milzbrandattacken noch die universitären Institute, z. T. auch private Institute zur Verfügung. Die finanziellen Fragen hierbei bleiben jedoch bislang ungeklärt.

Es muss eine klare Infrastruktur für die personellen und apparativen Kapazitäten gesichert sein, damit im Ernstfall klare Meldewege und klare Verantwortlichkeiten sowie die notwendigen Laborkapazitäten zur raschen Diagnostik zur Verfügung stehen. Die Bevorratung von Impfstoffen und Medikamenten alleine ist nicht ausreichend. Der → **Verzicht auf die Förderung der angemahnten Infrastruktur** muss als kritisch angesehen werden.

→

**Die fehlende Förderung einer klaren Infrastruktur für die personellen und apparativen Kapazitäten für den Krisenfall in Deutschland muss als kritisch angesehen werden.**

Deutschland unterscheidet sich hier von wichtigen anderen Ländern, in denen ein funktionierendes zentrales Netzwerk von Laboratorien existiert, das im Bedarfsfall das Robert Koch-Institut komplementär auf regionaler Ebene unterstützen kann. Ohne ein derartiges Netzwerk ist weder eine Vorbereitung noch eine effektive Reaktion auf Krisenfälle möglich und kann ggf. zu einem Desaster führen. Die Verfügbarkeit einer geeigneten Infrastruktur für Surveillance, Diagnostik und seuchenhygienisches Management muss als **Achillesferse** bei der raschen und effizienten Reaktion angesehen werden, die derzeit in Deutschland in keiner Weise befriedigend sichergestellt ist.

Bei kriegerischen Auseinandersetzungen und Naturkatastrophen sowie Flüchtlingsbewegungen wird es zur Unterbrechung einer gesicherten Wasserversorgung und der Abwasser- und Abfallentsorgung kommen und zur Zerstörung von Gesundheitseinrichtungen.

Beispielhaft für das Risikoassessment und Interventionsmaßnahmen im Hinblick auf übertragbare Erkrankungen sind die im Juli 2006 im Zusammenhang mit der kriegerischen Auseinandersetzung im Libanon seitens der WHO veröffentlichte Risikoevaluierung für die Prävention und Kontrolle zu erwartender Infektionskrankheiten (Mbabazi (WHO) 2006). Für Analysen müssen hiernach folgende Angaben verfügbar sein:

- Risikoprofil der Bevölkerung
- Risikofaktoren
- Prioritäre übertragbare Erkrankungen
- Akute Interventionsmaßnahmen zur Kontrolle übertragbarer Erkrankungen (Wasser, Assanierung, Planung für Unterkunft, sichere Lebensmittelversorgung, Versorgung von Traumata und medizinische Versorgung, Fallmanagement, Surveillance, Immunisierung, Vektorkontrolle, Risikokommunikation und Information für die Bevölkerung mit Basisbotschaften zur verbesserten Hygiene).

- 3.4.1 Erreger
- 3.4.2 Infektionsreservoir
- 3.4.3 Unterbrechung der Infektionswege
- 3.4.4 Diagnostik
- 3.4.5 Evaluation
- 3.4.6 Impfstoffe
- 3.4.7 Präventions- und Kontrollstrategien in Entwicklungsländern
- 3.4.8 Chronische Erkrankungen
- 3.4.9 Antibiotikaresistenzen
- 3.4.10 Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten in komplexen Krisensituationen
- 3.4.11 Infrastruktur
- 3.4.12 Ökonomische Auswirkungen

## 3.4 Forschung

Vor dem Hintergrund der weltweiten erheblichen Herausforderung ergibt sich ein **breites Forschungsspektrum** zur Prävention und Kontrolle von Infektionen. Diese beziehen sich auf Erreger, Infektionsreservoir, Übertragungs- und Aufnahmepfade, Effizienz von unterschiedlichen Präventionsstrategien, Entwicklung von Impfstoffen, Diagnostika und Therapeutika, Bedeutung chronischer Infektionen, Infektionsmanagement in komplexen Situationen sowie auf Einflussfaktoren für das Auftreten von Infektionskrankheiten und auf die gesundheitsökonomischen Auswirkungen von Infektionskrankheiten in weltweitem Maßstab.

Entsprechend der Monographie der **European Academies of Science Advisory Council: Infectious Diseases – Importance of Coordinated Activity in Europe** (2005) sollten folgende weitere Forschungsaktivitäten systematisch analysiert werden.

### 3.4.1 Erreger

Die erregerassoziierten Forschungsgebiete beinhalten:

- Grundlagenverständnis für die genetische Flexibilität von pathogenen Eigenschaften
- Erforschung der genetischen Informationen im Zusammenhang mit der Befähigung von Krankheitserregern, Erkrankungen auszulösen
- Evolution von Genomen, Krankheitserregern, die u. a. zur sog. reduktiven Evolution führen
- Erwerb neuer Gencluster (Virulenzgene, Pathogenitätinseln, Fitnessgene) durch horizontalen Transfer mit der Befähigung zur Kolonisation und Infektion
- Selektion neuer Krankheitserreger oder Pathotypen von Bakterien und Viren im Zusammenhang mit Veränderungen in der Umwelt und in der Lebensmittelproduktion bzw. der Tierhaltung
- Untersuchung zur Onkologie von Krankheitserregern und den hierbei zu berücksichtigenden molekularen und evolutionären Aspekten.

### 3.4.2 Infektionsreservoir

Infektionsreservoir, die es Mikroorganismen gestatten, beim Menschen oder in der Umwelt zu persistieren, wie z. B. in Form von Biofilmen, und ggf. Virulenzfaktoren auszubilden bzw. Informationen auszutauschen, bedürfen einer weiteren Abklärung.

### 3.4.3 Unterbrechung der Infektionswege

Die Wirksamkeit von Reinigungs-, Desinfektions- und Sterilisationsverfahren muss weiter erforscht werden, insbesondere auf dem Gebiet der Strategie von Desinfektionsverfahren besteht ein weiterer erheblicher Untersuchungsbedarf, da unterschiedliche Krankheitserreger in unterschiedlicher Weise auf Desinfektionsverfahren reagieren. Neuere Untersuchungen ergaben, dass **über Reinigungsverfahren Krankheitserreger sogar weiter verbreitet werden können**.

### 3.4.4 Diagnostik

Die Diagnostik zum Nachweis von Krankheitserregern in der Umwelt in Lebensmitteln, im Wasser, in der Luft sowie in relevanten Bereichen in Krankenhäusern muss weiter entwickelt werden. Derzeit stehen insbesondere zur Untersuchung im Wasser bzw. im Krankenhausumfeld im wesentlichen nur kulturelle Nachweisverfahren zur Verfügung, die jedoch nicht ausreichen, um eine hygienische Charakterisierung dieser Umweltmedien durchzuführen.

Die größten Einschränkungen bei der Anwendung der konventionellen diagnostischen Methoden in der Mikrobiologie sind der hohe Zeitaufwand für eine einzelne Anwendung. Hierdurch ist die geforderte rasche und zeitnahe Information, die für Therapieentscheidungen, für Ausbruchmanagement und hygienische Maßnahmen essentiell ist, deutlich eingeschränkt. Die Weiterentwicklung von molekularen diagnostischen Verfahren wie PCR (Polymerase-Kettenreaktion), Fluoreszenz, In situ-Hybridisierung, DNA-Sequenzierung, Makro- und Mikrochips, Nutzung der Möglichkeiten der herkömmlichen Diagnostik durch Einsatz homogener und fluorogener Substrate, Einsatz von Automaten, von Makro-Arrays muss vorangetrieben werden. Weitere Verbesserungen der Polymerase-Kettenreaktion wie der Real-Time-PCR, der Spektroskopie (der massenspektrometrischen Analyse von Bakterien-Zellen) sowie der Mikro-Array-Technologie zur parallelen Untersuchung mehrerer Zielgene müssen weiter entwickelt werden und im Hinblick auf die Routinefähigkeit überprüft werden.

Verfahren zur weiteren Identifizierung und Subdifferenzierung von Stämmen von Mikroorganismen über Methoden wie

- Makrorestriktionsmuster im Pulsfeld-Gel
- Sequenz-Typisierung der polymorphen Region des Protein A (Gen-A-Typisierung) sollten breit verfügbar sein

### 3.4.5 Evaluation

**Bezüglich der Effizienz von Basishygienemaßnahmen** wie Händehygiene, Händedesinfektion, Flächendesinfektion, Schutzmaßnahmen, Tragen von Mundschutz im Falle von Epidemien **fehlen weitergehende epidemiologische Studien**, die die Effizienz unter Beweis stellen. Darüber hinaus müssen die epidemiologischen Daten über die Effizienz von Aufklärungsmaßnahmen zur hygienischen Verhaltensänderung dringend erweitert werden. Auch die Effizienz von Schulungsprogrammen unter Nutzung von E-Learning-Technologien bedarf einer Überprüfung.

### 3.4.6 Impfstoffe

Die Weiterentwicklung neuer wirksamer Impfstoffe muss weiter vorangetrieben werden. Hierbei zählen insbesondere die Entwicklung von Impfstoffen gegen **HIV/AIDS, Malaria** und **Tuberkulose** zu den wichtigsten Herausforderungen auf dem Gebiet der Forschung zur Impfstoffentwicklung. Daneben sind Impfstoffe u. a.

gegen **Noroviren** und ggf. weitere impfpräventable Erkrankungen zu entwickeln. Die pharmazeutische Industrie muss durch internationale staatliche Unterstützung motiviert werden.

### 3.4.7 Präventions- und Kontrollstrategien in Entwicklungsländern

Während die Entwicklung von Präventions- und Kontrollstrategien gegen Infektionskrankheiten in den entwickelten Ländern kontinuierlich mit hohem Aufwand durchgeführt wird, gibt es bei der Forschung zu Prävention und Kontrolle insbesondere **tropischer Erkrankungen** in Ländern der Dritten Welt, vor allem in Afrika, erheblichen Nachholbedarf. Es müssen auch innerhalb der Industriestaaten die Rahmenbedingungen zu Untersuchungen über Prävalenz, Inzidenz, Übertragung, Diagnostik und Therapie von Tropenerkrankungen geschaffen werden. **Dabei sind die geographischen und infrastrukturellen und kulturellen Voraussetzungen der jeweils betroffenen Länder mit zu berücksichtigen.** Es reicht nicht auch, nur das erregerspezifische Vorkommen zu untersuchen.

### 3.4.8 Chronische Erkrankungen

Die Forschung auf dem Gebiet der Bedeutung von Infektionen für **→ die Entwicklung chronischer und bösartiger Erkrankungen** muss deutlich forciert werden. Folgende Forschungsschwerpunkte sind hier von besonderer Bedeutung:

- Forschungsbedarf mit Bezug zu chronischen Erkrankungen besteht für:
- Mechanismus, wie Mikroorganismen chronische Erkrankungen triggern
  - Nachweisverfahren für die ursächliche Bedeutung von Infektionskrankheiten für chronische Erkrankungen
  - Nachweisverfahren für Krankheitserreger bei chronischen Erkrankungen
  - u.a.

- Untersuchungen über die Art und Weise wie Mikroorganismen chronische Erkrankungen triggern können (direkte Karzinogenese, indirekte Karzinogenese, Inhibierung der Zellteilung, Induktion von Wirtsprotein-Strukturveränderung, Immunsuppression, direkte Beeinflussung der Zellaktivitäten oder Lebensfähigkeit);
- Nachweis der ursächlichen Bedeutung von Infektionskrankheiten für chronische Erkrankungen;
- Nachweisverfahren für Krankheitserreger bei chronischen Erkrankungen; sowie
- epidemiologische Studien, Transmissionstudien, T-Modelle, Definition der Bedeutung genetischer Marker, Charakteristika von Mikroorganismen, die chronische Erkrankungen triggern können (Triggerung von Apoptose, Triggerung von Immunität, Entzündung, Transformation von Wirtszellen etc.).

### 3.4.9 Antibiotikaresistenzen

Es besteht weiter dringender Forschungsbedarf bezüglich der **Assoziation zwischen der Verschreibungspraxis für Antibiotika und der Entwicklung von Antibiotikaresistenzen auf individueller und Populationsbasis.** Zusätzlich sollten die Auswirkungen politischer Maßnahmen zur Einschränkung des Antibiotikaverbrauchs auf die Entwicklung von Antibiotikaresistenzen untersucht werden. Auch die Anwendung von Antibiotika in der Tierhaltung bleibt weiterhin eine eminent wichtige Forschungsthematik.

Für die Entwicklung alternativer Medikamente müssen Zielvorstellungen definiert werden. Hierfür sind Genom-Untersuchungen hilfreich. Neue Technologien zur Isolierung und Charakterisierung von Naturprodukten in Kombination mit bindungschemischen Methoden könnten zur Produktion neuer potenziell antimikrobieller Agenzien führen. **Die Zunahme vancomycinresistenter *Staphylococcus-aureus*-Stämme und multi-resistenter gramnegativer Bakterien sind Alarmzeichen**, die die Wissenschaft stimulieren sollten, die Entwicklung neuer Targets und neuer Medikamentenklassen voranzutreiben. Der pharmazeutischen Industrie müssen neue Incentives gegeben werden, um auf diesem Gebiet mit der notwendigen Effizienz forschen zu können.

#### **3.4.10 Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten in komplexen Krisensituationen**

Im Zusammenhang mit komplexen Krisensituationen besteht folgender Forschungsbedarf:

- Entwicklung rascher im Feld nutzbarer Diagnostika
- Anwendung von Artemisin-Derivaten für Malaria, insbesondere bei Schwangerschaft und Entwicklung neuer Anti-Malaria Mittel für die intermittierende präventive Behandlung
- Neue Kurzzeittherapien für akute Infektionen des unteren Atemtraktes, für die Behandlung von Tuberkulose und Typhus
- Hitzestabile Pentavalente Vakzine, Rotavirus-Impfstoff für Kinder
- Versorgung mit Zink über eine orale Rehydrationslösung
- Surveillancemethoden für komplexe Krisensituationen
- Geo-medizinische Informationssysteme für die Charakterisierung von Infektionskrankungen in komplexen Krisensituationen.

#### **3.4.11 Infrastruktur**

Die essentiellen Voraussetzungen für eine funktionierende Infrastruktur sowie deren Bedeutung hinsichtlich der Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten müssen auf der Grundlage sorgfältiger Untersuchungen definiert werden. Dazu gehören Elemente wie der öffentliche Gesundheitsdienst, die Laborkapazitäten und die Kommunikationsstrukturen.

#### **3.4.12 Ökonomische Auswirkungen**

Die ökonomischen Auswirkungen von Infektionskrankheiten unter Berücksichtigung der akuten, chronischen und sozialen Aspekte müssen in gesundheitsökonomischen Studien sowohl für die entwickelten als auch für die Entwicklungsländer und für Krisensituationen analysiert werden. Die daraus resultierenden Schlussfolgerungen über die Kosten-Nutzen-Relationen müssen dann auch für die politische Entscheidungsfindung verfügbar sein.

### 3.5 Kommunikation, Aus-, Fort- und Weiterbildung

Die Kommunikation bei der **Fort- und Weiterbildung der Allgemeinbevölkerung** sowie in der **spezifischen Fortbildung** spielt eine entscheidende Rolle für die Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten.

Es gibt heute eine Vielzahl von Möglichkeiten in Deutschland und in Europa, wichtige Informationen flächendeckend weiterzugeben. Primär werden das Internet sowie – teilweise parallel dazu – Printmedien genutzt. Beispiele sind das *Epidemiologische Bulletin*, das vom Robert Koch-Institut herausgegeben wird, und das europäische infektionsepidemiologische Bulletin *Eurosurveillance* des European Centers for Disease Control.

Die mittlerweile verfügbare standardisierte Evaluation von Ausbildungsinhalten sowohl in Hygiene als auch in Mikrobiologie und Infektiologie, die durch die Themengebiete der Krankenhaushygiene und Umwelthygiene, der Diagnostik und Therapie im mikrobiologischen Bereich und Therapie im infektiologischen Bereich hohe Akzeptanz bei Studenten findet, ist eine notwendige Bereicherung für die spätere Berufsausübung.

Dies setzt jedoch voraus, dass die entsprechenden Inhalte strukturiert weitergegeben werden. Ein → **abgestimmter Ausbildungskatalog in Hygiene, Mikrobiologie und Infektiologie** ist daher von den Fachgesellschaften in Deutschland weiter zu entwickeln und mit dem medizinischen Fakultätentag entsprechend zu erarbeiten.

#### 3.5.1 Kommunikation mit der Allgemeinbevölkerung

Die Kommunikation mit der Bevölkerung wird in ihrer Bedeutung noch unterschätzt und die damit zu erreichenden **Präventions- und Kontrollpotentiale werden derzeit nicht ausgeschöpft**. In der Bevölkerung werden Infektionsrisiken durch fehlende aktive Auseinandersetzung mit der Tatsache, dass bedrohliche Infektionskrankheiten nicht nur in unterentwickelten Ländern vorkommen, in ihrer Relevanz nicht erkannt. Die Risiken durch Antibiotikaresistenzen sind in der breiten Bevölkerung ebenfalls noch nicht in ausreichendem Maße wahrgenommen worden. Risiken durch andere umweltbedingte Faktoren werden in der Risikoperzeption der Bevölkerung im Vergleich zu Infektionsrisiken häufig noch überschätzt. Die Vermittlung der Bedeutung von Infektionskrankheiten muss mit der Aufklärung über die von jedem Einzelnen durchzuführenden Basishygienemaßnahmen und Impfungen einhergehen. Hierbei kommt – wie dies im Falle der Masernausbrüche gezeigt wurde – dem **Hausarzt** bei der Patienteninformation entscheidende Bedeutung zu.

Im Zusammenhang mit der → **Pandemieprävention** können Basishygienemaßnahmen nur dann einen entsprechenden Beitrag leisten, wenn sie in ihrer Bedeutung rechtzeitig der breiten Bevölkerung vermittelt werden. Daher ist eine deutliche Verbesserung der Kommunikation der Bedeutung von Infektionen und geeigneter Präventions- und Kontrollmaßnahmen dringend erforderlich.

→

Von den Fachgesellschaften in Deutschland ist ein **abgestimmter Ausbildungskatalog in Hygiene, Mikrobiologie und Infektiologie** weiter zu entwickeln und mit dem medizinischen Fakultätentag zu erarbeiten.

→

Im Zusammenhang mit der **Pandemieprävention** können Basishygienemaßnahmen nur dann einen entsprechenden Beitrag leisten, wenn sie in ihrer Bedeutung rechtzeitig und nachhaltig der Allgemeinbevölkerung vermittelt werden.

### 3.5.2 Ausbildung der Ärzte und Fachärzte

Ohne eine entsprechende Qualifikation der Ärzte auf dem Gebiet der Hygiene und Mikrobiologie ist eine wirksame Prävention und Kontrolle von Infektionen nicht denkbar. In der Vergangenheit wurde u. a. aufgrund der verhältnismäßig niedrigen Relevanz von Infektionskrankheiten in Deutschland diesem Bereich im Studium bzw. in der Approbationsordnung kein ausreichender Stellenwert zugeordnet. Kennzeichnend hierfür ist, dass in der neuen Approbationsordnung die Fächer Hygiene einerseits und Mikrobiologie, Virologie andererseits zusammengelegt wurden, und nicht mehr als einzelne Fachdisziplinen vorhanden sind. Sowohl die Infektionsprävention, die durch die Hygiene vermittelt wird, als auch die Infektionsdiagnostik und Therapie, die durch Mikrobiologie und Virologie vermittelt werden, werden folglich bereits im Studium vernachlässigt.

Durch den Abbau von Hygienelehrstühlen erfolgt die Vermittlung von infektionspräventiven Maßnahmen nicht mehr in dem dringend notwendigen Maße. Krankenhaushygieniker sind zwar an vielen Universitätskliniken vorhanden, sie sind jedoch nicht mehr in der Lehre integriert.

Von daher ergibt sich nachdrücklich die Forderung:

- Hygiene
- Mikrobiologie und Virologie
- Infektiologie

als eigenständige Bereiche im → **Medizinstudium** zu berücksichtigen und diese Fächer getrennt als prüfungsrelevante Fächer vorzusehen.

Unverzichtbar ist der Erhalt eigenständiger Hygienelehrstühle und eigenständiger Lehrstühle für Mikrobiologie und Virologie sowie die verbesserte Ausstattung mit eigenständigen Lehrstühlen für Infektiologie.

Besonders dramatisch ist der kontinuierliche Abbau eigenständiger Hygiene- Lehrstühle. Dies wird auch in einer Presseerklärung des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2002 eindrücklich beklagt, die im Wortlaut wiedergegeben wird:

→ **Hygiene und Umweltmedizin – vom Aussterben bedroht?**

**Forschungs- und Ausbildungskapazitäten für Hygiene und Umweltmedizin gehen in Deutschland zurück**

**Das Umweltbundesamt (UBA) betrachtet mit Sorge, dass die Forschungs- und Ausbildungskapazitäten für Hygiene und Umweltmedizin an den deutschen Universitäten stetig zurückgehen. Von den 20 Instituten, in denen bis vor zehn Jahren hauptamtlich Fragen der Hygiene und Umweltmedizin erforscht und Fachleute ausgebildet wurden, sind heute noch 12 übrig geblieben. An so traditionsreichen Universitäten wie Tübingen, Frankfurt, Jena und Kiel ist der Erhalt der Institute für Hygiene, Umweltmedizin und Öffentliche Gesundheit nicht mehr gesichert. In Bayern, Sachsen und im Saarland gibt es mittlerweile keine eigenständigen Institute mehr für diese Themenbereiche. Universitäten unterstützen das**

→

**Hygiene, Mikrobiologie und Virologie sowie Infektiologie müssen ihre Eigenständigkeit als Fachdisziplin in der Medizin auch während des Studiums behalten, um eine adäquate Ausbildung der Ärzte in der Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten sicherzustellen.**

UBA bei seiner Arbeit in vielerlei Weise. Viele der am UBA angesiedelten Beratungs- und Entscheidungsgremien sind auf die oft ehrenamtliche Mitarbeit von Fachleuten aus den Universitäten angewiesen, auch wenn es darum geht, deutsche Positionen auf internationaler Ebene zu vertreten. Das UBA kann den Forschungsbedarf auf dem Gebiet der Umwelthygiene nur zu einem geringen Teil selbst decken. Es investiert daher in die Forschung: Im Umweltforschungsplan werden jährlich Forschungsprojekte in Millionenhöhe an externe Einrichtungen, besonders an Universitäten, vergeben. Durch einen weiteren Abbau der vorhandenen Einrichtungen wird nicht nur die Arbeit des UBA behindert, sondern auch der Stellenwert des deutschen Beitrags in der Umwelt- und Gesundheitsforschung international in Frage gestellt. Arbeits- und Ausbildungsplätze im Bereich der Umwelthygiene gehen nicht etwa zurück, weil es kaum noch Probleme gibt. Im Gegenteil, im Vollzug, in der Lehre und in der Forschung gibt es sogar zahlreiche neue Herausforderungen: Lärm, elektromagnetische Strahlung und neue Chemikalien. Wir haben es mit einer erneuten Ausbreitung von Krankheitserregern im Rahmen der Globalisierung und veränderter Umweltbedingungen zu tun. Es ist außerdem unbedingt erforderlich, die Umwelt- und Gesundheitsschutz-Regelungen infolge der europäischen Einigung anzugleichen. Wer soll die Zusammenhänge zwischen Erregerausbreitung und Umweltbedingungen aufklären, wer den Widerstand der veränderten und neu auftretenden Krankheits-erreger gegen Desinfektionsverfahren erforschen? Wer die Gesundheitsgefahren, die von Wasser-, Boden- und Luftverschmutzung ausgehen, rechtzeitig erkennen und beseitigen helfen? Noch wichtiger: Wo sollen die Fachleute ausgebildet werden, die sich morgen in den Gremien der EU und in den öffentlichen von Diensten Bund, Ländern und Gemeinden für gesunde Umweltbedingungen einsetzen? Ende des neunzehnten Jahrhunderts haben unter anderem Max von Pettenkofer und Robert Koch in Deutschland die Grundlagen für die Hygiene als Wissenschaft gelegt. Viele Menschen verdanken Gesundheit und Leben ihrem Wirken und dem ihrer Nachfolger. Hohe Hygienestandards sind aber nicht selbstverständlich, sondern bedürfen einer ständigen Anstrengung in der Forschung und in der Praxis des öffentlichen Dienstes. Nur mit einer ausreichenden Anzahl von gut ausgestatteten Forschungs- und Ausbildungsstätten wird dies auch in Zukunft möglich bleiben.

Berlin, den 20.02.2002

Nur wenn Hygiene und Umweltmedizin gepaart mit Öffentlicher Gesundheit als eigenständige Disziplin an deutschen Universitäten wieder etabliert wird, kann zukünftigen Ärzten bereits während des Medizinstudiums das notwendige Problembewusstsein und die notwendigen Inhalte für ihren späteren Arztberuf vermittelt und dem allgemeinen Gesundheitswesen die notwendigen Impulse zur Prävention von Infektionen gegeben werden.

→  
Der medizinische Fakultätentag ist aufgerufen, sich mit der Infrastruktur von Hygiene und Mikrobiologie an deutschen Universitäten auseinander zu setzen und hier zu einer Verbesserung beizutragen.

Daher sollte die → **Approbationsordnung** geändert werden. Zusätzlich ist der medizinische Fakultätentag aufgerufen, sich mit der Infrastruktur von Hygiene und Mikrobiologie an deutschen Universitäten auseinander zu setzen und hier zu einer Verbesserung beizutragen.

Erheblicher Nachholbedarf auf dem Gebiet der Hygiene und der öffentlichen Gesundheit besteht auch auf europäischer und auf internationaler Ebene. Die feh-

lende Vermittlung von Präventionsstrategien ist eine der Ursachen für fehlende wirksame Maßnahmen zur Kontrolle wichtiger Infektionskrankheiten. So existierte lange Zeit in England das Fach Hygiene überhaupt nicht. Im Medizinstudium konzentrierte man sich hauptsächlich auf die Diagnostik und Therapie von Infektionskrankheiten.

Neben der Vermittlung von Inhalten der Infektionsprävention und Kontrolle während des Medizinstudiums muss die **Weiterbildung**

- für Fachärzte für Hygiene und Umweltmedizin
  - für Fachärzte für Mikrobiologie und Infektionsepidemiologie
  - für Ärzte des Öffentlichen Gesundheitswesens
- von den Weiterbildungsinhalten und Strukturen deutlich verbessert werden.

Die Fortbildungsinhalte für die einzelnen Facharztbezeichnungen sind in den Weiterbildungsanforderungen der Bundesärztekammer niedergeschrieben. Es müssen jedoch Anreize dafür geschaffen werden, entsprechende Positionen für Fachärzte zu gewährleisten.

Um eine angemessene Ausstattung mit Ärzten für Hygiene und Umweltmedizin zu sichern, muss in den Krankenhaushygieneverordnungen der Länder für alle Kliniken verbindlich die Beratung durch einen Krankenhaushygieniker gefordert werden. Zusätzlich müssen auch die Voraussetzungen für eine verbindliche Beratung z. B. von Wasserversorgern durch einen Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin eingeführt werden. Hierdurch wird sukzessive eine verbesserte Stellensituation erreicht werden können.

Neben den Kriterien der **Facharztausbildung** muss die **Ausbildung von Fachleuten für die Durchführung von Surveillance und dem Seuchenmanagement** dringend optimiert werden. Diese Strukturen sind noch nicht in ausreichendem Maße vorhanden, um den notwendigen Bedarf an Fachleuten in diesem Bereich decken zu können.

Auch an Gesundheitsämtern und dem öffentlichen Gesundheitswesen müssen verbindlich entsprechende Stellen geschaffen werden. Der weitere Stellenabbau in Bereichen des öffentlichen Gesundheitswesens für derartige Fachärzte und Fachleute muss beendet werden.

## 3.6.1 Gesundheitsförderung

## 3.6.2 Gesundheitsschutz

## 3.6.3 Krankenhaushygiene

## 3.6.4 Städtehygiene

## 3.6.5 Infrastruktur wissenschaftlicher Institute und wissenschaftlicher Netzwerke

## 3.6.6 Öffentlicher Gesundheitsdienst

## 3.6.7 Verantwortung für Länder der Dritten Welt

## 3.6 Implementierung

Unter Implementierung wird die **Umsetzung von festgelegten Strukturen- und (Arbeits-)Abläufen** in einem System unter Berücksichtigung von Rahmenbedingungen, Regeln und Zielvorgaben gesehen.

In der Denkschrift zur Bedrohung durch Infektionskrankheiten aus dem Jahre 1996 wurde die fehlende exakte Epidemiologie bzw. Surveillance von Infektionskrankheiten als gravierender Mangel angesehen. Dieser Mangel ist mittlerweile – wie bereits mehrfach betont – durch das neue Infektionsschutzgesetz, durch die Erweiterung des Spektrums meldepflichtiger Erkrankungen und Infektionserreger und der verbindlichen Einführung von Surveillance zur Erfassung von Krankenhausinfektionen und deren Bewertung weitestgehend behoben.

Verbesserungsbedürftig sind jedoch

- die Gesundheitsförderung,
- der Gesundheitsschutz,
- Organisationsstrukturen in den einzelnen Bundesländern,
- die Festlegung von Prioritäten.

### 3.6.1 Gesundheitsförderung

Unter Gesundheitsförderung in diesem Zusammenhang werden **alle Maßnahmen verstanden, die den Einzelnen befähigen**, aufgrund der Einsicht in die Bedeutung, z. B. von Infektionskrankheiten **die richtigen Maßnahmen für sich und für andere zur Prävention und Kontrolle von Infektionskrankheiten zu ergreifen**.

Infektionskrankheiten werden hierzulande im öffentlichen Bewusstsein nicht mehr wie früher aufgrund eigener Erfahrungen im Familienkreis mit dem dramatischen Auftreten schwer verlaufender Infektionskrankheiten als tief greifend empfunden. Darüber hinaus ist durch die Diskussion um die Hygiene-Hypothese die Motivation zur Einhaltung von Hygienebasistauschmaßnahmen gesunken.

Die Analyse der meldepflichtigen Infektionskrankheiten zeigt aber, dass die Mehrzahl der Gastrointestinal-Erkrankungen und auch ein Teil der übrigen, z. T. schwer verlaufenden Infektionen durch **→ einfache Hygienemaßnahmen im Haushalt, im Kindergarten, in der Schule und am Arbeitsplatz** verhindert werden könnten. Informationen über die Bedeutung von Infektionskrankheiten und die Effektivität einfacher gezielter Hygienemaßnahmen wie Händewaschen, Reinigung, Desinfektion, oder auch Verhaltensmaßnahmen zur Vermeidung von Geschlechtskrankheiten, wie z. B. das Tragen von Kondomen, müssen in den entsprechenden Altersgruppen adäquat und kontinuierlich vermittelt werden.

Durch die zunehmende Versorgung von pflegebedürftigen und infektionsgefährdeten Personen im häuslichen Umfeld, u. a. durch die immer raschere Entlassung von Patienten aus dem Krankenhaus ins häusliche Umfeld sowie aufgrund der demogra-

→

Durch eine altersgerechte kontinuierliche Aufklärung über einfache gezielte Hygienemaßnahmen kann ein Großteil von Infektionen im Haushalt, im Kindergarten, in der Schule und am Arbeitsplatz vermieden werden.

phischen Entwicklung, steigt die Notwendigkeit der hygienisch richtigen Versorgung dieser Patienten.

Der Kenntnisstand über Infektionsreservoirs, Mensch, Tier, Lebensmittel, Wasser, Luft und die wichtigsten präventiven Maßnahmen in der Bevölkerung sollte sowohl in den entwickelten Ländern als auch insbesondere in den unterentwickelten Ländern daher gefördert werden.

In diesem Zusammenhang ist beispielhaft u. a. auf die Homepage des **International Scientific Forum of Home Hygiene** hinzuweisen ([www.ifh-homehygiene.org](http://www.ifh-homehygiene.org)).

Trotz der heutigen Verfügbarkeit eines breiten Spektrums von gut verträglichen wirksamen Impfstoffen gegen eine Vielzahl von Infektionskrankheiten und herausragender systematischer Empfehlungen seitens der ständigen Impfkommision sowie weltweit der Weltgesundheitsorganisation bestehen auch in einem hoch entwickelten Land wie der Bundesrepublik Deutschland weiterhin Impflücken, die es notwendig machen, über die Hausärzte verstärkt die Bevölkerung zu erreichen und zur Durchführung von Impfungen zu motivieren. Aus diesem Grunde haben Maßnahmen zur Entwicklung nationaler Strategien zur Routineimpfung und zur Verbesserung der Datenlage zur Durchimpfung sowie eine umfassende zielgerichtete Kommunikationsstrategie und Medienarbeit zur Erhöhung der öffentlichen Wahrnehmung gegenüber den Vorteilen der Impfungen und Risiken der Nicht-Impfungen und die regelmäßige Fortbildung des medizinischen Personals zu Impfungen erhebliche Bedeutung. Daneben müssen weiterhin die Maßnahmen zur Identifizierung und zum Erreichen von Ungeimpften durch zusätzliche Angebote u. a. bei Anmeldung in Kindergärten, Schulen, Arztbesuchen etc. deutlich verbessert werden.

Entsprechende → **Programme zur Gesundheitsförderung** sind zukünftig deutlich zu verstärken.

→

**Programme zur Gesundheitsförderung müssen zukünftig deutlich verstärkt werden.**

### 3.6.2 Gesundheitsschutz

Maßnahmen zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes sind solche, die in einem **Gemeinwesen** – unabhängig vom Verhalten des Einzelnen – aufgewendet werden, um **gesundheitlich einwandfrei Verhältnisse sicher zu stellen**, wie beispielhaft die Wasser-, Boden-, Luft- und Lebensmittelhygiene, Krankenhaus- und Praxishygiene, Wohnhygiene, Hygiene in öffentlichen Einrichtungen sowie die Infrastruktur des Gesundheitswesens.

Auf dem Gebiet der Wasserhygiene sind mit der Identifizierung bislang unbekannter neu auftretender Infektionserreger, die durch Trinkwasser übertragen werden und die durch die klassischen Indikatorsysteme bei der hygienischen Wasserüberwachung nicht erfasst werden, neue Anforderungen aufgetreten. Neue Präventionsstrategien wurden seitens der WHO entwickelt, die jedoch noch nicht in Deutschland umgesetzt sind, wie z. B. das Water-Safety-Programm, welches alle Maßnahmen umfasst von dem Einzugsgebiet bis zur Hausinstallation und der Wasserentnahmestelle.

→

In Deutschland sind die Wasserversorgungsstrukturen teilweise überholt und entsprechen nicht mehr dem heutigen Sicherheitsstandard.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Einführung der zentralen Wasserversorgung mittlerweile mehr als 100 Jahre zurückliegt und von daher → **z. T. überholte Wasserversorgungsstrukturen in Deutschland** vorhanden sind, die nicht mehr dem heutigen Sicherheitsstandard entsprechen.

Durch die Privatisierung der Überwachung und Vergabe an Überwachungsaufgaben an die Wasserversorger selber sind nachteilige Interessenkonflikte zutage getreten, die mit den Prinzipien des Gesundheitsschutzes nicht vereinbar sind.

Es ist daher notwendig

- das Konzept des Water-Safety-Programms der Weltgesundheitsorganisation in Deutschland verbindlich einzuführen;
- die Überwachung auf Krankheitserreger dem heutigen Kenntnisstand anzupassen und nicht nur auf das klassische Indikator-System mit Koloniezahl, *E. coli* und Coliformen-Bestimmung zu beschränken;
- dem Rohwasser bei der Evaluierung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit einen wesentlich höheren Stellenwert zuzuweisen;
- die Überwachung und die Begrenzung von bestellten Stellen durch unabhängige wissenschaftliche Institute neu zu regeln mit dem Ziel, wenige, aber dafür kompetente hygienisch-medizinische Institutionen mit Spezialkenntnissen, u. a. auch für ein potentiell Ausbruchmanagement verfügbar zu haben;
- die Überwachungsfrequenz, insbesondere von kleineren und mittleren Wasserversorgungsunternehmen, mindestens auf eine regelmäßige Überwachung in monatlichem Abstand, nach regelmäßiger hygienisch-medizinischer Begutachtung der Wasserversorgungsstrukturen anzuheben;
- wasserbedingte Ausbrüche gesondert zu erfassen und zu analysieren und regelmäßig zu veröffentlichen wie dies insbesondere in den angelsächsischen Ländern geschieht;
- weltweit die Anstrengungen der Weltgesundheitsorganisation im Rahmen der Wasserdekade seitens Deutschlands deutlich zu verstärken.
- die Kenntnisse über die grundsätzlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserversorgung konsequent anzupassen;
- in den Entwicklungsländern einfache im Land selber umsetzbare Aufbereitungstechnologien zu fördern und ebenso einfache Überwachungsstrategien zur Information über die Wasserqualität umzusetzen.

### 3.6.3 Krankenhaushygiene

Der Stand der Krankenhaushygiene in Deutschland kann als sehr hoch eingestuft werden. Dies ist zurückzuführen auf die Implementierung von klaren Empfehlungen und den Vorgaben für eine personelle Infrastruktur zur Prävention und Kontrolle von Krankenhausinfektionen, wie dem Hygienefachpersonal bestehend aus Krankenhaushygieniker, hygienebeauftragtem Arzt und Hygienefachkräften.

Das Fehlen von → **Krankenhaushygiene-Verordnungen** in 12 Bundesländern ist jedoch nicht akzeptabel.

- In allen Bundesländern sollten Krankenhaushygiene-Verordnungen erlassen werden, die sich an den Grundkriterien und Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention orientieren.
- In allen Bundesländern muss die Beratung durch einen Krankenhaushygieniker, die Bestellung von hygienebeauftragten Ärzten in jeder Klinik und von Hygiene-fachpflegekräften verbindlich eingeführt werden.
- Die Ausbildung in der Krankenhaushygiene muss im Bereich des Medizinstudiums einen deutlich erhöhten Stellenwert erhalten und sollte im Rahmen der Hygiene als Teil der Qualitätssicherung überprüft werden. Die erfolgreiche Teilnahme an Hygiene-Seminaren und Praktika sollte auch aus Gründen der Qualitätssicherung Voraussetzung werden, um Medizinstudenten in der Patientenversorgung einzusetzen.
- Die Fortbildung von Ärzten in Pflgeberufen auf dem Gebiet der Hygiene, insbesondere bezüglich der Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention, sollte breit gefördert werden.
- In Altenheimen sollte mindestens einer der betreuenden Ärzte den Kurs für einen hygienebeauftragten Arzt absolviert haben, um auch in diesen Bereichen die notwendige Kompetenz sicher zu stellen und eine koordinierende Funktion einnehmen zu können.
- Einschränkungen auf dem Gebiet der Reinigung und Desinfektion – wie dies in den letzten Jahren häufiger zu sehen ist – sollten vor dem Hintergrund der Zunahme antibiotikaresistenter Mikroorganismen, die auch über das Umfeld des Patienten übertragen werden können, nur nach strenger Prüfung durch einen Krankenhaushygieniker erfolgen.
- Eine kontroverse Diskussion über Sinn und Unsinn von Hygienemaßnahmen unter Hygienikern sollte zukünftig der Vergangenheit angehören, da hierdurch mit erheblichen Nachteilen und der Konsequenz der weiteren Ausbreitung von antibiotikaresistenten Mikroorganismen zu rechnen ist.

→

**Es ist nicht akzeptabel, dass in 12 Bundesländern noch keine Krankenhaushygiene-Verordnungen erlassen wurden.**

Die Situation der Krankenhaushygiene und Praxishygiene in den unterschiedlichen europäischen Ländern und insbesondere in Entwicklungsländern ist z. T. dramatisch schlecht. Es besteht erheblicher Bedarf, die in Deutschland gesammelten Erfahrungen in Europa bzw. auch weltweit ohne Bevormundung weiter zu geben, da es sich gezeigt hat, dass es bei unzureichender Krankenhaushygiene zur Selektion von antibiotikaresistenten Mikroorganismen kommt, die sich sukzessive weltweit ausbreiten können (*Erster epidemiologischer Bericht des ECDC 2007, s.a. Kapitel 2.1.2*).

### 3.6.4 Städtehygiene

Deutschland verfügt über einen sehr **hohen Standard in der Städtehygiene** (Versorgung mit hygienisch einwandfreiem Wasser, Abwasserentsorgung, sanitäre Infrastrukturen, öffentliche Einrichtungen.) Die Investitionen zu Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts auf diesem Gebiet haben sich gelohnt, da hierdurch zahlreiche früher bedrohliche Infektionskrankheiten sicher unter Kontrolle gebracht

wurden bzw. heute in den entwickelten Ländern nicht mehr existent sind. Diese Infrastrukturen fehlen jedoch bis heute in vielen unterentwickelten Ländern der Erde. Eine Milliarde Menschen haben keinen Zugang zu hygienisch einwandfreiem Wasser, 3 Milliarden Menschen leben unter fragwürdigen sanitären Verhältnissen. Das enge Zusammenleben von Mensch und Tier führt zu einem intensiven Austausch von Zoonosen und der Selektion neuer Krankheitserreger mit pandemischem Potential wie die regelmäßigen pandemischen Seuchenzüge durch Influenza-Viren zeigen.

→

**Deutschland und andere entwickelte Länder tragen eine hohe Verantwortung, weltweit in eine verbesserte Administration und verbindliche Vorgaben für die Städtehygiene zu investieren.**

Weltweit muss in eine → **verbesserte Administration** und verbindliche Vorgaben für die Städtehygiene investiert werden. Die entwickelten Länder wie auch Deutschland tragen hierbei eine erhebliche Verantwortung. Neben der Vermeidung von Infektionskrankheiten in den unterentwickelten Ländern würden hierdurch auch die entwickelten Länder vor Einschleppung von Infektionen geschützt werden.

### 3.6.5 Infrastruktur wissenschaftlicher Institute und wissenschaftlicher Netzwerke

Der vielfach beklagte Abbau von Hygieneinstituten an den Universitäten muss vor dem Hintergrund der Bedeutung von Hygienemaßnahmen und des Bedarfes an Ärzten für Hygiene und Umweltmedizin gestoppt werden. **Das Fach Hygiene sollte hierzu in der Approbationsordnung eigenständig verankert werden.** Es muss in der Lehre einen eigenständigen Stellenwert erhalten.

Der Bedarf an Forschung, Lehre und Gesundheitsversorgung in der öffentlichen Hygiene und in der Krankenhaus- und Praxishygiene ist erheblich. Wegen der gesundheitspolitischen Bedeutung dieses Faches muss die Gesundheitspolitik ein verstärktes Interesse an einer weiteren Ausbildung von Ärzten für Hygiene und Umweltmedizin haben, um diese sowohl im öffentlichen Gesundheitswesen wie auch in den Ministerien einsetzen zu können. Gleiches gilt auch für die Institute für Mikrobiologie, Virologie und Parasitologie.

Die Anforderungen an die moderne Diagnostik und die Beratung von Klinikern und niedergelassenen Ärzten hinsichtlich Diagnostik und Therapie sind gestiegen. Zudem ergibt sich die Notwendigkeit, im Zusammenhang mit der Surveillance und auch dem Ausbruchmanagement eine rasche Diagnostik und Kommunikation der Untersuchungsergebnisse zu erhalten.

→

**Der Erhalt eines Netzwerks von Hygiene-Instituten und von Instituten für Mikrobiologie und Virologie an deutschen Universitäten ist unabdingbar für ein funktionierendes Gesundheitssystem.**

Vor diesem Hintergrund ist es notwendig, dass ein → **Netzwerk sowohl von Hygiene-Instituten als auch von Instituten für Mikrobiologie und Virologie in Deutschland an den Universitäten** existiert, die sich gegenseitig auf den Gebieten der Infektionsprävention und Kontrolle sinnvoll ergänzen und auf der anderen Seite dem öffentlichen Gesundheitswesen und für die Gesundheitsversorgung zur Verfügung stehen.

### 3.6.6 Öffentlicher Gesundheitsdienst

Dem öffentlichen Gesundheitsdienst kommt eine erhebliche Bedeutung für die **Koordination von Maßnahmen zur Infektionsprävention, Erkennung und Kontrolle** zu. Der öffentliche Gesundheitsdienst hat vom Gesetzgeber hierzu erhebliche Befugnisse erhalten, die bei sachkompetenter Ausführung nachhaltige Konsequenzen zur Infektionsprävention und Kontrolle haben. Der öffentliche Gesundheitsdienst ist auf klare Richtlinien, Vorgaben und eine adäquate und gut ausgebildete Personalstruktur angewiesen. Die primäre Aufgabe des öffentlichen Gesundheitsdienstes ist nicht, eigenständige Forschung durchzuführen, sondern primär die vorhandenen Leitlinien, Verordnungen und Richtlinien konsequent und umsichtig in ihrem Verantwortungsbereich umzusetzen. Dies schließt in keinem Fall aus, dass in verstärktem Maße auch der öffentliche Gesundheitsdienst in Kooperation mit wissenschaftlichen Institutionen wissenschaftliche Untersuchungen durchführt. Herausragende Beispiele hierfür sind die Erfolge des Gesundheitsamtes der Stadt Frankfurt, wo auf dem Gebiet der Krankenhaus- und Praxishygiene nach Fortbildung und Vorbereitung der Häuser und Praxen systematische Begehungen durchgeführt werden, die hinsichtlich ihres Erfolges wissenschaftlich evaluiert werden. Hierdurch konnte der Stand der Hygiene, Infektionsprävention und Kontrolle deutlich verbessert werden.

Entscheidend ist jedoch, dass es nicht zu einem weiteren → **Personalabbau im öffentlichen Gesundheitsdienst** kommt. Zusätzlich sollten in Gesundheitsämtern verstärkt Stellen für Fachärzte für Hygiene und Umweltmedizin, Mikrobiologie und Infektionsepidemiologie sowie für Infektiologie eingerichtet werden. Weiterhin sollten Gesundheitsämter vorübergehend für ärztliche Mitarbeiter in der Weiterbildung eine Weiterbildung an den Hygiene-Instituten bzw. Instituten für medizinische Mikrobiologie finanzieren. Hierdurch kann der entsprechende Bedarf adäquat ausgebildeten Personals rasch und nachhaltig verbessert werden.

→

**Der Personalabbau im öffentlichen Gesundheitsdienst muss gestoppt und die Qualifikation und Weiterbildung der hier tätigen Ärzte ständig weiter gefördert werden.**

### 3.6.7 Verantwortung für Länder der Dritten Welt

Die Defizite auf dem Gebiet der Hygiene, Öffentlichen Gesundheit und der mikrobiologischen Diagnostik in Ländern der Dritten Welt sind dramatisch.

In der Entwicklungshilfe sollten Entwicklungshilfeprogramme verstärkt auf die Bedürfnisse der Länder der Dritten Welt zu einer Verbesserung von Hygiene, Ausbildung insbesondere Facharztausbildung gesetzt werden, um dort das fachliche Know-how unter Berücksichtigung der jeweils spezifischen Voraussetzungen der Länder der Dritten Welt zu verbessern. Hierzu sollten Fachärzten aus Ländern der Dritten Welt Stipendien in Deutschland gegeben werden, um die hiesigen Weiterbildungsinhalte zu erlernen und sie in ihren Ländern entsprechend umsetzen zu können. Die im Jahre 2006 getroffene Entscheidung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) die Afrika-Forschung im Rahmen der Lebenswissenschaften besonders zu fördern, ist ein ermutigendes Zeichen.

Im Mai 2007 fand eine internationale Konferenz „Towards Sustainable Global Health“ in Bonn gemeinsam mit den in Bonn situierten UN-Institutionen, der Inter-

national Labour Organisation und dem Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn statt. Hierbei wurde ein Grundsatzpapier, der „**Bonn Call for Action and Awareness on Promoting Sustainable Global Health**“, herausgegeben, in dem die Bedeutung der gegenseitigen Unterstützung durch Hygiene und Öffentliche Gesundheit vor dem Hintergrund der weltweiten dramatischen Situation betont wird ([www.hygiene-und-oeffentliche-gesundheit.de](http://www.hygiene-und-oeffentliche-gesundheit.de)).

Der Weltgesundheitsbericht 2007 geht in gleicher Weise auf die Bedeutung einer Stärkung der Reaktionsfähigkeit (*Resilience*) durch internationale Kooperation ein.

Die UN-Generalversammlung hat darüber hinaus im Jahre 2008 das „**International Year of Sanitation**“ ausgerufen mit dem allgemeinen Ziel, die Prozesse zur Verbesserung der Hygiene voran zu bringen, um Leben zu retten und die ökonomische sowie soziale Entwicklung zu beschleunigen.

Deutschland hat insbesondere mit Robert Koch eine herausragende Tradition bei der Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten durch Hygiene, Mikrobiologie, Gesundheitsschutz und Forschung im 19. Jahrhundert begründet. Gerade aus diesem Grund hat Deutschland auch die Verpflichtung zur Unterstützung der Weltgesundheitsorganisation auf diesem Gebiet.

## SCHLUSSWORT

Der emeritierte kanadische Professor für Epidemiologie und Community Medicine, Prof. Dr. John M. Last (University of Ottawa) hat im Rückblick auf sein Berufsleben festgestellt, dass zur Lösung jeglichen Problems der Öffentlichen Gesundheit die nachfolgende Sequenz erforderlich sei:

- Wahrnehmen, dass ein Problem besteht,
- Verstehen, was die Ursache des Problems ist,
- Befähigung, mit dem Problem umzugehen,
- Bewahrung von Werten, die bei der Lösung des Problems zu beachten sind,
- politischer Wille, das Problem lösen zu wollen.

Es ist zu hoffen, dass mit dieser Denkschrift im Sinne dieser Sequenz ein Beitrag geleistet wurde:

- deutlich zu machen, dass Infektionen weltweit, aber auch in Deutschland weiterhin eine Herausforderung von erheblicher Dimension darstellen,
- dass Hinweise für die Ursache der gegenwärtigen Infektionsproblematik gegeben wurden,
- dass Wege aufgezeigt wurden, wie mit diesem Problem umgegangen werden kann,
- dass hierzu auch ein Wertesystem in der Verantwortung für den öffentlichen Gesundheitsschutz notwendig ist und nicht nur auf ökonomische Aspekte geachtet werden darf,
- dass der politische Wille so beeinflusst wird, dass es endlich zu einer deutlichen Änderung kommt, um auch zukünftig in der Lage zu sein, angemessen in Deutschland auf die zukünftigen Herausforderungen alter und neuer Infektionskrankheiten reagieren zu können.

## LITERATUR

- Amato-Gauci A, Ammon A (Hrsg.):** The first European Communicable Disease Epidemiological Report. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control, 2007.
- American Medical Association,** the American Nurses Association-American Nurse Foundation, CDC, the Food and Drug Administration's Center for Food Safety and Nutrition, and the United States Department of Agriculture's Food Safety and Inspection Service: Diagnosis and management of foodborne illnesses. A Primer for Physicians and Other Health Care Professionals. MMWR 2004; 53:RR-4.
- American Society for Microbiology:** Microbial triggers of chronic human illness. Carbone KM, Luftig RB, Buckley MR (Eds.) ASM: Washington, 2005. (<http://www.asm.org>).
- Ammon A, Breunig J:** Lebensmittelbedingte Erkrankungen in Deutschland. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Heft 1. Berlin: Robert Koch-Institut (Hrsg.), 2002.
- Baker MG, Fiedler DP:** Global public health surveillance on new international health regulations. Emerging Infectious Diseases 2006; 12:1058-1065.
- Bartlett JG und Perl TM:** The New Clostridium difficile -- What Does It Mean? N Engl J Med 2005. 353(23): 2503-2505.
- Bauer T:** CAPNETZ: Das Kompetenznetzwerk der ambulant erworbenen Pneumonie in Deutschland. Pneumologie, 2006. 60: p. 111-113.
- Beck-Sague C, Jarvis WR, Martone WJ:** Outbreak Investigation. Infect Control Hosp. Epidemiol 1997. 18: 138-145.
- Beumer R, Bloomfield SF, Exner M, Fara GM, Scott E, Nath KJ:** Guidelines for prevention of infection and crossinfection in the domestic environment. International Scientific Forum on Home Hygiene, Milano 2002.
- Bloomfield SF, Nath KJ:** Home Hygiene in Developing Countries. Prevention of infection in the home and the peri-domestic setting. A training resource issued by International Scientific Forum on Home Hygiene (Ed.). <http://www.ifh-homehygiene.org>, 2006.
- Bonk T, Humeny A:** MALDI-TOF-MS analysis of protein and DNA. Neuroscientist 2001; 7(1): 6-12.
- Bonn Call for Action:** [www.hygiene-und-oeffentliche-gesundheit.de/Int\\_Conf\\_May\\_2007\\_Bonn\\_Call\\_for\\_Action.pdf](http://www.hygiene-und-oeffentliche-gesundheit.de/Int_Conf_May_2007_Bonn_Call_for_Action.pdf)
- Bravata DM, Sunderam V, McDonnell KM:** Evaluating detection and diagnostic Decision report systems for bioterrorism response. Emerging Infectious Diseases 2004; 10:100-108.
- Brozanski BS, Krohn MJ, Jordan JA:** Use of polymerase chain reaction as a diagnostic tool for neonatal sepsis can result in a decrease in use of antibiotics and total neonatal intensive care unit length of stay. J Perinatol 2006; 26(11): 688-92.
- Buchanan RL:** Identifying and controlling foodborne pathogens: Research needs. Emerging Infectious Diseases 1997; 3:517-521.
- Bundesinstitut für Risikobewertung:** Wildfleisch als Quelle für EHEC-Infektionen unterschätzt. Pressemitteilung des BfR vom 21.08.2007. Informationsdienst Wissenschaft e.V.
- Burke JP:** Infection Control – A problem for patient safety. New England Journal of Medicine 2003; 348:651-656.
- Bush L, Malecki J, Wiersma S et al.:** Update: Investigation of anthrax associated with intentional exposure and interim public health guidelines, October 2001. MMWR 2001; 50:889-892.
- Carroll NM, Choudhury S, Dunlop AA et al.:** Detection of and Discrimination between Gram-Positive and Gram-Negative Bacteria in Intraocular Samples by Using Nested PCR. J Clin Microbiol 2000; 38(5): 1753-1757.
- Centers for Disease Control,** National Immunization Program: Impact of Vaccines Universally Recommended for Children – United States 1900 – 1998. MMWR 1999; 48:243-247.
- Centers for Disease Control:** Achievements in Public Health 1900 – 1999, Control of Infectious Diseases. MMWR 1999; 48:621-628.
- Centers for Disease Control:** Ten Great Public Health Achievements – United States 1900 – 1999. MMWR 1999; 48:241-242.
- Centers for Disease Control (Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee in collaboration with SHEA, APIC, IDSA):** Guideline for handhygiene in health care settings. Atlanta: CDC, 2002.
- Chaberny IF, Sohr D, Rüdén H, Gastmeier P:** Development of a surveillance system for methicillin-resistant Staphylococcus aureus in German Hospitals. Infection Control and Hospital Epidemiology 2007; 28: 446-452
- Chamot E et al.:** Effectiveness of Combination Antimicrobial Therapy for Pseudomonas aeruginosa Bacteremia. Antimicrob. Agents Chemother 2003; 47(9): 2756-2764.
- Cleven BEE et al.:** Identification and Characterization of Bacterial Pathogens Causing Bloodstream Infections by DNA Microarray. J Clin Microbiol; 2006. 44(7): 2389-2397.
- Connolly MA, Gayer M, Ryan MJ et al.:** Communicable diseases in complex emergency: impact and challenges. Lancet 2004; 364:1974-1983.
- Connolly MA:** Communicable disease control in emergencies – a field manual. Geneva: World Health Organization, 2005.
- Corless CE et al.:** Simultaneous Detection of Neisseria meningitidis, Haemophilus influenzae, and Streptococcus pneumoniae in Suspected Cases of Meningitis and Septicemia Using Real-Time PCR. J Clin Microbiol 2001; 39(4): p. 1553-1558.
- Cotruvo JA, Dufour A, Rees B et al. (Hrsg.):** Waterborne Zoonoses: Identification, Causes and Control. Geneva: World Health Organization. <http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241562730.pdf>. Hardcover: London: IWA Publishing, 2004.

- de With K** et al.: Antibiotika-Anwendung in Deutschland im europäischen Vergleich. Deutsche Medizinische Wochenschrift 2004; 129:1987-1992.
- Engelhart S** et al.: Pseudomonas aeruginosa-Outbreak in haematology-onkology unit associated with contaminated surface cleaning equipment. Journal of Hospital Infection 2002; 52:93-98.
- Environmental Protection Agency**: Safer and healthier foods. MMWR 1999; 48:905-913.
- European Academies Science Advisory Council (EASAC)**: Infectious Diseases – Importance of co-ordinated activity in Europe. London: EASAC, The Royal Society, 2005.
- European Antimicrobial Resistance Surveillance System (EARSS)**. EARSS Annual Report. Grundmann H (Red). Bilthoven, 2004, 2005.
- European Centers for Disease Control**: Technical Report ECDC Scientific Advice: The public health risk from highly pathogenic avian influenza, viruses emerging in Europe with specific reference to type A/H5N1, 2006. [www.ecdc.eu.int-avian\\_influenza/index.php](http://www.ecdc.eu.int-avian_influenza/index.php).
- European Centers for Disease Control**: s. **Amato-Gauci A**, Ammon A (Hrsg.): The first European Communicable Disease Epidemiological Report. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control, 2007.
- European Community** (Hrsg.): Hospital in Europe link for infection control through surveillance. HELICS – Implementation Face II – Final Report commissioned by the EC. Lyon: März 2005.
- Exner M** et al.: 1974 – 2004: 30 Jahre Kommission für Krankenhaushygiene von der „alten“ zur „neuen“ Richtlinie. Bundesgesundheitsblatt 2004; 47:313-322.
- Exner M** et al.: Wasser als Infektionsquelle in medizinischen Einrichtungen, Prävention und Kontrolle. Bundesgesundheitsblatt 2007; 50:302-311.
- Expertengruppe Influenza-Pandemieplanung** am Robert Koch-Institut: Nationaler Influenza-Pandemieplan III. Berlin: Robert Koch-Institut (Hrsg.), Stand: März 2007.
- Fauci AS**, Touchette NA, Volkers GK: Emerging Infectious Diseases: A ten-year prospective from the national Institute of Allergy and infectious diseases. Emerging Infectious Diseases 2005; 11:519-525.
- Fauci AS**: Infectious Diseases: Consideration for the 21st Century – Clinical infectious diseases 2001; 32:675-685.
- Filius PMG** et al., Colonization and Resistance Dynamics of Gram-Negative Bacteria in Patients during and after Hospitalization. Antimicrob Agents Chemother 2005. 49(7): 2879-2886.
- Gastmeier P** et al: Postoperative Wundinfektionen nach stationären und ambulanten Operationen. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2004; 47:339-344.
- Gold HS**, Moellering RC: Antimicrobial-Drug Resistance. N Engl J Med 1996. 335(19): 1445-1453.
- Goossens H** et al.: Comparison of outpatient systemic and bacterial use 2004 in the United States and 27 European countries. Clinical infectious diseases 2007; 44:1091-1095.
- Gordon B**, Mackay R, Rehfuess E: Inheriting the world: The atlas of children's health and the environment. World Health Organization 2004.
- Grimm V** et al.: Use of DNA Microarrays for Rapid Genotyping of TEM Beta-Lactamases That Confer Resistance. J Clin Microbiol; 2004. 42(8): 3766-3774.
- Grundmann H**: EARSS (European Antimicrobial Resistance Surveillance System) Annual Report. Bilthoven, 2004, 2005.
- Haas W**, Brodhun B, Starker A: Tuberkulose. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 35. Berlin: Robert Koch-Institut (Hrsg.), 2006.
- Harbarth S**, Sax H, Gastmeier P: The preventable proportion of nosocomial infections: An overview of published reports. Journal of Hospital Infection 2003; 54:258-266.
- Hellenbrand W**: Neu und vermehrt auftretende Infektionskrankheiten, Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Heft 18. Berlin: Robert Koch-Institut (Hrsg.), 2003.
- Huntemann I**, Lorenz J: Ambulant erworbene Pneumonie (AEP) Community Acquired Pneumonia (CAP). Kompetenznetz ambulante erworbene Pneumonien (AEP). BMBF 2004: 29. [www.capnetz.de](http://www.capnetz.de).
- Ibrahim EH** et al.: The Influence of Inadequate Antimicrobial Treatment of Bloodstream Infections on Patient Outcomes in the ICU Setting. Chest 2000. 118(1): 146-155.
- International Scientific Forum on Home Hygiene (IFH)**: The effectiveness of hand hygiene procedures, including handwashing and alcohol-based hand sanitizers, in reducing the risks of infections in home and community settings. IFH expert report, 2007. [www.ifh-homehygiene.org/2003/handhygiene\\_review\\_090707.pdf](http://www.ifh-homehygiene.org/2003/handhygiene_review_090707.pdf).
- Jordan JA** und Durso MB: Real-Time Polymerase Chain Reaction for Detecting Bacterial DNA Directly from Blood of Neonates Being Evaluated for Sepsis. J Mol Diagn 2005; 7(5): p. 575-581.
- Kang CI** et al.: Bloodstream Infections Caused by Antibiotic-Resistant Gram-Negative Bacilli: Risk Factors for Mortality and Impact of Inappropriate Initial Antimicrobial Therapy on Outcome. Antimicrob Agents Chemother 2005; 49(2): 760-766.
- Kistemann T**, Claßen T, Exner M: Der erste Giardiasis-Ausbruch durch Trinkwasser in Deutschland. BBR 2003; 7:40-46.
- Klaschik S** et al., Detection and Differentiation of In Vitro-Spiked Bacteria by Real-Time PCR and Melting-Curve Analysis. J Clin Microbiol 2004; 42(2): 512-517.

- Kollef MH, Ward S:** The influence of mini-BAL cultures on patient outcomes: implications for the antibiotic management of ventilator-associated pneumonia. *Chest* 1998; 113: 412-420.
- Kollef MH:** Diagnosis of Ventilator-Associated Pneumonia. *N Engl J Med* 2006; 355(25): 2691-2693.
- Koplan JP, Holloway BR, Jackson RJ:** Biological and chemical terrorism: strategic plan for preparedness and response. *MMWR* 2000; 49:RR-4
- Lammerding AM, Baroli GM:** Quantitative risk assessment: An emerging tool for emerging foodborne pathogens. *Emerging Infectious Diseases* 1997; 3:483-487.
- Lay JJ:** MALDI-TOF mass spectrometry of bacteria. *Mass Spectrom Rev* 2001; 20(4): 172-94.
- Lederberg J, Shope RE, Oaks St C:** *Emerging Infections – Microbial Threats to Health in the United States.* Institute of Medicine, National Academies Press: Washington, 1992.
- Loo VG et al.:** A Predominantly Clonal Multi-Institutional Outbreak of *Clostridium difficile*-Associated Diarrhea with High Morbidity and Mortality. *N Engl J Med* 2005; 353(23): 2442-2449.
- Lück P, Helbig JH:** Sinnvolle Diagnostik von Legionella-Infektionen. *Mikrobiologie* 2006; 16:49-59.
- Mathers CD, Fat DM, Inoue M, Rao C, Lopez AD:** Counting the dead and what they died from: an assessment of the global status of cause of death data. *Bulletin of the World Health Organization* 2005; 83:171-177.
- Mbabazi P, Gayer M, Connolly M (Eds.):** *Communicable disease risk assessment and interventions – Middle East Crisis: Lebanon 2006.* WHO/CDS/NTD/DCE/2006.5. Geneva: World Health Organization 2006.
- McDonald LC et al:** An Epidemic, Toxin Gene-Variant Strain of *Clostridium difficile*. *N Engl J Med* 2005; 353(23): 2433-2441.
- Medema G et al.:** Quantitative microbial risk assessment in the water safety plan. Final Report of the MicroRisk project, Brüssel, 2006. EVK1-CT-2002-00123.
- Mohr O'Hara C, Weinstein MP, Miller JM:** Manual and Automated Systems for Detection and Identification of Microorganisms In: *Manual of Clinical Microbiology.* Murray P, Baron EJ, Jorgensen J, Pfaller M, Tenover FC, Tenover FC (Eds.) Washington, D.C.: ASM Press. 2003. 185-207.
- Morris JG, Potter M:** Emergence of new pathogens as a function of changes in host susceptibility. *Emerging Infectious Diseases* 1997; 3:435-441.
- Nath KJ, Bloomfield S, Jones M:** Household water storage, handling and point-of-use treatment. A review commissioned by International Scientific Forum on Home Hygiene. <http://www.ifh-homehygiene.org>, 2006.
- National Audit Office:** Improving patient care by reducing the risk of hospital acquired infection: A progress report. London: 2004.
- Nightingale F:** *Introductory Notes on Lying-in Institutions.* London: Longmans, Green & Co. 1871.
- Nolte FS:** Molecular Detection and Identification of Microorganisms In: *Manual of Clinical Microbiology, Laboratory Management.* In: *Manual of Clinical Microbiology.* Murray P, Baron EJ, Jorgensen J, Pfaller M, Tenover FC, Tenover FC (Eds.) Washington, D.C.: ASM Press, 2003. 234-256.
- Nuebel U, Strohmeier B, Werner G, Witte W:** Schnelle Diagnostik bakterieller Infektionserreger – Ergebnisse einer Fachtagung am Robert Koch-Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit. *Epidemiologisches Bulletin* 2006; 6:47-51.
- O'Connor SM, Taylor CE, Hughes JM:** Emerging infectious determinants of chronic diseases. *Emerging Infectious Diseases* 2006; 12:1150-1750.
- Obritsch MD et al.:** National Surveillance of Antimicrobial Resistance in *Pseudomonas aeruginosa* Isolates Obtained from Intensive Care Unit Patients from 1993 to 2002. *Antimicrob. Agents Chemother* 2004. 48(12): 4606-4610.
- Olive DM, Bean P:** Principles and applications of methods for DNA-based typing of microbial organisms. *J Clin Microbiol* 1999; 37: 1661-9.
- Oolhouse MEJ, Gowtage-Sequeria S:** Host range and emerging and reemerging pathogens. *Emerging Infectious Diseases* 2005; 11:1842-1847.
- Paule SM, Thomson RB, Kaul KL, Peterson LR:** Real-time PCR can rapidly detect methicillin-susceptible and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* directly from positive blood culture bottles. *Am J Clin Pathol* 2005; 124(3): 404-7.
- Peters CJ, Rodier G:** *Infection control for viral haemorrhagic fevers in the African health care setting.* Geneva: World Health Organization, 1998.
- Peterson LR, Noskin GA:** New Technology for Detecting Multidrug-Resistant Pathogens in the Clinical Microbiology Laboratory. *Emerg Infect Dis* 2001; 7(2).
- Pick P, Brüggemann J, Grote C, Grünhagen E, Lampert T:** *Schwerpunktbericht zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes – Pflege.* Berlin: Robert Koch-Institut (Hrsg.), 2004.
- Pusch W, Kostrzewa M:** Application of MALDI-TOF mass spectrometry in screening and diagnostic research. *Curr Pharm Des* 2005; 11(20): 2577-91.
- Reischl U, Lehn N, Wolf H:** "Bakteriengenom-Nachweis PCR/NAT": Auswertung des aktuellen Ringversuchs von INSTAND e.V. zur externen Qualitätskontrolle molekularbiologischer Nachweisverfahren in der bakteriologischen Diagnostik. *Mikrobiologie* 2005; 15:143-153.
- Reiter S, Rasch G:** *Schutzimpfungen – Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 1.* Robert Koch-Institut, 2004.
- Relman DA:** Shedding Light on Microbial Detection. *N Engl J Med* 2003; 349(22): 2162-2163.

- Robert Koch-Institut** (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention): Anforderungen der Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2001; 44:1115–1126.
- Robert Koch-Institut** (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention): Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention. München, Jena: Elsevier Urban & Fischer, 2004. (Aktualisierungen im Internet: [http://www.rki.de/cdn\\_006/nn\\_226786/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/](http://www.rki.de/cdn_006/nn_226786/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/)).
- Robert Koch-Institut**: Zu einer Häufung von Norovirus-Erkrankungen als Folge verunreinigten Trinkwassers. Epidemiologisches Bulletin 2004; 36:301-302.
- Robert Koch-Institut** (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention): Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2004; 47:51–61.
- Robert Koch-Institut**: Zum Welttuberkulosestag: Tuberkulosebekämpfung Hand in Hand: Patienten – Ärzte – Pflegende – Laboratorien – Öffentlicher Gesundheitsdienst. Epidemiologisches Bulletin 2005; 11:89-95
- Robert Koch-Institut** (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention): Infektionsprävention in Heimen – Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut. Just HM et al. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2005; 48:1061-1080.
- Robert Koch-Institut** (Hrsg.): Nationaler Influenza-Pandemieplan II – Analysen und Konzepte für Deutschland. Bericht der Expertengruppe: Influenza-Pandemieplan am Robert Koch-Institut, Berlin, 2005.
- Robert Koch-Institut**: Ausgewählte Zoonosen im Jahr 2005: Durch Lebensmittel übertragbare bakterielle gastrointestinale Infektionen. Epidemiologisches Bulletin 2006; 41:352-359.
- Robert Koch-Institut**: HIV/Aids-Ratgeber Infektionskrankheiten – Merkblätter für Ärzte. Epidemiologisches Bulletin 2006; 4:29-37.
- Robert Koch-Institut** (Hrsg.): Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2006. Eckmanns T (Red.). Berlin: Robert Koch-Institut, 2007.
- Robert Koch-Institut**: *Campylobacter-jejuni*-Infektionen treten 2007 vermehrt auf. Analyse der Situation durch RKI und BfR. Epidemiologisches Bulletin 2007; (36):331-334.
- Rolle-Kampczyk** UE et al.: Well water-one source of helicobacter pylori-colonization. International Journal of Hygiene and Environmental Health 2004; 207:363-368.
- Rudolf-Schülke-Stiftung** (Hrsg.): Denkschrift zur Bedrohung durch Infektionskrankheiten. Notwendigkeit einer Neubewertung und einer neuen Präventionsstrategie in Deutschland. mhp-Verlag: Wiesbaden, 1996.
- Rüden** H, Gastmeier P, Daschner FD, Schumacher M: Nosocomial and community-acquired infections in Germany. Summary of the results of the first National Prevalence Study (NIDEP). Infection 1997; (25):199-202.
- Scarsi** KK et al.: Impact of Inactive Empiric Antimicrobial Therapy on Inpatient Mortality and Length of Stay. Antimicrob Agents Chemother 2006. 50(10): 3355-3360.
- Schweickert** B, Lefmann M, Gobel UB: Let them fly or light them up: matrix-assisted laser desorption/ionization time of flight (MALDI-TOF) mass spectrometry and fluorescence in situ hybridization (FISH). APMIS, 2004. 112((11-12)): 856-85.
- Sewell** DL: Laboratory Management. In: Manual of Clinical Microbiology. Murray P, Baron EJ, Jorgensen J, Pfaller M, Tenover FC, Tenover FC (Eds.) Washington, D.C.: ASM Press, 2003, 5-21.
- Shang** S, Chen G, Wu Y et al: Rapid diagnosis of bacterial sepsis with PCR amplification and microarray hybridization in 16S rRNA gene. Pediatr Res; 2005. 58(1): 143-8.
- Soll** DR, Lockhart S, Pujol C: Laboratory Procedures for the Epidemiological Analysis of Microorganisms, . In: Manual of Clinical Microbiology. Murray P, Baron EJ, Jorgensen J, Pfaller M, Tenover FC, Tenover FC (Eds.) Washington, D.C.: ASM Press, 2003. 139- 161.
- Ständige Impfkommission am Robert Koch-Institut**: Begründung der STIKO-Empfehlung zur Impfung gegen Pneumokokken und Meningokokken vom Juli 2006. Epidemiologisches Bulletin 2006; 31:255-260.
- Ständige Impfkommission am Robert Koch-Institut**: Impfung gegen humane Papilloma-Viren (HPV) für Mädchen von 12 – 17 Jahren – Empfehlung und Begründung. Epidemiologisches Bulletin 2007; 12:97-103.
- Statistisches Bundesamt**: Gesundheitswesen – Todesursachen in Deutschland. Destatis Fachserie 12/Reihe 4. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 2005.
- Stout** JE und Yu VL: Legionellosis. N Engl J Med; 1997; 337(10): 682-687.
- Strausbaugh** LJ: Emerging health care associated infections in the geriatric population. Emerging Infectious Diseases 2001; 7:2068-2071.
- Suerbaum** S und Michetti P: Helicobacter pylori Infection. N Engl J Med 2002; 347(15): 1175-1186.
- Tauxe** RV, Khabbaz RF, Cameron DN, Feinman L: International Conference on Emerging Infectious Diseases. Emerging Infectious Diseases 2004; C:2037-2038.
- Tenover** FC, Arbeit RD, Goering RV: How to select and interpret molecular stain typing methods for epidemiological studies of bacterial strain typing. Infect Control Hosp Epidemiol 1997; 18: 426-39.
- Trautmann** M, Christiansen B, Häfner H et al: Krankenhaushygienische Untersuchungen II. MIQ 23: Krankenhaushygienische Untersuchungen, Teil II. In: Qualitätsstandards in der mikrobiologisch-infektiologischen Diagnostik (MIQ). Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie: Mauch H, Podbielski A, Herrmann M (Hrsg.). Vol. 23. 2005, Stuttgart: Fischer Verlag.

- Trautmann M et al.:** Pseudomonas aeruginosa: New insights into transmission pathways between hospital water and patients. *Filtration* 2004 1 suppl.: 63-70.
- United Nations:** Water for life-decade 2005 – 2015. <http://www.unescap.org/esd/water/wwd/2005/documents/WaterForLife.pdf>
- US Congressional Office of Technology Assessment (OTA):** US Office of Technology Assessment Report. Cited in: Jonathan B. Tucker. Putting Teeth in the Biological Weapons Ban. *Technology Review* 100 (9), 1998.
- Valles J et al.:** Community-Acquired Bloodstream Infection in Critically Ill Adult Patients: Impact of Shock and Inappropriate Antibiotic Therapy on Survival. *Chest* 2003. 123(5): 1615-1624.
- Wellinghausen N, Straube E, Freidank H et al:** Low Prevalence of Chlamydia pneumonia in Community-Acquired Pneumonia. 2006.
- Wheeler AP, Bernard GR:** Treating Patients with Severe Sepsis. *N Engl J Med* 1999. 340(3): 207-214.
- Wichelhaus T, Schäfer V, Brade V:** Typisierungsverfahren in der Infektionsepidemiologie. *ChemotherapieJournal* 2000. 9(2): 93-98.
- Witte W, Curry C:** Neuere Methoden der Diagnostik von Methicillin-resistenten Staphylococcus aureus. *Mikrobiologie* 2005; 15:221-226.
- World Health Organization Europe:** Towards Health Security – A discussion paper in recent health crisis in the WHO-European region. Document E90175.pdf.
- World Health Organization:** Health in the context of sustainable development background document. Geneva: World Health Organization, 2002.
- World Health Organization:** World Health Statistics 2005. Geneva: World Health Organization 2005.
- World Health Organization:** Global Malaria program – Indoor residual spraying. WHO-Position Statement. Geneva: World Health Organization, 2006.
- World Health Organization:** Guidelines for the treatment of Malaria. Geneva: World Health Organization, 2006.
- World Health Organization:** Malaria vector control and personal protection. WHO Technical Report Series 936. Geneva: World Health Organization, 2006.
- World Health Organization:** The world health report: Working together for health. Geneva: World Health Organization, 2006.
- World Health Organization:** We are getting into a great era of hope. Geneva: World Health Organization, 2006. [http://whylibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_JVB\\_06.02.pdf](http://whylibdoc.who.int/hq/2006/WHO_JVB_06.02.pdf)
- World Health Organization:** Guidelines for Drinking Water Quality. 3rd edition. Geneva: World Health Organization, 2006.
- World Health Organization:** Global Tuberculosis Control: Surveillance, Planning, Financing. WHO Report 2007. WHO/HTM/TB. 2007.376. Geneva: World Health Organization, 2007.
- World Health Organization:** In-Kraft-Treten der Internationalen Gesundheitsvorschriften. Mitteilung des WHO-Medienzentrums vom 18.6.2007. Geneva: World Health Organization, 2007.
- Zilinska RA:** Iraq's biological weapons: the past as future? *JAMA* 1997; 278:418-424.
- Zwi AB, Grove NJ, Kelly P et al.:** Child health in armed conflict: time to rethink. *The Lancet* 2006; 367:1886-1888.



