



Hochschule Neubrandenburg

University of Applied Sciences

Fachbereich Gesundheit, Pflege, Management

Studiengang Gesundheitswissenschaften

# **Prävention von MRE-Infektionen eine ethische und ökonomische Analyse**

Bachelorarbeit

zur

Erlangung des akademischen Grades

„Bachelor of Science“

Vorgelegt von: Carsten Jenning

Betreuer: Dr. Michael Wessels

Tag der Einreichung: 20. Juni 2011

URN: urn:nbn:de:gbv:519-thesis2011-0427-0

# INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis.....	IV
1. Einleitung.....	2
1.1. Beschreibung des Problems.....	2
1.2. Der internationale Weltgesundheitstag 2011.....	4
1.3. Das Ziel dieser Arbeit.....	5
2. Antibiotika.....	6
2.1. Die Entdeckung des „Wundermittels“.....	6
2.2. Antibiotika in den Entwicklungsländern.....	11
2.3. Die Entwicklung von Resistenzen.....	12
2.3.1. Natürliche Selektion durch Antibiotika.....	12
2.3.2. Ursachen der Ausbreitung resistenter Erreger.....	14
2.3.2.1. Humanmedizin.....	14
2.3.2.2. Veterinärmedizin und Massentierhaltung.....	15
2.3.2.3. Versorgungssektoren.....	16
3. Status Quo - Analyse.....	16
3.1. Problemkeime bei nosokomialen Infektionen.....	16
3.1.1. Methicillin-resistenter Staphylokokkus aureus (MRSA).....	17
3.1.2. Vancomycin-resistenter Enterokokkus (VRE).....	19
3.1.3. Extended-Spectrum $\beta$ -Lactamase (ESBL).....	20
3.1.4. Clostridium difficile-assoziierte Diarrhoe (CDAD).....	21
3.2. Rahmenbedingungen.....	23
3.2.1. Gesetze und Verordnungen.....	23
3.2.1.1. Fünftes Buch Sozialgesetzbuch (SGB V).....	23
3.2.1.2. Infektionsschutzgesetz (IfSG).....	23
3.2.1.3. Krankenhaushygieneverordnung.....	24
3.2.1.4. Landeskrankenhausgesetz.....	24

3.2.2. Richtlinien und Empfehlungen.....	24
3.2.3. Aktuelle Bemühungen in Deutschland.....	25
3.3. Andere Länder - Beispiel Niederlande.....	26
4. Kosten-Nutzen-Analyse.....	30
4.1. Kostenarten.....	30
4.1.1. Direkte Kosten.....	30
4.1.2. Indirekte Kosten.....	30
4.1.3. Intangible Kosten.....	31
4.2. Die Vier-Säulen-Strategie.....	31
4.2.1. Etablierung eines Aufnahmescreenings.....	32
4.2.2. Umsetzung bestehender Hygienestandards.....	33
4.2.2.1. Händehygiene.....	33
4.2.2.2. Umgang mit Wunden.....	34
4.2.2.3. Mitarbeiterschulungen und Gespräche.....	34
5. Abschließende Bewertung.....	35
Literaturverzeichnis.....	36
Rechtsquellenverzeichnis.....	45

## *ABBILDUNGSVERZEICHNIS*

Abbildung 1: Antibiotikaeinführung und Resistenzbeobachtung.....	3
Abbildung 2: Einteilung der Chemotherapeutika.....	8
Abbildung 3: Werbung für Penicillin (USA 1944).....	10
Abbildung 4: MRSA-Prävalenz in Europa (2009).....	18
Abbildung 5: Clostridium difficile-assoziierte Diarrhoen (2000-2006).....	22
Abbildung 6: Krankenhausfälle je 1000 Einwohner (2007).....	28
Abbildung 7: Kosten für ein Aufnahmescreening.....	33

**„No action today, no cure tomorrow“**

*World Health Organization (2011)*

# 1. Einleitung

## 1.1. Beschreibung des Problems

Als vor ungefähr einem dreiviertel Jahrhundert das Penicillin entdeckt wurde, vermutete wahrscheinlich kaum jemand, dass auch solch einfache Lebewesen, wie die Bakterien, dazu fähig sein könnten, gegen die Antibiotika einen Schutz zu entwickeln. Heute weiß man, dass diese kleinen einzelligen Organismen zu allem Erdenklichen in der Lage sind, und es wäre wohl auch nicht falsch zu sagen, sie seien das beste Beispiel für die Kraft dessen, was wir als Leben bezeichnen. Sie waren mit die Allerersten auf unserem Planeten, und egal vor welche Bedingungen sie Mutter Natur stellte, sie passten sich an.

Heute ist genau dieses Wunder der Evolution der Grund dafür, dass Wissenschaftler immer neue Antibiotika entwickeln müssen. Die resistenten und multiresistenten Erreger<sup>1</sup>, gegen die nur noch wenige Antibiotika wirken, sind im Laufe der letzten Jahrzehnte immer häufiger in Laboren nachgewiesen worden. Sie stellen heute für viele Behandlungen im Krankenhaus ein ernsthaftes Risiko dar, denn gelangen sie in Wunden oder Körperöffnungen, können sie vor allem bei immungeschwächten und älteren Patienten zu einer Infektionen mit schwerem Krankheitsverlauf führen. Die Resistenz solcher Bakterien wird dabei zumeist erst dann bemerkt, wenn nach den ersten Entzündungszeichen und der Gabe von Antibiotika keine Besserung eintritt.

Es sind Nachrichten, wie die von NDM-1<sup>2</sup> oder EHEC<sup>3</sup>, die auch die Menschen, die sich ansonsten nicht über Bakterien den Kopf zerbrechen, daran erinnern, dass wir nur in einer scheinbar sicheren Welt leben. Vielleicht haben wir uns zu sehr darauf verlassen, dass die Wissenschaft immer neue Mittel finden wird, um uns vor krankmachenden Keimen zu schützen. Doch bis heute gibt es auf dem Gebiet der Infektionsbekämpfung neben den Antibiotika keine einzige Alternative. Zwar werden nach und nach neue Antibiotika entwickelt, aber dies geschieht momentan zu langsam. Es ist ein Wettlauf mit den Bakterien, und amerikanische Wissenschaftler verwenden für die Beschreibung dieses Dilemmas gerne das Bild einer Pipeline.<sup>4</sup> Denn während

---

1 *multiresistente Erreger (MRE)*

2 *New Delhi Metallo- $\beta$ -Lactamase (NDM-1)*

3 *enterohämorrhagische Escherichia coli (EHEC)*

4 Vgl. Boucher, Helen W. et al. (2009); Gilbert, David N. et al. (2010), S. 1081 ff.

man auf der einen Seite neue Präparate für die Therapie entwickelt, fallen auf der anderen Seite die heraus, die schon länger im Einsatz waren und aufgrund von Resistenzen keine ausreichende Wirkung mehr zeigen. Die Wissenschaftler wissen, dass es auch bei neuen Medikamenten nur eine Frage der Zeit ist, bis diese am anderen Ende der Pipeline angelangen. Sie warnen, dass sich im Moment nicht ausreichend neue Präparate in der Entwicklung befinden, um den durch Resistenzen entstehenden Verlust von Therapiemöglichkeiten auf Dauer kompensieren zu können. Ihre Forderung an die Pharmaindustrie ist daher „10 neue Antibiotika bis zum Jahr 2020“.<sup>5</sup> Die nachfolgende Abbildung zeigt, innerhalb welcher kürzester Zeit sich zuletzt Antibiotikaresistenzen herausbildeten. Zudem macht sie deutlich, wie wenig neue Antibiotika in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts entwickelt wurden.

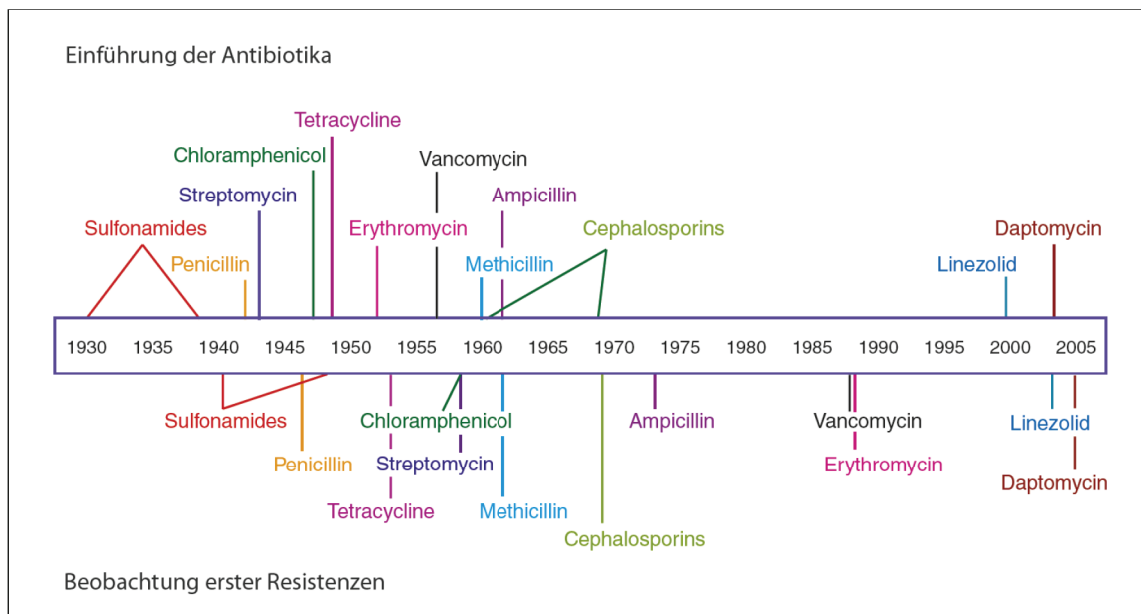


Abbildung 1: Antibiotikaeinführung und Resistenzbeobachtung<sup>6</sup>

Dafür, dass die Pharmaindustrie den Bereich der Antibiotikaforschung zuletzt so stiefmütterlich behandelt hat, gibt es verschiedene Gründe. Der vor allem entscheidende ist wahrscheinlich, dass die Antibiotika nicht zu den sogenannten „großen Verdienern“ gehören, da sie in der Regel nur für ein paar Tage oder Wochen zur Behandlung von Krankheiten eingesetzt werden.<sup>7</sup>

5 Vgl. Gilbert, David N. et al. (2010), S. 1081 ff.; Holzgrabe, Ulrike (2004), S. 142.

6 Quelle: Clatworthy, Anne E.; Pierson, Emily; Hung, Deborah T. (2007), S. 542.

7 Vgl. Holzgrabe, Ulrike (2004), S. 142.

## 1.2. Der internationale Weltgesundheitstag 2011

In Gedenken an die Gründung der Weltgesundheitsorganisation<sup>8</sup> wird seit dem Jahr 1950, am 7. April der internationale Weltgesundheitstag gefeiert. Dabei ist es ein großes Anliegen der WHO diesen in jedem Jahr mit einem Thema oder sogar Aufruf zu verbinden. Aktuelle Anliegen und Sorgen der Organisation spiegeln sich hier wieder. Ein Aufruf gilt dabei vor allem auch immer den führenden Industrienationen, denn sie verfügen über die notwendigen Mittel, um gemeinsam mit der WHO weltweit für eine Verbesserung der Lebensbedingungen aller Menschen zu sorgen.<sup>9</sup> Das Thema des internationalen Weltgesundheitstages 2011 war mit „Combat Drug Resistance - No action today, no cure tomorrow“ nun nicht nur ein Aufruf, sondern gleichzeitig auch eine Warnung. Denn viele Menschen haben heute bereits vergessen, dass das Leben noch vor knapp 80 Jahren, ohne Antibiotika, ganz anders aussah. Dementsprechend war der Umgang mit dieser wertvollen Medizin in der Vergangenheit nicht immer von Vorsicht geprägt. Leichtsinnig und viel zu schnell griff man zu den Antibiotika. Dabei warnte bereits Sir Alexander Fleming, der Entdecker des Penicillins, im Jahre 1945 vor den Gefahren eines falschen Umgangs mit ihnen.

*„But I would like to sound one note of warning. Penicillin is to all intents and purposes non-poisonous so there is no need to worry about giving an overdose and poisoning the patient. There may be a danger, though, in underdosage. It is not difficult to make microbes resistant to penicillin in the laboratory by exposing them to concentrations not sufficient to kill them, and the same thing has occasionally happened in the body.“<sup>10</sup>*

Doch nicht überall kann von einem leichtsinnigen Umgang mit Antibiotika die Rede sein. Einige Länder sind bereits vor Jahren von einer großzügigen Verschreibungspraxis abgerückt, da sie die dringende Notwendigkeit eines ausschließlich indikationsorientierten und gezielten Einsatzes von Antibiotika erkannten. Aber auch in Entwicklungsländern kann den Menschen selbst kein Leichtsinns vorgeworfen werden. Hier sind es viel mehr die Armut und die schlechte medizinische Versorgungslage, die

---

8 World Health Organization (WHO) - Inkrafttreten der Verfassung am 7. April 1948

9 Vgl. WHO (2011a), S. 168-169; WHO (2011b).

10 Fleming, Sir Alexander (1945), S. 92 f.



dazu führen, dass sich Resistenzen entwickeln können.<sup>11</sup> Jedoch unabhängig von den eigentlichen Ursachen ist das von Fleming befürchtete Szenario heute bereits eingetreten, und die Medizin sieht sich tagtäglich neuen resistenten Bakterienstämmen gegenüber. Es ist nun daran die richtigen Strategien auszuwählen um dieser Entwicklung möglichst schnell global und regional etwas entgegenzusetzen. Ansonsten könnte die Menschheit mit den Antibiotika ihre einzige und zugleich letzte Karte im Kampf gegen viele Infektionskrankheiten verspielen.

*„The message on this World Health Day is loud and clear. The world is on the brink of losing these miracle cures“<sup>12</sup>*

*Dr. Margaret Chan  
Generaldirektorin der WHO*

### *1.3. Das Ziel dieser Arbeit*

Ziel dieser Arbeit ist es, deutlich zu machen, dass es nicht nur ethisch unsere Pflicht ist, sondern es auch ökonomisch gesehen langfristig sinnvoll wäre, präventiv mehr gegen die Ausbreitung der Resistenzen zu unternehmen. Krankenhäuser in Deutschland hätten viele Möglichkeiten, um den hohen Prävalenzzahlen bei MRSA & Co. zu begegnen, schrecken aber oftmals vor den Kosten, die durch zusätzliche Maßnahmen entstehen könnten, zurück. Dass diese Ängste unbegründet sind und ein Handeln langfristig sowieso notwendig sein wird, soll diese Arbeit zeigen. Von der Entwicklung der ersten Antibiotika, über die Gründe der Resistenzentstehung, hin zu den Erregern, die unser aller Gesundheit momentan am meisten bedrohen, beschreibt diese Arbeit die für die spätere Betrachtung notwendigen Grundlagen. Der Analyse der Rahmenbedingungen und aktuellen Bemühungen in Deutschland folgt dann am Ende die Zuhilfenahme der Studien, um damit die Argumente, die für eine Ausweitung und Verbesserung der Präventionsmaßnahmen sprechen, weiter zu untermauern.

---

11 WHO (2001), S. 23, 29.

12 WHO (2011c), S. 1.

## 2. Antibiotika

### 2.1. Die Entdeckung des „Wundermittels“

Im Vergleich zu heute war zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Angst vor Infektionskrankheiten noch überall in Europa allgegenwärtig. Menschen, die ansonsten gesund waren, starben an Lungenentzündung, Tuberkulose, Meningitis, Syphilis oder einer Sepsis. Es fehlten wirksame Medikamente. Jedoch gab es bereits zum Ende des 19. Jahrhunderts neue und herausragende Erkenntnisse im Bereich der Medizin, die schon bald für die Behandlung dieser bis dato oft unheilbaren Krankheiten entscheidend und wichtig sein sollten.

Die Entdeckung von Bakterien mit Hilfe eines Mikroskops gelang als erstes dem Holländer Antoni van Leeuwenhoek im Jahre 1677. Er konnte trotz seiner einfachen Apparatur bereits die drei wesentlichen Bakterienformen Kokken, Stäbchen und Spirillen ausmachen und beschreiben.<sup>13</sup> Viele Wissenschaftler folgten seinem Forscher-drang und versuchten zu klären, woher die Bakterien kommen, und welche Bedeutung sie für die Natur und die Entstehung von Krankheiten haben. Die Mikrobiologie und Bakteriologie entwickelten sich zu einem eigenen Wissenschaftszweig der Medizin. Etwa zwei Jahrhunderte nach van Leeuwenhoek konnte der Arzt Robert Koch den Milzbranderreger (1876) und den Erreger der Tuberkulose (1882) erfolgreich nachweisen.<sup>14</sup> Dennoch starben in den darauffolgenden Jahren weiterhin Menschen an der Tuberkulose und anderen Infektionskrankheiten. Man hatte noch keine Mittel, um die Erreger zu bekämpfen.

Der Chemiker und Arzt Paul Ehrlich erkannte zu dieser Zeit, dass Zellen und Gewebe eine bestimmte und differenzierbare Affinität zu basischen, neutralen und sauren Farbstoffen besitzen. Zum einen ließen sich dadurch die einzelnen Blutbestandteile für die Erforschung der Krankheiten besser miteinander vergleichen, zum anderen führte es Ehrlich zu einer neuen Erkenntnis. Denn Bakterien sind Einzeller, und auch sie nehmen von außen Stoffe aus der Umwelt auf. Er erkannte, dass es eine Möglichkeit zur Therapie wäre, würde er einen Stoff finden, den nur die Bakterien aufnehmen. Wäre dieser Stoff ein Zellgift, so könnte er präzise und ohne einen Schaden für den Menschen die krankmachenden Erreger bekämpfen. Nach einigen Jahren der

---

13 Vgl. Povacz, Fritz (2007), S. 43-45.

14 Vgl. Povacz, Fritz (2007), S. 60 f.

Forschung fand er im Jahr 1909 mit dem Salvarsan ein Mittel gegen die Syphilis, dessen Erreger erst 1905 von zwei Deutschen entdeckt worden war. Es war das erste wirksame Chemotherapeutikum, und es half bereits 1910 vielen tausenden Menschen.<sup>15</sup> Es kam jedoch aufgrund des hohen Arsengehalts auch zu Nebenwirkungen, und so wurde weiter an einer Verbesserung des Wirkstoffes geforscht. Das kurz darauf erscheinende Neosalvarsan enthielt weniger Arsen und war „bis zur Entdeckung des Penicillins das wichtigste Mittel gegen Syphilis“.<sup>16</sup>

Der später auf dem Gebiet der Bakteriologie forschende Pathologe Gerhard Domagk wurde durch seine Erlebnisse als Sanitätssoldat im 1. Weltkrieg auf die Hilflosigkeit der damaligen Mediziner aufmerksam. Kriegsverletzte starben häufig an Infektionen, wie Gasbrand oder Tetanus, deren Erreger im Erdboden vorkommen, und Domagk konnte als Sanitäter, ebenso wie die Ärzte, den Verwundeten oftmals nicht helfen.<sup>17</sup> Nach dem Krieg studierte er Medizin und wandte sich im Anschluss daran der Erforschung der Infektionskrankheiten zu, denn auch sein Wunsch war es, ein Mittel zu finden, welches den Menschen im Kampf gegen diese Erkrankungen helfen kann - und er fand es. Im Jahr 1932 wurde er in einer, in ihrem therapeutischen Spektrum, sehr breit wirksamen Sulfonamidverbindung fündig. Diese rettete in der Folge nicht nur das Leben vieler ihm unbekannter Menschen, sie rettete auch das Leben seiner eigenen Tochter. Das Medikament mit dem Namen Prontosil erhielt auf der Weltausstellung des Jahres 1937 in Paris den Grand Prix, und die Arbeit Domagks wurde 1939 mit dem Nobelpreis für Medizin gewürdigt.<sup>18</sup>

Diese ersten, für die Behandlung von Infektionen nutzbaren Wirkstoffe waren rein synthetischen Ursprungs und zählten daher, im eigentlichen Sinne, nicht zu den Antibiotika. Denn die Definition dieser war ursprünglich wie folgt:

*„Im engeren Sinne Bezeichnung für bestimmte Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen oder Bakterien, im weiteren Sinne auch für deren semi-synthetische Derivate mit bakteriostatischer oder bakterizider Wirkung.“<sup>19</sup>*

---

15 Vgl. Povacz, Fritz (2007), S. 85 f.

16 Povacz, Fritz (2007), S. 86.

17 Vgl. Rodloff, Arne C. (2005), S. 339-348; Povacz, Fritz (2007), S. 86, 88.

18 Vgl. Gottschalk, Gerhard (2009), S. 142 f; Povacz, Fritz (2007), S. 87.

19 Hildebrandt, Helmut et al. (1998), S. 83.

Wie die nachfolgende Abbildung veranschaulichen soll, gehören jedoch sowohl die vollsynthetischen, als auch die natürlichen und teilsynthetischen Wirkstoffe zur selben Gruppe von Medikamenten, den sogenannten antibakteriellen Chemotherapeutika. Mit dem Begriff Antibiotika ist daher heute in der Regel die gesamte Gruppe, der gegen Bakterien wirksamen Medikamente, gemeint.<sup>20</sup> Die Unterscheidung nach ihrer Herkunft ändert nichts an ihrem Gegner, zumal auch das Problem der Resistenzen hier keine Grenze zieht.

Der Krankenhausapotheker und Autor Egid Strehl definiert den Begriff Antibiotika somit auch auf eine andere Weise, als es die Autoren eines Lexikons taten.

*„Antibiotika im engeren Sinn sind Stoffwechselprodukte von Bakterien, Pilzen und (seltener) höheren Pflanzen. Sie werden entweder unverändert oder chemisch abgewandelt (teilsynthetisch) eingesetzt. Durch chemische Abwandlung natürlicher Antibiotika wird die antibakterielle Wirksamkeit meist deutlich gesteigert. Im weiteren Sinn gehören auch rein synthetisch hergestellte Präparate, wie z.B. Sulfonamide und Chinolone zu dieser Substanzklasse.“<sup>21</sup>*

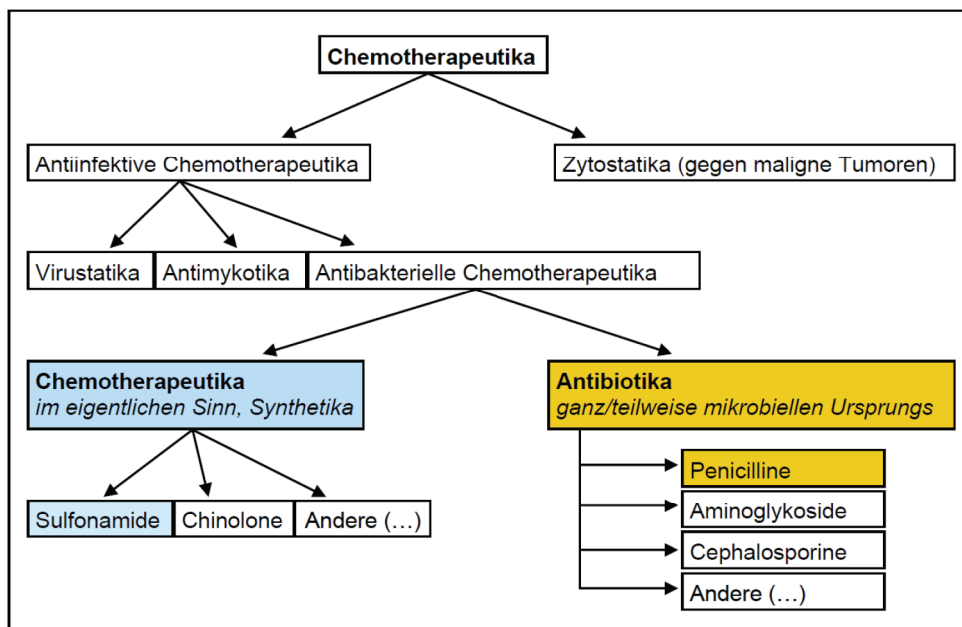


Abbildung 2: Einteilung der Chemotherapeutika <sup>22</sup>

20 Vgl. Lüllmann, Heinz et al. (2010), S. 476.

21 Strehl, Egid (2010), S. 336.

22 Eigene Darstellung in Anlehnung an Strehl, Egid (2000), S. 337.

Das erste Antibiotikum mit einem natürlichen Ursprung wurde 1928 von dem schottischen Arzt und Bakteriologen Sir Alexander Fleming entdeckt. Dabei war es ein glücklicher Umstand, dass zu der damaligen Ausstattung von Laboren noch nicht unbedingt Luftfilteranlagen oder Reinräume gehörten. Denn ein offenes Fenster führte vermutlich dazu, dass Sporen eines Schimmelpilzes auf eine, von Fleming zur gleichen Zeit angelegte, Bakterienkultur gelangen konnten. Es handelte sich bei dieser Kultur um einen Staphylokokkenstamm und Fleming hätte sie aufgrund ihrer Verunreinigung schon beinahe weggeworfen, als ihm auffiel, dass um das Pilzgeflecht herum die Staphylokokken verschwunden waren. Im weiter entfernten Bereich der Petrischale hatten sich die Bakterien dagegen ganz normal ausgebreitet. Fleming entschied sich, diesem Phänomen auf den Grund zu gehen und fand bei seinen Versuchen heraus, dass in der Nähe des Schimmelpilzes nicht nur ebenso Streptokokken und Pneumokokken, sondern auch die Verursacher von Diphtherie, Gasbrand, Tetanus und Milzbrand eingingen. Wissenschaftler der Londoner Universität fanden heraus, dass es sich bei dem Schimmelpilz um *Penicillium notatum* handelte. Da Fleming bei weiteren Versuchen mit anderen Schimmelpilzstämmen keine bakterizide Wirkung feststellen konnte, taufte er den Wirkstoff auf den bis heute bekannten Namen Penicillin. Doch es gelang ihm noch nicht den Wirkstoff zu isolieren und nutzbar zu machen, und so verhallte die Nachricht von seiner bedeutenden Entdeckung zunächst ungehört.<sup>23</sup>

Erst im Jahr 1939 erkannten zwei Wissenschaftler, die in der Literatur auf das Penicillin gestoßen waren, dessen wahre Bedeutung für die Medizin. Es waren Dr. Howard Walter Flory und Dr. Ernst Boris Chain, denen es schließlich auch gelang das Penicillin zu isolieren. Aus jener Zeit findet sich in der Literatur auch ein früher Anwendungsversuch, bei dem das Penicillin bei dem Betroffenen sehr gut wirkte, dann aber aufgrund der geringen Menge ausging, was letztendlich zu einem Rückfall und dem Tode des Patienten führte. Die ersten zur Verfügung stehenden Schimmelpilzstämmen hatten schlicht eine zu geringe Ausbeute an Penicillin, so dass eine massenhafte Anwendung noch undenkbar war.<sup>24</sup>

Die Suche nach einem geeigneteren Schimmelpilz führte dazu, dass der Boden systematisch nach Sporen abgesucht wurde. In einer halbverfaulten Melone wurde man schließlich fündig. *Penicillium chrysogenum* produzierte etwa zweihundertmal so viel Penicillin wie *Penicillium notatum*. Die industrielle Produktion konnte beginnen, und

---

23 Vgl. Povacz, Fritz (2007), S. 88 f.

24 Vgl. Gottschalk, Gerhard (2009), S. 144; Povacz, Fritz (2007), S. 89.

so stand ab dem Jahr 1944 das Penicillin auch für die vielen verwundeten alliierten Soldaten des zweiten Weltkriegs zur Verfügung.<sup>25</sup> In der Bevölkerung galt es als Wundermittel der modernen Medizin, denn auf einmal konnten Krankheiten, an denen zuvor Millionen Menschen gestorben waren, geheilt werden.<sup>26</sup> Fleming, Chain und Flory erhielten 1945 für ihre wertvolle Arbeit den Nobelpreis für Medizin.

Thanks to **PENICILLIN**  
...He Will Come Home!

**FROM ORDINARY MOLD—**  
*the Greatest Healing Agent of this War!*

On the green, granular-yellow mold above, called *Penicillium notatum* in the laboratory, grows the miraculous substance first discovered by Professor Alexander Fleming in 1928. Named penicillin by its discoverer, it is the most potent weapon ever developed against many of the deadliest infections known to man. Because research on molds was already a part of Schenley enterprise, Schenley Laboratories were well able to meet the problem of large-scale production of penicillin, when the great need for it arose.

When the thunderous battles of this war have subsided in pages of silent print in a history book, the greatest news event of World War II may well be the discovery and development — not of some vicious secret weapon that *destroys* — but of a weapon that *saves* lives. That weapon, of course, is penicillin.

Every day, penicillin is performing some unbelievable act of healing on some far battlefield. Thousands of men will return home who otherwise would not have had a chance. Better still, more and more of this precious drug is now available for civilian use... to save the lives of patients of every age.

A year ago, production of penicillin was difficult, costly. Today, due to specially-devised methods of mass-production, in use by Schenley Laboratories, Inc. and the 70 other firms designated by the government to make penicillin, it is available in ever-increasing quantity, at progressively lower cost.

Listen to "THE DOCTOR FIGHTS" starring RAYMOND HANSEY, Tuesday evenings, 8 P. M. See your paper for time and station.

**SCHENLEY LABORATORIES, INC.**  
Knoxville, Tennessee  
Producers of **PENICILLIN-Schenley**

Abbildung 3: Werbung für Penicillin (USA 1944)<sup>27</sup>

Neben der Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen trug auch die Entdeckung und Nutzbarmachung der Antibiotika dazu bei, dass die durchschnittliche Lebenserwartung von Kindern, die in Nicht-Entwicklungsländern geboren wurden, im 20. Jahrhundert deutlich anstieg.<sup>28</sup>

25 Vgl. Gottschalk, Gerhard (2009), S. 144.

26 Vgl. WHO (2011c), S. 1; Schröder, Helmut et al. (2003), S. 7.

27 Quelle: Science Museum - London.

28 Vgl. Statistisches Bundesamt (2006), S. 36-42; Pelizäus-Hoffmeister, Helga (2011), S. 40; Centers for Disease Control and Prevention (1999), 621-624; Povacz, Fritz (2007), S. 90.

## 2.2. Antibiotika in den Entwicklungsländern

In den sogenannten Entwicklungsländern, die vor allem auf dem afrikanischen, dem asiatischen und dem südamerikanischen Kontinent liegen<sup>29</sup>, blieb der Nutzen der Antibiotika bis heute weit hinter den Möglichkeiten zurück. Schätzungen von WHO und UNICEF<sup>30</sup> gehen davon aus, dass weltweit jährlich noch immer etwa 1,8 Millionen Kinder an einer Lungenentzündung sterben und nur etwa 19 Prozent der Unter-Fünfjährigen mit entsprechenden Symptomen ein Antibiotikum erhalten.<sup>31</sup> Darüber hinaus ist in vielen Entwicklungsländern auch die Bedrohung durch Krankheiten, wie Tuberkulose oder Malaria unverändert hoch. Den Grund dafür sieht die Weltgesundheitsorganisation auch in dem erschwerten Zugang zu Medikamenten.<sup>32</sup> In den World Health Statistics 2011 wird die momentane Situation wie folgt beschrieben:

*„In Bezug auf die lebensnotwendigen Medikamente zeigen sich in den Entwicklungsländern weiterhin eine geringe Verfügbarkeit und hohe Kosten. Studien in mehr als 40 Ländern mit hauptsächlich geringen und mittleren Einkommen ergaben, dass die von uns ausgewählten generischen Medikamente nur in 42% der öffentlichen, und in 64% der privaten Gesundheitseinrichtungen verfügbar waren. Der Mangel an Medikamenten im öffentlichen Sektor zwingt die Patienten, Medikamente im privaten Sektor zu kaufen, wo der Preis für Generika im Durchschnitt 630% über dem internationalen Referenzpreis liegt. Originalpräparate sind in der Regel noch teurer.“<sup>33</sup>*

Als wäre die beschriebene Situation noch nicht schlimm genug, bedrohen nun auch noch wir, die Menschen in Europa, die Zukunft der Menschen in Asien und Afrika. Die Frage nach dem „Warum?“ ist schnell beantwortet, denn es handelt sich um die gewählten Vertreter unserer Länder, die momentan, gemeinsam mit der europäischen Kommission an der Schaffung eines Freihandelsabkommens mit Indien arbeiten. An das Abkommen sind jedoch Bedingungen geknüpft, die es indischen Firmen in der Zukunft nahezu unmöglich machen würden Generika kostengünstig herzustellen. Dabei sind viele Millionen Menschen auf die Generika aus diesem Land angewiesen.<sup>34</sup>

---

29 United Nations (2011), Human Development Indices World Map.

30 Weltkinderhilfswerk (United Nations International Children's Emergency Fund)

31 WHO / UNICEF (2009), S. 1, 10 f.

32 WHO (2011d), S. 16, 19 f., 36.

33 Eigene Übersetzung aus dem Englischen; WHO (2011d), S. 19.

34 Vgl. Ärzte ohne Grenzen e.V. (2010).

Die Bevölkerung Mittel- und Südamerikas stand im Jahr 2002 gemeinsam mit den internationalen Hilfsorganisationen vor einer sehr ähnlichen Bedrohung. Denn zu jener Zeit gab es auch zwischen den USA und den Staaten Mittel- und Südamerikas Bestrebungen zu einem Freihandelsabkommen. Dabei wollten die USA den lateinamerikanischen und karibischen Staaten ähnlich strenge Handelsstandards abverlangen.<sup>35</sup> Das Vorhaben wurde jedoch später fallengelassen. In einem aus dem Jahr 2005 stammenden Schriftstück des US-Repräsentantenhauses heißt es dazu, dass die ursprünglich geplanten Beschränkungen im Bereich der Arzneimittelpatente die Doha-Erklärung<sup>36</sup> unterlaufen würden. Zwar hätte die Vereinbarung Vorteile für die international agierenden Pharmaunternehmen mit sich gebracht, dies aber zu Lasten der öffentlichen Gesundheit in den Entwicklungsländern.<sup>37</sup>

## 2.3. Die Entwicklung von Resistenzen

### 2.3.1. Natürliche Selektion durch Antibiotika

Als Charles Darwin im Jahr 1859 sein Werk „Die Entstehung der Arten“<sup>38</sup> veröffentlichte, war an eine Bekämpfung von Bakterien oder an die Entstehung von Antibiotikaresistenzen noch nicht zu denken. Dennoch enthielt dieser „Meilenstein in der Geschichte der Naturwissenschaft“<sup>39</sup> bereits die grundlegende Erklärung für das heutige Problem mit den krankmachenden Bakterien. Individuelle Veränderungen bei den Lebewesen werden auf ganz natürliche Weise selektiert, wenn sie gegenüber anderen dadurch einen Vorteil besitzen. Darwin schreibt dazu:

*„Wie der Mensch große Erfolge bei seinen domestizierten Tieren und Pflanzen durch Häufung bloß individueller Verschiedenheiten in einer und derselben gegebenen Richtung erzielen kann, so vermag es die natürliche Zuchtwahl, aber noch viel leichter, da ihr unvergleichlich längere Zeiträume für ihre Wirkungen zu Gebote stehen.“<sup>40</sup>*

---

35 Vgl. Doctors Without Borders (2002); Oxfam International (2006).

36 Eine im Jahr 2001 in Doha verfasste Erklärung der WTO-Mitgliedsstaaten, mit dem Ziel der Sicherstellung einer patentrechtlich unabhängigen Verfügbarkeit von Medikamenten in den Entwicklungsländern; Oxfam International (2006).

37 Vgl. United States House Of Representatives (2005), S. 13.

38 Im Jahr 1859 in Englisch und unter dem Titel „On the Origin of Species“ erschienen.

39 Marty, Christoph (2009), S. 46.

40 Darwin, Charles (1884), S. 49.



Die plötzliche Präsenz eines Antibiotikums stellt für Bakterien nichts anderes als eine Veränderung ihrer bisherigen Umwelt dar. Diejenigen von ihnen, die aufgrund einer zufälligen Mutation in der Lage sind, diese zu überdauern, können sich weiter vermehren, während andere Bakterien eingehen. Wie Darwin beschrieb, muss dieses Prinzip der „natürlichen Selektion“<sup>41</sup>, über große Zeiträume hinweg, bei allen Pflanzen und Tieren stattgefunden haben. Dabei ist die Wahrscheinlichkeit einer vorteilhaften Mutation in der Natur sehr gering, so dass sie häufig erst über viele Jahrhunderte und Jahrtausende hinweg einmal auftritt. Bakterien besitzen hier jedoch einen entscheidenden Vorteil - ihre schier unvorstellbare Zahl. Schon etwa 100.000 Bakterien leben auf nur einem Quadratcentimeter unserer Körperoberfläche, und noch viel mehr leben in unserem Mundraum. Dort sind es etwa 100 Millionen in nur einem Milliliter Speichel.<sup>42</sup> Hinzu kommt, dass sich die meisten von ihnen schon innerhalb weniger Stunden teilen, und sich somit ihre Anzahl in kürzester Zeit verdoppelt. In der Wissenschaft wird heute angenommen, dass etwa ein Bakterium unter rund  $10^{7-9}$  Artgenossen eine Minderempfindlichkeit gegenüber einem bestimmten Antibiotikum besitzt. Bei einer Exposition überleben nur jene Bakterien, die über eine solche Widerstandsfähigkeit verfügen, und letztendlich sind auch sie es, die diese Resistenz an ihre Nachkommen weitergeben.<sup>43</sup>

Da der Selektionsdruck hier von den Antibiotika ausgeht, müssen zwangsläufig alle Bakterien, die nach einer Behandlung noch vorhanden sind, wenig empfindlich oder sogar resistent gegen das eingesetzte Antibiotikum sein. Durch einen unsachgemäßen Einsatz dieser wichtigen Medikamente werden resistente Stämme dort geschaffen, wo es sie von Natur aus nicht gab. Man spricht dabei von einer sogenannten sekundären (erworbenen) Resistenz. Eine primäre (natürliche) Resistenz findet sich häufig bei Bakterien, die in der freien Natur vorkommen und sich dort den Lebensraum mit Schimmelpilzen, wie beispielsweise *Penicillium notatum*, teilen. Ein Selektionsprozess fand in dieser Umwelt schon vor sehr langer Zeit statt.<sup>44</sup>

Heute sind den Forschern mehrere tausend Antibiotika bekannt, von denen jedoch nur etwa 100 für medizinische Zwecke verwendet werden können.<sup>45</sup> Unterschieden werden sie nach ihren Wirkspektren und -mechanismen. Die sogenannten Breitbandantibiotika

---

41 *In der deutschen Übersetzung der Originalschrift heißt es „natürliche Zuchtwahl“.*

42 Vgl. Gottschalk, Gerhard (2009), S. 63, 66.

43 Vgl. Schröder, Helmut et al. (2003), S. 8; Helmholtz Zentrum München (2007), S. 1.

44 Vgl. Strehl, Egid (2000), S. 337.

45 Kaku, Michio (1999), S. 191; Povacz, Fritz (2007), S. 90.

haben ein sehr großes Wirkspektrum, während Schmalbandantibiotika nur gegen ganz bestimmte Bakteriengruppen wirksam sind. Die bakteriostatisch wirkenden Substanzen hemmen den Stoffwechsel von Bakterien und hindern sie auf diese Weise an der Vermehrung. Antibiotika, wie das Penicillin, die einen Erreger abtöten werden dagegen als bakterizid wirkend bezeichnet.<sup>46</sup>

### 2.3.2. Ursachen der Ausbreitung resistenter Erreger

#### 2.3.2.1. Humanmedizin

Mediziner stehen in der Praxis nicht selten vor einem Problem. Für eine gezielte Antibiotikabehandlung ist ein Erregernachweis aus dem Labor erforderlich. Bei einer schweren Infektion bleibt dafür häufig jedoch keine Zeit, und so greifen die Ärzte, in solch einer Situation, gezwungenermaßen zu einem Breitbandantibiotika. Experten kritisieren jedoch, dass nicht nur in solchen Fällen, sondern auch bei weit weniger Gefahr zu schnell zu Breitbandantibiotika gegriffen wird. Durch diese wird dann unnötig die natürliche Flora im Darm und auf der Haut angegriffen und „der steigende Selektionsdruck führt zur weiteren Verbreitung multiresistenter Erreger, insbesondere des MRSA.“<sup>47</sup>

Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass Antibiotika in der Vergangenheit häufig generell zu schnell verschrieben wurden. So kamen sie sogar schon bei einfachen Erkältungen zum Einsatz. Die Patienten waren, wie Studien belegen, nicht immer ganz unschuldig daran, denn viele kommen bereits mit einer gewissen Erwartungshaltung, bezüglich der Verschreibung von Antibiotika, in die Arztpraxen. Die Autoren um Helmut Schröder schreiben hierzu: „So erhielten über 90 Prozent der Patienten, die eine Antibiotikaverschreibung wünschten, ein Rezept, zum Teil sogar wider besseren Wissens des verschreibenden Arztes.“<sup>48</sup>

In den Entwicklungsländern führt vor allem die Unterversorgung mit Medikamenten dazu, dass Antibiotika häufig in zu geringen Dosen oder nicht lange genug angewandt werden. Dies hat zur Folge, dass minderempfindliche Bakterien überleben und diese Eigenschaft an ihre Nachkommen weitergeben können.

---

46 Vgl. Schröder, Helmut et al. (2003), S. 10.

47 Diefenbeck, M.; Mückley, T.; Hofmann, G. O. (2008), S. 134.

48 Schröder, Helmut et al. (2003), S. 13, Helmholtz Zentrum München (2007), S. 1.

Für einen falschen Umgang mitverantwortlich ist häufig aber auch die Unwissenheit der Menschen in Bezug auf die möglichen Gefahren. Die WHO versucht daher, durch Aufklärungsarbeit, sowohl bei den Patienten, als auch bei Ärzten und Apothekern ein Bewusstsein für dieses Problem zu schaffen.<sup>49</sup>

#### 2.3.2.2. Veterinärmedizin und Massentierhaltung

Eine weitere Quelle resistenter Erreger stellt die Massentierhaltung dar. Hier wurden Antibiotika lange Zeit dem Futter beigemischt und kamen so immer wieder mit den Bakterien der natürlichen Darmflora in Kontakt. In einem Schreiben der Europäischen Kommission heißt es: „Als niedrigdosierte Futtermittelzusätze fördern sie das Wachstum der Tiere“.<sup>50</sup> Wahrscheinlich ist aber, dass dies nur eine wohlklingende Erklärung dafür ist, dass die Tiere ohne diese Antibiotika eigentlich an den katastrophalen Bedingungen der Massentierhaltung sterben würden. Viel zu wenig Freiraum, Schmutz, Wunden, Schmerzen und das Stehen auf Metallgittern oder Betonböden bestimmen das kurze und leidvolle Leben der Tiere. In der Europäischen Union wurde, aufgrund der zunehmenden Bedrohung durch resistente Erreger aus diesem Bereich, beschlossen, den Einsatz der sogenannten Wachstumsbeschleuniger zwischen 1997 und 2006 schrittweise zu verbieten.<sup>51</sup> Seitdem dürfen Antibiotika nur noch für veterinärmedizinische Zwecke eingesetzt werden. Dass dies jedoch einem Tropfen auf dem heißen Stein entspricht, zeigen Verbraucherschätzungen der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK). Demnach wurden allein in Deutschland im Jahr 2005 ungefähr 784 Tonnen Antibiotika für veterinärmedizinische Zwecke eingesetzt.<sup>52</sup>

Untersuchungen ergaben, dass bis zu 90 Prozent, der in der Tiermast eingebrachten Antibiotika wieder ausgeschieden werden. Gemeinsam mit resistenten Bakterien gelangen sie über die Gülle auf Anbauflächen und somit in die Nahrungskette.<sup>53</sup>

---

49 Vgl. WHO (2010), Helmholtz Zentrum München (2007), S. 1.

50 Europäische Kommission (2005), S. 1.

51 Vgl. Geisel, R.; Schmitz, F. J.; Dettenkopf, M. (2006), S. 180.

52 Vgl. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit et al. (2008), S. 25.; Helmholtz Zentrum München (2007), S. 4 f.

53 Vgl. Helmholtz Zentrum München (2007), S. 5, 9 f.

### 2.3.2.3. Versorgungssektoren

Im deutschen Gesundheitssystem stellt die starre Trennung von ambulantem und stationärem Sektor einen weiteren Grund für die Zunahme resistenter Erreger dar. Denn an der Grenze zwischen diesen beiden Sektoren kommt es nicht selten zu einer Unterbrechung der Versorgung. Empfehlungen von stationär tätigen Medizinerinnen, wie beispielsweise die Wiederholung von Abstrichen oder die Dekolonisation bei bekannter Besiedlung mit MRE, werden aufgrund fehlender finanzieller Anreize im ambulanten Sektor häufig nicht berücksichtigt. Auch stellt die Kommunikation ein Problem dar, so dass aufnehmende Krankenhäuser mitunter nicht darüber informiert werden, dass ein Patient, der sich selbst nicht äußern kann, schon einmal positiv auf MRE getestet worden war.<sup>54</sup>

## 3. Status Quo - Analyse

### 3.1. Problemkeime bei nosokomialen Infektionen

Begriffsbestimmung „Nosokomiale Infektion“

*„Eine Infektion wird als nosokomial bezeichnet, wenn sie bei Aufnahme in das Krankenhaus weder vorhanden noch in der Inkubationsphase war. Nach dem Infektionsschutzgesetz ist eine nosokomiale Infektion eine Infektion mit lokalen oder systemischen Infektionszeichen als Reaktion auf das Vorhandensein von Erregern oder ihrer Toxine, die im zeitlichen Zusammenhang mit einer stationären oder einer ambulanten medizinischen Maßnahme steht, soweit die Infektion nicht bereits vorher bestand.“<sup>55</sup>*

Wissenschaftler der Berliner Charité veröffentlichten im Jahr 2008 eine Schätzung bezüglich der Anzahl der jährlich in Deutschland auftretenden nosokomialen Infektionen. Demnach traten im Jahr 2006 zwischen 400.000 und 600.000 nosokomialen Infektionen auf, von denen etwa 10.000 bis 15.000 zum Tod der Patienten führten.<sup>56</sup> Dies entspricht der drei- bis vierfachen Zahl der Verkehrstoten, die

---

54 Vgl. Robert Koch-Institut (2009a), S. 108.

55 Geffers, Christine; Gastmeier, Petra; Rüdén, Henning et al. (2002), S. 5.

56 Vgl. Gastmeier, Petra; Geffers, Christine (2008), S. 1111 ff.

jedes Jahr in Deutschland zu beklagen sind.<sup>57</sup>

Den größten Anteil an den nosokomialen Infektionen hatten die postoperativen Wundinfektionen (ca. 225.000), gefolgt von den Harnwegsinfektionen (ca. 115.000) und den Pneumonien (ca. 60.000). Unter allen gezählten Fällen befanden sich zudem rund 14.000 nosokomiale Infektionen, in denen MRSA als Auslöser im Labor nachgewiesen werden konnte.<sup>58</sup>

### 3.1.1. Methicillin-resistenter *Staphylokokkus aureus* (MRSA)

Eigentlich handelt es sich beim *Staphylokokkus aureus* um einen natürlichen Hautkeim, denn er besiedelt bei etwa 30 Prozent aller gesunden Menschen die Körperoberfläche.<sup>59</sup> Zu einer Gefahr kann er jedoch dann werden, wenn er beispielsweise durch eine Wunde in den Körper gelangt. Hier kann eine Besiedlung, vor allem bei immungeschwächten Menschen, schwere Infektionen hervorrufen. Bakterien vom Typ *Staphylokokkus aureus* sind darüber hinaus dafür bekannt, dass sie sehr schnell Resistenzen entwickeln. Ursprünglich noch empfindlich gegenüber Penicillin, tauchten schon einige Jahre nach der Einführung der Antibiotika erste Stämme von *S. aureus* auf, die sich mittels eines Enzyms vor dem Penicillin schützten. Diese Enzyme mit der Wirkbezeichnung  $\beta$ -Lactamasen (Penicillinasen) zerstören den  $\beta$ -Lactam-Ring des Penicillins und machen es somit unwirksam.<sup>60</sup> Das Methicillin, bei dem dieser  $\beta$ -Lactam-Ring besser geschützt ist, sollte die Antwort der Wissenschaft auf jene Entwicklung sein, aber bereits im Jahr 1961 wurden auch erste Methicillin-resistente *S. aureus*-Stämme entdeckt.<sup>61</sup> Den Forschern ist heute bekannt, dass es die Bakterien im Laufe der Zeit durch mindestens drei verschiedene evolutionäre Vorgänge geschafft haben, sich vor dem Methicillin zu schützen.<sup>62</sup> Dies zeigt, wie schwer es ist, einen wirksamen Mechanismus für die Bekämpfung krankmachender Bakterien zu finden.

---

57 Vgl. Statistisches Bundesamt (2011), S. 7.

58 Vgl. Gastmeier, Petra; Geffers, Christine (2008), S. 1111 ff.

59 Vgl. European Centre for Disease Prevention and Control (2010), S. 28.

60 Vgl. Palavecino, Elizabeth (2007), S. 3; Strehl, Egid (2010), S. 341-343.

61 Vgl. Heudorf, Ursel; Tessmann, Rolf (2005), S. 740.

62 Vgl. Palavecino, Elizabeth (2007), S. 3 f.

Methicillin-resistente Stämme des Staphylokokkus aureus sind heute in nahezu allen medizinischen Einrichtungen der Welt zu finden. Das Europäische Zentrum für die Prävention und Überwachung von Krankheiten erhält im Rahmen des EARS-Netzwerks<sup>63</sup> kontinuierlich Daten von europäischen Laboren. Dadurch ist es möglich, ein ungefähres Bild von der gegenwärtigen Situation in Europa zu erstellen. Die folgende Abbildung zeigt die letzten vorliegenden Daten zur MRSA-Prävalenz in Europa.

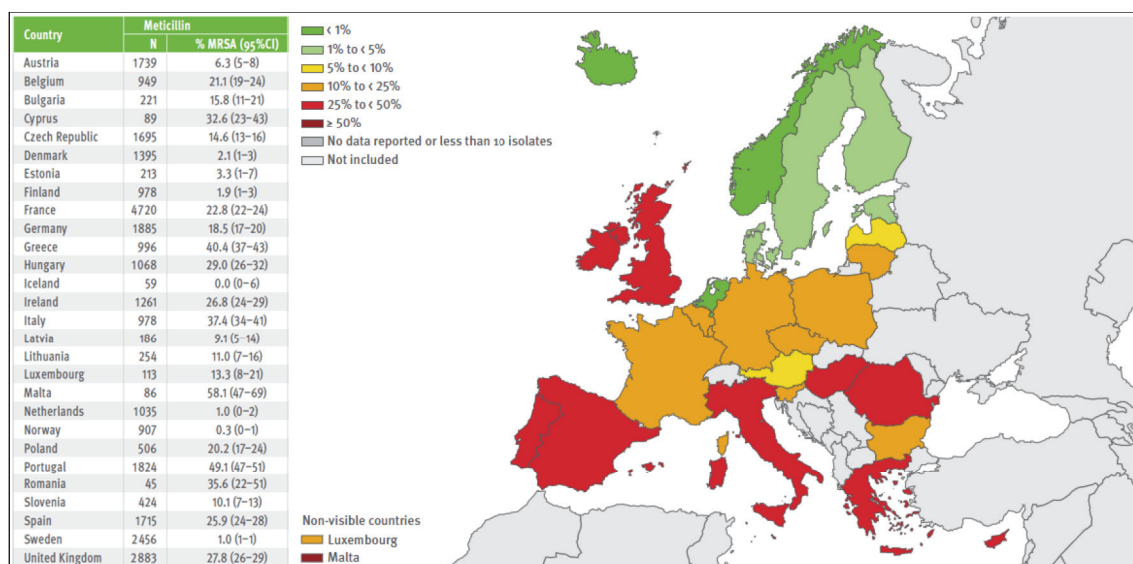


Abbildung 4: MRSA-Prävalenz in Europa (2009)<sup>64</sup>

Insgesamt wurden der ECDC für das Jahr 2009 die Ergebnisse von 30680 Isolaten übermittelt. Mit 5965 Isolaten waren etwa 1/5 der Proben MRSA-positiv. Auffallend, und auf der Karte auch deutlich zu erkennen, ist dabei vor allem der in Europa sehr unterschiedliche Verbreitungsgrad von Methicillin-resistenten *S. aureus*-Stämmen. So zeigen sich einerseits im nördlichen Teil Europas, den Niederlanden und Estland vergleichsweise sehr geringe Prävalenzquoten von unter vier oder sogar einem Prozent, während in anderen Ländern der Anteil zwischen 30 und 50 Prozent liegt.<sup>65</sup>

In Deutschland sind MRSA-Infektionen der häufigste Grund dafür, dass ein Standard-Antibiotikum nicht wirkt. Mit einer geschätzten Prävalenzquote von 18,5 Prozent liegt Deutschland heute weit hinter Nachbarn, wie den Niederlanden oder Dänemark. Doch

63 EARS-Net (European Antimicrobial Resistance Surveillance Network) koordiniert und finanziert durch das ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control)

64 Quelle: European Centre for Disease Prevention and Control (2010), S. 29.

65 Vgl. European Centre for Disease Prevention and Control (2010), S. 28; Heudorf, Ursel; Tessmann, Rolf (2005), S. 740.

es war nicht immer so. Noch im Jahr 1990 lag der Anteil an resistenten *S. aureus*-Stämmen bei gerade einmal 1,1 Prozent.<sup>66</sup>

Die Abkürzung MRSA wird häufig mit „multiresistentem“ *Staphylokokkus aureus* übersetzt. Dies entspricht vielleicht nicht dem eigentlichen Begriffsursprung, ist aber natürlich ebenso richtig, denn MRSA-Stämme sind neben dem Methicillin gegen alle anderen  $\beta$ -Lactam-Antibiotika resistent. Zudem haben sich bei vielen Stämmen auch gegenüber anderen Antibiotikaklassen Resistenzen herausgebildet.<sup>67</sup>

Statt Methicillin wird manchmal auch vom Oxacillin gesprochen. Der Grund dafür liegt darin, dass es das Methicillin heute, unter anderem in Deutschland, nicht mehr gibt. Das Oxacillin ist jedoch ein enger Verwandter des Methicillins, und so sind mit der Abkürzung „ORSA“ die gleichen Bakterienstämme gemeint.<sup>68</sup>

### 3.1.2. *Vancomycin-resistenter Enterokokkus (VRE)*

Das Vancomycin ist eigentlich ein sogenanntes Reserveantibiotikum und gehört zu der Gruppe der Glykopeptide.<sup>69</sup> Es sollte ursprünglich für jene Fälle vorgehalten werden, in denen andere Antibiotika keine ausreichende Wirkung zeigen. In den letzten Jahren tauchten dann aber zunehmend immer mehr Bakterienstämme auf, die auch gegenüber Vancomycin resistent waren. Doch, wie konnte es dazu kommen?

In der Wissenschaft ist man sich heute sicher, dass der jahrelange Einsatz von Antibiotika in der Tiermast zu dieser Resistenzentwicklung geführt hat. Denn dort wurden die Antibiotika nicht nur bei der Bekämpfung von Krankheiten, sondern auch regulär zur Wachstumsbeschleunigung dem Futter beigemischt. Bis Anfang 1997 war auch das Antibiotikum Avoparcin für diesen Zweck zugelassen. Es ist in seiner Struktur dem Vancomycin sehr ähnlich und „galt [...] als wichtigste Quelle für die durch Nahrungsketten vermittelte Verbreitung glykopeptidresistenter Enterokokken.“<sup>70</sup> Die Europäische Kommission zeigte sich angesichts der wachsenden Zahl von Resistenzen besorgt und beschloss „die Vermarktung und den Einsatz von Antibiotika

---

66 Vgl. Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie e.V. (2007), S. 9.

67 Vgl. Geisel, R.; Schmitz, F. J.; Dettenkopf, M. (2006), S. 175.

68 Vgl. European Centre for Disease Prevention and Control (2010), S. 28.

69 Vgl. Strehl, Egid (2010), S. 343.

70 Geisel, R.; Schmitz, F. J.; Dettenkopf, M. (2006), S. 180.

als Wachstumsförderer in Futtermitteln schrittweise zu verringern und letztendlich zu verbieten.<sup>71</sup> Seit dem Jahr 2006 dürfen Antibiotika nur noch zu veterinärmedizinischen Zwecken dem Tierfutter zugesetzt werden.<sup>72</sup>

Vancomycin-resistente Enterokokken sind im Vergleich zu den Staphylokokken weniger virulent, dafür aber äußerst widerstandsfähig, was sie im Falle einer Infektion besonders schwer beherrschbar macht. Sie kommen normalerweise im Darm von Mensch und Tieren vor, verursachen dort aber keinen Schaden. Kommt es jedoch zu einer Verletzung der Schleimhaut, oder gelangen Enterokokken beispielsweise über einen Katheter in ansonsten sterile Bereiche des Körpers, können sie dort zu einer Infektion führen. Im Labor konnte darüber hinaus beobachtet werden, dass Enterokokken die Fähigkeit besitzen ihre resistenzbestimmenden Gene auch an andere Bakterien, wie z.B. Staphylokokken weiterzugeben.<sup>73</sup>

### 3.1.3. *Extended-Spectrum $\beta$ -Lactamase (ESBL)*

Hierbei handelt es sich um die Bezeichnung eines Enzyms, welches von einigen Bakterien der Gruppe der Enterobacteriaceae produziert wird. Dieses macht sie gegenüber fast allen  $\beta$ -Lactam-Antibiotika resistent. Hinzu kommen häufig weitere erworbene Resistenzen, so dass auch bei diesen sogenannten ESBL-Bildnern, im Falle einer Infektion, nur noch sehr wenige Antibiotika für eine Therapie zur Verfügung stehen. *Escherichia coli* und *Klebsiella pneumoniae* sind die Arten, die am häufigsten diese erweiterte Resistenz aufweisen. Sie können dabei völlig unsymptomatisch den Darm oder die Haut besiedeln.

ESBL wurde zum ersten Mal im Jahr 1982 festgestellt, als es in einem deutschen Krankenhaus zu mehreren Infektionen mit *Klebsiella pneumoniae* kam. Im Jahr 2010 waren weltweit bereits mehr als 200 Varianten von ESBL bekannt. Kommt es zu einer Infektion, dann sind häufig der Bauchraum, die Harnwege oder die Lunge betroffen.<sup>74</sup> Bei dem im Mai und Juni 2011 in Deutschland grassierendem EHEC-Erreger handelte

---

71 Europäische Kommission (2005), S. 1.

72 Vgl. Geisel, R.; Schmitz, F. J.; Dettenkopf, M. (2006), S. 180.; Bundesinstitut für Risikobewertung (1996).

73 Vgl. Marre, Reinhard et al. (2008), S. 526.

74 Vgl. European Centre for Disease Prevention and Control (2010), S. 36; Geisel, R.; Schmitz, F. J.; Dettenkopf, M. (2006), S. 183 f.



es sich ebenfalls um einen Stamm, der ESBL produziert. Da hier aber aufgrund von starken Erreger-Toxinen die Behandlung mit Antibiotika kontraindiziert war, nahmen die Resistenzen in der Regel keinen Einfluss auf die Therapieentscheidungen der Ärzte.<sup>75</sup>

#### 3.1.4. *Clostridium difficile*-assoziierte Diarrhoe (CDAD)

Bei den Erregern vom Typ *Clostridium difficile* handelt es sich um anaerob lebende Stäbchenbakterien. Das Wort „difficile“ ist lateinischen Ursprungs, bedeutet „schwierig“ und gibt einen Hinweis darauf, dass diese Bakterien zur Zeit ihrer Entdeckung vor allem dadurch auffielen, dass sie sich nur sehr schwierig unter Laborbedingungen kultivieren ließen. Unter Einwirkung von Sauerstoff bilden sie Sporen. Darin werden, wie in einer Zitadelle, alle wichtigen Erbinformationen und Enzyme zusammengefasst. Geschützt durch das Kalziumsalz, der einzig hier vorkommenden Dipicolinsäure, können die Bakterien so widrigste Umweltbedingungen überdauern.<sup>76</sup>

*Clostridium difficile* kommt bei etwa jedem 20. gesunden Menschen in dessen Darm vor. Gefährlich sind bei diesem Erreger vor allem seine Exotoxine, da sie die Darmwand schwer schädigen können. Bei einer vielfältigen und somit gesunden Darmflora wird dies durch die Präsenz anderer Bakterien verhindert. Unter der Gabe von Antibiotika kann es jedoch dazu kommen, dass viele dieser „guten Darmbakterien“, die noch keine Resistenzen entwickelt haben, absterben. Das resistente *Clostridium difficile* kann sich in der Folge, ohne durch andere Bakterien verdrängt zu werden, weiter ausbreiten. Mit der Zahl der Erreger steigt dann auch die auf die Darmwand einwirkende Menge an Giftstoffen. Es kommt zu Durchfällen, kolikartigen Bauchschmerzen und Fieber. Durch den Flüssigkeitsverlust drohen den Betroffenen eine Exsikkose (Austrocknung) sowie Elektrolytentgleisungen, so dass zur unterstützenden Therapie vor allem auch die Zufuhr von ausreichend Flüssigkeit gehört. In schweren Fällen kann eine Infektion mit *C. difficile* zu einer lebensbedrohlichen pseudomembranösen Kolitis führen.<sup>77</sup>

---

75 Vgl. Robert Koch-Institut (2011).

76 Vgl. Gottschalk, Gerhard (2009), S. 100 f.

77 Vgl. Health Protection Surveillance Centre (2008a), Patient information leaflet.; Gottschalk, Gerhard (2009), S. 68.

Nach einer Einschätzung des Robert Koch-Instituts (RKI) ist es, aufgrund der zuletzt im Zusammenhang mit *C. difficile*-Infektionen beobachteten Morbiditäts- und Mortalitätszunahme, besonders wichtig das Auftreten dieses Erregers zu dokumentieren. Aktuell befürchtet wird dabei vor allem die weitere Ausbreitung eines besonders virulenten *C. difficile*-Stammes, dem Ribotyp 027. Aus diesem Anlass hat das RKI in den Jahren 2008 und 2009 nochmals darauf hingewiesen, dass aufgrund der Gefahr für die Allgemeinheit hier auch die Meldepflicht entsprechend § 6 Abs. 1 Nr. 5a des Infektionsschutzgesetzes gilt. Trifft mindestens eines der fünf Kriterien für eine schwere Verlaufsform der *C. difficile*-Infektion zu (Rezidiv, Verlegung auf Intensivstation, Kolektomie, Tod, Ribotyp 027), dann müssen Ärzte dies dem Gesundheitsamt mitteilen.<sup>78</sup>

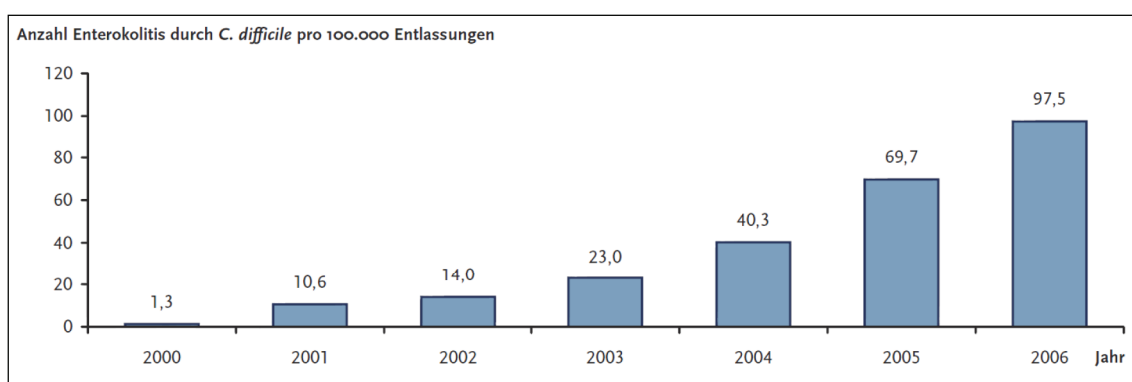


Abbildung 5: *Clostridium difficile*-assoziierte Diarrhoen (Entwicklung 2000-2006)<sup>79</sup>

Das Säulendiagramm in der Abbildung 5 zeigt, wie stark die CDAD-Fälle in den letzten Jahren zugenommen haben. Die Entlassungsdiagnose „Enterokolitis durch *Clostridium difficile*“ A04.7 (ICD-10) hat sich in diesen sechs Jahren nahezu ver Hundertfacht. Aus den zwischen 2007 und 2008 über das Gesundheitsamt gemeldeten Fällen geht zudem hervor, dass die schweren Krankheitsverläufe vor allem bei älteren Menschen auftraten. Zu demselben Ergebnis kamen auch Studien, die im Jahr 2006 in Irland durchgeführt wurden.<sup>80</sup>

78 Vgl. Robert Koch-Institut (2009b); Robert Koch-Institut (2008), S. 117-119.

79 Quelle: Robert Koch-Institut (2008), S. 119.

80 Vgl. Health Protection Surveillance Centre (2008b), S. 22.

## 3.2. Rahmenbedingungen

### 3.2.1. Gesetze und Verordnungen

#### 3.2.1.1. Fünftes Buch Sozialgesetzbuch (SGB V)

Zu dem Bereich der Hygiene und der Prävention von nosokomialen Infektionen finden sich im fünften Buch des Sozialgesetzbuchs keine unmittelbaren Regelungen. Eine Verpflichtung zur Qualität geht jedoch aus dem § 135a SGB V hervor. Hier heißt es unter Abs. 1 Satz 2: „Die Leistungen müssen dem jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse entsprechen und in der fachlich gebotenen Qualität erbracht werden.“ Des Weiteren finden sich andere Rechtsnormen, die vor allem für die Seite der Kostenträger des Gesundheitssystems (Gesetzliche Krankenversicherung, Steuerzahler) relevant sind. So fordert beispielsweise der § 12 Abs. 1 Satz 1 SGB V, dass Leistungen „ausreichend, zweckmäßig und wirtschaftlich“ erbracht werden, während der § 70 Abs. 1 Satz 1 SGB V gleichzeitig eine „bedarfsgerechte und gleichmäßige, dem allgemein anerkannten Stand der medizinischen Erkenntnisse entsprechende Versorgung“ vorsieht.

#### 3.2.1.2. Infektionsschutzgesetz (IfSG)

Die umfangreichsten Regelungen zu diesem Bereich enthält das Anfang 2001 in Kraft getretene Infektionsschutzgesetz, das mehrere bis dahin gültige Einzelgesetze ablöste. Das Robert Koch-Institut schreibt zum Infektionsschutzgesetz: es „regelt welche Krankheiten bei Verdacht, Erkrankung oder Tod und welche labordiagnostischen Nachweise von Erregern meldepflichtig sind. Weiterhin legt das Gesetz fest, welche Angaben von den Meldepflichtigen gemacht werden und welche dieser Angaben vom Gesundheitsamt weiter übermittelt werden.“<sup>81</sup> In Bezug auf nosokomiale Infektionen und Resistenzen sind Krankenhäuser und Einrichtungen für ambulantes Operieren nach § 23 Abs. 1 IfSG zur Dokumentation und Überwachung verpflichtet. Die Aufzeichnungen sind für 10 Jahre aufzubewahren und auf Verlangen jederzeit dem Gesundheitsamt vorzulegen. Eine unmittelbare Meldepflicht für potentiell gefährliche Krankheitserreger geht aus dem § 7 des Infektionsschutzgesetzes hervor. Durch eine Verordnung, die am 1. Juli 2009 in Kraft trat, wurde sie um Methicillin-resistente

---

81 Robert Koch-Institut (2006).

Stämme ergänzt.<sup>82</sup> Andere Problemkeime, wie beispielsweise CDAD, sind, auch wenn sie in § 7 IfSG nicht explizit genannt werden, laut Auffassung des Robert Koch-Instituts bei schwerem Verlauf ebenso meldepflichtig, da sie mittlerweile nach § 6 Abs. 1 Nr. 5a IfSG „als bedrohliche Krankheit mit Hinweis auf eine schwerwiegende Gefahr für die Allgemeinheit zu werten sind.“<sup>83</sup>

### *3.2.1.3. Krankenhaushygieneverordnung*

Eine bundeseinheitliche Regelung der Krankenhaushygiene gibt es bis heute nicht. Die Regelungen sind Ländersache, und so haben momentan nur wenige Bundesländer überhaupt eine Krankenhaushygieneverordnung. Die anderen sahen bisher keinen Handlungsbedarf oder hoffen noch auf eine bundeseinheitliche und sektorenübergreifende Regelung. In den bestehenden Krankenhaushygieneverordnungen sind dabei wichtige Punkte, wie beispielsweise die Beschäftigung von Hygienepersonal ausführlich und für alle Einrichtungen einheitlich geregelt.<sup>84</sup>

### *3.2.1.4. Landeskrankenhausgesetz*

In den Landeskrankenhausgesetzen wird der Bereich der Hygiene oftmals mit nur einem einzigen Paragraphen bedacht. Die darin enthaltenen Bestimmungen sind zudem häufig nur sehr allgemein formuliert und lassen den Krankenhäusern somit bei der Umsetzung viel Freiraum.<sup>85</sup> Insgesamt wird hier deutlich, dass die Landeskrankenhausgesetze nie vorrangig dem Zweck dienen sollten, die Hygiene in Krankenhäusern zu verbessern. Vielmehr war und ist es ihre Aufgabe, die medizinische Versorgung der Menschen im stationären Sektor sicherzustellen.

### *3.2.2. Richtlinien und Empfehlungen*

Die gesetzlichen Grundlagen enthalten sehr oft die Formulierung „nach dem anerkannten Stand der medizinischen Erkenntnisse“. Da dies eine sehr allgemein

---

82 Vgl. Bundesgesetzblatt (2009), S. 1139.; Robert Koch-Institut (2009c), S. 274.

83 Vgl. Robert Koch-Institut (2009b).

84 Vgl. KHHygieneVO BW (2010).

85 Vgl. KHGG NRW (2010); BbgKHEG (2009); LKHG M-V (2008).

gefasste Umschreibung ist, und sich Erkenntnisse und Bedrohungen kontinuierlich verändern, gibt das Robert Koch-Institut (RKI) fortwährend konkrete Hinweise und Empfehlungen für die Umsetzung von Hygienerichtlinien heraus. Das RKI ist dem Bundesministerium für Gesundheit zugeordnet und hat aufgrund seiner Kompetenz im Bereich der Krankheitsprävention und -bekämpfung eine große Bedeutung für die medizinische Fachwelt. Zu den Hauptaufgaben des Instituts gehören neben der wissenschaftlichen Beratung der politischen Gremien und der Durchführung der Gesundheitsberichterstattung des Bundes, vor allem die „Analyse und Bewertung von Krankheiten mit hoher Gefährlichkeit, hohem Verbreitungsgrad oder hoher öffentlicher oder gesundheitspolitischer Bedeutung.“<sup>86</sup>

### 3.2.3. Aktuelle Bemühungen in Deutschland

Die Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie (DART) ist das Ergebnis einer Zusammenarbeit der Bundesministerien für Gesundheit, für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, und für Bildung und Forschung. Daran beteiligt waren zudem die Länder und weitere wichtige Vertreter des Gesundheitswesens. Das gemeinsame Ziel aller ist dabei die Reduzierung der Ausbreitung von Antibiotika-Resistenzen in Deutschland.<sup>87</sup> Die Strategie enthält mehrere Teilziele, sowohl im human-, als auch im veterinärmedizinischen Bereich. Auf der humanmedizinischen Seite sind dies beispielsweise die Schaffung eines Surveillance-Systems<sup>88</sup> zur Antibiotika-Resistenz und zum Antibiotika-Verbrauch, oder die Förderung der Zusammenarbeit - beispielsweise durch den Aufbau von Netzwerken.<sup>89</sup> Die Ziele sollten ursprünglich bis zum Jahr 2013 umgesetzt werden. Ein Zwischenbericht aus dem Jahr 2011 zeigt jedoch, dass viele der DART-Vorhaben heute noch „in den Kinderschuhen stecken“.<sup>90</sup> Unter anderem befindet sich auch ein wichtiger Gesetzesentwurf zur Änderung des Infektionsschutzgesetzes noch in der Prüfung. Im Zwischenbericht heißt es zu den Neuerungen unter anderem: „die Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektions-

---

86 Robert Koch-Institut (2010).

87 Vgl. Robert Koch-Institut (2009a), S. 113.

88 *Surveillance (Englisch) bedeutet Überwachung*

89 Vgl. Bundesministerium für Gesundheit (2011a), S. 13 f.

90 Vgl. Bundesministerium für Gesundheit (2011b), S. 5 ff.

prävention (KRINKO) und ART<sup>91</sup> erhalten dadurch einen verpflichtenden Charakter.<sup>92</sup>

In einer Stellungnahme des Bundesrates vom 15. April 2011 wird darüber hinaus empfohlen den § 23 IfSG (Nosokomiale Infektionen, Resistenzen) um weitere Bereiche der medizinischen Versorgung zu ergänzen. Somit sollen unter anderem auch in Arzt- und Zahnarztpraxen, sowie in Rehabilitationseinrichtungen und Rettungsfahrzeugen die anerkannten hygienischen Standards zur Erkennung, Verhütung und Bekämpfung von nosokomialen Infektionen gelten.<sup>93</sup>

Für ambulant tätige Mediziner sieht der Gesetzesentwurf zudem eine Abrechnungsmöglichkeit für Leistungen zur Diagnostik und Eradikationstherapie<sup>94</sup> vor. Diese soll mit Beginn des Jahres 2012 in Kraft treten und somit den Kampf gegen multiresistente Keime auch im ambulanten Bereich belohnen. In der Stellungnahme des Bundesrates wird empfohlen, eine derartige Finanzierung auch im stationären Bereich einzuführen, da es dort bislang ebenfalls keine gesonderte Abrechnungsmöglichkeit gibt.<sup>95</sup>

### 3.3. Andere Länder - Beispiel Niederlande

In den Niederlanden und in den Ländern Skandinaviens wird zur Bekämpfung multi-resistenter Erreger die sogenannte „search and destroy“-Strategie angewandt. Dabei werden zunächst alle Patienten, die stationär aufgenommen werden sollen einer entsprechenden Risikogruppe (hoch, mittel, niedrig) zugeordnet. Menschen, die in einer Hochprävalenzregion, wie beispielsweise Deutschland leben, oder sich dort zuletzt in einem Krankenhaus befanden, gelten nach den niederländischen MRSA-Richtlinien als potentiell kontaminiert. Entsprechend der hier angewandten Standards werden am Aufnahmetag Abstriche vom Nasen-, Rachen- und Leistenraum angefertigt. Während diese Proben im Labor auf mögliche Erreger hin untersucht werden, bleiben die Patienten in einem Einzelzimmer und werden so behandelt, als wären sie bereits positiv getestet worden. Unabhängig von ihrer Herkunft wird diese Strategie auch bei jenen Menschen angewandt, die in ihrer Vergangenheit eine besondere Exposition zu Tieren in der Tiermast hatten. Sie stellen eine Risikogruppe dar, weil Untersuchungen

---

91 Kommission „Antiinfektiva, Resistenz und Therapie“ (ART)

92 Bundesministerium für Gesundheit (2011b), S. 9.

93 Vgl. Bundesrat Drucksache 150/11, S. 2 ff.

94 *Behandlung mit dem Ziel der Dekolonisation eines mit MRE besiedelten Patienten.*

95 Vgl. Bundestag Drucksache 17/5178, S. 8; Bundesrat Drucksache 150/11, S. 21.

in vielen Ländern gezeigt haben, dass auch Landwirte und Tierärzte häufig durch die Tiere mit MRSA besiedelt sind.<sup>96</sup>

Die Ergebnisse der Laboruntersuchung liegen in der Regel nach 3 Tagen vor. Sind die Abstriche negativ, wird die Isolation aufgehoben. Sind sie jedoch positiv, so hat diese Strategie mitunter die Übertragung der Bakterien auf Mitpatienten und Krankenhauspersonal verhindert.

Des Weiteren werden in den Niederlanden, im Falle eines plötzlichen Ausbruchs von MRSA, alle zuvor in der Betreuung und Pflege involvierten Personen durch Abstriche auf eine mögliche Kontamination hin untersucht. Betroffene Patienten werden isoliert und die betroffene Station wird vorübergehend für Neuaufnahmen gesperrt. Ist es bei Mitarbeitern zu einer Kontamination gekommen, so werden diese von der patientennahen Betreuung ausgeschlossen, bis nachweislich bei zwei aufeinanderfolgenden Abstrichen kein MRSA mehr festgestellt wurde. Die Abstriche erfolgen im Abstand von jeweils 10 Tagen. Während dieser Zeit führen die Mitarbeiter eine Dekontaminationsbehandlung bei sich durch, gefolgt von einer Behandlungspause. Hierfür werden in der Regel eine antibiotisch wirksame Nasensalbe, desinfizierende Waschmittel und eine Gurgellösung eingesetzt.<sup>97</sup>

Die Maßnahmen, die in den Niederlanden zur Bekämpfung von MRE-Infektionen ergriffen werden, sind denen in Deutschland eigentlich sehr ähnlich. Die wesentlichen Unterschiede zu Deutschland liegen hier in der „gezielten Suche“ (search) und der „konsequenten Bekämpfung“ (destroy) dieser Erreger. Dabei spielen die Rahmenbedingungen, wie sie im niederländischen Gesundheitssystem zu finden sind, eine entscheidende Rolle. Das ebenfalls post-bismarcksche Krankenversicherungsmodell der Niederlande hat in den vergangenen Jahren mehrere Reformen erfahren. Unter anderem wurde hier bereits die Trennung zwischen stationärem und ambulantem Sektor aufgehoben. Die Krankenhausentlassung eines Patienten mit bestehender MRSA-Kolonisation stellt somit, bezüglich seiner Weiterversorgung, der Finanzierung und Weitergabe von Informationen kein Problem dar.<sup>98</sup> Dagegen kommt es in

---

96 Vgl. Jukema, G.N.; Kluytmans, J. (2007), S. 279; EUREGIO MRSA-net (2011a) Vgl. Wieler, Lothar H. (2008), S. 902; Bartels, Claus et al. (2008), S. 672 f.

97 Vgl. EUREGIO MRSA-net (2011b); Jukema, G.N.; Kluytmans, J. (2007), S. 279.

98 Vgl. Friedrich, Alexander W. (2009); Grunenberg, Guido (2003), Bewertung; AOK Bundesverband (2011); EUREGIO MRSA-net (2011c).

Deutschland, gerade im Bereich der Schnittstellen, häufig zu einer Unterbrechung der Versorgung.

Bei einem Vergleich zwischen Deutschland und den Niederlanden muss auch berücksichtigt werden, dass die Deutschen, statistisch gesehen, häufiger in einem Krankenhaus sind, als die Niederländer. Die folgende Abbildung veranschaulicht dies.

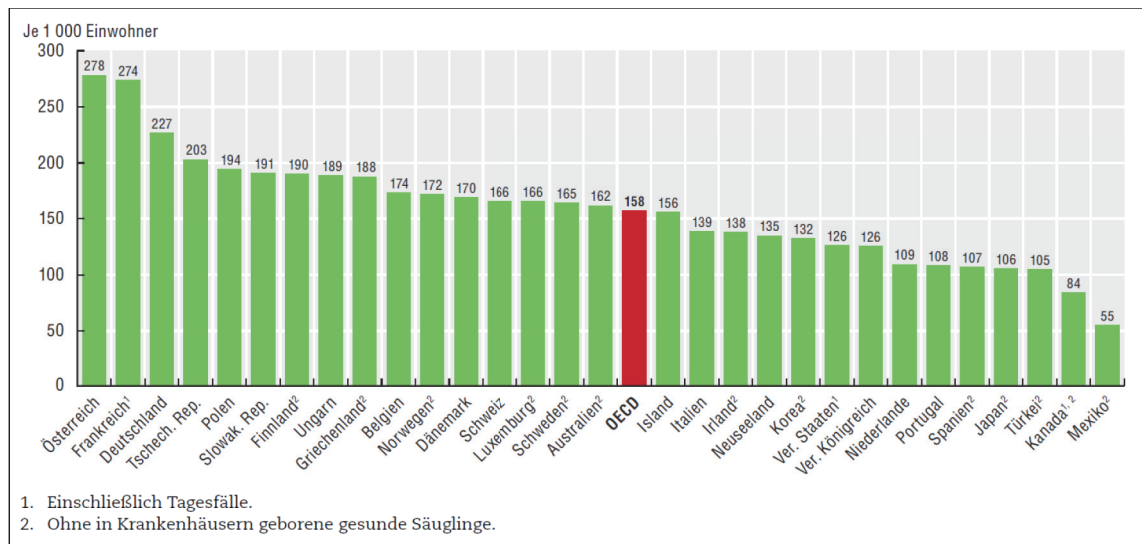


Abbildung 6: Krankenhausfälle je 1000 Einwohner (2007\*)<sup>99</sup>

Mit dem Anteil, der sich im Laufe eines Jahres im Krankenhaus befindlichen Bevölkerung ändert sich auch deren Exposition gegenüber der, vor allem dort gehäuft vorkommenden Erreger. Die vorliegenden Daten zeigen, dass Menschen in Deutschland (22,7 Prozent) demzufolge etwa doppelt so häufig multiresistenten Keimen ausgesetzt waren, wie die Menschen, die in den Niederlanden leben (10,9 Prozent).

<sup>99</sup> Quelle: Organization for Economic Cooperation and Development - OECD (2009), S. 97.

\* oder letztes verfügbares Jahr



Auch im Bereich der Krankenhaushygiene gibt es einen entscheidenden Unterschied zu Deutschland. Denn in den Niederlanden arbeiten deutlich mehr Menschen an der Umsetzung und Surveillance (Überwachung) von Krankenhaushygienemaßnahmen. In einem Deutschen Ärzteblatt aus dem Jahr 2010 schreibt hierzu eine Ärztin:

*„Ein wesentliches Merkmal der niederländischen Strategie besteht darin, dass jedes Krankenhaus (in Deutschland nur fünf Prozent) einen hauptamtlichen Arzt für Mikrobiologie und Krankenhaushygiene beschäftigt, der täglich Visiten durchführt und über die Verordnung von Antibiotika entscheidet. Hygienefachkräfte unterstützen seine Arbeit, Mitarbeiter werden regelmäßig fortgebildet und die durchgeführten Maßnahmen mikrobiologisch kontrolliert.“<sup>100</sup>*

#### *Vorstellung des EUREGIO-Modell-Projektes „MRSA-net“*

Das EUREGIO-Projekt „MRSA-net“ ist ein gemeinsamer Versuch der deutschen Region Münster und der niederländischen Region Twente. Mit dem Aufbau dieses grenzübergreifenden Netzwerkes erhoffen sich die Regionen auf beiden Seiten eine langfristige Verbesserung der Gesundheitsversorgung ihrer Bevölkerung. Unter anderem wurde in den deutschen Krankenhäusern, die an dem Projekt teilnehmen, ein Aufnahmescreening eingeführt. Im Bereich der ambulanten Versorgung von MRSA-Patienten hat die Kassenärztliche Vereinigung Westfalen-Lippe für dieses Projekt drei neue Abrechnungsziffern geschaffen. Dadurch erhalten Haus- und Fachärzte einen finanziellen Anreiz, um sich vor und nach einem Krankenhausaufenthalt um die Dekolonisation von MRSA-tragenden Patienten zu bemühen. Ein Problem, das auf der Bundesebene erst noch vom Gemeinsamen Bundesausschuss (GB-A) gelöst werden muss, ist die bisher nicht mögliche Verschreibung aller notwendigen Dekolonisationsmittel. Der Grund hierfür ist, dass die desinfizierenden Waschlotionen und Gurgellösungen eigentlich in den Bereich der Medizinprodukte und Kosmetika gehören, und daher nicht verschreibungsfähig sind.<sup>101</sup>

---

<sup>100</sup> Zylka-Menhorn, Vera (2010), S. 1663.

<sup>101</sup> Vgl. EUREGIO MRSA-net (2011c); EUREGIO MRSA-net (2011d).; § 138,139 SGB V; Robert Koch-Institut (2009a), S. 109 f.

## 4. Kosten-Nutzen-Analyse

### 4.1. Kostenarten

Eine Erkrankung hat unterschiedliche Arten von Kosten zur Folge. Für einen Vergleich von Kosten und Nutzen einer Maßnahme ist es daher sehr wichtig, zu wissen, in welchem Bereich die Kosten entstehen. Der schlichte Blick in die Dokumente der Buchführung und des Controllings reichen für eine umfangreiche Betrachtung nicht aus. Eine Kosten-Nutzen-Bewertung, in der auch ethische und gesellschaftliche Interessen berücksichtigt werden, erfordert ein genaueres Hinsehen.

#### 4.1.1. Direkte Kosten

Ressourcen, die im unmittelbaren Zusammenhang mit medizinischen Leistungen verbraucht werden, zählen zu den direkten Kosten. Hierzu gehören im stationären Bereich vor allem die Ausgaben für Medikamente, Verbandsmaterial, Laboruntersuchungen, Personal, Unterbringung, Verpflegung und Verwaltung. Aber auch die Ressourcen, die im Rahmen von präventiven Maßnahmen oder aufgrund von Komplikationen benötigt werden, zählen zu den direkten Kosten. In Deutschland erfolgt die Krankenhausabrechnung für gesetzlich versicherte Patienten über sogenannte DRGs (Diagnosis Related Groups). Dabei handelt es sich um pauschalisierte Entgelte, deren jeweilige Höhe auf der Grundlage bereits vorliegender Daten festgelegt wurde. Die genauen direkten Kosten lassen sich anhand einer DRG nicht erkennen. Zwar sind Krankenhäuser bestrebt ihre Kosten mittels der Pauschale zu decken, jedoch können eine frühe Entlassung oder die Verlängerung der Liegedauer dazu führen, dass die tatsächlichen Kosten sehr stark von der Pauschale abweichen. Eine genaue Ermittlung der tatsächlich entstandenen direkten Kosten kann in einem Krankenhaus nur mit Hilfe einer detaillierten Kosten-Leistungs-Rechnung erfolgen.<sup>102</sup>

#### 4.1.2. Indirekte Kosten

Wird ein Mensch krank, so führt dies in der Regel zu einer Verringerung oder dem Ausfall seiner Produktivität. Sei es durch eine vorübergehende Arbeitsunfähigkeit oder

---

102 Vgl. Foos, V.; Repschläger, U.; Riedel, R. (2010), S. 13 f.

durch eine dauerhafte Einschränkung - einer Volkswirtschaft entstehen durch den Verlust des sogenannten Humankapitals Kosten. Da diese nicht direkt durch die Krankheit, sondern vielmehr durch die daraus resultierenden Folgen verursacht werden, ist hier von indirekten Kosten einer Erkrankung die Rede.<sup>103</sup>

#### *4.1.3. Intangible Kosten*

Nicht wirklich greifbar, und darum als intangibel bezeichnet wird der dritte und letzte für diese Betrachtung notwendige Kostenaspekt. Dabei handelt es sich um Auswirkungen, die nur schwer messbar sind. Durch physische Grenzen oder Schmerz verursachte Einschränkungen in der Lebensqualität gehören ebenso dazu, wie Einschränkungen aufgrund von psychischen Leiden. Dieser Kostenaspekt ist besonders für die ethische Betrachtung wichtig, da er in keiner Kosten-Leistungs-Rechnung auftaucht, für jedes betroffene Individuum jedoch sehr wichtig ist.<sup>104</sup>

#### *4.2. Die Vier-Säulen-Strategie*

Um einer weiteren Verbreitung von MRSA-Stämmen in Deutschland vorzubeugen wurde im Jahr 2005 die sogenannte Vier-Säulen-Strategie vom RKI veröffentlicht. Sie benennt die, für einen Erfolg im Kampf gegen MRSA und andere multiresistente Erreger, wichtigsten Maßnahmen.

- Identifizierung, Erfassung und Bewertung von MRSA (Screening sowie Surveillance gemäß § 23 IfSG),
- strikte Umsetzung geeigneter Hygienemaßnahmen,
- Sanierung von MRSA-Trägern und
- kontrollierter Einsatz von Antibiotika zur Vermeidung eines die Verbreitung von MRSA fördernden Selektionsdrucks.<sup>105</sup>

Für einen Kosten-Nutzen-Vergleich sollen nachfolgend einzelne Maßnahmen der ersten beiden Punkte aufgegriffen werden.

---

103 Vgl. Foos, V.; Repschläger, U.; Riedel, R. (2010), S. 14 f.

104 Vgl. Foos, V.; Repschläger, U.; Riedel, R. (2010), S. 15 f.

105 Robert Koch-Institut (2005), S. 34.

#### 4.2.1. Etablierung eines Aufnahmescreenings

Wie wichtig ein Aufnahmescreening auch in deutschen Krankenhäusern wäre, zeigen die aus dem Jahr 2010 stammenden Daten des am Robert Koch-Institut ansässigen NRZ<sup>106</sup>. Demnach traten in den 268 am MRSA-KISS<sup>107</sup> teilnehmenden Krankenhäusern insgesamt 40.955 MRSA Fälle auf, von denen aber nur 6.608 (16,1 Prozent) nosokomialen Ursprungs waren. Die restlichen 34.347 Fälle (83,9 Prozent) wurden ins Krankenhaus mitgebracht.<sup>108</sup>

Ein bei der Aufnahme von Patienten geplantes Screening erfordert unter anderem besondere räumliche Bedingungen. So müssen beispielsweise genügend Zimmer vorhanden sein, um Risikopatienten bis zum Eintreffen der Laborergebnisse auch wirklich isolieren zu können. Für einen Teil der aufzunehmenden Patienten ist dies jedoch nicht unbedingt notwendig, da sie geplant kommen. Entsprechend dem § 115a Abs. 2 Satz 1 SGB V wäre hier eine vorstationäre Behandlung denkbar, bei der Abstriche auf MRE gemacht werden könnten. Bis zum Vorliegen der Ergebnisse würde sich der Patient zu Hause befinden und keine Gefahr für andere darstellen.

In vielen deutschen Krankenhäusern ist es noch immer üblich, dass erst bei einem Verdacht Abstriche angefertigt werden. Oftmals lag ein betroffener Patient bis dahin aber in einem Mehrbettzimmer. Kommt es nach den Abstrichen zu einem positiven Befund, so müssen daraufhin auch die Mitpatienten isoliert werden, weil nicht klar ist, ob sie inzwischen auch Träger der resistenten Erreger sind. Die bei einer MRSA-Infektion anfallenden direkten Kosten können nach der aktuellen wissenschaftlichen Kenntnislage heute mit ca. 5.000 bis 10.000 Euro beziffert werden.<sup>109</sup> Dahinter stehen im Durchschnitt 7 bis 8 zusätzliche Krankenhaustage.<sup>110</sup> Die indirekten und intangiblen Kosten sind bei dieser Betrachtung nicht mit eingerechnet worden, da sie sich nur schwer bestimmen lassen.

Die Kosten für einen Abstrich betragen zwischen 14 und 39 Euro.<sup>111</sup> Abhängig ist dies von der jeweiligen Testmethode. Die Frage, ab wann sich ein Aufnahmescreening

---

106 Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen (NRZ)

107 Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS)

108 Vgl. NRZ (2011), S. 1.

109 Vgl. Korczak, Dieter; Schöffmann, Christine (2010), S. 12.

110 Vgl. Gastmeier, Petra et al. (2004), S. 339.

111 Vgl. Korczak, Dieter; Schöffmann, Christine (2010), S. 16 f.

rechnet, stellten sich Wissenschaftler am Vivantes Klinikum in Berlin Friedrichshain. Sie kamen dabei zu dem Ergebnis, dass ein Screening-Programm bereits bei niedrigen MRSA-Inzidenzraten kosteneffektiv ist, und es daher für die meisten Krankenhäuser empfohlen werden kann.<sup>112</sup>

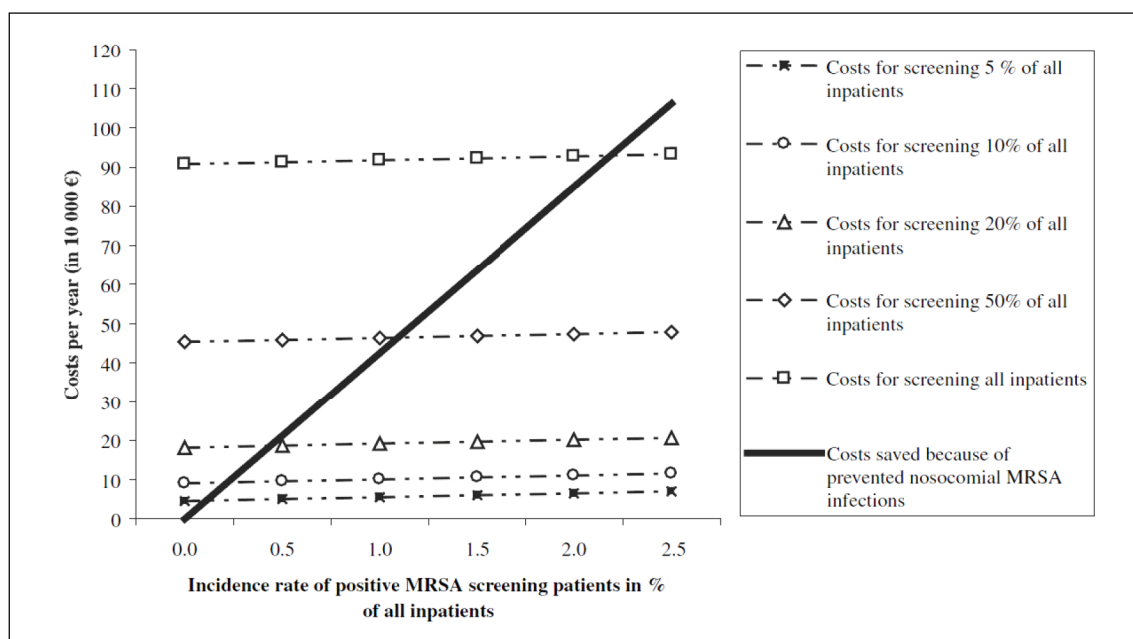


Abbildung 7: Kosten für ein Aufnahmescreening<sup>113</sup>

## 4.2.2. Umsetzung bestehender Hygienestandards

### 4.2.2.1. Händehygiene

Wie wichtig die Umsetzung von bestehenden Hygienestandards ist, zeigte eine Studie aus Deutschland, die im Jahr 2008 veröffentlicht wurde. Hier wurden in einem Universitätsklinikum über einen Zeitraum von 6 Jahre nur dann Isolierungsmaßnahmen bei Auftreten von MRSA durchgeführt, wenn es sich um schwere Fälle einer Besiedlung handelte. Stattdessen wurde die Compliance der Mitarbeitern und der Patienten bei der Umsetzung von bestehenden Hygienestandards, wie der Händedesinfektion gefördert. Gemessen wurde eine Veränderung im Verhalten anhand des

<sup>112</sup> Vgl. Wernitz, M. H. et al. (2005), S. 466.

<sup>113</sup> Quelle: Wernitz, M. H. et al. (2005), S. 469.

Handschuh- und Desinfektionsmittelverbrauchs. Hier zeigte sich eine deutliche Zunahme, was auf eine größere Akzeptanz der Bestimmungen schließen lässt. Im Ergebnis kam es auch bei den MRSA-Fällen zu keinem Anstieg - im Gegenteil, sie gingen sogar zurück.<sup>114</sup>

#### *4.2.2.2. Umgang mit Wunden*

Ein aseptischer Umgang mit sterilen Wunden ist außerordentlich wichtig, gerade weil viele Patienten nach Operationen eine Immunschwäche aufweisen. Gelangen Bakterien, ganz gleich ob sensibel oder resistent in eine Wunde, so können sie dort Infektionen mit schweren gesundheitlichen Folgen für den Patienten hervorrufen. Die Compliance bei der Umsetzung eines aseptischen Verbandwechsels ist aufgrund der zunehmenden zeitlichen Belastung von Ärzten und Pflegepersonal häufig zu gering. Doch dies gefährdet die Gesundheit derer, die sich darauf verlassen müssen, dass jeder Handgriff korrekt erfolgt.

#### *4.2.2.3. Mitarbeiterschulungen und Gespräche*

Regelmäßige Schulungen und Gespräche, bezüglich der von multiresistenten Erregern ausgehenden Gefahren, können die Compliance der Mitarbeiter verbessern. Dafür ist ein Klima wichtig, in dem eine Veränderung auch möglich ist. Denn oftmals akzeptieren Ärzte und Pflegekräfte eine gewisse Zahl an Infektionen und denken nicht darüber nach, solange sie innerhalb eines „normalen“ Bereichs liegen. Aber selbst darüber sollte gesprochen werden, denn letztendlich kann die investierte Zeit für Patienten und Krankenhaus von großem Nutzen sein.<sup>115</sup>

---

114 Vgl. Kappstein, I. et al. (2009), S. 49 ff.

115 Vgl. Rüden, Henning; Gastmeier, Petra (2004), S. 325.

## *5. Abschließende Bewertung*

Dass die Ängste der Krankenhäuser unbegründet sind zeigen die Studien, als auch die Erfolge in den Niederlanden und den skandinavischen Ländern. Mit dem Einsatz von geeigneten Strategien lässt sich die Zahl der multiresistenten Erreger langfristig reduzieren. Wichtig ist dafür aber, dass es ein gemeinsames Handeln über alle Bereiche hinweg gibt, denn ansonsten würden sich multiresistente Erreger in Nischen weiterhin vermehren können, und von dort aus immer wieder in andere Bereiche vordringen. Die Bestrebungen in Deutschland und der europäischen Union gehen seit Jahren in die richtige Richtung, aber es fehlt noch immer das „wirkliche Umdenken“.

In der Tiermast vermehren sich weiterhin multiresistente Erreger, weil dort immer noch Unmengen an Antibiotika im Einsatz sind. Währenddessen versuchen große Pharmaunternehmen auf Kosten der Entwicklungsländer ihre Umsätze zu steigern. Da ist es kein Wunder, wenn in Indien die hochgefährlichen NDM-1-Stämme nun sogar schon im Trinkwasser gefunden werden. Wir stehen kurz davor, die einzigen Mittel zu verlieren, die uns im Kampf gegen die Infektionskrankheiten helfen können. Also, handeln wir lieber heute, denn morgen ist es vielleicht schon zu spät.

## LITERATURVERZEICHNIS

AOK BUNDESVERBAND (2011): Das Gesundheitssystem in den Niederlanden. Unter: [http://www.aok-bv.de/politik/europa/index\\_01387.html](http://www.aok-bv.de/politik/europa/index_01387.html); Datum des Abrufs: 18. Mai 2011.

ÄRZTE OHNE GRENZEN e.V. (2010): Kampagne: Europa - Hände weg von unseren Medikamenten. Unter: <http://www.aerzte-ohne-grenzen.de/informieren/medikamenten-kampagne/aktuell/2010-10-19-kampagne-eu-haende-weg/index.html>; Datum des Abrufs: 9. Mai 2011.

BARTELS, CLAUS et al. (2008): Methicillin-Resistente Staphylokokken: Frühes Screening senkt Zahl der Infektionen. In: Deutsches Ärzteblatt, 105. Jg., Heft 13, S. 672-673.

BOUCHER, HELEN W. et al. (2009): Bad Bugs, No Drugs: No ESCAPE! An Update from the Infectious Diseases Society of America. In: Clinical Infectious Diseases, 48:000-000; doi: 10.1086/595011.

BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT et al. (2008): GERMAP 2008. Bericht über den Antibiotikaverbrauch und die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen in der Human- und Veterinärmedizin in Deutschland. 1. Auflage, Verlag: Antinfecives Intelligence - Gesellschaft für klinisch-mikrobiologische Forschung und Kommunikation mbH, Rheinbach.

BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (1996): Einsatz des Futterzusatzstoffes Avoparcin wird europaweit verboten. Unter: [http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/1996/24/einsatz\\_des\\_futterzusatzstoffes\\_avoparcin\\_wird\\_europa\\_weit\\_verboten-803.html](http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/1996/24/einsatz_des_futterzusatzstoffes_avoparcin_wird_europa_weit_verboten-803.html); Datum des Abrufs: 22. Mai 2011.

BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT et al. (2011a): Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie. Unter: [https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/dateien/Publikationen/Gesundheit/Broschueren/Deutsche\\_Antibiotika\\_Resistenzstrategie\\_DART\\_110331.pdf](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/dateien/Publikationen/Gesundheit/Broschueren/Deutsche_Antibiotika_Resistenzstrategie_DART_110331.pdf); Datum des Abrufs: 4. Mai 2011.

BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT et al. (2011b): Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie - Zwischenbericht. Unter: [http://www.bmg.bund.de/fileadmin/dateien/Downloads/A/Antibiotikaresistenzstrategie/DART\\_Zwischenbericht\\_110407.pdf](http://www.bmg.bund.de/fileadmin/dateien/Downloads/A/Antibiotikaresistenzstrategie/DART_Zwischenbericht_110407.pdf); Datum des Abrufs: 6. Mai 2011.



CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (1999): Morbidity and Mortality weekly Report. Vol. 28, No. 29, U.S. Government Printing Office. Unter: <http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/wk/mm4829.pdf>; Datum des Abrufs: 17. Mai 2011.

CLATWORTHY, ANNE E.; PIERSON, EMILY; HUNG, DEBORAH T. (2007): Targeting virulence: a new paradigm for antimicrobial therapy. In: Nature Chemical Biology, Volume 3, Number 9, S. 541-548.

DARWIN, CHARLES (1884): Die Entstehung der Arten. Schmidt, Heinrich; Carus, Julius Victor (Hrsg.), Alfred Kröner Verlag, Leipzig.

DIEFENBECK, M.; MÜCKLEY, T.; HOFMANN G. O. (2008): Multiresistente Erreger im Krankenhaus. Konsequenzen für die chirurgische Behandlung. In: Trauma und Berufskrankheit, Erscheinungsjahr 2008, Volume 10, Supplement 1, S. 133-137.

DOCTORS WITHOUT BORDERS (2002): US Trade Position Threatens Access to Medicines in Latin America and the Caribbean. Unter: <http://www.doctorswithoutborders.org/press/release.cfm?id=701>; Datum des Abrufs: 9. Mai 2011.

EUREGIO MRSA-NET (2011a): Was unterscheidet die niederländischen „search and destroy“ Strategie von den deutschen MRSA Richtlinien?; Unter: <http://www.mrsa-net.org/DE/institution/patienten.html>; Datum des Abrufs: 23. Mai 2011.

EUREGIO MRSA-NET (2011b): Wie soll MRSA-positives Personal saniert werden?; Unter: [http://www.mrsa-net.nl/de/answers.php?type=2&answer\\_id=148&question\\_id=148](http://www.mrsa-net.nl/de/answers.php?type=2&answer_id=148&question_id=148); Datum des Abrufs: 23. Mai 2011.

EUREGIO MRSA-NET (2011c): Wird die Behandlung von MRSA-Patienten im ambulanten Bereich bezahlt?; Unter: [http://www.mrsa-net.nl/de/answers.php?type=&answer\\_id=190](http://www.mrsa-net.nl/de/answers.php?type=&answer_id=190); Datum des Abrufs: 23. Mai 2011.

EUREGIO MRSA-NET (2011d): Informationen zum MRSA-net Projekt. Unter: <http://www.mrsa-net.org/DE/projektinfo.html>; Datum des Abrufs: 23. Mai 2011.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (2010): Antimicrobial resistance surveillance in Europe 2009. Annual report of the European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net). Unter: [http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/1011\\_SUR\\_annual\\_EARS\\_Net\\_2009.pdf](http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/1011_SUR_annual_EARS_Net_2009.pdf), Datum des Abrufs: 26. April 2011.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2005): Verbot von Antibiotika als Wachstumsförderer in Futtermitteln tritt in Kraft. Presseveröffentlichung IP/05/1687. Unter: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/05/1687&format=PDF&aged=1&language=DE&guiLanguage=en>; Datum des Abrufs: 22. Mai 2011.

FLEMING, SIR ALEXANDER (1945): Penicillin. Nobel Lecture, December 11, 1945. In: Nobel Foundation (1999): Nobel Lectures in Physiology or Medicine 1942-1962. World Scientific Publishing, Singapore.

FOOS, V.; REPSCHLÄGER, U.; RIEDEL, R. (2010): Gutachten zu Kosten-Nutzen-Bewertungsverfahren für Arzneimittel in Deutschland und im internationalen Vergleich. Institut für Medizinische-Ökonomie & Medizinische Versorgungsforschung, Rheinische Fachhochschule Köln. ISBN-Nr.: 3-9811139-5-0.

FRIEDRICH, ALEXANDER W. (2009): Problemkeime: Vernetzter Kampf gegen MRSA. In: Pharmazeutische Zeitung online, Ausgabe 14/2009. Unter: <http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=29463>; Datum des Abrufs: 18. Mai 2011.

GASTMEIER, PETRA et al. (2004): Postoperative Wundinfektionen nach stationären und ambulanten Operationen. Ergebnisse aus dem Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS). In: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2004, 47, S. 339 - 344.

GASTMEIER, PETRA; GEFFERS, CHRISTINE (2008): Nosokomiale Infektionen in Deutschland: Wie viele gibt es wirklich? Eine Schätzung für das Jahr 2006. In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, 133. Jhg., Heft 21, S. 1111-1115.

GEFFERS, CHRISTINE; GASTMEIER, PETRA; RÜDEN, HENNING (2002): Nosokomiale Infektionen. In: Robert Koch-Institut (Hrsg.): Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Heft 8, ISBN 3-89606-129-1.

GEISEL, R.; SCHMITZ, F. J.; DETTENKOPF, M. (2006): Multiresistente Erreger (MRSA und VRE) sowie andere nosokomiale Problemkeime. In: Daschner, Franz et al. (Hrsg.): Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz. 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer Medizin-Verlag, Heidelberg.

GILBERT, DAVID N. et al. (2010): The 10 X '20 Initiative: Pursuing a Global Commitment to Develop 10 New Antibacterial Drugs by 2020. In: Clinical Infectious Diseases, Volume 50, S. 1081-1083; doi: 10.1086/652237.

GOTTSCHALK, GERHARD (2009): Welt der Bakterien. Die unsichtbaren Beherrscher unseres Planeten. WILEY-VCH Verlag, Weinheim.

GRUNENBERG, GUIDO (2003): Gesundheitssysteme in Europa: Das Gesundheitssystem der Niederlande. Unter: [http://www.ewi-psy.fu-berlin.de/einrichtungen/arbeitsbereiche/ppg/service/newsletter/iPG-newsletter\\_archiv/iPG-NL-02-03/Gesundheitssysteme\\_in\\_Europa/index.html](http://www.ewi-psy.fu-berlin.de/einrichtungen/arbeitsbereiche/ppg/service/newsletter/iPG-newsletter_archiv/iPG-NL-02-03/Gesundheitssysteme_in_Europa/index.html); Datum des Abrufs: 18. Mai 2011.

HEALTH PROTECTION SURVEILLANCE CENTRE (2008a): Clostridium difficile - Patient information leaflet. Unter: <http://www.hpsc.ie/hpsc/A-Z/Gastroenteric/Clostridiumdifficile/Factsheets/File,2946,en.pdf>; Datum des Abrufs: 2. Juni 2011.

HEALTH PROTECTION SURVEILLANCE CENTRE (2008b): Surveillance, Diagnosis and Management of Clostridium difficile - associated disease in Ireland. Unter: <http://www.hpsc.ie/hpsc/A-Z/Gastroenteric/Clostridiumdifficile/Publications/File,2936,en.pdf>; Datum des Abrufs: 2. Juni 2011.

HELMHOLTZ ZENTRUM MÜNCHEN (2007): Antibiotika und Antibiotikaresistenzen. Unter: <http://www.helmholtz-muenchen.de/flugs/themen/krankheitsbilder/index.html>; Datum des Abrufs: 1. Juni 2011.

HEUDORF, URSEL; TESSMANN, ROLF (2005): Aktuelles zu MRSA im Krankenhaus und anderswo. In: Hessisches Ärzteblatt 11/2005; S. 740-741.

HILDEBRANDT, HELMUT et al. (1998): Pschyrembel Klinisches Wörterbuch. 258. neu bearbeitete Auflage, Walter de Gruyter-Verlag, Berlin.

HOLZGRABE, ULRIKE (2004): Antibiotika-Entwicklung gestern und heute. In: Chemotherapie Journal, 13. Jg., Heft 3, S. 142-147.

JUKEMA, G. N.; KLUYTMANS, J. (2007): MRSA Infektionen: Reaktionen anderer Länder. Beispiel Niederlande. In: Trauma und Berufskrankheit, Erscheinungsjahr 2007, Volume 9, Supplement 3, S. 278-280.

KAKU, MICHIO (1999): Visions. How science will revolutionize the 21th century and beyond. Oxford University Press, Oxford.

KAPPSTEIN, I. (2009): Prävention von MRSA-Übertragungen: Standardhygiene statt Isolierung. 6 Jahre Überwachung in einem Universitätsklinikum. In: Der Chirurg, 2009, 80, S. 49-61. doi: 10.1007/s00104-008-1565-z.

KORCZAK, DIETER; SCHÖFFMANN, CHRISTINE (2010): Medizinische Wirksamkeit und Kosten-Effektivität von Präventions- und Kontrollmaßnahmen gegen Methicillin-resistente Staphylococcus aureus (MRSA)-Infektionen im Krankenhaus. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentationen und Informationen - DIMDI (Hrsg.): Schriftenreihe Health Technology Assessment, Bd. 100, 1. Auflage, doi: 10.3205/hta000082L.

LÜLLMANN, HEINZ et al. (2010): Pharmakologie und Toxikologie. Arzneimittelwirkungen verstehen - Medikamente gezielt einsetzen. 17. aktualisierte Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

MARRE, REINHARD et al. (2008): Klinische Infektiologie: Infektionskrankheiten erkennen und behandeln. 2. Auflage, Urban & Fischer Verlag, München.

MARTY, CHRISTOPH (2009): Missverständnisse um Darwin. In: Spektrum der Wissenschaft, Februar 2009, S. 46-53.

NRZ (2011): Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen. MRSA-KISS, Berechnungszeitraum 1. Januar 2010 bis 31. Dezember 2010. Erstellungsdatum: 26. April 2011. Unter: [http://www.nrz-hygiene.de/fileadmin/nrz/module/mrsa/199701\\_201104\\_MRSA\\_reference.pdf](http://www.nrz-hygiene.de/fileadmin/nrz/module/mrsa/199701_201104_MRSA_reference.pdf).

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (2009): Gesundheit auf einen Blick 2009: OECD-Indikatoren. doi:10.1787/9789264081086-de.

OXFAM INTERNATIONAL (2006): Patente gegen Patienten. Fünf Jahre nach der Doha-Erklärung. Oxfam Briefing Paper 95; Unter: [www.oxfam.org.uk/resources/policy/health/downloads/bp95\\_patents\\_gr.pdf](http://www.oxfam.org.uk/resources/policy/health/downloads/bp95_patents_gr.pdf); Datum des Abrufs: 9. Mai 2011.

PALAVECINO, ELIZABETH (2007): Clinical, Epidemiological, and Laboratory Aspects of Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus (MRSA) Infections. In: Ji, Yinduo (Hrsg.): Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus (MRSA) Protocols. Methods in Molecular Biology. Volume 391, Humana Press / Springer Verlag, New York und Berlin.

PAUL-EHRLICH-GESELLSCHAFT FÜR CHEMOTHERAPIE e.V. (2007): PEG-Resistenzstudie 2007. Unter: [http://www.p-e-g.org/ag\\_resistenz/PEG-Studie-2007.pdf](http://www.p-e-g.org/ag_resistenz/PEG-Studie-2007.pdf); Datum des Abrufs: 20. Mai 2011.

PELIZÄUS-HOFFMEISTER, HELGA (2011): Das lange Leben in der Moderne. Wechselbeziehungen zwischen Lebensalter und Modernisierung. 1. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien, Wiesbaden.

POVACZ, FRITZ (2007): Geschichte der Unfallchirurgie. 2. unveränderte Auflage, Springer Medizin-Verlag, Heidelberg.

ROBERT KOCH-INSTITUT (2005): Fachtagung der AG Nosokomiale Infektionen am RKI zur Intensivierung der Umsetzung von Präventionsstrategien bei MRSA. Epidemiologisches Bulletin 2005, Nr. 5, S. 31-42.

ROBERT KOCH-INSTITUT (2006): Infektionsschutzgesetz - IfSG. Unter: [http://www.rki.de/cln\\_006/nn\\_338860/DE/Content/Infekt/IfSG/ifsg\\_\\_node.html\\_\\_nnn=true](http://www.rki.de/cln_006/nn_338860/DE/Content/Infekt/IfSG/ifsg__node.html__nnn=true); Datum des Abrufs: 29. Mai 2011.

ROBERT KOCH-INSTITUT (2008): Clostridium difficile: Zum Stand der Meldungen schwer verlaufender Infektionen in Deutschland. Epidemiologisches Bulletin 2008; Nr. 15, S. 117-122.

ROBERT KOCH-INSTITUT (2009a): Regionale Netzwerke. Instrumente zur Vermeidung der Weiterverbreitung von Erregern mit speziellen Resistenzen und Multiresistenzen. Epidemiologisches Bulletin 2009; Nr. 12, S. 105-112.

ROBERT KOCH-INSTITUT (2009b): Schwer verlaufende Infektionen mit Clostridium difficile: Zur Meldepflicht. Unter: [http://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/C/Clostridium\\_difficile/Meldetatbestaende.html](http://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/C/Clostridium_difficile/Meldetatbestaende.html); Datum des Abrufs: 2. Juni 2011.

ROBERT KOCH-INSTITUT (2009c): Hinweise zur Meldung und Übermittlung von MRSA-Nachweisen aus Blut oder Liquor. Epidemiologisches Bulletin 2009; Nr. 29, S. 273-278.

ROBERT KOCH-INSTITUT (2010): Aufgaben und Gesetzliche Grundlagen des Robert Koch-Instituts. Unter: [http://www.rki.de/clin\\_169/nn\\_205760/DE/Content/Institut/institut\\_\\_node.html?\\_\\_nnn=true](http://www.rki.de/clin_169/nn_205760/DE/Content/Institut/institut__node.html?__nnn=true); Datum des Abrufs: 2. Juni 2011.

ROBERT KOCH-INSTITUT (2011): Informationen zum EHEC/HUS-Ausbruchsgeschehen. Unter: [http://www.rki.de/clin\\_169/nn\\_205760/DE/Home/Info-HUS.html](http://www.rki.de/clin_169/nn_205760/DE/Home/Info-HUS.html); Datum des Abrufs: 3. Juni 2011.

RODLOFF, ARNE C. (2005): Obligat anaerobe sporenbildende Stäbchen (Clostridien). In: Ullmann, Uwe et al. (Hrsg.): Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie. 5. vollständig aktualisierte Auflage, Springer Medizin-Verlag, Heidelberg.

RÜDEN, HENNING; GASTMEIER, PETRA (2004): Rollen und Aufgaben der Hygienefachkräfte und des Krankenhaushygienikers unter besonderer Berücksichtigung von Kosten-Nutzen-Aspekten. In: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 2004, 47, S. 323-328.

SCHRÖDER, HELMUT et al. (2003): Antibiotika: Solange sie noch wirken ... . In: G+G Wissenschaft, 3. Jg., Heft 2, S. 7-16.

SCIENCE MUSEUM - LONDON (2011): Thanks to Penicillin. Unter: <http://www.science.museum.org.uk/hommedia.ashx?id=8062&size=Large>; Datum des Abrufs: 8. Mai 2011.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2006): Bevölkerung Deutschlands bis 2050. 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Presseexemplar, Wiesbaden.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2011): Verkehr aktuell. Fachserie 8, Reihe 1.1, 05/2011, Wiesbaden.

STREHL, EGID (2000): Antibakterielle Chemotherapeutika. In: Strehl, Egid (Hrsg.): Arzneimittel in der Pflege. Ein Lehrbuch für Krankenpflegekräfte und medizinische Assistenzberufe. 5. völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage, Govi-Verlag, Eschborn.

UNITED NATIONS (2011): Human Development Indices World Map. Unter: [http://hdr.undp.org/en/statistics/data/hd\\_map/](http://hdr.undp.org/en/statistics/data/hd_map/); Datum des Abrufs: 17. Mai 2011.

UNITED STATES HOUSE OF REPRESENTATIVES (2005): Trade agreement and access to medications under the Bush Administration. Unter: [http://www.twinside.org.sg/title2/FTAs/Intellectual\\_Property/IP\\_and\\_Access\\_to\\_Medicines/TradeAgreementsandAccesstoMedicationsUnderTheBushAdmini.pdf](http://www.twinside.org.sg/title2/FTAs/Intellectual_Property/IP_and_Access_to_Medicines/TradeAgreementsandAccesstoMedicationsUnderTheBushAdmini.pdf); Datum des Abrufs: 9. Mai 2011.

WERNITZ, M. H. et al. (2005): Cost analysis of a hospital-wide selective screening programme for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) carriers in the context of diagnosis related groups (DRG) payment. In: *Clinical Microbiology and Infection* 2005, 11(6), S. 466-471.

WIELER, LOTHAR H. (2008): MRSA - Ein Problem keineswegs nur der Humanmedizin! Bericht und kritische Anmerkungen zur FVE-Conference on Methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. In: *Deutsches Tierärzteblatt* 7/2008, S. 900-903.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2001): WHO Global Strategy for Containment of Antimicrobial Resistance. Unter: [http://www.who.int/drugresistance/WHO\\_Global\\_Strategy\\_English.pdf](http://www.who.int/drugresistance/WHO_Global_Strategy_English.pdf); Datum des Abrufs: 10. Mai 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION / UNICEF (2009): Global Action Plan for Prevention and Control of Pneumonia (GAPP). Unter: [http://whqlibdoc.who.int/hq/2009/who\\_fch\\_cah\\_nch\\_09.04\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2009/who_fch_cah_nch_09.04_eng.pdf); Datum des Abrufs: 11. Mai 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2010): Medicines: rational use of medicines. Unter: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs338/en/>; Datum des Abrufs: 1. Juni 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2011a): Bulletin of the World Health Organization. Mobilizing political will to contain antimicrobial resistance. Volume 89, Number 3, doi:10.2471/BLT.11.030311.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2011b): About World Health Day. Unter: <http://www.euro.who.int/en/who-we-are/whd/about-world-health-day>; Datum des Abrufs: 15. Mai 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2011c): World Health Day 2011 - Director-General Statement. Unter: <http://www.who.int/world-health-day/2011/presskit/WHD2011-DGstate-EN.pdf>; Datum des Abrufs: 12. Mai 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2011d): World Health Statistics 2011. Unter:  
[http://www.who.int/whosis/whostat/EN\\_WHS2011\\_Full.pdf](http://www.who.int/whosis/whostat/EN_WHS2011_Full.pdf); Datum des Abrufs: 18. Mai  
2011.

ZYLKA-MENHORN, VERA (2010): Netzwerke können mehr bewirken als neue  
Gesetze. In: Deutsches Ärzteblatt, 107. Jg., Heft 36, S. 1663-1664.



## *RECHTSQUELLENVERZEICHNIS*

BbgKHEG (2009): Gesetz zur Entwicklung der Krankenhäuser im Land Brandenburg (Brandenburgisches Krankenhausentwicklungsgesetz) vom 8. Juli 2009.

BUNDESGESETZBLATT (2009): Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 27, ausgegeben zu Bonn am 28. Mai 2009.

BUNDESRAT DRUCKSACHE 150/11: Stellungnahme des Bundesrates. Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Infektionsschutzgesetzes und weiterer Gesetze. 15. April 2011.

BUNDESTAG DRUCKSACHE 17/5178: Gesetzentwurf der Fraktion CDU/CSU und FDP. Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Infektionsschutzgesetzes und weiterer Gesetze. 22. März 2011.

IfSG (2011): Infektionsschutzgesetz vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), zuletzt geändert durch Artikel 2a des Gesetzes vom 17. Juli 2009 (BGBl. I S. 2091).

KHGG NRW (2010): Krankenhausgestaltungsgesetz des Landes Nordrhein-Westfalen vom 11.12.2007 (GV NRW S. 702), zuletzt geändert am 16.03.2010 (GV NRW S. 184) - in Kraft getreten am 31. März 2010.

KHHygieneVO BW (2010): Verordnung des Sozialministeriums über die Krankenhaushygiene in Baden-Württemberg (Krankenhaushygieneverordnung) vom 15. Dezember 2010.

LKHG M-V (2008): Landeskrankenhausgesetz für das Land Mecklenburg-Vorpommern in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. Mai 2002, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. Oktober 2008 (GVOBl. M-V S. 374), in Kraft getreten am 23. Oktober 2008.

SGB V (2008): Sozialgesetzbuch - Fünftes Buch - Gesetzliche Krankenversicherung in der Fassung der Ausfertigung vom 20.12.1988 (BGBl. I S. 2477), zuletzt geändert durch Art. 6 Pflege-Weiterentwicklungsg v. 28.05.2008 (BGBl. I S. 874).

## *Eidesstattlich Versicherung*

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken habe ich als solche kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Unterschrift