

# Die Diphtherie in den im Reichsrat vertretenen Königreichen und Ländern in den Jahren 1880 bis 1912

*Michael Pammer*

## Die Diphtherieerkrankung

Die Diphtherie ist eine heute selten gewordene akute Infektionskrankheit, die zu einer Entzündung der oberen Atemwege mit Gewebeveränderungen, Absterben von Epithelzellen, Einsickern von Blutplasma und Bildung einer so genannten Pseudomembran auf der Schleimhaut führt.<sup>1</sup> Diese Pseudomembran besteht aus Bakterien, verändertem Gewebe und Fibrin, einem aus dem Blutplasma stammenden wasserunlöslichen Proteinpolymer mit zahlreichen Quervernetzungen. Sie lässt sich nicht abwischen, Versuche einer gewaltsamen Entfernung können zu Blutungen führen.

Die Krankheit äußert sich zunächst in nicht sonderlich hohem Fieber, Abgeschlagenheit, Kopfschmerz und Schluckbeschwerden. Die Nasendiphtherie, die häufigste Erscheinungsform bei Säuglingen, geht mit blutig-eitrigem Schnupfen und krustigen Belägen einher. Die Rachendiphtherie, besonders häufig bei Kleinkindern, führt zu starker Rachenrötung und einem grau-weißlichen Belag, der sich von den Mandeln her ausbreitet. Die Patienten entwickeln einen süßlich-fauligen Mundgeruch und Schwellungen der Halslymphknoten. Blutungen in den Belag, die sich aufgrund von Gefäßschäden ergeben, bezeichnet man als Halsbräune. Die gefährlichste Form ist die Kehlkopfdiphtherie (Krupp), die zu Heiserkeit, Husten, erschwelter Atmung und Erstickungsanfällen führt; die Beläge können sich auf Luftröhre und Bronchien ausdehnen. Die Einführung einer Kanüle in die Luftröhre oder ein Luftröhrenschnitt können zur Lebensrettung erforderlich werden. Lebensbedrohliche und sonst gefährliche Komplikationen der Krankheit sind Herzmuskelentzündung und daraus folgende Herzvergrößerung, Kreislaufversagen und plötzlicher Herztod, weiters Nervenentzündung mit Lähmungen von Gaumensegel, Augenmuskeln oder Nervus facialis, Nierenentzündung und Gefäßschäden mit diffuser Blutungsneigung.

1 Zu den allgemeinen klinischen, pathologischen, toxikologischen und epidemiologischen Aspekten vgl. PSCHYREMBEL, Klinisches Wörterbuch, Berlin/New York 2002<sup>259</sup>; Diphtheria, *Todar's Online Textbook of Bacteriology*, <http://textbookofbacteriology.net/diphtheria.html>; Diphtheria, <http://www.cdc.gov/nip/publications/pink/dip.pdf>.

Verursacht wird die Diphtherie durch ein Bakterium, das meist durch Tröpfcheninfektion übertragen wird, bei einer Inkubationszeit von bis zu einer Woche. Die Bakterien verbleiben im Bereich des lokalen Epithels und verbreiten sich nicht in tiefer liegende Gewebe oder in andere Bereiche des Organismus. Sie produzieren aber einen Giftstoff, der sich über Lymphe und Blut verbreitet und Herz, Nerven, Nieren und Gefäße schädigt. Dieses Toxin ist für die Komplikationen und den oft tödlichen Ausgang einer nicht behandelten Diphtherie verantwortlich. Wesentlich sind daher die Ausbreitungsmöglichkeiten des Toxins. So verläuft die Nasendiphtherie in der Regel harmloser, weil das Toxin bei dieser Lokation schlecht absorbiert wird. Bei Rachen- und Kehlkopfdiphtherie wird das Toxin in größerer Menge absorbiert, weshalb diese Fälle meist schwerer verlaufen. Der Nachweis, dass das dem Organismus injizierte Toxin die Symptome der Krankheit hervorruft, auch wenn Diphtheriebakterien nicht vorhanden sind, gelang Emile Roux und Alexandre Yersin 1888, vier Jahre, nachdem Friedrich Löffler Bakterium und Toxin identifiziert und dargestellt hatte. Mittlerweile ist die Wirkungsweise des Toxins bei der Hemmung der Proteinsynthese in den befallenen Zellen in ihren Einzelheiten erforscht.

Nach ihrer Toxigenität unterscheidet man verschiedene Varianten des Diphtherie-Bakteriums. Die toxigenen Varianten produzieren alle dasselbe Toxin, doch vermehrt sich die gefährlichste Variante etwa dreimal so schnell wie die leichteste. Unter der Annahme, dass die Toxinproduktion dem Bakterienwachstum folgt, bedeutet dies auch eine Toxinproduktion in entsprechend unterschiedlicher Höhe.<sup>2</sup> Zu diesen Varianten tritt noch eine weitere Form, die überhaupt kein Toxin produziert und harmlos ist. Der Grund liegt darin, dass das Toxin das Produkt eines Bakteriophagen ist, dessen DNA irgendwann ins Genom des Bakteriums eingebaut wurde, ein als Lysogenisierung bezeichneter Vorgang. Daraus entstand die virulente Variante des Diphtheriebakteriums, die nicht virulente Variante gibt es aber weiterhin.

Für die Toxigenität der lysogenisierten Varianten ist außerdem wesentlich, in welcher Konzentration Eisenionen in der Umgebung vorhanden sind. Der Grund liegt darin, dass es für das toxinproduzierende Gen des Phagen ein Repressorgen gibt, das durch Eisen aktiviert wird. Bei Eisenmangel ist der Repressor deaktiviert, und das Toxin kann produziert werden. Bei minimaler Konzentration von Eisen kann der Anteil des Toxins an der gesamten Proteinproduktion des Bakteriums 5 Prozent erreichen. Die Konzentration von Eisen wird auf diese Weise zum wichtigsten Faktor für die Höhe der

2 Allerdings verändert sich der Erreger im Lauf der Zeit; der früher harmloseste toxigene Typ bildet heute wesentlich mehr Toxin. Vgl. Waltraud THILO, Zur aktuellen Situation der Diphtherie. In: Hans-Herbert HAASE/Dieter SANDOW/Brigitte STAHL (Hg.), 100 Jahre Blutserum-Therapie 1890–1990. Hallesches Symposium 1990. Emil von Behring zu Ehren, dem Wegbereiter der Serumtherapie und besonders ihrer Anwendung gegen Diphtherie, Halle (Saale) 1991, S. 26–30.

Toxinproduktion des Bakteriums. Dieser Mechanismus wurde in Zellkulturen nachgewiesen, eine gleiche Wirkungsweise im lebenden Organismus wird vermutet.

Das Toxin war und ist der Ansatzpunkt für die wichtigsten vorbeugenden Maßnahmen und Therapien im Fall einer ausgebrochenen Erkrankung. Die effiziente vorbeugende Maßnahme ist die aktive Immunisierung durch eine Impfung, die ab dem dritten Lebensmonat in mehreren Teilimpfungen verabreicht und im Kindheits- und Jugendalter aufgefrischt wird. Die Impfung besteht aus der Verabreichung eines Toxoids, das ist das in diesem Fall durch Behandlung mit Formaldehyd veränderte Toxin. Für den Organismus wirkt ein Toxoid nicht mehr toxisch, wohl aber immunogen, das heißt es ruft ohne weitere Schädigung die gleiche Immunantwort des Körpers hervor wie das unbehandelte Toxin. Der Körper produziert daher Antikörper gegen das Toxin, die über Jahre bestehen bleiben und im Blut zirkulieren. In den entwickelten Ländern kommt heute nahezu die gesamte Bevölkerung in den Genuss dieser Impfung, die sich durch eine hohe Erfolgsquote und eine hohe Sicherheit auszeichnet. Dementsprechend sind in diesen Ländern Kinder und Jugendliche zum allergrößten Teil mit einem ausreichenden Schutz gegen die Krankheit versehen. In der erwachsenen Bevölkerung sinkt allerdings mangels Auffrischungsimpfungen großteils die Antikörperkonzentration unter die übliche Schutzwelle ab.

Die Schutzimpfung mit dem Toxoid wurde 1929 entwickelt. Einen anderen Ansatz zur Schutzimpfung entdeckte Theobald Smith 1909, in Europa arbeitete unter anderem Emil von Behring daran. Diese Impfung verbreitete sich allerdings erst nach dem Ersten Weltkrieg in nennenswertem Ausmaß. Die Idee bestand darin, zugleich das (unbehandelte) Diphtherietoxin und das Antitoxin, also Antikörper gegen das Toxin, zu verabreichen, aber mit einem kleinen Überschuss an Toxin. Das Toxin sollte eine Immunantwort des Körpers hervorrufen, das Antitoxin sollte das Toxin binden und damit vor dessen nachteiligen Folgen schützen. Tatsächlich bilden das Toxin und das noch nicht an eine Körperzelle gebundene Antitoxin einen so genannten Toxin-Antitoxin-Komplex (TAT), der immunogen wirkt (an Toxin, das sich bereits an den Rezeptor der Zelle angelagert hat, kann sich Antitoxin nicht mehr binden). Allerdings konnte bei dieser Methode eine Vergiftung auftreten, wenn die Quantitäten von Toxin und Antitoxin nicht ganz genau bestimmt wurden. Überdies rief der verwendete Impfstoff, der von Pferden gewonnen wurde, des Öfteren allergische Reaktionen hervor, die im Fall einer Erkrankung und der dann angewandten Therapie größte Probleme bereiten konnten.

Die Therapie im Fall einer ausgebrochenen Diphtherie war die passive Immunisierung. Sie war unmittelbar vor dem Ersten Weltkrieg eine längst etablierte Methode geworden und war einer der größten Triumphe der Bakteriologie. Es handelte sich um eine Erfindung Behrings, für die dieser

1901 den erstmals vergebenen Nobelpreis für Medizin erhalten hatte. Die passive Immunisierung besteht in der Verabreichung von Antitoxin, das von einem anderen Organismus produziert wurde, an die erkrankte Person. Die Antitoxinproduktion wurde von Anfang an mit Rindern und Schafen, vor allem aber mit Pferden vorgenommen. Dazu wurden die Tiere mit dem Diphtherietoxin geimpft, entwickelten dagegen Antikörper, wurden neuerlich mit höheren Dosen des Toxins geimpft und so fort. Die Prozedur ging so lange dahin, bis die Tiere eine so hohe Konzentration von Antikörpern im Blut aufwiesen, dass man das von ihnen gewonnene Blutserum, also die zellfreie Blutflüssigkeit, für therapeutische Zwecke verwenden konnte. Allergische Reaktionen gegen das Pferdeserum kamen allerdings auch hier vor. Die Entdeckung Behrings bestand in der Erkenntnis, dass das Serum nach der entsprechenden Behandlung des Tieres nicht näher bekannte Stoffe enthielt, die gegen die Toxine wirkten. Die genaue Wirkungsweise, etwa der Aufbau von Toxin und Antikörper, die Bindung des freien Toxins an den entsprechenden Rezeptor der Körperzelle und die Verhinderung dieses Vorgangs durch die Bildung des Toxin-Antitoxin-Komplexes, blieben Behring noch unbekannt. Klar war lediglich, dass das Gegenmittel nicht aus Zellen bestand.

Behring entwickelte das Verfahren anhand von Labortieren bis 1890 so weit, dass er erste Ergebnisse vorlegen konnte. Die erste Erprobung an Menschen erfolgte 1893 (frühere Versuche sind fast sicher Legende). Die Erfolge waren zunächst mäßig, weil Heilserum mit einer zu niedrigen Konzentration von Antitoxin nicht ausreichend wirkt und man erst Verfahren entwickeln musste, die eine Prüfung des Antikörpertiters ermöglichten. Die industrielle Verwertung wurde durch eine Kooperation mit den Höchster Farbwerken schon 1892 in die Wege geleitet, ab 1894 wurde Anti-Diphtherie-Serum im großen Stil abgegeben. Die Behandlungsmethode verbreitete sich international rasch und führte zu einem alsbaldigen Absinken der Diphtherie-Sterblichkeit. Sie ist auch heute noch ein wichtiger Teil der Therapie von Diphtherieerkrankungen, da zwar das Bakterium selbst seit der Erfindung des Penicillins durch Antibiotika bekämpft werden kann, das Toxin aber eigens unschädlich gemacht werden muss.

## Verbreitung der Diphtherie

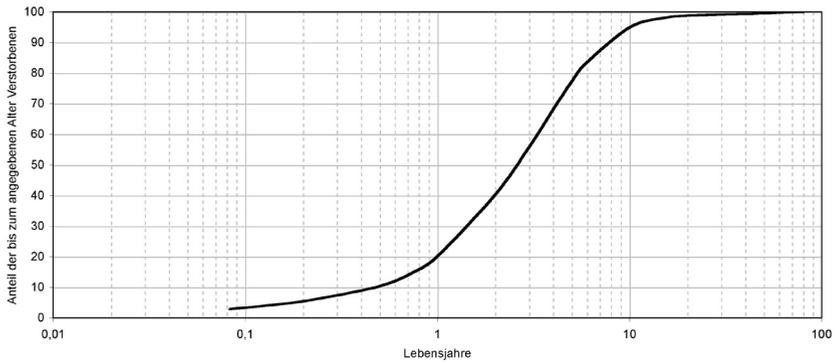
Die Faktoren, die die Verbreitung der Diphtherie bestimmen, sind nicht völlig klar. Sinnvollerweise sollte die Verbreitung des Erregers in einer nicht geimpften und in einer durch Impfung geschützten Bevölkerung separat diskutiert werden. Diese Trennung lässt sich aber gar nicht so einfach vornehmen.

In einer nicht geimpften Bevölkerung werden nach medizinischem Allgemeinwissen 10 bis 20 % der Personen, die dem Erreger ausgesetzt sind, auch mit der Krankheit infiziert, und davon entwickeln 15 bis 20 % eine manifeste Diphtherie, das heißt 1,5 bis 4 % der exponierten Personen erkranken

ken an Diphtherie. Heute beträgt die Sterblichkeit erkrankter Personen 5 bis 10 %, bei Personen unter fünf oder über vierzig Jahren bis zu 20 %. Kinder im Mutterleib können eine Immunität passiv durch die Übertragung von Antikörpern über die Plazenta erwerben; dieser Schutz kann ein bis zwei Jahre lang bestehen bleiben. Kinder, die in dieser Zeit mit Diphtherie infiziert werden, entwickeln auch aktiv eine Immunität gegen die Krankheit. Eine aktive Immunisierung entsteht auch sonst durch die Diphtherieerkrankung selbst; im Fall einer Infektion mit einer weniger virulenten Variante kann allenfalls auch eine Erkrankung vorkommen, die als Diphtherie nicht bemerkt wird, aber zur Immunität führt. Personen, die die Krankheit überstanden haben, können den Erreger noch über Monate in sich tragen und verbreiten. Vor der Einführung der allgemeinen Impfung trugen mindestens 5 % der Bevölkerung das Bakterium in sich.

Das endemische Auftreten der Diphtherie war somit einerseits darauf angewiesen, dass immune Personen den Keim verbreiteten, andererseits war es wesentlich für den Erwerb der Immunität. Für den Charakter der Diphtherie als Kinderkrankheit ist dieser Aspekt wichtig. Historisch trat die Krankheit, wie man aus Graphik 1 erkennt, fast nur unter Kindern auf. Die Graphik zeigt die Verteilung der Diphtherietodesfälle in den Jahren 1895 bis 1900 in den im Reichsrat vertretenen Königreichen und Ländern, aufgetragen nach dem Alter der betroffenen Personen. Drei von vier Opfern der Krankheit waren unter fünf Jahre alt, 95 % unter zehn Jahre, nicht einmal ein % über zwanzig Jahre. Daten für die nicht tödlich ausgegangenen Erkrankungen stehen nicht zur Verfügung; da eine ausgebrochene Diphtherie für Erwachsene besonders gefährlich ist, lässt sich aber aus den Zahlen der Sterbefälle ableiten, dass Erwachsene offenbar nicht leicht erkrankten. Ein Grund dafür könnte darin liegen, dass gerade die erwachsene Bevölkerung des ausgehenden 19. Jahrhunderts in ihrer Biographie zu einem erheblichen Teil mit endemischer Diphtherie konfrontiert gewesen war. Personen, die dies mit oder ohne manifeste Erkrankung überstanden, konnten daher wahrscheinlich auch ohne Schutzimpfung einen effektiven Immunschutz aufbauen und erkrankten schon deshalb als Erwachsene nicht mehr. Dieser Immunschutz war wahrscheinlich sogar besser als der Schutz, den Erwachsene haben, die in ihrer Kindheit eine Schutzimpfung, später aber keine Auffrischungsimpfungen erhalten haben. Dies legen etwa Untersuchungen an den in den Jahren um 1945 geborenen Personen in Deutschland nahe, die aufgrund der in diesen Jahren wieder gehäuft auftretenden Diphtherie einen untypisch hohen Antikörpertiter über Jahrzehnte bewahren konnten.<sup>3</sup>

3 Vgl. K. ROSMUS/S. REICHELT/A. ZOTT/S. SANDOW/E. KRIEBEL, Bestimmung von Diphtherie-Antitoxin mittels ELISA. In: HAASE/SANDOW/STAHL (Hg.), 100 Jahre Blutserum-Therapie, S. 152–156.



Graphik 1: Diphtheriesterbefälle nach Alter, Reichratsländer, 1895–1900

Wie erwähnt, wird in den entwickelten Ländern heute praktisch die gesamte Bevölkerung im Kindheitsalter gegen Diphtherie geimpft. Dass es kaum zu Diphtherieerkrankungen kommt, ist dennoch erklärungsbedürftig:

Erstens ist der Impfschutz der erwachsenen Bevölkerung zum Unterschied von den Kindern und Jugendlichen heute auch in den entwickelten Ländern höchst lückenhaft, weil der nach der Impfung aufgebaute Antikörperbestand im Organismus im Lauf der Jahre wieder abgebaut wird. Während in Deutschland unter den Fünfzehnjährigen der Anteil von Personen mit einer Antitoxinkonzentration im Blut durchwegs über der Schutzwelle von 0,1 IE/ml liegt, haben ein Viertel der Zwanzig- bis Dreißigjährigen und fast zwei Drittel der über Vierzigjährigen einen Antikörpertiter unterhalb dieser Schwelle.<sup>4</sup>

Zweitens ist das Diphtheriebakterium in der Bevölkerung von entwickelten Ländern auch heute noch in bescheidenem Maß präsent. Im Durchschnitt der deutschen Bevölkerung sind zwar weniger als 0,1 % Träger des Bakteriums, regional und in manchen Bevölkerungsgruppen (etwa einzelnen Zuwandererpopulationen) kann dieser Anteil aber auf mehrere Prozent ansteigen.<sup>5</sup> Dies ist zwar insgesamt weitaus weniger als vor der Einführung der Schutzimpfung, angesichts des hohen Anteils von Personen ohne Immunschutz ist das fast völlige Fehlen von Erkrankungen aber doch auffallend.

Drittens ist bereits der Umstand, dass die Impfung überhaupt die Verbreitung des Bakteriums behindert, erklärungsbedürftig, weil die Impfung nicht gegen das Bakterium, sondern gegen das Toxin immunisiert. Eigentlich ließe dies erwarten, dass das Bakterium weiterhin in der Bevölkerung präsent wäre und Erkrankungen verursachen würde, dass diese Erkrankungen aber für geimpfte Personen harmlos verlaufen würden. Dennoch scheint es möglich, dass eine erfolgreiche Bekämpfung des Toxins auch die Ausbreitung des

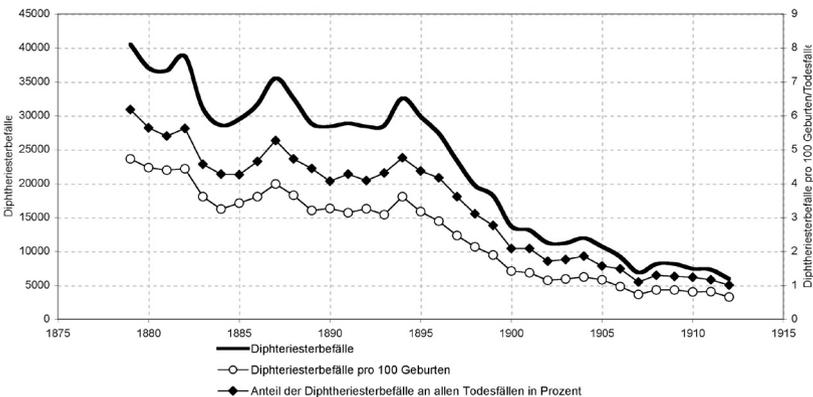
4 Ebd.

5 THILO, Diphtherie, S. 28–29 f.

Bakteriums behindert: Es gibt zwar keine Hinweise dafür, dass das Toxin für das Überleben des Bakteriums an sich notwendig ist, es ist aber nicht auszuschließen, dass das Toxin etwa durch Schädigung von Epithelzellen bei der Anheftung und Ausbreitung des Bakteriums im Körper eine Rolle spielt, ein Prozess, über den wenig bekannt ist. In diesem Fall würde die antitoxische Impfung das Vorkommen der toxischen Varianten des Bakteriums limitieren.

## Häufigkeit der Diphtherie im 19. Jahrhundert – Thesen

Vor der Schutzimpfung war die Diphtherie eine vergleichsweise häufige Kinderkrankheit, und vor der Erfindung der Passivimmunisierung war sie auch äußerst gefährlich. Die Krankheit war bereits in der Antike bekannt, Epidemien werden aus dem 17. und 18. Jahrhundert berichtet. Nachdem zu Beginn des 19. Jahrhunderts in vielen Ländern die Pockenimpfung eingeführt worden war, waren die Pocken als zuvor gefährlichste aller Kinderkrankheiten entschärft, und die Diphtherie wurde nun zur wesentlich schlimmeren Bedrohung.<sup>6</sup> Um 1880 starben in den Reichsratsländern pro Jahr um die 40.000 Kinder an Diphtherie, das war um die Hälfte mehr als die Zahl der Opfer von Keuchhusten, dreimal so viel wie die Zahl der Pockenopfer oder der Opfer des Scharlachs und viermal so viel wie die Zahl der Masernoten. Jeder zehnte Todesfall bei Kindern unter fünf Jahren und jeder zwanzigste in der Gesamtbevölkerung war nun auf Diphtherie zurückzuführen. Schon in den folgenden Jahren bis 1894 gingen aber die Diphtherie-Sterbezahlen bei größeren Schwankungen leicht zurück, und ab der Verfügbarkeit der Serumtherapie sanken sie binnen zehn Jahren auf ein Drittel (Graphik 2). In den letzten Jahren vor dem Ersten Weltkrieg forderten Scharlach, Keuchhusten und Masern jeweils bereits deutlich mehr Todesopfer als die Diphtherie.



Graphik 2: Diphtheriesterbefälle, Reichsratsländer, 1879–1912

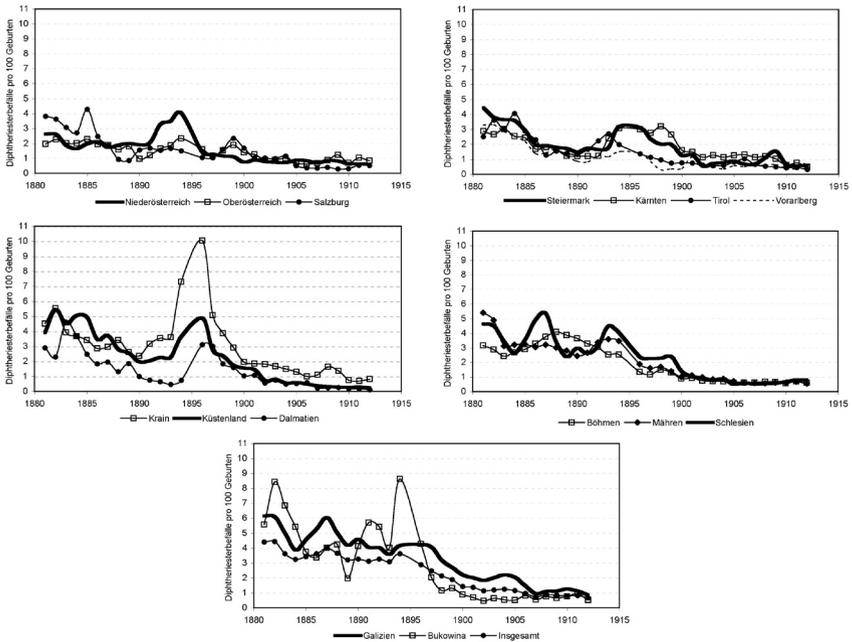
<sup>6</sup> Zu den Pocken in den Reichsratsländern: Michael PAMMER, Pocken II: Die Impfung im 19. Jahrhundert. In: Historicum, Sommer 2003, S. 15–19.

So deutlich diese Zahlen auch den Erfolg der Passivimmunisierung erkennen lassen, die Verfügbarkeit der neuen Therapie war offenkundig nicht der einzige wesentliche Faktor für die Bedeutung der Krankheit. Dies ergibt sich schon aus dem zeitlichen Verlauf in den Jahren vor 1894, als die Häufigkeit der Sterbefälle, sowohl absolut als auch bezogen auf die Zahl von Kindern, deutlich zurückging. Das Auftreten der Krankheit scheint auch über die hier dargestellten fünf- bis siebenjährigen Auf- und Abbewegungen hinaus seit 1826 längerfristigen Schwankungen mit einer Periodizität von etwa dreißig Jahren unterworfen zu sein.<sup>7</sup> Die Erklärung dafür liegt möglicherweise in der immunisierenden Wirkung einer Exposition: Die Bevölkerung, die dem Diphtherieerreger während eines gehäuften Auftretens der Krankheit ausgesetzt ist, baut für die folgende Zeit einen stärkeren Immunschutz auf, der die Zahl der Todesfälle sinken lässt.<sup>8</sup> Die nachfolgende Generation hat diesen Immunschutz nicht, die Mortalität steigt daher zunächst wieder. Allerdings wäre für eine solche Abfolge eine Zykluslänge von dreißig Jahren ziemlich lang, zumal die Krankheit bei Personen über fünfzehn Jahren ohnehin kaum auftrat.

Dass die Häufigkeit von Diphtheriesterbefällen außer von der Serumtherapie auch von sonstigen Faktoren abhing, ergibt sich weiters aus dem Umstand, dass die Krankheit in den Reichsratsländern sowohl vor als auch nach Einführung der Serumtherapie regional mit höchst unterschiedlicher Häufigkeit vorkam. Dies lässt sich bereits an einem Vergleich der Kronländer erkennen: Im absoluten Niveau ebenso wie in den kurzfristigen Schwankungen sieht man deutliche Unterschiede, wobei starke und geringe kurzfristige Schwankungen mit hohem wie mit niedrigem absolutem Niveau der Diphtheriesterblichkeit einhergehen konnten (Graphik 3 a–e). Die Kronländer sind darüber hinaus aber Aggregate von kleineren Regionen, die ihrerseits ganz unterschiedliche Verläufe verzeichnen konnten. Manche Episoden mochten zwar einen großen Teil des betreffenden Kronlandes umfassen, so etwa die Diphtherieepidemie im Herzogtum Krain Mitte der neunziger Jahre des 19. Jahrhunderts, andere blieben aber auf Teile des jeweiligen Landes beschränkt.

7 THILO, Diphtherie, S. 27–28 f.

8 Die Wirkung einer solchen Exposition und die Beständigkeit des dadurch erreichten Immunschutzes zeigt sich etwa an den in den Jahren um 1945 geborenen Personen in Deutschland, die aufgrund der in diesen Jahren gehäuft auftretenden Diphtherie einen untypisch hohen Antikörpertiter über Jahrzehnte bewahren konnten. Vgl. ROSMUS u. a., Diphtherie-Antitoxin.



Graphik 3a-e: Diphtheriesterbefälle nach Kronländern

Die teilweise starken kurzfristigen Schwankungen legen es nahe, dem Zufall in der Entwicklung der Diphtheriesterblichkeit eine beträchtliche Rolle zuzugestehen. Eine Suche nach Faktoren in der wirtschaftlichen oder sozialen Struktur einer Region, die regionale oder lokale Schwankungen in der Diphtheriemortalität im Maßstab weniger Jahre erklären würden, verspricht kaum Erfolg. Sehr wohl hat es aber einen Sinn, nach Faktoren zu suchen, die Unterschiede zwischen Regionen oder die Entwicklung über einen längeren Zeitraum erklären, wobei die beschriebenen Eigenarten der Krankheit und die therapeutischen Möglichkeiten soweit wie möglich als Ansatzpunkte dienen. Hypothetisch sind folgende Faktoren zu diskutieren:

1. Der erste Faktor, der für die Veränderung der Diphtheriemortalität in den letzten Jahrzehnten vor dem Ersten Weltkrieg verantwortlich ist, ist selbstverständlich die Erfindung der Passivimmunsierung. Diese Erfindung lässt eine ziemlich gleich bleibend hohe Diphtheriesterblichkeit bis etwa 1894 erwarten, danach ein kontinuierliches Absinken im Verlauf einiger Jahre, anschließend eine wieder gleich bleibende Sterblichkeit auf niedrigem Niveau. Ein schlagartiges Absinken der Sterblichkeit nach 1894 ist nicht zu erwarten, weil die Etablierung einer neuartigen Therapie in der Praxis einer gewissen Übergangszeit bedarf, auch wenn Behörden und Ärzte fördernd tätig sind.
2. Unabhängig von den therapeutischen Fortschritten wirkte die Bevölkerungsdichte. Es steht zu vermuten, dass eine höhere Bevölkerungsdichte vor und nach 1894 *ceteris paribus* auch zu höheren Sterbezahlen führte, weil die

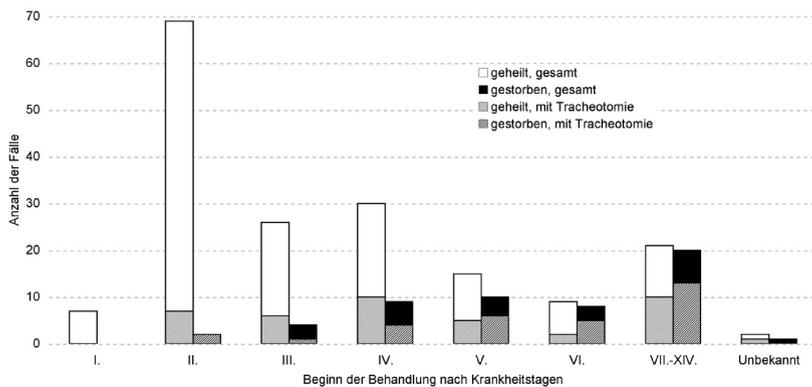
Ausbreitung einer Infektionskrankheit in dichter besiedelten Gebieten leichter erfolgt. Der Grund liegt im vergleichsweise hohen Anteil von symptomlosen Keimträgern in der Bevölkerung, der in Ballungsräumen, aber auch in sonstigen dichter besiedelten Gebieten zu einer deutlich erhöhten Exposition der Krankheit gegenüber führt. Auch nach 1894 blieben derartige regionale Unterschiede in den Sterbezahlen bestehen, da sich mehr und weniger dicht besiedelte Gebiete durch spezifische Erkrankungshäufigkeit voneinander unterschieden. Dass die Mortalität von erkrankten Personen in dichter besiedelten Gebieten höher war, ist hingegen nicht zu vermuten.

3. Weiters ist anzunehmen, dass Gebiete mit schlechterer ärztlicher Versorgung vor und nach 1894 *ceteris paribus* höhere Sterbezahlen hatten als besser versorgte Gebiete. Dies deshalb, weil vor wie nach 1894 die wichtigsten Behandlungsformen schwer erkrankter Personen einen Arzt erforderten: Seruminjektionen wurden normalerweise von Ärzten veranlasst und verabreicht, und der Luftröhrenschnitt an Personen, die vom Ersticken bedroht waren, wurde von Ärzten ausgeführt. Die Zahl von Ärzten ist im derzeit verfügbaren Datenbestand für diese Untersuchung noch nicht enthalten, es gibt aber indirekte Ansätze, die zu folgenden Thesen führen:

3.a. Städtische Gebiete waren hinsichtlich der Diphtheriesterblichkeit im Vorteil, weil in Städten die ärztliche Versorgung besser war.

3.b. Unter den ländlichen Gebieten waren großräumig und dünn besiedelte Gebiete im Nachteil, weil eine effiziente Behandlung der Diphtherie möglichst bald nach Ausbruch der Krankheit zu erfolgen hat und große Entfernungen tendenziell zu Verzögerungen führen. Graphik 4 zeigt die erste Untersuchung des Erfolgs der Passivimmunsierung im Zusammenhang mit dem Behandlungsbeginn nach Krankheitstagen, erhoben von Hermann Kossel in Berlin 1894. Man sieht, dass die Sterberate umso höher lag, je später man mit der Behandlung begann (Personen mit schlechten Heilungsaussichten erhielten dann auch öfter Luftröhrenschnitte). Die Heilungsraten fielen monoton mit jedem Tag zusätzlicher Verzögerung. In ausgedehnten Gebieten mochte es leichter vorkommen, dass ein Arzt einen Krankenbesuch etwas später absolvierte als in kleinräumigen Gebieten, eine Verzögerung, die entscheidend sein konnte.

4. Ebenfalls zur Diskussion steht die These, dass die Häufigkeit von Diphtherietodesfällen in jenen Gebieten höher war, die sich auch sonst durch eine vergleichsweise hohe Kindersterblichkeit auszeichneten. Der Zusammenhang würde darin liegen, dass die sonstige Kindersterblichkeit zum größten Teil auf andere Infektionskrankheiten zurückging und Übertragungsweisen und Erkrankungsrisiken für die wichtigsten Infektionskrankheiten meist ähnlich sind. Diese These stellt nicht auf Therapiemöglichkeiten ab, hinsichtlich derer sich die Diphtherie ja stark von anderen Krankheiten unterschied, sondern auf ein Bündel von Umweltfaktoren, die für Infektionsrisiken relevant sein



Graphik 4: Wirkung der Serumtherapie, Berlin 1894

Quelle: Richard Bieling, *Der Tod hatte das Nachsehen. Emil von Behring. Gestalt und Werk*, Bielefeld<sup>3</sup>1954, S. 100.

können, so etwa Wohnverhältnisse, allgemeine hygienische Bedingungen, der allgemeine Ernährungsstatus oder klimatische Faktoren. Lediglich die regionale Bevölkerungsdichte ist als separate Größe bereits diskutiert worden.

5. Die Häufigkeit von Diphtherietodesfällen folgte schließlich über die genannten Faktoren hinaus regionalen Mustern, weil sich Regionen hinsichtlich ihres allgemeinen Entwicklungsstandes, aber auch hinsichtlich ihrer Umweltbedingungen voneinander unterschieden und sich die sonstigen Faktoren daher regional in spezifischer Weise auswirkten. Der Zusammenhang wäre etwa so vorzustellen, dass gegebene Therapiemöglichkeiten in verschiedenen Regionen unterschiedlich stark genutzt wurden, beispielsweise weil die Bevölkerung die zur Verfügung stehende ärztliche Hilfe in unterschiedlichem Ausmaß in Anspruch nahm. Auch wäre es möglich, dass bereits das Erkrankungsrisiko für eine bestimmte Krankheit unabhängig von Faktoren wie Bevölkerungsdichte und dergleichen differierte, zum Beispiel aufgrund regional unterschiedlicher Verbreitung der drei toxigenen Varianten des Bakteriums oder aufgrund regional unterschiedlicher Bevölkerungsanteile von Trägern des Erregers (Faktoren, die im nachhinein klarerweise nicht direkt beobachtet werden können). Der Ernährungsstatus, der wegen der Bedeutung von Eisenionen für die Virulenz des Bakteriums bedeutsam sein könnte, ist eventuell mit Nährungsgrößen zu erfassen, was aber weiterer Erhebungen bedarf. Wenn solche regionalen Besonderheiten wirksam werden, spielen die bereits in der einfachen Betrachtung festgestellten Unterschiede auch bei Berücksichtigung der sonstigen Faktoren noch eine gewisse Rolle.

## Daten

Die soeben formulierten Thesen werden im Folgenden anhand von Daten aus der amtlichen Statistik der im Reichsrat vertretenen Königreiche und Länder geprüft. Verwendet werden Bände aus der Reihe »Österreichische Statistik«,

und zwar hauptsächlich die Daten zur Bevölkerungsbewegung, für die Jahre 1896 bis 1900 auch die sanitätsstatistischen Erhebungen.<sup>9</sup> Aus der Statistik der Bevölkerungsbewegung stammen die Geburtenzahlen und die Zahlen für die Kindersterblichkeit insgesamt, für die meisten Jahre auch die Zahlen der Diphtheriesterbefälle. Aus der Sanitätsstatistik wurden für fehlende Jahre Zahlen der Diphtheriesterbefälle ergänzt. Die Diphtherie-Daten sind zum Unterschied von anderen Teilen der Todesursachenstatistik ziemlich zuverlässig, weil die Krankheit charakteristische Symptome hat und den zeitgenössischen Ärzten auch vertraut war. Es ist daher anzunehmen, dass Krankheitsfälle normalerweise richtig erkannt wurden.

Verfügbar sind für diese Daten die Jahreswerte für jeden politischen Bezirk. Die Flächenangaben für die Bezirke stammen aus den Bänden zu den Volkszählungen 1890 bis 1910.<sup>10</sup> Einige wesentliche Variablen wie die Zahlen der Ärzte sind im Datensatz noch nicht enthalten.

Es wurden alle Bezirke der Reichsratsländer mit den Daten jedes Jahres erhoben, die in einem gepoolten Datensatz so zusammengefasst sind, dass jeder Bezirk für jedes Jahr einen neuen Fall bildet. Für einige Prozeduren werden nur Teile des Datensatzes verwendet.

## Ergebnisse

Zunächst seien die Zusammenhänge zwischen Bevölkerungsdichte, Urbanisierungsgrad, Flächengliederung und Kindersterblichkeit einerseits und Diphtheriesterblichkeit andererseits charakterisiert.

Die Bevölkerungsdichte der Bezirke kann anhand der Volkszählungsdaten im zehnjährigen Abstand festgestellt werden, für die Zeit dazwischen können Schätzwerte eingefügt werden. Für diese Untersuchung wird allerdings ein anderer Ansatz verwendet, es werden nämlich anstelle der Zahl der Gesamtbevölkerung die Zahlen der jährlichen Geburten verwendet. Diese Größe ist für epidemiologische Untersuchungen der Diphtherie mindestens so gut verwendbar wie Schätzungen der Gesamtbevölkerung, weil der für diese Krankheit wichtigste Teil der Bevölkerung die Kinder bis zum Alter von zehn Jahren sind; für diese Population sind die Geburtenzahlen ein guter Näherungswert. Ende des 19. Jahrhunderts entfiel eine Geburt auf etwa 30 bis 35 Einwohner, freilich mit regionalen Schwankungen. Die jährlichen Geburtenzahlen sind in der Statistik der Bevölkerungsbewegung erfasst.

9 Bewegung der Bevölkerung der im Reichsrathe vertretenen Königreiche und Länder, 1881–1912, Wien 1884–1915; Statistik des Sanitätswesens der im Reichsrathe vertretenen Königreiche und Länder, 1880–1913, Wien 1883–1917.

10 Die Ergebnisse der Volkszählung vom 31. December 1890 in den im Reichsrathe vertretenen Königreichen und Ländern, Wien 1892–1894; Die Ergebnisse der Volkszählung vom 31. December 1900 in den im Reichsrathe vertretenen Königreichen und Ländern, Wien 1903; Die Ergebnisse der Volkszählung vom 31. December 1910 in den im Reichsrathe vertretenen Königreichen und Ländern, Wien 1914–1915.

Als Wert für die Bevölkerungsdichte wird dann die Zahl der Geburten pro Quadratkilometer eingesetzt.

Bereits in der zweiwertigen Analyse lässt sich erkennen, dass ein monotoner Zusammenhang zwischen Bevölkerungsdichte und Diphtheriesterblichkeit nicht angenommen werden kann. Sinnvollerweise wäre zwischen mindestens drei Typen zu unterscheiden: Landbezirken mit jährlich bis zu fünf Geburten pro Quadratkilometer (auf diese entfielen etwa drei Viertel aller Geburten); urban durchmischten Bezirken mit fünf bis fünfzig Geburten pro Quadratkilometer (17 % aller Geburten); und den Städten mit mehr als fünfzig Geburten pro Quadratkilometer (acht % aller Geburten). Unter die letztere Kategorie fallen in der Statistik der Bevölkerungsbewegung nur Statutarstädte. Die mittlere Kategorie ist notwendig, weil vielfach auch mittelgroße Städte kein eigenes Statut hatten und daher Teil eines Landbezirks waren, der aber auf diese Weise in vieler Hinsicht urbane Züge hatte. Auch dicht besiedelte Landbezirke waren in der Regel stark von kleineren Städten geprägt.

Tabelle 1: Diphtheriesterbefälle pro 100 Geburten, 1881–1912, nach Bevölkerungsdichte							
Typ	Geburten pro Quadratkilometer und Jahr	Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Kärnten, Krain, Küstenland, Dalmatien, Tirol, Vorarlberg		Böhmen, Mähren, Schlesien, Galizien, Bukowina		Insgesamt	
		Diphtheriesterbefälle pro 100 Geburten	Anteil an allen Geburten der Region	Diphtheriesterbefälle pro 100 Geburten	Anteil an allen Geburten der Region	Diphtheriesterbefälle pro 100 Geburten	Anteil an allen Geburten
Landbezirke	0–1	1,78	8,21	2,78	0,30	1,86	2,60
	1–2	1,72	30,89	3,00	4,12	2,03	11,91
	2–3	1,83	27,58	2,70	15,56	2,34	19,06
	3–4	1,94	5,00	2,83	28,36	2,77	21,56
	4–5	1,14	3,05	2,87	25,48	2,79	18,95
Mischbezirke	5–6	1,07	0,48	2,23	10,05	2,21	7,26
	6–10	1,80	0,47	1,61	8,53	1,62	6,19
	10–50	1,54	3,08	1,18	4,37	1,26	3,98
Stadtbezirke	50–100	1,99	3,08	1,68	0,34	1,93	1,14
	über 100	1,30	18,17	1,82	2,90	1,45	7,34
Zusammen		1,67	100,00	2,56	100,00	2,30	100,00

Quelle: siehe Text.  
Anmerkung: Gewichtet nach Geburtenzahlen.

*Tabelle 1: Diphtheriesterbefälle pro 100 Geburten 1881–1912 nach Bevölkerung*

Für den ersten Typ (Landbezirke) ergibt die Auszählung tatsächlich einen positiven Zusammenhang zwischen Siedlungsdichte und Diphtheriesterblichkeit (Tabelle 1). Eingeteilt nach Dichteklassen, steigt die Sterblichkeit in diesem Bereich stetig an. Bei den Städten ist der Zusammenhang umgekehrt, das heißt die am dichtesten besiedelten Stadtgebiete hatten eine besonders niedrige Diphtheriesterblichkeit; gleiches gilt für die urban durchmischten Regionen. Wie sind diese Ergebnisse zu interpretieren?

Die Erklärung muss berücksichtigen, dass die Einteilung der Regionen nach Dichteklassen zugleich auch großräumige Charakteristika abbildet: Dicht besiedelte Landbezirke mit drei bis fünf Geburten pro Quadratkilometer und Jahr (das waren immerhin gut 100 bis 170 Einwohner pro Quadratkilometer) gab es in manchen Kronländern überhaupt nicht. Typisch waren solche Gebiete für die böhmischen Länder und die Karpatenländer, wo mehr als

die Hälfte der Bevölkerung in solchen Gegenden lebte. In den Alpen- und Karstländern, wo mehr als die Hälfte der Bevölkerung in dünn besiedelten Landgebieten lebte, waren die einzigen Ausnahmen Teile des Industrieviertels, nämlich der Raum Baden-Mödling, mit Abstrichen auch das Gebiet zwischen Linz und Wels. Im Wesentlichen sind die dicht besiedelten Landbezirke also Gebiete in Böhmen, Mähren, Schlesien, Galizien und der Bukowina, die dünn besiedelten gab es in allen Kronländern. Die böhmischen Länder, insbesondere aber die Karpatenländer, waren generell Gebiete mit hohen bis extrem hohen Werten für Diphtheriesterblichkeit. Innerhalb beider Gruppen von Ländern – böhmische und Karpatenländer einerseits, sonstige Länder andererseits – ist der Zusammenhang zwischen Siedlungsdichte und Diphtheriesterblichkeit in den ländlichen Bezirken nicht sonderlich stark ausgeprägt (Tabelle 1), wengleich er in einer Reihe kleinräumigerer Regionen sehr wohl zu erkennen ist. Eine gewichtige Ausnahme ist der Handelskammerbezirk Lemberg, der fast die Hälfte Galiziens einnahm und in dem die Diphtheriesterblichkeit überhaupt äußerst hoch war, umso höher aber, je dünner besiedelt ein Bezirk war.

Mindestens regional kann also sehr wohl davon gesprochen werden, dass dicht besiedelte ländliche Gebiete ein erhöhtes Diphtherierisiko bargen. Eine weitere Suche nach den Gründen dafür wird sich auf die sektorale Struktur der betreffenden Gebiete (oft industriell geprägte ländliche Regionen) und die damit verbundenen spezifischen Risiken konzentrieren, weiters auf die ärztliche Versorgung, die in den oft rasch wachsenden Gebieten möglicherweise in einem stärkeren Missverhältnis zur Bevölkerungszahl stand.

Die stärker urbanisierten, aber nicht ausschließlich städtischen Regionen mit bis zu 50 Geburten pro Quadratkilometer und Jahr sind für die Alpen- und Karstländer fast bedeutungslos; die einzigen Ausnahmen sind hier die unmittelbar an Wien angrenzenden Wachstumsgebiete, die während des Untersuchungszeitraums teilweise auch eingemeindet wurden. Für die böhmischen und die Karpatenländer ist dieser Typ jedoch wichtig, da auf ihn in diesen Regionen ein Fünftel bis ein Viertel der Bevölkerung entfällt. In diesen Ländern ist auch der Zusammenhang zwischen Siedlungsdichte und Diphtheriesterblichkeit ziemlich klar: Je dichter die Besiedlung, desto geringer die Sterblichkeit. Auch sind in diesen Gebieten die Sterbezahlen durchwegs geringer als in den Landbezirken. Eine naheliegende Vermutung wäre, dass die Mischbezirke aufgrund ihres hohen Anteils mittelgroßer Städte bereits die Vorteile urbaner Bedingungen in der Gesundheitsversorgung nutzen konnten.

Diese Vermutung wird allerdings durch die Ergebnisse zu den reinen Stadtbezirken in Frage gestellt. Nach demselben Erklärungsmuster müssten die Städte noch günstigere Ergebnisse aufweisen als die Mischbezirke. Dies ist jedoch zumindest in den böhmischen und den Karpatenländern nicht der Fall, in den Alpen- und Karstländern, wo die Stadtgebiete, zu denen Wien gehört, einen höheren Bevölkerungsanteil hatten, schon: In Wien

entfielen im Durchschnitt weniger als 1,3 Diphtherietote auf hundert Geburten, und auch die sonstigen alpenländischen Städte hatten überwiegend günstige Werte. Unter den böhmischen, mährischen und galizischen Städten hatte nur das kleine Olmütz günstigere Werte als Wien, und in Lemberg belief sich die Rate der Diphtherietoten auf mäßige 1,4. In Prag und Brünn war der entsprechende Wert hingegen 1,7, in Reichenberg 2,1 und in Krakau 2,8. Aus diesen Ergebnissen wird auch deutlich, dass sich die Diphtheriesterbezahlen auch zwischen Städten vergleichbarer Größe und Funktion stark unterschieden.

Die naheliegende Annahme, dass die Fläche der Bezirke nur die Kehrseite der Bevölkerungsdichte sei (das hieße, dass die Bezirke in etwa die gleiche Bevölkerungsstärke gehabt hätten), gilt nur mit Abstrichen. Es gibt aber sehr wohl in größeren Teilen der Reichsratsländer einen offenkundigen Zusammenhang zwischen der Fläche von Bezirken und der Diphtheriesterblichkeit, nämlich in den böhmischen und Karpatenländern. Hier ist es ganz eindeutig so, dass Bezirke mit größerer Fläche auch höhere Sterbezahlen aufwiesen. In den Alpen- und Karstländern ist dieser Zusammenhang nicht so eindeutig; hier befinden sich unter den Gebieten mit niedrigen Zahlen von Diphtherieopfern großflächig strukturierte Regionen wie Salzburg, etwas kleinräumiger strukturierte wie Dalmatien und Gebiete mit besonders kleinflächigen Bezirken wie das Trentino.

Diesonstige Kindersterblichkeit (berechnet als Anzahl der Verstorbenen im Alter bis fünf Jahre pro hundert Geburten) korrelierte mit der Diphtheriesterblichkeit zwar nicht sonderlich hoch, aber es gab einen positiven Zusammenhang, der mit größter Wahrscheinlichkeit nicht nur durch zufällige Schwankungen zustande kommt. Dieses Ergebnis ist allerdings insofern trivial, als beide Größen im fraglichen Zeitraum einen Trend nach unten aufwiesen, und hat nichts mit spezifischen regionalen Gegebenheiten zu tun, die Diphtheriemortalität und sonstige Kindersterblichkeit in gleicher Weise beeinflusst hätten. Wenn man den zeitlichen Trend von den Bewegungen der beiden Größen abzieht, bleibt immer noch ein (klarerweise weitaus schwächerer) signifikanter Zusammenhang, der allerdings nicht sonderlich robust ist. Er rührt nicht aus einem allgemein bestehenden Zusammenhang zwischen den beiden Mortalitätsgrößen, sondern aus den besonderen Gegebenheiten in einigen wenigen Kronländern, insbesondere in Galizien und Böhmen; bei einer Berücksichtigung dieser Gegebenheiten in einem multiplen Modell ist gar kein Zusammenhang zwischen Diphtherie- und sonstiger Kindersterblichkeit festzustellen.

Damit zur zusammenfassenden Analyse: Wie aus den bisherigen Ergebnissen deutlich geworden ist, hängen die erklärenden Größen – Bevölkerungsdichte, Urbanität, Flächengliederung, allgemeine mortalitätsbestimmende Faktoren – untereinander stark zusammen. Es soll abschließend geprüft werden, welchen spezifischen Effekt auf die Diphtheriesterblichkeit jede dieser Größen in

einem multiplen Rechenmodell hat, insbesondere auch im Zusammenhang mit den regionalen Besonderheiten in den einzelnen Kronländern. Es geht also um eine Unterscheidung zwischen Zusammenhängen, die in den Reichsratsländern insgesamt wirksam sind, und Zusammenhängen, die regional wirksam sind und überregional wirksame Zusammenhänge überlagern oder womöglich verschwinden lassen.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Bezieht man alle Gebiete der Reichsratsländer in die Analyse ein (Modell 1), so erhält man ein Gesamtergebnis für ganz unterschiedliche Konstellationen. Nur ein Aspekt sei dabei hervorgehoben, nämlich die niedrigere Diphtheriesterblichkeit in den Städten. Differenziert man dieses Ergebnis in zeitlicher Hinsicht (als Tabelle nicht wiedergegeben), so zeigt sich, dass dieser Vorteil der Städte hauptsächlich aus der Zeit bis 1894 resultiert.

Ansonsten sei das Gesamtergebnis nicht weiter kommentiert, sondern nur einige Anmerkungen zu den einzelnen Konstellationen angebracht. Unterschieden wird regional zwischen den Alpen- und Karstländern einerseits und den böhmischen und Karpatenländern andererseits, weiters zwischen

	1 Alle Bezirke		Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Kärnten, Krain, Küstenland, Dalmatien, Tirol, Vorarlberg				Böhmen, Mähren, Schlesien, Galizien, Bukowina			
			2 Ländliche Bezirke		3 Mischbezirke und Stadtbezirke		4 Ländliche Bezirke		5 Mischbezirke und Stadtbezirke	
	B	t-Werte	B	t-Werte	B	t-Werte	B	t-Werte	B	t-Werte
Konstante	120,404	76,151 b	99,332	33,997 b	88,106	10,928 b	132,809	60,445 b	132,272	29,209 b
Stadtbezirk	-0,423	-5,528 b								
Mischbezirk	-0,169	-6,088 b								
Fläche	-0,033	-2,526 a	0,087	2,250 a	-0,232	-6,686 b	0,145	4,419 b	-0,007	-0,281
Dichte	0,047	2,420 a	0,153	4,089 b	-0,048	-1,087	0,114	2,823 a	-0,017	-0,498
Kindersterblichkeit	0,031	0,779	0,159	2,143 a	-0,145	-0,976	0,009	0,157	-0,208	-1,906
Niederösterreich	0,748	13,857 b	0,736	11,442 b	0,819	5,255 b				
Oberösterreich	0,620	10,741 b	0,586	8,649 b	0,410	2,484 a				
Salzburg	0,585	7,698 b	0,664	7,030 b	0,083	0,433				
HKB Graz	0,813	14,627 b	0,738	11,082 b	0,633	4,297 b				
HKB Leoben	0,609	8,476 b	0,651	7,718 b						
Kärnten	0,792	11,892 b	0,843	10,494 b	0,127	0,642				
Krain	1,147	19,206 b	1,207	17,291 b	0,861	4,608 b				
Triest	1,047	7,048 b			1,111	5,496 b				
Görz und Gradisca	0,789	10,496 b	0,811	8,769 b	0,758	4,242 b				
Istrien	0,562	8,233 b	0,504	6,273 b	1,027	4,676 b				
Dalmatien	0,076	1,244	0,114	1,620						
HKB Innsbruck	0,613	8,815 b	0,768	8,677 b	-0,164	-0,825				
HKB Bozen	0,871	12,480 b	0,946	10,772 b	0,192	0,874				
HKB Rovereto			Referenzregion							
Vorarlberg	0,295	3,219 a	0,380	3,723 b						
HKB Prag	0,833	15,442 b					-0,412	-8,623 b	-0,949	-4,485 b
HKB Budweis	1,110	18,346 b					-0,228	-4,112 b		
HKB Eger	0,579	10,306 b					-0,756	-13,215 b	-0,867	-4,076 b
HKB Pilsen	0,781	13,141 b					-0,569	-10,632 b	-0,791	-3,295 a
HKB Reichenberg	0,552	10,580 b					-0,779	-15,592 b	-0,917	-4,383 b
HKB Brünn	0,880	15,888 b					-0,409	-8,372 b	-0,936	-4,250 b
HKB Olmütz	0,660	11,916 b					-0,736	-14,696 b	-0,775	-3,623 b
Schlesien	0,805	13,058 b					-0,562	-9,448 b	-0,706	-3,231 a
HKB Lemberg	1,271	23,654 b					-0,112	-2,803 a	-0,544	-2,575 a
HKB Krakau	1,325	24,546 b					-0,062	-1,422	-0,312	-1,484
HKB Brody	1,426	24,119 b					Referenzregion			
Bukowina	0,790	12,515 b					-0,673	-11,713 b	-0,547	-2,491 a
Jahr	-0,066	-78,199 b	-0,055	-35,854 b	-0,049	-11,315 b	-0,073	-62,920 b	-0,072	-29,622 b
Korr. R-Quadrat	0,476		0,368		0,322		0,555		0,475	
df	32		17		15		15		14	
N	11356		3630		567		5462		1694	

Quelle: siehe Text.  
Anmerkungen: Die abhängige Größe ist der Logarithmus der Diphtherietoten pro hundert Geburten; Ländliche Bezirke = Bezirke mit bis zu 5 Geburten pro Quadratkilometer und Jahr; Mischbezirke = Bezirke mit über 5 und bis zu 50 Geburten pro Quadratkilometer und Jahr; Stadtbezirke = Bezirke mit über 50 Geburten pro Quadratkilometer und Jahr; Dichte = Logarithmus der Geburten pro Quadratkilometer; Fläche = Logarithmus der Fläche in Quadratkilometern; HKB = Handelskammerbezirk; a signifikant auf dem 5-Prozent-Niveau; b signifikant auf dem 0,1-Prozent-Niveau

Tabelle 2: Diphtheriesterbefälle als Funktion mehrerer unabhängiger Größen

ländlichen Bezirken und Misch- beziehungsweise Stadtbezirken. Die vier resultierenden Modelle lassen sich wie folgt zusammenfassen: Fläche und Bevölkerungsdichte der Bezirke wirken sich nur in den ländlichen Bezirken im Sinn der oben geäußerten Thesen aus. Das bedeutet, dass eine dichtere Besiedlung die Diphtheriemortalität gesteigert hat; ob dies auf eine höhere Ansteckungswahrscheinlichkeit oder auf infrastrukturelle Mängel in Regionen mit stärkerem Bevölkerungswachstum zurückzuführen ist, sei dahingestellt. Weiters scheinen große Entfernungen die Diphtheriemortalität gesteigert zu haben, etwa durch Verzögerungen bei der Behandlung ausgebrochener Erkrankungen. In den Städten und den Mischbezirken spielen diese Faktoren kaum eine Rolle; eine Ausnahme ist die geringere Diphtheriesterblichkeit im großflächigen Stadtgebiet der Alpenländer, was nichts anderes als das Ergebnis der verhältnismäßig günstigen Position Wiens ist.

Der Zusammenhang zwischen Diphtheriemortalität und sonstiger Kindersterblichkeit ist in der Regel nicht signifikant. Eine Ausnahme sind hier die ländlichen Bezirke der Alpenländer, allerdings ist der Zusammenhang trotz der großen Zahl von Fällen nur schwach signifikant. Insgesamt ergibt sich der Eindruck, dass sich die Bedingungen, die Diphtherie begünstigten, von den Bedingungen, die andere Kinderkrankheiten förderten, unterscheiden.

Enorme Bedeutung hatte erwartungsgemäß in allen Konstellationen der zeitliche Faktor. Die Diphtheriesterblichkeit sank in den letzten drei Jahrzehnten vor dem Ersten Weltkrieg ab, fraglos vor allem infolge der Erfindung der Passivimmunisierung. Dieser Faktor wirkte sich stärker als die anderen in die Analyse einbezogenen Faktoren aus.

Es verbleibt eine Reihe von regionalen Sonderbedingungen. In den Modellen sind die besonderen Bedingungen in den Kronländern beziehungsweise Handelskammerbezirken ausgewiesen, jeweils im Vergleich zu einer Referenzregion. Dies ist im Fall der Alpen- und Karstländer das Trentino als die Region mit der niedrigsten, im Fall der böhmischen und Karpatenländer der Handelskammerbezirk Brody als Region mit der höchsten Diphtheriemortalität. Die anderen Regionen unterscheiden sich von der Referenzregion fast durchwegs signifikant, auch sonst sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Gebieten oft signifikant. In den Alpen- und Karstländern ist das wichtigste Ergebnis, dass es offenbar keinen Zusammenhang zwischen wirtschaftlicher Rückständigkeit und Diphtheriemortalität gab. Besonders günstig waren selbst unter Berücksichtigung der sonstigen Faktoren die Verhältnisse außer im Trentino auch in Dalmatien, aber auch in Salzburg und in Vorarlberg, ungünstig in Niederösterreich, Kärnten und Krain. Das heißt, sowohl unter rückständigen wie avancierten Regionen gab es Gebiete mit hohen und mit niedrigen Diphtheriesterbezahlen. In den böhmischen und Karpatenländern sind die Verhältnisse etwas klarer. Zwar ist hier das absolute

Niveau der Diphtheriesterblichkeit durchwegs hoch, auch in den hoch entwickelten böhmischen Ländern, ein Ergebnis, das wieder besonders auf die Zeit bis 1894 zurückgeht; in der Folge verbesserten die böhmischen Länder ihre Position deutlich. Insbesondere aber fällt der Abstand zwischen Galizien und den böhmischen Ländern deutlich aus: Unterentwicklung bedeutet hier nicht nur geringes Einkommen, sondern auch hohe Mortalität, jedenfalls bezogen auf die wichtigste Kinderkrankheit.

## Zusammenfassung

Auf die oben formulierten Hypothesen bezogen, bedeuten diese Ergebnisse:  
These 1: Die Diphtheriesterbezahlen sind bereits vor der Einführung der Passivimmunisierung leicht zurückgegangen, danach für einige Jahre weitaus stärker, bis sie auf einem viel niedrigeren Niveau als zuvor stagnierten.

These 2: Die Bevölkerungsdichte hatte keinen einheitlichen Effekt auf die Diphtheriesterbezahlen. In dichter besiedelten ländlichen Gebieten waren die Sterbezahlen höher als in weniger dicht besiedelten Gebieten. In städtischen Gebieten spielte die Siedlungsdichte wahrscheinlich keine Rolle.

These 3: Die These kann vorläufig nur mit Näherungsvariablen geprüft werden, da die Ärztezahlen noch nicht verfügbar sind. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine bessere ärztliche Versorgung zumeist niedrigere Sterbezahlen zur Folge hatte.

These 3a: Die Diphtheriesterblichkeit war in Städten vor 1894 unter sonst gleichen Bedingungen wahrscheinlich niedriger, nach 1894 lässt sich ein solcher Zusammenhang vorläufig nicht behaupten.

These 3b: Großflächige Gebiete waren bei der Bekämpfung der Diphtherie im Nachteil und hatten daher unter sonst gleichen Bedingungen höhere Sterbezahlen.

These 4: Ein Zusammenhang zwischen der Diphtheriesterblichkeit und der sonstigen Kindersterblichkeit ist nicht festzustellen.

These 5: Über die sonstigen Faktoren hinaus bestanden klare regionale Unterschiede in der Häufigkeit von Diphtherietodesfällen. Regionale Unterschiede lassen sich selbst im Vergleich der Kronländer feststellen, bei schärferer, kleinräumiger Definition von Regionen umso mehr.

Michael Pammer, *La difterite nelle monarchie e negli altri Paesi rappresentati nel Reichsrat negli anni dal 1880 al 1912*

Una volta ridotti i casi di vaiolo grazie alla vaccinazione, nell'Ottocento la difterite divenne la più pericolosa fra le malattie infantili, responsabile di più di un decimo di tutti i decessi. La situazione mutò sostanzialmente dopo il

1894, quando, in seguito alla scoperta dell'immunizzazione passiva da parte di Emil Behring, la scienza medica dispose di una valida terapia per curare la difterite. L'immunizzazione passiva si affermò nell'arco di pochi anni, i decessi per difterite calarono assestandosi su cifre pari a circa un sesto di quelle dei primi anni ottanta dell'Ottocento.

Anche a prescindere dalla diffusione dell'immunizzazione passiva, la mortalità per difterite rivela un'elevata variabilità temporale e regionale. Sorge così spontaneo l'interrogativo circa i fattori responsabili della frequenza dei decessi. Sono state formulate le seguenti ipotesi:

1. L'immunizzazione passiva, pur non avendo avuto come conseguenza un calo repentino dei decessi a causa di difficoltà amministrative, ha tuttavia comportato una loro flessione nell'arco di pochi anni.
2. L'aumento della densità di popolazione ha condotto prima e dopo il 1894, *ceteris paribus*, a un maggior numero di decessi, dato che in aree a maggiore densità di popolazione una malattia infettiva si diffonde più facilmente.
3. Le aree caratterizzate da peggiore assistenza medica hanno evidenziato prima e dopo il 1894, *ceteris paribus*, un maggiore numero di decessi, e ciò perché i principali trattamenti (tracheotomia, iniezioni di siero) richiedevano l'intervento di un medico.
- 3.a Le aree urbane erano pertanto avvantaggiate, dato che nelle città l'assistenza medica era migliore.
- 3.b Fra le aree rurali erano svantaggiate quelle di ampie dimensioni e scarsamente popolate, dato che un trattamento effettivo della difterite deve cominciare il prima possibile dopo l'insorgere della malattia e che le grandi distanze comportano tendenzialmente ritardi.
4. La frequenza dei decessi per difterite si è rivelata più elevata nelle aree contraddistinte comunque da elevata mortalità infantile, e ciò perché quest'ultima era dovuta in gran parte ad altre malattie infettive, caratterizzate da forme di trasmissione e rischi di contagio spesso simili.
5. Al di là di questi fattori, la frequenza dei decessi per difterite ha seguito schemi regionali, differenziandosi le regioni le une dalle altre riguardo al generale livello di sviluppo e alle specifiche condizioni ambientali e ripercuotendosi pertanto gli altri fattori in maniera specifica a seconda della regione.

Queste tesi vengono analizzate sulla scorta di dati riguardanti le monarchie e i Paesi rappresentati nel Reichsrat, relativi agli anni dal 1880 al 1912. I dati – decessi per difterite, mortalità infantile, nascite e dimensione dei distretti – sono stati raccolti per distretti politici e anno per anno. Essi coprono tutti i Paesi e tutti i distretti politici. L'analisi è stata effettuata su una serie di dati combinati comprendenti tutti i valori annui di tutti i distretti. Per alcune procedure verranno utilizzate solo parti della serie. La serie non contiene ancora alcune variabili fondamentali, quali il numero dei medici.

Qui di seguito vengono elencati i risultati provvisori cui siamo pervenuti:  
Tesi 1: I decessi per difterite hanno segnato una lieve flessione già prima dell'introduzione dell'immunizzazione passiva, poi, per alcuni anni, il calo è stato decisamente più importante, finché non si sono stabilizzati a un livello di gran lunga inferiore a prima.

Tesi 2: La densità di popolazione non ha influito nello stesso modo sui decessi. In aree a maggiore densità di popolazione i decessi erano più alti che in aree a minore densità di popolazione. Nelle aree urbane la densità di popolazione non ha rivestito probabilmente nessun ruolo.

Tesi 3: Allo stato attuale la tesi può essere sottoposta a verifica solo mediante variabili approssimative, non essendo ancora disponibili i dati riguardanti il numero dei medici. I risultati indicano l'esistenza di una correlazione generale fra migliore assistenza sanitaria e minore numero di decessi.

Tesi 3a: Nelle città la mortalità per difterite era, *ceteris paribus*, probabilmente più bassa prima del 1894; dopo quella data è impossibile, allo stato attuale, affermare che esistesse una migliore assistenza medica.

Tesi 3b: Le aree di grandi dimensioni erano svantaggiate nella lotta contro la difterite e presentavano perciò, *ceteris paribus*, un maggiore numero di decessi.

Tesi 4: Non è dato riscontrare nessun nesso fra i decessi per difterite e la mortalità infantile riconducibile ad altre cause.

Tesi 5: Al di là di questi fattori, esistevano chiare differenze regionali riguardo la frequenza di decessi per difterite. L'esistenza di differenze regionali emerge anche da un confronto fra i territori della corona; a maggior ragione, dunque, essa emerge in caso di entità territoriali minori quali le regioni.