

Diphtherie, Scharlach und Keuchhusten im 19. und 20. Jahrhundert

Von Michael Pammer

In den letzten hundertfünfzig Jahren sank in Österreich die gesamte Sterblichkeit (berechnet als jährliche Anzahl von Sterbefällen pro Bevölkerung) auf weniger als ein Drittel, in den anderen europäischen Ländern verlief die Entwicklung ähnlich. Gut die Hälfte dieses Rückgangs ist auf das nahezu völlige Verschwinden der Kindersterblichkeit zurückzuführen, der Rest verteilt sich auf alle Altersklassen. Obwohl die Erwachsenen im jüngeren und mittleren Alter ebenfalls vergleichsweise stark vom Rückgang der Sterblichkeit profitiert haben, ist die Verbesserung bei den Kindern, und dabei insbesondere bei den Säuglingen, doch bei weitem am stärksten ausgefallen.

Die weitaus meisten Sterbefälle unter Kindern waren auf Infektionskrankheiten zurückzuführen. Die Ursachen für den Rückgang der Sterblichkeit unterscheiden sich von Krankheit zu Krankheit. So wie für den Sterblichkeitsrückgang im allgemeinen kommen auch für die Überlebenschancen von Kindern mehrere bestimmende Faktoren in Frage:

- Die mikrobielle Umgebung bestimmt, ob Personen überhaupt einem bestimmten Erreger ausgesetzt sind. Dies läßt sich durch Maßnahmen beeinflussen, die von kostspieligen Investitionen in Infrastruktur (etwa für Trinkwasserversorgung, Entsorgung und so weiter) über Quarantänemaßnahmen und dergleichen bis zu einfachen Hygienevorkehrungen (zum Beispiel Händewaschen) reichen. Einer historischen Untersuchung sind diese Umstände zwar nicht komplett, aber doch in großen Teilen prinzipiell zugänglich, da die Errichtung von Infrastruktur oder gesundheitspolizeiliche Maßnahmen dokumentiert sind.
- Der körperliche Allgemeinzustand beeinflusst mehr oder weniger stark die Wahrscheinlichkeit, mit der Personen erkranken, wenn sie einem Erreger ausgesetzt sind, und die Wahrscheinlichkeit des letalen Verlaufs einer ausgebrochenen Erkrankung. Relevant dafür können der all-

gemeine Ernährungszustand, die Versorgung mit Vitaminen und Spurenelementen und so weiter sein. In einer historischen Untersuchung können diese Umstände allerdings mangels geeigneter Daten kaum mit konkreten Erkrankungen und Sterbefällen verknüpft werden.

- Eine spezifische Abwehrkraft gegen einen Erreger wird, sofern das überhaupt möglich ist, entweder durch eine vorangegangene gleichartige Erkrankung oder durch eine Schutzimpfung hergestellt. Die Impfungen können im historischen Rückblick zumindest als allgemeines Geschehen leicht erfaßt werden, weil sie Gegenstand der Gesetzgebung und der Verwaltung waren und entsprechend gut dokumentiert sind.
- Die Möglichkeit einer effektiven Therapie ausgebrochener Erkrankungen bestimmt die Letalität wesentlich mit. Wenn gleich im Rückblick die im Einzelfall angewandten Therapien und ihr Erfolg nur ausnahmsweise erhoben werden können, ist zumindest klar, welche Therapien als Standard zur Verfügung standen.

Da diese Faktoren je nach Krankheit unterschiedlich bedeutsam waren, veränderte sich im Lauf des 19. und 20. Jahrhunderts auch das verhältnismäßige Gewicht der verschiedenen Kinderkrankheiten im epidemiologischen Geschehen. Die erste große Änderung kam bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts zustande, als durch die Erfindung und alsbaldige allgemeine Anwendung der Pockenimpfung diese Krankheit weitgehend unter Kontrolle gebracht wurde (durch verschiedene Verbesserungen der Impfung konnten in Österreich die Pocken in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts bis zur weitgehenden Bedeutungslosigkeit zurückgedrängt werden).¹ Gegen Ende des 18. Jahrhunderts waren die Pocken für ungefähr 30 Prozent der Kindersterbefälle verantwortlich gewesen. Klarerweise bedeutete die Einführung der Impfung nicht, daß damit auch schon die Kindersterblichkeit in diesem Ausmaß gesenkt

werden konnte, denn viele Kinder, die von den Pocken verschont blieben, starben an anderen Krankheiten. Die wichtigste unter ihnen war lange Zeit die Diphtherie, fast ebenso hoch waren die Verluste durch Keuchhusten. Scharlach und Masern forderten ebenfalls zahlreiche Todesfälle. Verlustreich waren auch Erkrankungen, die von den zeitgenössischen Medizinern unter dem Begriff *Brechdurchfall* rubriziert wurden, der die Symptome verschiedener viraler oder bakterieller Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts zusammenfaßt; eine verlässliche Abgrenzung von der ebenfalls oft vorkommenden Ruhr ist in Anbetracht der Quellenlage kaum möglich.

Hingegen kann man die Diagnosen Diphtherie, Keuchhusten und Scharlach zumindest in jenen Fällen, die tödlich verliefen, ernstnehmen, da in diesen schweren Fällen die typischen Symptome normalerweise deutlich genug ausgeprägt waren. Bei leichterem Verlauf ist dies nicht verlässlich der Fall, weshalb man auch nach der später eingeführten Anzeigepflicht (schon der Erkrankungen, nicht nur der Todesfälle) nur mit Vorsicht sagen kann, wie viele Erkrankungsfälle es wirklich gegeben hat.

Cisleithanien seit 1880

Um die Häufigkeit einer bestimmten Krankheit als Todesursache im zeitlichen Verlauf verfolgen zu können, ist es sinnvoll, sie ins Verhältnis zur Bevölkerungszahl zu setzen. Die hier besprochenen Krankheiten betrafen zum weitaus größten Teil Kinder: Um 1900 war mehr als die Hälfte der Keuchhustenopfer noch im Säuglingsalter. 95 Prozent der Keuchhustenopfer, knapp 90 Prozent der Maserntoten, 80 Prozent der Diphtheriesterbefälle, 70 Prozent der Scharlachtoten und 65 Prozent der Pockenopfer entfielen auf das Alter bis zu fünf Jahren. So gut wie alle Keuchhustenopfer, aber auch 95 Prozent der Diphtherie- und 92 Prozent der Scharlachopfer waren unter zehn Jahre alt. Da der Anteil der Kinder an der Gesamtbevölkerung im Lauf der Zeit schwankte, las-

sen sich Sterberisiken am besten am Verhältnis der Sterbezahlen zu den zeitgleichen Geburtenzahlen abschätzen.

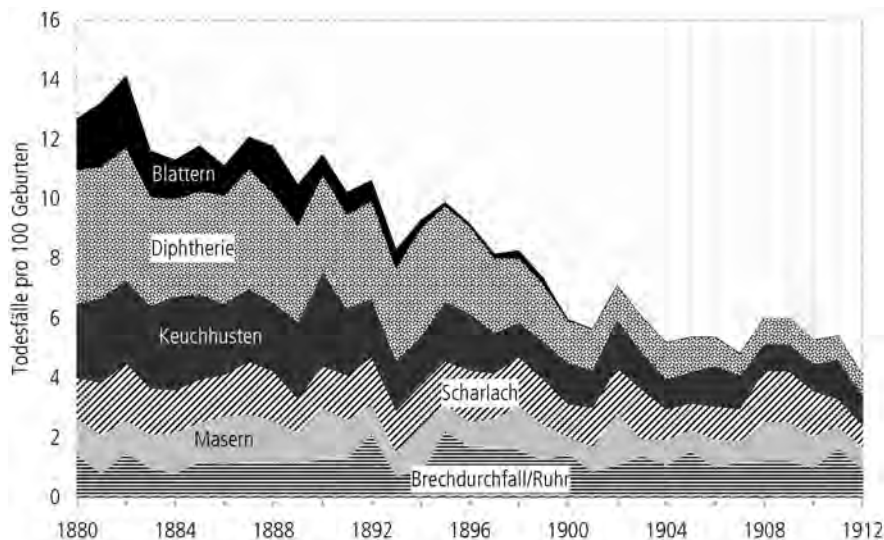
Demnach entsprach in Cisleithanien um 1880 die Zahl der jährlich an Diphtherie verstorbenen Kinder 4,5 Prozent der jährlichen Geburtenzahl, der entsprechende Wert für die Keuchhustenopfer betrug zwischen 2,5 und über 3 Prozent, jener für die Scharlachfälle 1,5 bis 2 Prozent. Insgesamt mußte man daher zu dieser Zeit damit rechnen, daß etwa 9 Prozent der neugeborenen Kinder in den folgenden Jahren an einer der drei großen bakteriellen Kinderkrankheiten sterben würde.

In den folgenden drei Jahrzehnten änderte sich dies. Vor Beginn des Ersten Weltkriegs hatte sich der Anteil eines Geburtsjahrgangs, der Diphtherie, Keuchhusten oder Scharlach zum Opfer fiel, auf 2,5 Prozent reduziert. Die Diphtherie war an den Opferzahlen nun in geringerem Maß beteiligt als die beiden anderen Krankheiten. Pro Geburten gerechnet, war die Zahl der Scharlachtoten in diesen dreißig Jahren um jährlich etwas mehr als 1 Prozent zurückgegangen, jene der Keuchhustenopfer um jährlich fast 4 Prozent und die Zahl der Diphtherietoten um jährlich über 6 Prozent. Im Fall des Scharlachs entsprach der Rückgang etwa dem allgemeinen Absinken der Kindersterblichkeit; der Rückgang bei Keuchhusten und Diphtherie ging hingegen darüber hinaus, das heißt auch der Anteil dieser beiden Krankheiten an den (weniger werdenden) Kindersterbefällen ging zurück.

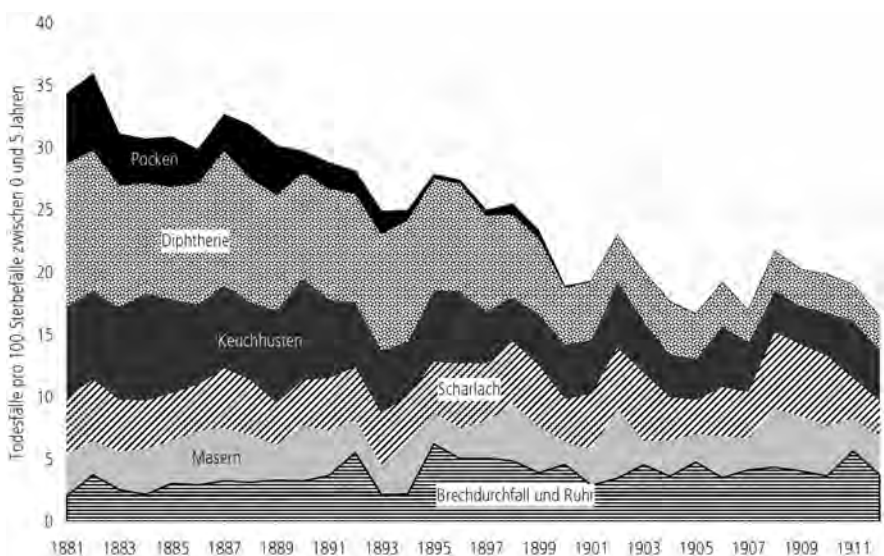
Der Sieg über die Diphtherie

Die Diphtherie war bereits in der Antike bekannt, Epidemien werden aus dem 17. und 18. Jahrhundert berichtet. Um 1880 starben in den Reichsratsländern pro Jahr um die 40 000 Kinder an Diphtherie, bis 1912 sank die Zahl auf 6000. Obwohl der wichtigste Faktor für den Rückgang der Diphtheriesterbefälle vor dem Ersten Weltkrieg, die Verfügbarkeit der Serumtherapie (siehe dazu den Kasten S. 50–51), leicht zu identifizieren ist, bleiben doch einige erklärungsbedürftige Punkte.²

Da es die heute übliche Schutzimpfung erst seit den zwanziger Jahren gibt, wirkte die Krankheit in Cisleithanien unter den Bedingungen eines fehlenden Impfschutzes. In einer nicht geimpften Bevölkerung werden 10 bis 20 Prozent der Personen, die dem Erreger ausgesetzt sind, auch mit der Krankheit infiziert, und davon entwickeln 15 bis 20 Prozent eine manifeste Diphtherie, das heißt 1,5 bis 4 Prozent der exponierten Personen erkranken an Diphtherie. Geht



Graphik 1: Sterbefälle an Pocken, Diphtherie, Keuchhusten, Scharlach, Masern und Brechdurchfall/Ruhr. Sterbefälle pro 100 Geburten. Daten: Sanitätsstatistik, Statistik der Bevölkerungsbewegung.



Graphik 2: Sterbefälle an Pocken, Diphtherie, Keuchhusten, Scharlach, Masern und Brechdurchfall/Ruhr. Sterbefälle pro 100 Sterbefällen im Alter 0–5 Jahre insgesamt. Daten: Sanitätsstatistik, Statistik der Bevölkerungsbewegung.

man nach den Erkrankungszahlen, kann man annehmen, daß in den letzten Jahrzehnten vor dem Ersten Weltkrieg ein beträchtlicher Teil der Bevölkerung exponiert war: Um 1880 entsprach, wie erwähnt, schon die jährliche Zahl der Diphtherietoten 4,5 Prozent der Geburten; unter der Annahme, daß die Letalität über 70 Prozent betrug,³ hätte die Zahl der jährlichen Erkrankungen etwa 6,5 Prozent der jährlichen Geburten entsprochen. Die Zahlen angezeigter Erkrankungen, die für die Jahre ab 1910 verfügbar sind, geben kurz vor dem Ersten Weltkrieg jährlich noch etwa 25 000 Erkrank-

kungen an Diphtherie an, das sind bezogen auf die jährliche Zahl von ungefähr 900 000 Geburten 2,8 Prozent; freilich muß man damit rechnen, daß nicht alle Fälle angezeigt wurden.

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 Prozent der Bevölkerung das Bakterium in sich. Das endemische Auftreten der Diphtherie war somit einerseits darauf angewiesen, daß immune Personen den Keim verbreiteten, andererseits

Diphtherie: Krankheit, Vorbeugung, Behandlung

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 sogenannten Pseudomembran auf der Schleimhaut führt.¹ 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 mit 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 (echter Krupp), die zu Heiserkeit, Husten, erschwelter Atmung und Ersticken anfallen 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.

Das *Corynebacterium diphtheriae*

Verursacht wird die Diphtherie durch ein Bakterium, das meist durch Tröpfcheninfektion übertragen wird, bei einer Inkubationszeit von bis zu einer Woche. Etwa 10 bis 20 Prozent aller nicht immunen Personen, die der Krankheit ausgesetzt sind, erkranken an Diphtherie.

Die Bakterien verbleiben im Bereich des lokalen Epithels und verbreiten sich nicht in tieferliegende 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 Émile Roux und Alexandre Yersin vom Institut Pasteur in Paris 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 toxischen Varianten produzieren alle dasselbe Toxin, doch vermehrt sich die gefährlichste Variante etwa dreimal so schnell wie die am wenigsten gefährliche. Unter der Annahme, daß die Toxinproduktion dem Bakterienwachstum folgt, bedeutet dies auch eine Toxinproduktion in entsprechend unterschiedlicher Höhe.² 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 ist ein Gen, das die Aktivität des Phagen hemmt), das durch Eisen aktiviert wird. Bei Eisenmangel ist dementsprechend 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 Toxinproduktion des Bakteriums. Dieser Mechanismus wurde in Zellkulturen nachgewiesen, eine gleiche Wirkungsweise im lebenden Organismus wird vermutet.

Die Schutzimpfung

Das Toxin war und ist der Ansatzpunkt für die wichtigsten vorbeugenden Maßnahmen und Therapien im Fall einer ausgebrochenen Erkrankung. Die effektivste 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 Toxin in einer veränderten Form (die Veränderung passiert in diesem Fall durch Behandlung mit Formaldehyd, das anschließend entfernt wird). 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 in den zwanziger Jahren entwickelt. Schon 1909 hatte Theobald Smith einen anderen Ansatz zur Schutzimpfung entdeckt, 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 sogenannten 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



Emil von Behring (1854–1917). Bild: National Institutes of Health, United States Department of Health and Human Services.

öfteren allergische Reaktionen hervor, die im Fall einer Erkrankung und der dann angewandten Therapie größte Probleme bereiten konnten. Die TAT-Impfung führte in etwa 85 Prozent der Fälle zu einer Immunität gegen Diphtherie.

Die Serumtherapie

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 erhielt. 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 nur Legende). Die Erfolge waren zunächst nur 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 Höchstler 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.

Die Diphtherie heute

Heute ist die Diphtherie in den entwickelten Ländern aufgrund der flächendeckenden Impfungen selten geworden. Die Erhaltung einer hohen Durchimpfungsrate hat sich als erforderlich erwiesen, um Diphtherieepidemien zu verhindern. So sanken mit den politischen Veränderungen Ende der achtziger Jahre in der Sowjetunion beziehungsweise ihren Nachfolgestaaten die Impfraten von über 90 Prozent auf fast 50 Prozent ab, was in der ersten Hälfte der neunziger Jahre eine Diphtherieepidemie mit 157 000 Erkrankten und 5000 Todesfällen zur Folge hatte.³

Heute beträgt die Sterblichkeit erkrankter Personen 5 bis 10 Prozent, bei Personen unter fünf oder über vierzig Jahren bis zu 20 Prozent. 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.

Daß es heute kaum zu Diphtherieerkrankungen kommt, ist trotz der Schutzimpfung erläuterebedürftig:

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. Daß dies weiter nicht schadet, liegt daran, daß Erwachsene ohnehin kaum an Diphtherie erkranken.

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 Prozent Träger des Bakteriums, regional und in manchen Bevölkerungsgruppen (etwa einzelnen Zuwandererpopulationen) kann dieser Anteil aber auf mehrere Prozent ansteigen.

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 (auch die Immunität nach einer überstandenen Erkrankung ist eine antitoxische Immunität). 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 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. In diesem Fall würde die Impfung das Vorkommen der toxischen Varianten des Bakteriums limitieren.

1. Zu den allgemeinen klinischen, pathologischen, toxikologischen und epidemiologischen Aspekten vgl. Pschyrembel, *Klinisches Wörterbuch*, Berlin/New York ²⁵⁹2002; Diphtheria, *Todar's Online Textbook of Bacteriology*, <http://textbookofbacteriology.net/diphtheria.html>; Diphtheria, <http://www.cdc.gov/nip/publications/pink/dip.pdf>.
2. Allerdings verändert sich der Erreger im Lauf der Zeit; der früher harmloseste toxische Typ bildet heute wesentlich mehr Toxin. Vgl. W. 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, 26–30.
3. Ana Luíza Mattos-Guaraldi u. a., Diphtheria remains a threat to health in the developing world – an overview, *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98/8 (2003), 987–993, hier 988.

Entnahme von Diphtherieserum am Institut Pasteur, Paris. Im Vordergrund in weißen Mänteln Edmond Nocard (1850–1903) und Émile Roux (1853–1933). Bild: Institut Pasteur.



war es in der Ära vor der Schutzimpfung wesentlich für den Erwerb der Immunität. Für den Charakter der Diphtherie als Kinderkrankheit ist dieser Aspekt wichtig. Obwohl wir für das 19. Jahrhundert keine Daten über Erkrankungsfälle ohne Todesfolge haben, läßt sich 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.⁴

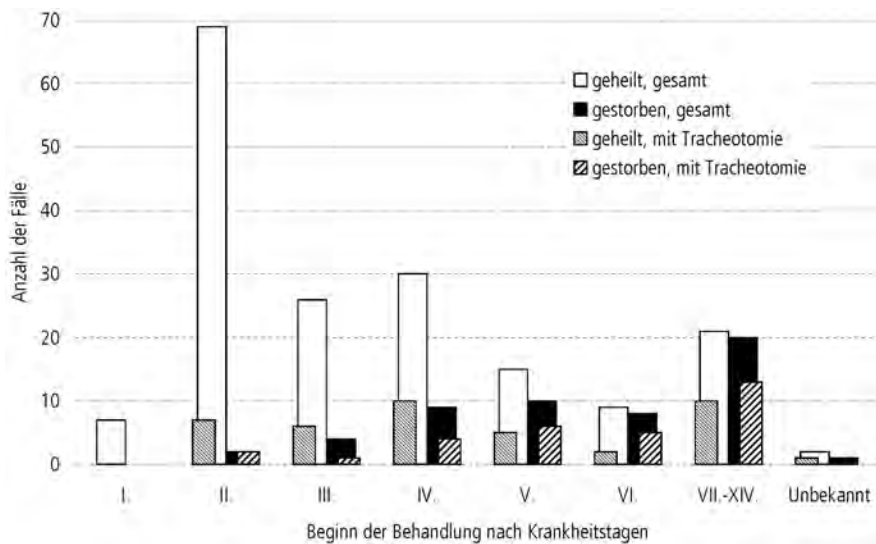
So deutlich die Entwicklung ab den neunziger Jahren des 19. Jahrhunderts auch den Erfolg der Passivimmunisierung erkennen läßt, die Verfügbarkeit der neuen Therapie war offenkundig nicht der einzige wesentliche Faktor für die Bedeutung der Krankheit. Dies ergibt sich schon aus dem zeitlichen Verlauf 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 war nicht nur kurzfristigen, etwa fünf- bis siebenjährigen, Auf- und Abbewegungen unterworfen, sondern anscheinend auch längerfristigen Schwankungen mit einer Periodizität von etwa dreißig Jahren, was für die Zeit seit 1826 behauptet

wird.⁵ Die Erklärung dafür liegt möglicherweise in der immunisierenden Wirkung einer Exposition: Die Bevölkerung, die dem Diphtherieerreger während eines gehäufteten Auftretens der Krankheit ausgesetzt ist, baut für die folgende Zeit einen stärkeren Immunschutz auf, der die Zahl der Todesfälle sinken läßt.⁶ 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, läßt sich aus dem Umstand erkennen, daß die Krankheit in Cisleithanien 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 zwischen den Kronländern, wobei starke und geringe kurzfristige Schwankungen mit hohem wie mit niedrigem absolutem Niveau der Diphtheriesterblichkeit einhergehen konnten (Graphiken 4–9). 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.

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 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.⁷

Der erste derartige Faktor ist selbstverständlich die Erfindung der Serumtherapie. Diese Erfindung läßt eine ziemlich gleichbleibend hohe Diphtheriesterblichkeit bis etwa 1894 erwarten, danach ein kontinuierliches Absinken im Verlauf einiger Jahre, anschließend eine wieder gleichbleibende 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. Tatsächlich hatte in den cisleithanischen Kronländern der zeitliche Faktor eine enorme Bedeutung für die Diphtheriesterblichkeit: Sie sank in den letzten drei Jahrzehnten vor dem Ersten Weltkrieg langfristig ab, was fraglos vor allem auf die Erfindung der Passivimmunisierung zurückzuführen ist. Dieser Faktor wirkte sich stärker als die anderen im folgenden genannten Faktoren aus. Allerdings muß noch einmal betont werden, daß ein leichter Rückgang der



Graphik 3: Verlauf von Diphtherieerkrankungen unter Anwendung der Serumtherapie und teilweise der Tracheotomie. Angegeben sind jeweils die Ergebnisse für die Krankheitstage, an denen die Serumtherapie begonnen wurde. Die Daten stammen aus Versuchen von Hermann Kossel in Berlin 1894. Daten: Richard Bieling, *Der Tod hatte das Nachsehen*. Emil von Behring. Gestalt und Werk, Bielefeld 1954, 100.

Diphtheriesterblichkeit schon vor 1894 zu verzeichnen war.

Eine gewisse Rolle spielte auch die Bevölkerungsdichte. Es ließe sich vermuten, daß eine höhere Bevölkerungsdichte vor wie nach 1894 unter sonst gleichen Bedingungen auch zu höheren Sterbezahlen führte, weil die Ausbreitung einer Infektionskrankheit in dichter besiedelten Gebieten leichter erfolgt. Der Grund würde im vergleichsweise hohen Anteil von symptomlosen Keimträgern in der Bevölkerung liegen, der in Ballungsräumen, aber auch in sonstigen dichter besiedelten Gebieten zu einer deutlich erhöhten Exposition der Krankheit gegenüber führt. Tatsächlich waren die Verhältnisse aber weniger einfach: Ein positiver Zusammenhang zwischen Siedlungsdichte und Diphtheriesterblichkeit läßt sich nur für ländliche Gebiete feststellen – ländliche Bezirke hatten eine umso höhere Diphtheriemortalität, je dichter besiedelt sie waren. Dies bedeutet aber nicht, daß urbanisierte Gebiete, also Gebiete mit noch höherer Bevölkerungsdichte, besonders hohe Raten von Sterbefällen aufgewiesen hätten; vielmehr war der Zusammenhang hier umgekehrt.

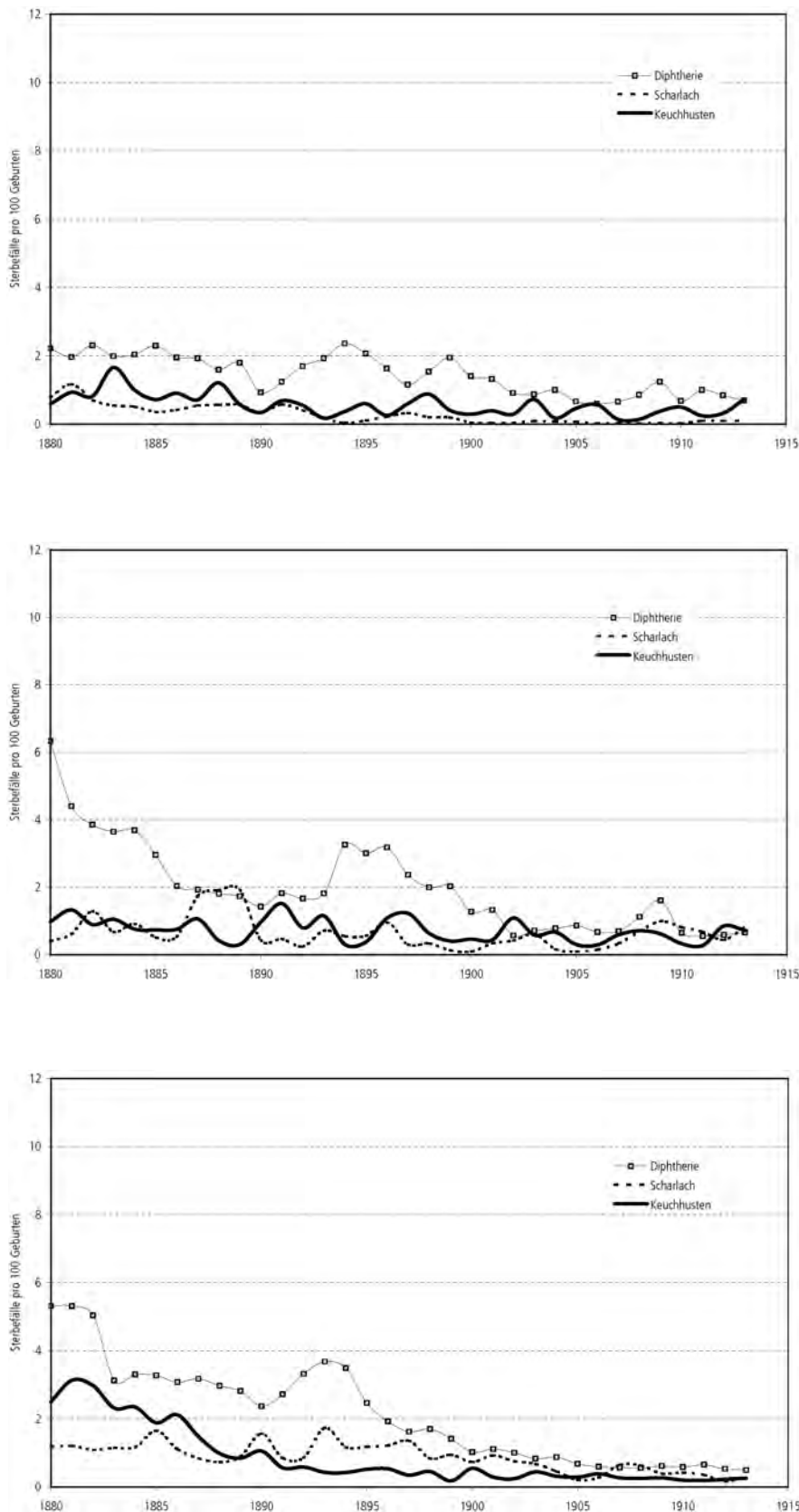
Der Grund liegt in der unterschiedlichen ärztlichen Versorgung. Die ärztliche Versorgung war wichtig, weil vor wie nach 1894 die wichtigsten Behandlungsformen schwer erkrankter Personen einen Arzt erforderten: Seruminjektionen wurden normalerweise von Ärzten veranlaßt und verabreicht, und der Luftröhrenschnitt an Kindern, die vom Erstickten bedroht waren, wurde von Ärzten ausgeführt. Praktisch bedeutet dies, daß städtische Gebiete hinsichtlich der Diphtheriesterblichkeit wahrscheinlich im Vorteil waren, weil in Städten die ärztliche Versor-

gung besser war. Die ländlichen Gebiete verloren den erwähnten an sich gegebenen Vorteil der dünnen Besiedlung zum Teil wieder durch die schlechtere ärztliche Versorgung: Großräumige, dünn besiedelte Gebiete hatten das Problem, daß Ärzte nicht so rasch zur Stelle sein konnten und die Verfügbarkeit von Serum nicht in gleicher Weise wie in Städten gesichert war. Dies war deshalb ein Nachteil, weil eine effektive Behandlung der Diphtherie möglichst bald nach Ausbruch der Krankheit zu erfolgen hat: Graphik 3 zeigt die erste Untersuchung des Erfolgs der Passivimmunisierung 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 begonnen hatte (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, und es konnte dauern, bis das Medikament verfügbar war, Verzögerungen, die entscheidend sein konnten.

Bei Änderungen der Mortalität, wie man sie bei der Diphtherie beobachten kann, steht immer auch zur Debatte, inwieweit sich allgemeine Lebensbedingungen auf das Krankheitsgeschehen ausgewirkt haben. Gemeint sind Umweltbedingungen, die für Infektionsrisiken relevant sein können, so etwa Wohnverhältnisse, allgemeine hygienische Bedingungen und der allgemeine Ernährungsstatus. Diese Bedingungen sind als Aspekte des Wohlstands zu sehen und stehen in einem engen Zusammen-

hang mit dem Einkommen. In einer Wirtschaft mit wachsendem Realeinkommen ist zu erwarten, daß sich der Ernährungsstatus der Bevölkerung und die Wohnverhältnisse verbessern. Zwar ist es nun nicht möglich, die Lebensbedingungen jener Familien, in denen Diphtheriesterbefälle vorkamen, mit den Bedingungen in sonstigen Familien zu vergleichen, aber es ist zumindest ein Vergleich der Diphtheriesterblichkeit mit der allgemeinen Kindersterblichkeit möglich: Wenn Diphtherietodesfälle gerade in jenen Gebieten besonders häufig waren, die eine vergleichsweise hohe allgemeine Kindersterblichkeit aufwiesen, dann würde dies nahelegen, beides als Auswirkung allgemeiner Wohlstandsfaktoren zu interpretieren. 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. Tatsächlich ist es so, daß zwischen 1880 und 1912 die allgemeine Kindersterblichkeit mit der Diphtheriesterblichkeit positiv korrelierte. Dieses Ergebnis ist allerdings insofern trivial, als einfach beide Größen im fraglichen Zeitraum einen Trend nach unten aufwiesen (womit von vornherein eine Korrelation gegeben ist). Wenn man diesen zeitlichen Trend abzieht, bleibt ein erwartungsgemäß viel schwächerer Zusammenhang übrig, der aber im wesentlichen durch die besonderen Gegebenheiten in einigen wenigen Kronländern zustandekommt. Insgesamt folgte die Diphtheriesterblichkeit also anderen Einflüssen als die sonstige Kindersterblichkeit.

Die Häufigkeit von Diphtherietodesfällen folgte schließlich auch noch über die genannten Faktoren hinaus regionalen Mustern, weil sich Regionen hinsichtlich ihres allgemeinen Entwicklungsstandes, aber auch hinsichtlich ihrer Umweltbedingungen voneinander unterscheiden und sich die sonstigen Faktoren daher regional in spezi-



Graphiken 4–6: Jährliche Diphtherie-, Scharlach- und Keuchhustensterbefälle in Prozent der jährlichen Geburten. Oben: Oberösterreich. Mitte: Steiermark. Unten: Mähren. Geburtenzahlen sind jeweils der Durchschnitt der fünf vorangegangenen Jahre. Daten: Sanitätsstatistik, Statistik der Bevölkerungsbewegung.

fischer Weise auswirkten. Der Zusammenhang wäre etwa so vorzustellen, daß beispielsweise gegebene Therapiemöglichkeiten in verschiedenen Regionen unterschiedlich stark genutzt wurden, etwa weil die Bevölkerung die zur Verfügung stehende ärztliche Hilfe in regional unterschiedlichem Ausmaß in Anspruch nahm. Auch wäre es möglich, daß bereits das Erkrankungsrisiko für eine bestimmte Krankheit unabhängig von Faktoren wie Bevölkerungsdichte und dergleichen regional unterschiedlich war, zum Beispiel aufgrund unterschiedlicher klimatischer Bedingungen, unterschiedlicher Verbreitung der verschiedenen Varianten des Diphtheriebakteriums oder unterschiedlicher Bevölkerungsanteile von Trägern des Erregers (Faktoren, die im nachhinein klarerweise nicht direkt beobachtet werden können). So findet man atypisch niedrige Raten der Diphtheriemortalität im Trentino, atypisch hohe im Handelskammerbezirk Brody in Galizien. Diese beiden Regionen repräsentieren die Extremfälle, aber auch sonst weisen die meisten Regionen in dieser Hinsicht ein spezifisches Profil auf. Erwähnenswert ist, auch im Zusammenhang mit der Frage wohlstandsrelevanter Faktoren, daß es offenbar keinen generellen Zusammenhang zwischen regionaler wirtschaftlicher Rückständigkeit und Diphtheriemortalität gab: Besonders günstig, wenn man die sonstigen Bedingungen berücksichtigt, waren 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 unter avancierten Regionen gab es jeweils Gebiete mit hohen und mit niedrigen Diphtheriesterbezahlen. In den böhmischen und den Karpatenländern sind die Verhältnisse etwas klarer – Unterentwicklung bedeutet hier nicht nur geringes Einkommen, sondern auch hohe Mortalität, jedenfalls bezogen auf die wichtigste Kinderkrankheit.

Scharlach und Keuchhusten vor 1914

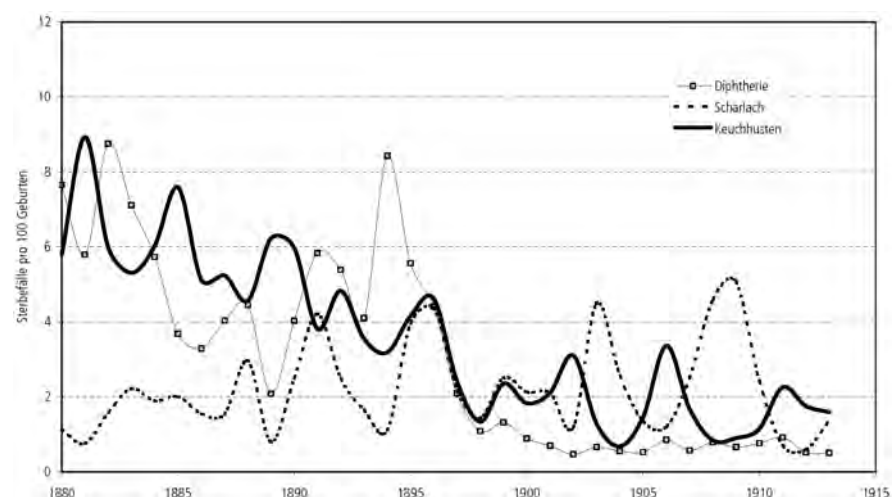
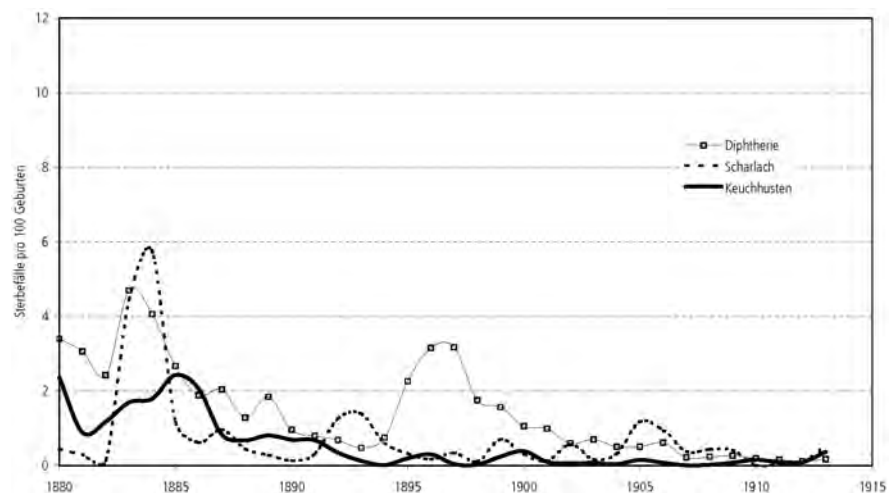
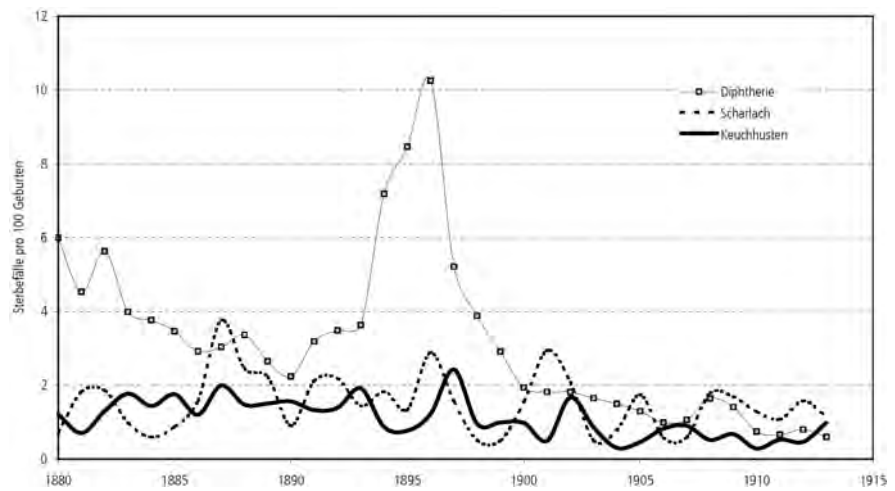
Wie unterschiedlich das Krankheitsgeschehen in den Kronländern verlief, zeigen nicht nur die Diphtheriefälle als solche, sondern auch der Vergleich mit den Scharlach- und Keuchhustenfällen desselben Zeitraums. Der folgende Überblick befaßt sich nur mit den jeweiligen Sterbezahlen ohne Berücksichtigung der eben besprochenen Faktoren. Die Graphiken 4–9 geben für einzelne Regionen Diphtherie-, Scharlach- und Keuchhusten-Sterbefälle an, bezogen auf die durchschnittlichen regionalen Geburtenzahlen der fünf zurückliegenden Jahre. Die

ausgewählten Kronländer repräsentieren verschiedene Typen, denen die hier nicht dokumentierten sonstigen Kronländer zugeordnet werden können.

Die eindeutig günstigsten Bedingungen unter allen Kronländern bot Oberösterreich (Graphik 4). Bei allen drei Krankheiten waren die Sterberaten hier vergleichsweise besonders niedrig, und zwar bereits von 1880 an. In Oberösterreich entsprach um 1880 die Zahl der Diphtherieopfer etwa 2 Prozent der Geburten, ein Wert der bis in die neunziger Jahre mehr oder weniger konstant blieb. Mit der Verfügbarkeit der Serumtherapie halbierten sich die Sterberaten. Die Zahl der Scharlach- und der Keuchhustenopfer entsprach um 1880 etwa 0,5 bis 1 Prozent der Geburten, in der Folge sank sie ab. Besonders ausgeprägt ist dieser Rückgang beim Scharlach; an dieser Krankheit starben nach der Jahrhundertwende in Oberösterreich nur mehr wenige Kinder.

In diesem Ausmaß ist die oberösterreichische Situation einzigartig, teilweise ähnliche Muster findet man aber auch in anderen Alpenländern. Die Steiermark etwa (Graphik 5) und Niederösterreich wiesen ähnlich niedrige Sterberaten bei Scharlach und Keuchhusten auf, in Vorarlberg waren die Opferzahlen beim Scharlach ähnlich gering. Dazu findet man in den anderen Alpenländern aber immer einzelne Krankheiten oder Zeitabschnitte mit deutlich erhöhten Sterberaten. Insbesondere war in den meisten dieser Regionen vor den neunziger Jahren des 19. Jahrhunderts die Diphtherie noch eine ernste Bedrohung. Salzburg, die Steiermark, Kärnten, Tirol und Vorarlberg hatten zu Beginn der achtziger Jahre noch Sterbezahlen bei Diphtherie im Ausmaß von 4 Prozent der Geburtenzahl, und Niederösterreich, wo die Bedingungen zunächst annähernd so gut wie in Oberösterreich waren, erlebte in der ersten Hälfte der neunziger Jahre einen Anstieg der Zahlen ebenfalls auf etwa 4 Prozent der Geburten.

Dieser Anstieg der Diphtheriezahlen in den Jahren unmittelbar vor der Erfindung der Antitoxin-Therapie war zwar kein allgemeines, aber doch ein überregionales Phänomen. Nach unterschiedlichem Verläufen davor, die in der Regel zu einem Absinken der Sterbezahlen geführt hatten, erlebten außer Niederösterreich auch die Steiermark (Graphik 5), Kärnten, Mähren und Schlesien bis zur Mitte der neunziger Jahre einen deutlichen Anstieg. Besonders ausgeprägt war dies im Küstenland, wo die Diphtheriesterbezahlen 7 Prozent der Geburten erreichten, in der Bukowina (Graphik 9) mit fast 9 Diphtherietoten pro hundert Gebur-



Graphiken 7–9: Jährliche Diphtherie-, Scharlach- und Keuchhustensterbefälle in Prozent der jährlichen Geburten. Oben: Krain. Mitte: Dalmatien. Unten: Bukowina. Geburtenzahlen sind jeweils der Durchschnitt der fünf vorangegangenen Jahre. Daten: Sanitätsstatistik, Statistik der Bevölkerungsbewegung.

Scharlach

Der Scharlach ist eine Erkrankung unter Kindern vor allem im Alter von drei bis zehn Jahren. Sie wird durch Streptokokken verursacht und äußert sich nach einer Inkubationszeit von zwei bis vier Tagen zunächst mit Fieber, Hals- und Kopfschmerzen, Schluckbeschwerden und Erbrechen sowie in einer Angina, bei der Rachen und weicher Gaumen stark gerötet sind und Eiterpunkte auf den Mandeln erscheinen.

Meist am zweiten Krankheitstag tritt ein feinfleckiger roter Hautausschlag auf, der in Achseln, Leisten oder Oberschenkelinnenseite beginnt und sich über den ganzen Rumpf ausbreitet; der Ausschlag geht nach zwei bis fünf Tagen zurück, abhängig von der Therapie. Die Kinn-Mund-Partie bleibt blaß. Der Ausschlag wird durch die von den Bakterien produzierten Toxine hervorgerufen. Die Zunge ist zunächst weiß belegt, nach drei bis vier Tagen treten die entzündeten Papillen hervor, wodurch die Zunge tiefrot erscheint, was anschaulich mit dem Begriff »Himbeerzunge« bezeichnet wird. Das Fieber geht bei unbehandelten Patienten etwa am achten Tag zurück. In unregelmäßigen Abständen schuppt sich dann die Haut in großen Stücken, besonders an Händen und Füßen, was bis zu sechs Wochen dauern kann.

Komplikationen können zum einen durch das von den Streptokokken produzierte Toxin hervorgerufen werden, das Herzmuskelentzündung oder ein Kreislaufversagen hervorrufen kann, was häufig einen tödlichen Verlauf nimmt (die toxische Verlaufsform als solche ist aber selten). Beim septischen Verlauf, also der Ausbreitung des Erregers über die Blutbahn, der in etwa 1 Prozent der Fälle auftritt, kann es zu Entzündungen des Mittelohrs, der Lymphknoten im Halsbereich oder der Nebenhöhlen kommen, zu Gehirnhautentzündungen und Hirnvenenthrombosen oder zu Mandelabszessen. Mit einer Verzögerung von zwei bis drei Wochen nach dem Scharlach kann ein rheumatisches Fieber auftreten, schon früher eine Nierenentzündung.

Heute wird eine Scharlacherkrankung mit Antibiotika, meist mit Penicillin, behandelt. Durch die Behandlung verschwindet die Ansteckungsgefahr in der Regel innerhalb von zwei Tagen. Unbehandelt bleibt die Ansteckungsmöglichkeit wochenlang bestehen. Die Übertragung erfolgt meist durch Tröpfcheninfektion, gelegentlich auch durch Schmierinfektion.

Die Erreger

Scharlach wird durch Streptokokken einer bestimmten Gruppe verursacht, insbesondere

durch den *Streptococcus pyogenes*. Diese Erreger wirken β -hämolisierend, das heißt sie sondern ein Toxin ab, das rote Blutkörperchen und das Hämoglobin komplett auflöst. Es gibt eine große Zahl von Varianten; so existieren über achtzig verschiedene Varianten von Proteinen, die sich auf der Zellwand des Bakteriums befinden und einen Schutz vor den Freßzellen des Immunsystems bieten. Auch andere Proteine, die sich in der Zellwand befinden, kommen in verschiedenen Varianten vor. Das Bakterium produziert Enzyme, die es ihm ermöglichen, bestimmte Bestandteile des Gewebes aufzulösen und so in das Gewebe einzudringen; dieser Vorgang äußert sich in der für solche Infektionen typischen Eiterbildung. Andere Enzyme dienen zur Auflösung von Fibrinstrukturen, mit denen das Immunsystem die Erreger umgibt.

Der Erreger befällt nur den Menschen, viele Träger des Bakteriums haben keine Krankheitssymptome. Der *Streptococcus* besiedelt in gemäßigten Klimaten vorzugsweise den Rachen, unter tropischen Verhältnissen eher die Haut.

Im Krankheitsfall verursachen die Streptokokken eitrige Mandelentzündungen, nur bestimmte Varianten verursachen Scharlach. Die Symptome des Scharlachs, namentlich die Haut- und Schleimhauterscheinungen, aber auch Komplikationen wie die Herzmuskelentzündung, werden von bestimmten Toxinen dieser Varianten verursacht. Diese Toxine sind das Produkt eines Bakteriophagen, also eines Virus, von dem das Bakterium befallen ist. Nach dem roten Ausschlag, den sie verursachen, werden diese Toxine als »erythrogen« bezeichnet. Es werden drei Toxine unterschieden.

Die später auftretenden Komplikationen wie Nierenentzündung und rheumatisches Fieber gehen nicht auf die Toxine zurück. Die Nierenentzündung, die generell eine Komplikation bei Streptokokkeninfektionen (Angine, Mittelohrentzündung und so weiter) ist, entsteht durch Ablagerungen von Antigen-Antikörperkomplexen im Bereich der Kapillaren. Für das rheumatische Fieber ist der Umstand verantwortlich, daß bestimmte Antikörper, die sich an Antigene der Streptokokken binden, sich auch an körpereigene Strukturen, insbesondere Kollagen, binden. Dadurch kann es zu Entzündungen verschiedener Organe, unter anderem des Herzens, kommen.

Eine Immunität aufgrund einer Scharlacherkrankung entsteht nur gegen das Toxin der Erregervariante, die involviert war, nicht aber gegen die anderen. Deshalb kann man mehrmals an Scharlach erkranken, und aus demselben Grund gibt es auch keine Schutzimpfung.

ten und in Krain (Graphik 7), wo die Zahl der Diphtherietoten 1896 über 10 Prozent der Geburtenzahl erreichten. Um einige Jahre verschoben gab es einen Anstieg auch in Dalmatien (Graphik 8), allerdings regionstypisch auf niedrigem Niveau.

Das extreme Gegenbeispiel zu Oberösterreich mit seinen durchwegs niedrigen Sterbezahlen repräsentiert die Bukowina (Graphik 9). Die Bukowina erlebte nicht bloß den erwähnten Anstieg der Diphtheriesterbezahlen bis 1895, sie hatte schon davor hohe Sterbezahlen gekannt, die allerdings im Lauf der achtziger Jahre zurückgegangen waren. Vor allem aber verlor die Bukowina zusätzlich auch durch Keuchhusten etwa ebenso viele Kinder wie durch Diphtherie. Nach einem mäßigen Rückgang von 8 Prozent der Geburten um 1880 auf über 4 Prozent Mitte der neunziger Jahre sanken die Sterbezahlen durch Keuchhusten erst gegen Ende des Jahrhunderts wirklich deutlich ab. In der Zwischenzeit hatte sich in diesem Land aber der Scharlach zu einer erneuter werdenden Bedrohung mit schweren Krankheitswellen entwickelt, die alle fünf bis sieben Jahre wiederkehrten. Auf dem Höhepunkt dieser Scharlachepidemien erreichte die Zahl der Opfer bis zu 5 Prozent der Geburtenzahl.

Hinsichtlich ihrer Probleme mit dem Scharlach war die Bukowina singulär, und auch der Keuchhusten forderte in kaum einem anderen Kronland so viele Opfer. In Galizien, ebenfalls ein verhältnismäßig stark betroffenes Land, stiegen die Opferzahlen bei Keuchhusten in einzelnen Jahren auf über 6 Prozent der Geburtenzahl, in Schlesien zu Beginn der achtziger Jahre auf 5 Prozent. In den anderen Kronländern blieb die Zahl der Keuchhustenopfer fast durchwegs bei 2 Prozent der Geburtenzahl oder weniger. Ähnlich beim Scharlach: Auch hier war Galizien stärker betroffen als der Rest, überdurchschnittliche Zahlen findet man auch in Schlesien und Krain. Ausnahmen waren eine große Scharlachepidemie in Dalmatien (Graphik 8) in der ersten Hälfte der achtziger Jahre mit enormen Verlusten und eine Reihe von Krankheitswellen auf deutlich niedrigerem Niveau im Küstenland und anderen Ländern.

Wie lassen sich die regionalen Unterschiede und die kurzfristigen Veränderungen innerhalb der Länder, auch im Vergleich der drei Krankheiten untereinander, erklären? Die allgemeinste Erklärung bezieht sich auf die Annahme einer konvergenten Entwicklung. Mit wenigen Ausnahmen (etwa Scharlachwellen in der Bukowina) verbesserte sich die Situation quer durch die Regionen

und für alle drei Krankheiten. Tendenziell wurden damit im Lauf der Zeit die Regionen einander ähnlicher. In einem Land wie Oberösterreich herrschten bereits um 1880 Verhältnisse, die in den folgenden Jahrzehnten in so gut wie allen anderen Ländern ebenfalls einkehren sollten. Um 1910 hatte sich die Situation in Oberösterreich zwar weiter verbessert, aber in den meisten anderen Ländern war sie ebenso gut oder sogar noch besser geworden.

Freilich ist Konvergenz selbst keine Erklärung, sondern nur die Feststellung von Trends. Wodurch kam die Konvergenz zustande? Ein Aspekt dieses Vorgangs ist die Veränderung bei der anfangs wichtigsten Krankheit: Daß ab Mitte der neunziger Jahre die Diphtherie effektiv behandelt werden konnte, war eine Errungenschaft, die innerhalb einer gewissen Zeit allen Regionen zugute kam. Sie beeinflusste zwar kaum die Erkrankungszahlen, die immer noch von Region zu Region differieren mochten, senkte aber die Sterblichkeit stark. Da auch bei Anwendung der Serumtherapie die Mortalität nicht auf Null sinkt, konnten immer noch gewisse regionale Unterschiede verbleiben, aber eben auf weit niedrigerem Niveau.

Für die anderen Krankheiten fehlt eine so einfache Erklärung der Konvergenz. Fraglich sind die Auswirkungen der Verbesserung des Lebensstandards in den letzten Jahrzehnten vor dem Ersten Weltkrieg. Es war sicherlich nicht so, daß die cisleithanischen Kronländer einander hinsichtlich des Einkommens ähnlicher wurden, es gab aber durchwegs einen Wachstumsprozeß – die Einkommen wuchsen, die Unterschiede blieben. Vorstellbar wäre ein Zusammenhang des epidemiologischen Geschehens mit dem Einkommen in der Art, daß ab Erreichung eines bestimmten realen Einkommensniveaus Unterschiede im Lebensstandard nur mehr schwache Auswirkungen auf die Mortalität hatten. Der Grund würde darin liegen, daß für die Mortalität gewisse primäre Bedürfnisse (Ernährung, Wohnsituation, Hygiene) eine Rolle spielen und diese Bedürfnisse bei einem Einkommenszuwachs definitionsgemäß auch primär befriedigt werden. Bei weiter steigendem Einkommen würden die Zuwächse dann nach und nach stärker in die Befriedigung von Bedürfnissen fließen, die für die Kindersterblichkeit keine Bedeutung hatten; damit hätten die fortgeschrittenen Länder zwar insgesamt weiterhin einen Vorteil im Einkommensniveau, aber die rückständigen Länder hätten zumindest im biologischen Lebensstandard zu ihnen aufgeschlossen.

Erklärungsbedürftig sind auch die kurzfristigen, über fünf bis sieben Jahre gehenden mehr oder weniger ausgeprägten Auf- und Abbewegungen in den Sterbezahlen, wie man sie für alle drei Krankheiten feststellen kann. Diese Bewegungen gehen sicherlich nicht auf Änderungen im Lebensstandard zurück. Am ehesten handelt es sich dabei um einen Zufallsprozeß.

Die oben erwähnte Begründung längerfristiger Schwankungen in den Diphtheriezahlen (die Exposition einer Krankheit gegenüber schaffe für eine gewisse Zeit nach einer Epidemie einen erhöhten Immunschutz) wurde in der zeitgenössischen Literatur in ähnlicher Form auch explizit für die kurzfristigen Schwankungen in den Scharlachzahlen vorgebracht. Die Erklärung geht von der Kontagiosität der Erkrankungen aus: Bei Exposition einer Krankheit gegenüber erkrankt nur ein Teil der exponierten (nicht durch Impfung oder Vorerkrankung immunen) Personen wirklich, die anderen bleiben aus welchen Gründen auch immer (Allgemeinzustand, zufällig erworbene Immunität) gesund. Bei manchen Krankheiten ist die Wahrscheinlichkeit einer Ansteckung hoch, etwa beim Keuchhusten, an dem 80 Prozent der exponierten Kinder erkranken; beim Scharlach beträgt die entsprechende Rate nur 10 bis 30 Prozent. Der Berliner Hygieniker und spätere Leiter des preußischen Medizinalwesens Adolf Gottstein schrieb dazu: »Bei der allgemeinen Empfänglichkeit für das Kontagium [...] wird in ganz kurzer Zeit die Zahl der Erkrankungs-fähigen ergriffen, so daß notgedrungen die Epidemie aus Mangel an Material absinken muß; aber schon wenige Jahre später ist ein neues Geschlecht da, welches dem Kontagium wieder ein großes Feld zur Ausbreitung giebt. Für Scharlach sind die Verhältnisse ähnlich, nur quantitativ von etwas längerer Dauer.«⁸ Die Erklärung ist für Krankheiten, die entweder zum großen Teil letal verlaufen oder eine dauernde Immunität hinterlassen, durchaus überzeugend: Wenn in einer Kohorte, die fünf bis zehn Jahrgänge umfaßt, die für eine Krankheit empfänglichen Personen im Lauf einer Epidemie entweder sterben oder im Überlebensfall eine spezifische Immunität entwickeln, sind die Ausbreitungsmöglichkeiten der Krankheit in der Folge für einige Jahre begrenzt. Sobald durch nachkommende Jahrgänge wieder genügend empfängliche Personen vorhanden sind, kommt es zu einer neuen Epidemie mit gleichem Effekt. (Die weiteren Spekulationen des Autors sind dann weniger überzeugend.⁹)

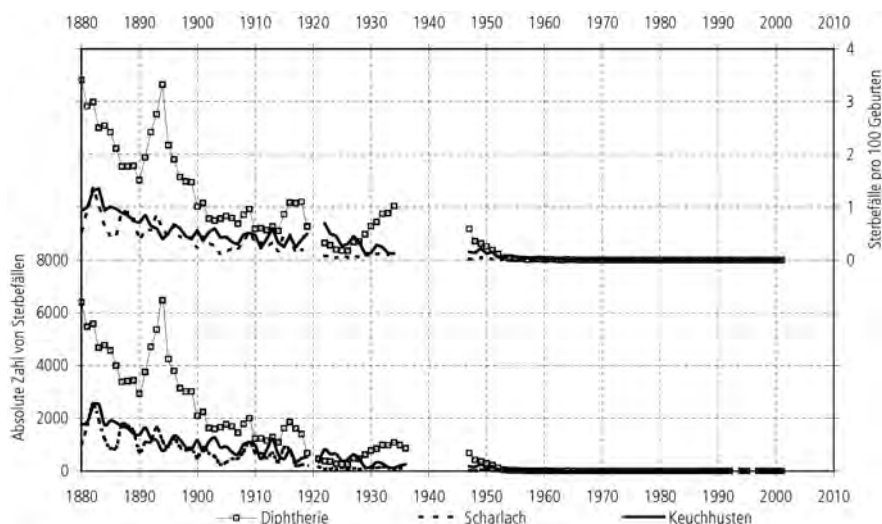
Die Erklärung ist allerdings für eine Krankheit wie Scharlach nicht sonderlich

plausibel, da eine überstandene Scharlachkrankung nur eine Immunität gegen jene Variante des Erregers, mit der man es zu tun hatte, hinterläßt, nicht aber gegen die anderen Varianten. Dies ist der Grund, warum auch heute noch manche Kinder zu wiederholten Malen an Scharlach erkranken. Bei der gegebenen Letalität des Scharlachs (um 1910 betrug die Zahl der Scharlachsterbefälle in ganz Cisleithanien etwa ein Zehntel der Zahl angezeigter Erkrankungen, im Gebiet der Republik 5 Prozent) bleibt daher auch nach einer Epidemie in der betreffenden Kohorte ein kaum verkleinertes Reservoir von empfänglichen Personen erhalten.

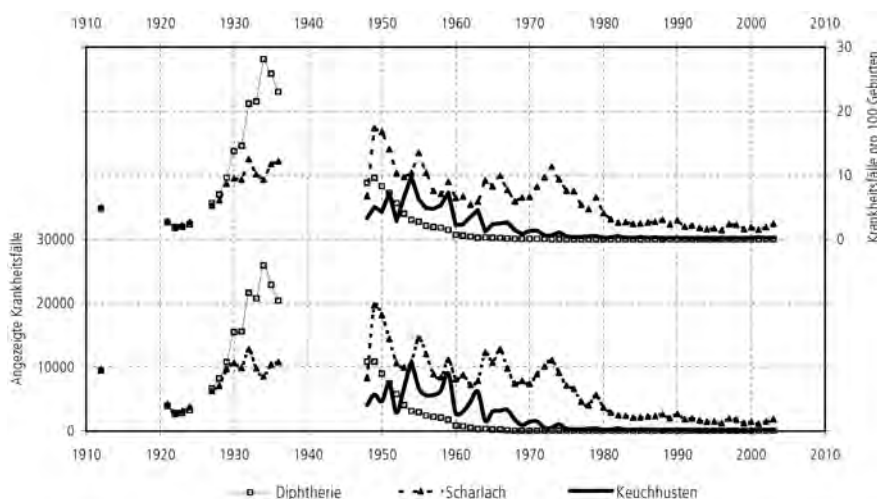
Österreich nach 1918

Im Gebiet der Republik Österreich setzte sich die Entwicklung der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg in den Jahrzehnten nach 1918 im großen und ganzen fort. Die Zahl der Sterbefälle absolut und im Verhältnis zu den Geburtenzahlen sank langfristig ab. In den fünfziger Jahren sanken die Zahlen der Diphtherie- und der Keuchhustensterbefälle unter 1 Promille der Geburtenzahlen; bei Scharlach war dies praktisch schon in der ganzen Zeit der Republik der Fall gewesen (nur in den frühen dreißiger Jahren gab es eine geringfügige Erhöhung). Überlagert wurde dieser Trend von kurzfristigen Schwankungen, die besonders bei der Diphtherie ein auffälliges Ausmaß erreichten: Während des Ersten Weltkriegs und in den dreißiger und vierziger Jahren stiegen die Sterbezahlen wieder an. Bezogen auf die Kinderzahl, das heißt die Geburten des jeweiligen Zeitraums, wirken diese Ausschläge noch stärker, da die fraglichen Zeiten auch Jahre mit meist geringen Geburtenzahlen waren.

Die günstige Entwicklung in der Zeit der Republik hatte zwei Komponenten. Erstens wurden die Erkrankungsfälle bei allen drei Krankheiten seltener, und zweitens wurden die Chancen, die ausgebrochene Krankheit zu überstehen, im Lauf der Zeit besser. Befaßt man sich mit den Erkrankungszahlen, ändert sich das Bild von der verhältnismäßigen Häufigkeit der drei Krankheiten im Lauf der Zeit. Unmittelbar vor dem Ersten Weltkrieg waren Scharlachfälle ebenso häufig wie Diphtheriefälle (für Keuchhusten liegen Anzeigen erst für die Zweite Republik vor). In der Ersten Republik stiegen die Morbiditätszahlen nach einem Rückgang in den frühen zwanziger Jahren wieder an, und zwar besonders stark bei der Diphtherie. Im schlimmsten Jahr, 1934, wurden fast 26 000 Fälle von Diphtherie angezeigt, das entsprach etwa einem Vier-



Graphik 10: Diphtherie, Scharlach und Keuchhusten: Sterbefälle auf dem Gebiet der Republik, 1880–2001. Absolute Zahlen und Sterbefälle pro 100 Geburten. Bis 1918 Kronländer in den geltenden Grenzen, ab 1918 Bundesländer. Bis 1920 ohne Burgenland. Daten: Statistisches Handbuch/Jahrbuch, Sanitätsstatistik, Statistik der Bevölkerungsbewegung.



Graphik 11: Diphtherie, Scharlach und Keuchhusten: Angezeigte Krankheitsfälle auf dem Gebiet der Republik, 1912–2001. Absolute Zahlen und Krankheitsfälle pro 100 Geburten. Bis 1918 Kronländer in den geltenden Grenzen, ab 1918 Bundesländer. Bis 1920 ohne Burgenland. Daten: Statistisches Handbuch/Jahrbuch, Sanitätsstatistik, Statistik der Bevölkerungsbewegung.

tel der jährlichen Geburtenzahl. Beim Scharlach wurde das Maximum mit 13000 Fällen 1932 erreicht. In der Zweiten Republik lagen die Morbiditätszahlen beim Scharlach immer deutlich über jenen der beiden anderen Krankheiten und betrugen bis in die siebziger Jahre zwischen 5 und 15 Prozent der Geburtenzahlen; noch heute kommt es in Österreich in einzelnen Jahren zu über 2000 Scharlachfällen. Bei der Diphtherie war dagegen ein stetiger Rückgang der Erkrankungen zu verzeichnen, seit Mitte der siebziger Jahre kommt die Krankheit in Österreich praktisch nicht mehr vor.

Auch der Keuchhusten ist zu einer eher seltenen Krankheit geworden. Während es in den fünfziger Jahren noch bis zu 10000 Erkrankungen jährlich gab – das entsprach gut einem Zehntel der jährlichen Geburtenzahl –, sind die Zahlen heute in den zweibis dreistelligen Bereich abgesunken und entsprechen 2 bis 3 Promille der Geburtenzahl.

Obwohl die Statistik der anzeigepflichtigen Krankheiten wahrscheinlich einen Teil der wirklich vorgekommenen Fälle nicht enthält, ist die Verbesserung doch offensichtlich. Die Ursachen für den Rückgang der

Scharlacherkrankungen dürften unter anderem in einer Verbesserung des allgemeinen Gesundheitszustands und der Ernährung der Kinder liegen. Eine solche Verbesserung würde es leichter machen, eine Infektion mit dem Erreger zu überstehen, ohne das volle Krankheitsbild des Scharlachs zu entwickeln; in solchen Fällen wären die Kinder zwar Keimträger und Überträger, würden aber nicht als Scharlachfälle in die Statistik eingehen. Ein anderer Aspekt ist der Umstand, daß die Zahl angezeigter Scharlachfälle absolut so gering geworden ist, daß die Ausbreitungsmöglichkeiten dadurch stark eingeschränkt werden. Unter der Annahme einer Ansteckungsrate von 10 bis 30 Prozent indizieren die Erkrankungsdaten, daß sich die Zahl exponierter Personen derzeit in der Größenordnung von 10000 bis 25000 pro Jahr bewegt. Im Jahr 1950 war sie zehnmal so hoch. Die Möglichkeiten, sich an Scharlach anzustecken, werden auch gezielt durch die Isolierung der Kranken (in den ersten Nachkriegsjahrzehnten auch durch Quarantäne im Krankenhaus) verringert.

Für den Rückgang der Diphtherie- und Keuchhustenerkrankungen sind die allgemein verbesserten konstitutionellen Bedingungen in ähnlicher Weise zu bedenken. Bei diesen beiden Krankheiten kommen aber als wesentlicher Faktor auch die Schutzimpfungen dazu. Für beide Krankheiten sind Schutzimpfungen seit den zwanziger Jahren prinzipiell verfügbar, ihre Anwendung ist nach 1945 Standard geworden, auch wenn keine Impfpflicht bestand. Auch bei diesen Krankheiten ist der Rückgang ein Prozeß, der sich selbst verstärkt. Bei hundert bis zweihundert Keuchhustenerkrankungen jährlich und einer Ansteckungsrate von 80 Prozent ist die Zahl exponierter Personen offenkundig sehr gering geworden.

Die Chancen, eine Diphtherie-, Scharlach- oder Keuchhustenerkrankung zu überstehen, wurden im Lauf der Zweiten Republik immer besser. Vor und unmittelbar nach dem Ersten Weltkrieg endeten 12 bis 14 Prozent der Diphtherieerkrankungen letal, in der Ersten Republik 4 bis 7 Prozent, in der Zweiten Republik 0 bis 4 Prozent. Keuchhusten, für den die Zahlen angezeigter Krankheitsfälle erst ab den vierziger Jahren angegeben werden können, endete in den späten vierziger Jahren in knapp 5 Prozent der Fälle tödlich, innerhalb weniger Jahre sank der Wert auf 1 Prozent und ging dann nach und nach auf fast Null zurück. Schneller ging die Entwicklung beim Scharlach vor sich: Vor dem Ersten Weltkrieg noch in 5 Prozent der Fälle tödlich, endeten in der Zwischenkriegszeit 1 bis 4 Prozent

der Fälle letal, und nach dem Zweiten Weltkrieg bewegten sich die Werte im Promillebereich.

Bei diesen Zahlen ist immer zu bedenken, daß möglicherweise die Anzeigestatistik für Keuchhusten und Scharlach unvollständig ist. Dies würde die letzten Jahrzehnte stärker betreffen als die erste Jahrhunderthälfte, in der die Zahl angezeigter Fälle hoch ist. Sollte in der jüngeren Vergangenheit die Zahl der Erkrankungsfälle in der Anzeigestatistik stärker unterschätzt werden, dann würde dies einen umso eindrucksvolleren Anstieg der Überlebenschancen indizieren.

Obwohl der Effekt der in der Zeit der Zweiten Republik verfügbaren Antibiotika in der Therapie ganz offensichtlich ist, muß doch betont werden, daß auch vor der Verfügbarkeit dieser Mittel sich die Überlebenschancen von Scharlach- und Diphtheriekranken erhöht hatten, was wohl wieder mit den verbesserten Lebensbedingungen zu tun hatte.

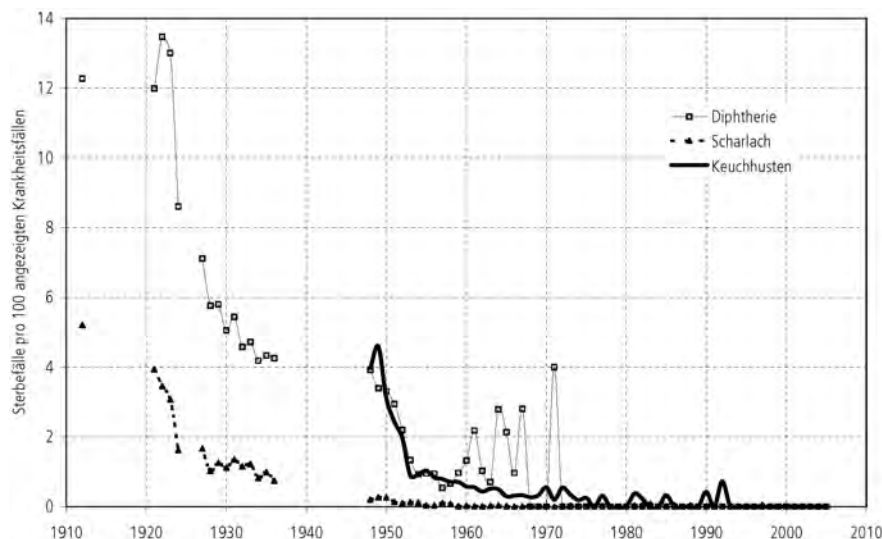
Diphtherie, Scharlach und Keuchhusten, die im 19. Jahrhundert noch hochgradig gefährliche Krankheiten waren, die fast jedes zehnte Kind ums Leben brachten, sind heute in Österreich bedeutungslos geworden. Sie sind nicht ausgestorben, und jüngere Beispiele aus der Geschichte der Diphtherie zeigen, daß ein Rückgang der Schutzimpfung in kurzer Zeit wieder Epidemien möglich macht. Trotzdem sind sie unter demographischen Aspekten vor allem historisch interessant.

Daten

Für die Untersuchung der Zeit vor 1918 wurden Bände aus der Reihe *Österreichische Statistik* verwendet, und zwar hauptsächlich die Daten zur Bevölkerungsbewegung, für die Jahre 1896 bis 1900 auch die sanitätsstatistischen Erhebungen.¹⁰ Aus der Statistik der Bevölkerungsbewegung stammen die Geburtenzahlen und die Zahlen für die Kindersterblichkeit insgesamt, für die meisten Jahre auch die Zahlen zu den Todesursachen. Aus der Sanitätsstatistik wurden für fehlende Jahre die Todesursachen ergänzt. Die Diphtherie-, Scharlach- und Keuchhusten-Daten sind zum Unterschied von manchen anderen Teilen der Todesursachenstatistik ziemlich zuverlässig, weil die Krankheit charakteristische Symptome hat und den zeitgenössischen Ärzten auch vertraut war. Es ist daher anzunehmen, daß zumindest die schweren 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 1910.¹¹ Einige wesentliche Variablen wie die Zahlen der Ärzte sind im Datensatz noch nicht enthalten.

Für die Zeit nach 1918 wurden die Daten zu den drei Krankheiten und die Geburtenzahlen



Graphik 10: Diphtherie, Scharlach und Keuchhusten: Sterbefälle pro 100 angezeigten Krankheitsfällen auf dem Gebiet der Republik, 1912–2001. Bis 1918 Kronländer in den geltenden Grenzen, ab 1918 Bundesländer. Bis 1920 ohne Burgenland. Daten: Statistisches Handbuch/Jahrbuch, Sanitätsstatistik, Statistik der Bevölkerungsbewegung.

aus dem *Statistischen Handbuch/Jahrbuch* erhoben. Angegeben sind darin die Sterbefälle und die angezeigten Erkrankungsfälle, letztere seit 1910 für Diphtherie und Scharlach und in der Zeit der Zweiten Republik auch für Keuchhusten.

Anmerkungen

1. Zu den Pocken in Österreich: Michael Pammer, Pocken I: Gesundheitspolitik unter Franz II./I., *Historicum*, Frühling 2003, 17–21; ders., Pocken II: Die Impfung im 19. Jahrhundert, *Historicum*, Sommer 2003, 15–19.
2. Zum folgenden vgl. Michael Pammer, Die Diphtherie in den im Reichsrat vertretenen Königreichen und Ländern in den Jahren 1880 bis 1912, *Geschichte und Region* 14/1 (2005), 70–89; dort auch eine Dokumentation der statistischen Ergebnisse.
3. *Illustrierte Geschichte der Medizin*, hg. von Richard Toellner, Salzburg 1986, Bd. 4, 2207.
4. Vgl. K. Rosmus/S. Reichelt/A. Zott/S. Sandow/E. Kriebel, Bestimmung von Diphtherie-Antitoxin mittels ELISA, 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, 152–156.
5. W. Thilo, Zur aktuellen Situation der Diphtherie, in: Haase u. a. (Hg.), *Blutserum-Therapie* (Anm. 4), 26–30, hier 27–28.
6. Die Wirkung einer solchen Exposition zeigt sich etwa an den 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* (Anm. 4).

7. Für eine genauere Darlegung der im folgenden referierten Ergebnisse siehe Pammer, Diphtherie (Anm. 2).
8. A. Gottstein, Ueber gesetzmäßige Erscheinungen bei der Ausbreitung endemischer Krankheiten, *Berliner klinische Wochenschrift* 1896/16, 182–184, hier 184.
9. »Für das Kontagium der Diphtherie aber, so gefährlich es ist, sobald es einmal haftet, ist im allgemeinen die Gattung des Menschengeschlechtes so viel weniger empfänglich, daß die ausgiebige Auslese der besonders disponierten Individuen durch den Tod genügt, um für die betroffene Generation und durch Vererbung sogar auch vielleicht für die nächste Generation der Krankheit den Boden zu entziehen. Erst wenn die Seuche zeitweise ganz zurückgetreten ist, erwächst eine neue Generation, welche derselben nicht mehr angepaßt ist. Mit der durch überstandene Erkrankung erworbenen Immunität und mit deren Vererbung hat deren Vorgang nicht das Mindeste zu thun.« Ebenda, 184.
10. *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.
11. *Die Ergebnisse der Volkszählung vom 31. Dezember 1890 in den im Reichsrathe vertretenen Königreichen und Ländern*, Wien 1892–1894; *Die Ergebnisse der Volkszählung vom 31. Dezember 1900 in den im Reichsrathe vertretenen Königreichen und Ländern*, Wien 1903; *Die Ergebnisse der Volkszählung vom 31. Dezember 1910 in den im Reichsrathe vertretenen Königreichen und Ländern*, Wien 1914–1915.

a. Univ. Prof. Dr. Michael Pammer, Institut für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Johannes Kepler Universität Linz, Altenberger Str. 69, A-4040 Linz-Auhof, michael.pammer@jku.at