

Bernard Dixon

**Der Pilz, der
John F. Kennedy
zum
Präsidenten
machte**

**und
andere Geschichten
aus der Welt
der Mikroorganismen**

Aus dem Englischen übersetzt
von Alfred Hansel

Spektrum
AKADEMISCHER VERLAG

Titel der Originalausgabe: Power unseen: how microbes rule the world

Die englische Originalausgabe ist erschienen bei W.H. Freeman / Spektrum, Oxford, New York, Heidelberg

© 1994 Bernard Dixon

Aus dem Englischen übersetzt von Alfred Hansel

Wichtiger Hinweis für den Benutzer

Der Verlag, der Herausgeber und die Autoren haben alle Sorgfalt walten lassen, um vollständige und akkurate Informationen in diesem Buch zu publizieren. Der Verlag übernimmt weder Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für die Nutzung dieser Informationen, für deren Wirtschaftlichkeit oder fehlerfreie Funktion für einen bestimmten Zweck. Der Verlag übernimmt keine Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren, Programme usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag hat sich bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber dennoch der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar gezahlt.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de

© Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2009, 1998, 1995
Spektrum Akademischer Verlag ist ein Imprint von Springer

09 10 11 12 13

5 4 3 2 1

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Planung und Lektorat: Frank Wigger

Redaktion: Marianne Mauch

Umschlaggestaltung: wsp design Werbeagentur GmbH, Heidelberg

Titelbild: *Salmonella typhimurium* (rot); © National Institutes of Health, NIH

ISBN 978-3-8274-2402-0

Inhalt

Verzeichnis der Bildtafeln	14
Danksagung	15
Einführung	17
I. Die Mächtigen	
– Mikroben, die Geschichte schrieben	23
Die Urzelle	
– Ursprung des Lebens	25
<i>Botryococcus braunii</i>	
– woher stammt das Erdöl?	30
<i>Yersinia pestis</i>	
– Erreger des Schwarzen Todes	34
<i>Phytophthora infestans</i>	
– ein Ire wird Präsident der Vereinigten Staaten	38
<i>Rickettsia prowazeki</i>	
– ein Mikroorganismus durchkreuzt Napoleons Pläne	43
Das Tollwutvirus	
– Glück und der Beginn von Impfungen	47
<i>Penicillium notatum</i>	
– Auslöser der antibiotischen Revolution	51

<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	
– das literarische Bakterium	55
<i>Clostridium acetobutylicum</i>	
– der Begründer Israels	59
<i>Aspergillus niger</i>	
– das Ende eines italienischen Monopols	63
Das Gelbfiebervirus	
– verpaßte und verliehene Nobelpreise	67
<i>Neurospora crassa</i>	
– Wegbereiter der Molekularbiologie	71
Das Pockenvirus	
– ist seine Eliminierung zu begrüßen?	75
<i>Bacillus anthracis</i>	
– Churchills biologische Waffe?	79
<i>Micrococcus sedentarius</i>	
– Füße, Socken und Gerüche	83
II. Die Listigen	
– Mikroben, die uns täuschten und überraschten	87
<i>Haloarcula</i>	
– Mikroben können quadratisch sein	89
<i>Clostridium tetani</i>	
– das Ende der Gemeinde von St. Kilda	94
<i>Serratia marcescens</i>	
– Vollbringer des Osterwunders	98

<i>Proteus OX19</i>	
– ein Bakterium narrt die Nazis	102
<i>Borrelia burgdorferi</i>	
– das hinterlistige Auftauchen der Lyme-Krankheit	106
Die Nitrifizierer	
– Denkmalzerstörung von innen her	110
<i>Brucella melitensis</i>	
– Gefahr im Schönheitssalon	114
PCB-abbauende Bakterien	
– mächtige Mikro-Aasfresser	118
Das Schweinegrippevirus	
– eine Nation in Panik	122
Mikroben in Büchern	
– Gefahren für die Bibliophilie	126
<i>Salmonella typhimurium</i>	
– eine Lektion in Laborsicherheit	130
Staphylokokken	
– die Hautschuppenbakterien	134
<i>Trichoderma</i>	
– ein Pilz, der von „nichts“ lebt	138
<i>Legionella pneumophila</i>	
– ein Opportunist verläßt sein Versteck	142
<i>Legionella pneumophila</i>	
– und die „Häuserkrankheit“	146

III. Die Gefährlichen	
– Mikroben, die uns noch immer bedrohen	151
<i>Vibrio cholerae</i>	
– die zweite Pandemie	153
<i>Vibrio cholerae</i>	
– die siebte Welle	158
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	
– warum Impfungen noch immer wichtig sind	162
<i>Haemophilus influenzae</i>	
– das Bakterium, das Grippe <i>nicht</i> verursacht	166
<i>Plasmodium</i>	
– und der Fieberschweiß bei Malaria	170
<i>Desulfovibrio und Hormoconis</i>	
– Zerstörer	174
<i>Salmonella typhi</i>	
– und ein verstümmelter Vetter	178
<i>Salmonella typhi</i>	
– Typhus-Mary lebt	182
<i>Salmonella typhimurium</i>	
– und täuschende Natürlichkeit	186
<i>Salmonella enteritidis</i>	
– eine verhängnisvolle Affäre	190
<i>Salmonella agona</i>	
– warum die Temperatur wichtig ist	194
<i>Campylobacter jejuni</i>	
– ein weiterer Nahrungsmittelvergifter	198

<i>Pediococcus damnosus</i>	
– der Ruin edler Tropfen	202
HIV	
– der Schrecken von AIDS	206
Die Katzenkratzkrankheit	
– wer die Wahl hat ...	210
IV. Die Nützlichen	
– Mikroben, von denen wir abhängig sind	215
Die Stickstoffierer	
– Bodenernährer	217
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
– das Geheimnis von Brot, Wein und Bier	222
<i>Penicillium camemberti</i>	
– der Freund der Feinschmecker	226
Antibiotikaproduzenten	
– der Sieg über Krankheiten	230
<i>Bacteroides succinogenes</i> und <i>Ruminococcus albus</i>	
– Pansenknechte	234
Die Darmflora	
– Blähungen könnten viel schlimmer sein	238
Wasserstoffbildner	
– die globale Putzkolonne	242
Mikrobengemeinschaften	
– die Abwasserreiniger	246

Mikrobengemeinschaften	
– die Ölfresser	250
<i>Escherichia coli</i>	
– der Gentechniker	254
<i>Ashbya gossypii</i>	
– der Vitaminproduzent	259
<i>Fusarium graminearum</i>	
– ein Mikropilz auf dem Eßtisch	263
<i>Rhizopus arrhizus</i>	
– Steroidumwandler	267
Die Enzymhersteller	
– weißer als weiß waschen	271
<i>Clostridium botulinum</i>	
– ein tödliches Gift verhindert Blindheit	275
V. Die Kunstfertigen	
– Mikroben, die unsere Zukunft gestalten könnten	279
<i>Lactobacillus</i>	
– eine Mikrobe behindert das Wachstum einer anderen	281
<i>Rhodococcus chlorophenolicus</i>	
– Säuberung der Umwelt	286
Das Vaccinia-Virus	
– ein universeller Schutz?	290
<i>Alcaligenes eutrophus</i>	
– der Plastikhersteller	294

Bakteriophagen	
– eine clevere Alternative zu Antibiotika	298
<i>Crinalium epipsammum</i>	
– Hemmung der Küstenerosion	302
<i>Enterobacter agglomerans</i>	
– Lebensmittelkonservierer	306
<i>Photobacterium phosphoreum</i>	
– der Umweltüberwacher	310
Das Herpes-Virus	
– auf den Spuren des Nervensystems	314
<i>Arthrobacter globiformis</i>	
– Tieftemperatur-Biotechnologie	318
<i>Trichoderma</i>	
– grüne Schädlingsbekämpfung?	322
<i>Escherichia coli</i>	
– Antikörper auf Bestellung	326
L-Formen	
– die Arbeitstiere von morgen?	330
<i>Methylosinus trichosporium</i>	
– der Schutz der Ozonschicht	334
<i>Synechococcus</i>	
– Schutz vor globaler Erwärmung	338
Glossar	343
Literatur	349
Stichwortverzeichnis	355

Phytophthora infestans **– ein Ire wird Präsident der Vereinigten Staaten**

Ein mikroskopisch kleiner Pilz, *Phytophthora infestans*, nahm im Jahre 1845 Einfluß auf den Verlauf der Geschichte, indem er die wichtigste Nahrungspflanze Irlands, die Kartoffel, vernichtete. Infolge des Ernteausfalls, den der Kartoffelmehltau durch den Befall zuvor gesunder Kartoffelpflanzen verursacht hatte, verhungerten etwa eine Million Iren, doppelt so viele verließen das Land und wanderten nach Australien oder in die Neue Welt aus. Nur so konnte es später zur Wahl des aus einer irischen Familie stammenden John F. Kennedy zum Präsidenten der Vereinigten Staaten kommen – und damit auch zu dessen Konfrontation mit Nikita Chruschtschow im Oktober 1962 über die Stationierung sowjetischer Raketen auf Kuba.

Die abwesenden irischen Gutsherren, die meist aus der Ferne agierten, schufen für den Pilz ideale Bedingungen für eine schnelle Ausbreitung über die gesamte Insel. Sie beanspruchten nämlich die eingefahrene Getreideernte fast vollständig für den Export und ließen ihren Untergebenen nur wenig Land für den Eigenbedarf. Diese waren daher gezwungen, eine Nutzpflanze mit einem möglichst hohen Ertrag anzupflanzen. Dafür bot sich die Kartoffel an. Etwas anderes zu essen konnten sie sich kaum leisten.

Das normale jährliche Einkommen eines Arbeiters und seiner Familie in Ballinamore (wo die Bedingungen nicht die schlechtesten im Lande waren) wurde im Jahre 1845 in der *Times* veröffentlicht. Der Arbeiter konnte etwa sechs Monate im Jahr Gelegenheitsarbeit auf dem Feld verrichten, wofür er sechs Pennies pro Tag erhielt. Die jährliche Miete für sein Haus betrug zwei Pfund und zehn Shilling, die Pacht für sein Land noch einmal die gleiche

Summe. Er hielt ein Schwein, das er für etwa vier Pfund verkaufen konnte. Nach den Berechnungen der *Times* konnte ein solcher Arbeiter ungefähr fünf Tonnen Kartoffeln auf seinem Grund ernten, wodurch er für sich und seine Familie über das Jahr verteilt 32 Pfund Kartoffeln pro Kopf täglich zur Verfügung hatte. Der Autor E. C. Large betonte allerdings viele Jahre später in seinem 1940 erschienenen, klassischen Werk *The Advance of the Fungi* („Der Vormarsch der Pilze“), daß diese Rechnung auf sehr optimistischen Annahmen beruhte. Seiner Ansicht nach war der Ertrag aufgrund des kargen Bodens und der damals verfügbaren Kartoffelsorten, noch geschmälert durch Fäulnisverluste, in Wirklichkeit weit geringer.

»Bisweilen besuchten die auswärtigen Gutsbesitzer ihre irischen Besitzungen und waren erstaunt über die Horden abgemagerter, schmutziger und elender Gestalten, die, wie es schien, aus dem Nichts auftauchten«, schrieb Large.

»Es ist nicht die Schuld dieser unglücklichen Menschen, die Regierung sollte etwas unternehmen, um ihnen zu helfen. Man sollte sie erziehen, sie aus ihrer Trägheit herausreißen, sie dazu ermutigen, ihre Situation zu verbessern ... Wenn sie nur die neuen Methoden der Landwirtschaft annehmen und etwas mehr Ehrgeiz zeigen würden, einen jährlichen Fruchtwechsel durchzuführen, statt Jahr für Jahr Kartoffeln auf dem gleichen Acker anzubauen, und wenn sie während des Winters an ihrem Besitz und ihren Häusern arbeiten würden, statt sich selbst an ihren Torffeuern zu räuchern – um wie vieles würde es ihnen besser gehen!«

Doch die Bauern, gefangen in einem Dasein, aus dem sie keinen Ausweg sahen, machten weiter wie bisher und waren nicht zu mehr fähig, als mit ihrem Schicksal zu hadern. Eines ihrer besonderen Probleme war eine rätselhafte Krankheit, die vereinzelt die Blätter und Knollen ihrer Kartoffeln befiel. Im Jahre 1844 schlug sie mit besonderer Macht zu. Bei kalter, nasser Witterung ließ der unsichtbare Pilz Kartoffelpflanzen im gesamten Land verwelken,

I. Die Mächtigen

vergilben und absterben. Da Kartoffeln die einzige Nahrungsquelle für die meisten Familien waren, setzte eine Katastrophe ein. Im folgenden Winter verhungerten viele Menschen. Ein Jahr später kam es noch schlimmer: Die Bevölkerung wurde zusätzlich durch typhusartiges Fieber und Ruhr gepeinigt. Diese Infektionen trafen ausgemergelte Menschen, deren Widerstandskraft durch die Unterernährung gebrochen war.

Einige Fachleute gaben der Auslaugung des Bodens die Schuld an der großen Hungersnot, die der Ernteausfall bei Kartoffeln nach sich zog. Bestimmt war der Boden tatsächlich übermäßig beansprucht und die Nährstoffe erschöpft. Andere vermuteten Teufelswerk oder Gottes Strafe für die Verschwendungssucht in den Jahren der Fülle. Ein Kleriker äußerte die Meinung, daß Dampflokomotiven, die mit einer Geschwindigkeit von über 30 Stundenkilometern durch die Landschaft donnerten, zerstörerische elektrische Pulse in Richtung der Äcker ausgesandt hatten. Und einige Leute glaubten schließlich an die üblen Machenschaften des „Kleinen Volkes“.

Es gab auch zahllose Vorschläge, um aus den verfaulten Kartoffeln noch eßbare und nahrhafte Teile zu gewinnen. »Die Kartoffeln sollten mit Kalk entwässert oder in Salz gelegt werden; sie sollten in Scheiben geschnitten und im Ofen getrocknet werden«, schrieb E. C. Large, »und die Bewohner sollten sich sogar Vitriol, Mangan-dioxid und Salz besorgen und ihre Kartoffeln mit Chlorgas behandeln, das man durch Mischung eben dieser Substanzen gewinnen kann«. Doch während die Monate vergingen, brachte keiner dieser und auch keiner der vielen weiteren Vorschläge einen praktischen Nutzen zur Lösung des Problems. Die einzige konkrete Wirkung war, daß die Bevölkerung vor den Gefahren von Chlorgas in der Wohnung gewarnt werden mußte.

Die richtige Lösung für das Rätsel der irischen Kartoffelfäule fand etwa ein Jahr nach der Katastrophe der englische Priester und Amateur-Naturforscher Miles Berkeley aus einer Pfarrgemeinde

bei King's Cliffe in Northamptonshire. Er betrachtete ein Blatt einer infizierten Kartoffelpflanze unter dem Mikroskop und entdeckte dabei das, was wir heute als *Phytophthora infestans* bezeichnen. Berkeley behauptete, daß Massen winziger Fäden die Pflanzen umschlungen und erwürgt hatten. Viele verwarfen damals seine Idee als Unsinn. Doch um das Jahr 1860/61 konnte der deutsche Pflanzenpathologe Anton de Bary die Richtigkeit von Berkeleys Beobachtung beweisen. De Bary zeigte auch, daß die Infektion durch winzige Sporen von Pflanze zu Pflanze, von Acker zu Acker und von Land zu Land getragen wurde. Bei feuchter Witterung keimen die Sporen und schicken lange Pilzfäden, sogenannte Hyphen, in die Kartoffelblätter, um ihren wertvollen Nahrungsstrom anzupapfen und die Pflanzen innerhalb weniger Wochen zu vernichten.

Eine teuflische Ironie ist die Tatsache, daß der Ausbruch der Kartoffelfäule auf eine sehr gute Ernte im Vorjahr folgte. So warfen die Bauern im Frühling des Jahres 1844 überschüssige Kartoffeln der Vorjahresernte – von denen einige infiziert waren – einfach auf die Äcker. *P. infestans* ist nicht in der Lage, im Freien zu überwintern, und konnte nur so auf die Felder gelangen und die neuen Pflanzen befallen.

Bevor diese Tatsachen bekannt waren, hatte bereits ein verzweifelter Exodus eingesetzt. Im Jahre 1845 war Irland mit acht Millionen Einwohnern eines der am dichtesten besiedelten Länder Europas. Wenige Jahre später waren nur noch fünf Millionen übrig, während sich Massen kranker und notleidender Menschen auf der sechswöchigen Passage in die Neue Welt oder der noch längeren Reise nach Australien befanden. Unter den Tausenden, die den Atlantik überquerten, waren auch zwei komplette Familien – die Fitzgeralds aus Kerry und die Kennedys aus der Grafschaft Wexford. Und so kam es, daß John Fitzgerald Kennedy, 1917 geboren, im Jahre 1960 zum Präsidenten der Vereinigten Staaten gewählt wurde (und zwei Jahre später seine härteste Prüfung gegen die

I. Die Mächtigen

Macht der Sowjetunion zu bestehen hatte). Er konnte diese Aufgabe nur übernehmen, weil seine Vorfahren mit *Phytophthora infestans* in Konflikt gerieten.

Rickettsia prowazeki

– ein Mikroorganismus durchkreuzt Napoleons Pläne

Ein Kapitel in Hans Zinssers Klassiker *Rats, Lice and History* („Ratten, Läuse und die Geschichte“) von 1935 trägt die Überschrift „Über die relative Bedeutungslosigkeit von Generälen“. Diese schöne Formulierung rückt die Menschen und ihre mikrobiellen Feinde in die richtigen Relationen. Zinsser war der erste, der am Beispiel des epidemischen (klassischen) Fleckfiebers zeigte, daß Mikroben bei vielen Gelegenheiten auf Richtung und Ausgang militärischer Feldzüge einen weit größeren Einfluß ausübten als so manche Generäle mit all ihren Strategien und Intrigen.

Der Auslöser des Fleckfiebers (auch Flecktyphus genannt) *Rickettsia prowazeki*, wird von Läusen übertragen. Daher begünstigen Ansammlungen von Menschen, wie sie in Kriegszeiten bei der Mobilisierung von Truppen, in Folge des Zusammenbruchs der zivilen Ordnung oder bei der Wanderung von Flüchtlingen üblich sind, die Übertragung der Krankheit. Der Erreger gehört in die Gruppe der Rickettsien, die viele Ähnlichkeiten mit anderen Bakterien aufweisen (nicht zuletzt ihre Empfindlichkeit gegenüber Antibiotika), aber auch einiges mit den Viren gemeinsam haben, und zwar nicht nur die extrem geringe Größe, sondern auch die Notwendigkeit, daß sie für ihre Vermehrung in lebende Zellen eindringen müssen. *Rickettsia prowazeki* ist nach zwei Forschungspionieren benannt, dem Amerikaner Howard Ricketts und dem Tschechen Staniltauš von Prowazek, die übrigens beide an Fleckfieber starben, das sie sich bei ihrer Arbeit zugezogen hatten.

Der Erreger gelangt in den Körper, wenn eine infizierte Laus auf dem Opfer landet und zusammen mit ihren Exkrementen die

Krankheitserreger abgibt. Die Exkreme lösen einen Juckreiz aus, und dieser bewirkt, daß die Betroffenen die gereizte Haut kratzen. Nach einer Inkubationszeit von zehn bis 14 Tagen zeigen sich schlagartig die Symptome der Krankheit. Hohes Fieber und bohrende Kopfschmerzen stellen sich ein, begleitet von Schüttelfrost, Erbrechen und weitreichenden Muskelschmerzen. Die Kopfschmerzen werden immer schlimmer, und ein Hautausschlag bedeckt, ausgehend vom Rumpf, bald den gesamten Körper. Nach zwei oder drei Wochen fällt der Patient entweder in ein Koma oder in ein Delirium. Eine Lungenentzündung kann auftreten, und die Zehen, Finger, Nase, die Ohrläppchen, Penis, Hoden und Schamlippen werden wund. Das Fleckfieber (Flecktyphus; nicht zu verwechseln mit Typhus, Seite 178) ist besonders gefährlich für erkrankte Menschen über 60 Jahre. Es endet bei zehn bis 15 Prozent der Infizierten über 40, aber nur bei weniger als fünf Prozent der Befallenen unter 20 Jahren tödlich.

Wie die meisten Krankheitserreger unter den Mikroben zeigt *R. prowazeki* bei unterernährten Personen und bei solchen, die von anderen Belastungen, wie etwa physischem Streß, betroffen sind, die stärkste Wirkung. Zweifellos haben diese Faktoren bei den Fleckfieberepidemien während militärischer Konflikte über die Jahrhunderte hinweg eine wichtige Rolle gespielt. Die Krankheit geriet in Europa erstmals ins öffentliche Bewußtsein, als spanische Soldaten, die in Zypern gekämpft hatten, im Jahre 1490 von Läusen befallen in ihre Heimat zurückkehrten. Die spanischen Truppen schleppten die Läuse und die Mikroben dann beim Kampf um die Vorherrschaft gegen die Franzosen nach Italien ein.

Im Jahre 1526 mußten sich französische Streitkräfte, die die Stadt Neapel belagerten, in Schmach zurückziehen, als sie von der tödlichen und schwächenden Infektion heimgesucht wurden. Mindestens genauso entscheidend war die Fleckfieberepidemie, die viele Soldaten von Maximilian II. von Deutschland im Jahre 1566 dahinraffte. Er bereitete sich gerade mit einer Armee von 80 000

Männern auf eine Schlacht gegen den Osmanenkaiser Süleyman den Großen in Ungarn vor, als ein äußerst heftiger Ausbruch der Seuche ihn zwang, seine aggressiven Absichten aufzugeben.

Seit dieser Zeit waren Fleckfieber epidemien, sowohl für die Armee als auch in öffentlichen Institutionen wie Gefängnissen und Armenhäusern, eine ständig wiederkehrende, drakonische Geißel. Während des ersten Weltkrieges forderten sie zwei bis drei Millionen Menschenleben, während des zweiten Weltkrieges grassierten sie in den Konzentrationslagern. Selten jedoch hat sich der Einfluß von *R. prowazeki* auf menschliche Angelegenheiten so deutlich gezeigt wie bei den Napoleonischen Kriegen. Beim Zug von Napoleons Truppen kreuz und quer durch Europa kamen mehr Männer durch Fleckfieber und zum Teil auch andere Infektionen um als bei den Kämpfen, in die sie verwickelt waren.

Ein besonders genauer Beobachter der Wirkungen von Fleckfieber bei Napoleons Rußlandfeldzug im Jahre 1812 war der Truppenarzt J. R. L. Kerckhove. Er beschreibt, daß die Krankenhäuser in Magdeburg, Berlin und in anderen Städten mit der Behandlung der Erkrankungen, die trotz einer Ansammlung von etwa 500 000 Soldaten in den Lagern von Norddeutschland bis Italien anfänglich nur in geringer Zahl auftraten, zunächst keinerlei Probleme hatten. Sobald die Armee jedoch in Bewegung war, verschlechterte sich die Lage abrupt. Kerckhove berichtet von der Armut und der Erbärmlichkeit der Menschen und den grundsätzlich schlechten Bedingungen, welche die Truppen bei ihrem Einmarsch in Polen vorfanden. Da die Dörfer aus Hütten bestanden, die bis unters Dach von Insekten befallen waren, mußten die Soldaten Lager aufschlagen. Die Tage waren heiß, die Nächte kalt und das Essen schlecht – ideale Voraussetzungen für *R. prowazeki*.

Die ersten Fälle von Fleckfieber traten auf, begleitet von Lungenentzündungen und anderen Infektionen, als Napoleons Soldaten Ende Juni den Nieman überschritten. Die Krankheit befiel, zusammen mit der Ruhr, immer größere Truppenteile, während

diese sich durch die Wälder und die von den Russen verlassenen Einöden Litauens kämpften. Nach der Schlacht von Ostrau gegen Ende Juli waren mehr als 80 000 Männer krank; Kerckhoves Korps von anfänglich 42 000 Männern hatte sich halbiert, als die Armee im September die Moskwa erreichte. Obwohl es einige gut ausgestattete Krankenhäuser in Moskau gab, waren diese bald mit Verwundeten und Dahinsiechenden überfüllt. Die Stadt war von Bomben sowie von Feuern, die angeblich der Gouverneur der Stadt, Rostoptchin, angeordnet hatte, zum größten Teil zerstört. Nahrung gab es kaum, und die kranken Soldaten waren gezwungen, außerhalb der Stadt zu lagern und sich in unzureichenden Quartieren zusammenzudrängen.

»Von diesem Zeitpunkt an«, schrieb Hans Zinsser in seinem Buch, »waren Fleckfieber und Ruhr die wichtigsten Feinde Napoleons. Zu Beginn des Rückzugs aus Moskau am 19. Oktober 1812 waren gerade noch 80 000 Männer dienstfähig. Der Marsch nach Hause wurde zur Flucht, die erschöpften und kranken Soldaten wurden vom Feind ständig verfolgt und überfallen. Es wurde sehr kalt, und zahlreiche Männer – entkräftet durch Krankheit und Strapazen – erfroren ... In Wilna waren die Krankenhäuser überfüllt, die Männer lagen auf faulendem Stroh, in ihrem eigenen Schmutz, hungrig und frierend, ohne Pflege. Sie wurden dazu getrieben, Leder und selbst Menschenfleisch zu essen. Die Krankheiten, allen voran Fleckfieber, breiteten sich über die Städte, die Dörfer und das Umland aus ... Die noch lebenden Soldaten der aus Rußland flüchtenden Armee waren fast ohne Ausnahme mit Fleckfieber infiziert«.

Es ist unbegreiflich, daß die grausigen Ereignisse Napoleon nicht davon abhielten, im Folgejahr eine neue Armee von 500 000 Mann aufzustellen. Doch genau wie vorher waren seine frühen Verluste zum größten Teil auf Fleckfieber und andere Krankheiten zurückzuführen: *Rickettsia prowazeki*, und nicht die Genialität seiner militärischen Widersacher, brach Napoleons Macht in Europa.

Das Tollwutvirus

– *Glück und der Beginn von Impfungen*

Ein Nichtmediziner verwendet Material unbekannter Zusammensetzung und Toxizität und behandelt damit Patienten, darunter ein Kind, die möglicherweise an einer tödlichen Krankheit leiden. Er versucht nicht einmal, das Einverständnis seiner Patienten zu erhalten, sondern veröffentlicht ihre Namen und Adressen, um einige erstaunliche Behauptungen bekannt zu machen. Darüber hinaus hält der Betroffene, wie es Kurfuscher gemeinhin tun, Einzelheiten der Behandlung geheim, so daß ihr Sinn und Wert nicht unabhängig beurteilt werden kann. Das vielleicht Schlimmste von allem ist, daß diese skrupellose Person Menschen eine außerordentlich virulente Mikrobe injiziert, ohne zuvor Tests an Tieren durchgeführt zu haben. Einige Patienten sterben, und ein an den Experimenten beteiligter Mediziner distanziert sich von den Machenschaften seines Mitarbeiters.

Der Mann, der diese Risiken in Kauf nahm, um sich dann für seinen Erfolg bei der Bekämpfung der Tollwut lautstark feiern zu lassen, war Louis Pasteur. Der große französische Chemiker hatte eine Menge Glück in diesem Falle, genau wie bei etlichen seiner anderen Pionierarbeiten, mit denen er nachwies, daß Infektionen speziell durch Mikroben verursacht werden. Pasteur verletzte bei seiner Tollwutforschung etliche ethische Grundsätze. Seine Arbeit begann damit, daß er postulierte, der Erreger müsse im Rückenmark sitzen, obwohl die für die Infektion verantwortliche Mikrobe bis dahin noch nicht bekannt war. Pasteurs Ansicht nach konnte er möglicherweise „abgeschwächt“ werden, indem man Rückenmarksgewebe aus infizierten Hasen entfernte und einfach „altern“ ließ. Die veränderte Mikrobe aus solch einem Gewebe, so hoffte