

Bacillus anthracis - Geschichte und Gegenwart

Literatur zur Einführung

- 1. Jones, Susan D.: Death in a Small Package. Baltimore 2010**
- 2. Zubay et al.: Agents of Bioterrorism. Pathogenes and their Weaponization. New York 2005**
- 3. Guillemin, Jeanne: Biological Weapons. From the Invention of State-Sponsored Programs to Contemporary Bioterrorism. New York 2004**
- 4 Winkle, Stefan: Geiseln der Menschheit. Kulturgeschichte der Seuchen. Düsseldorf 2005 (3. erweiterte Aufl.) hier: Milzbrand p.47-82**
- 5. Kraus, H.; Weber, A. et al.: Zoonosen. Köln 2004**

Inhalt

- 1. Die Anthraxattentate 2001 in den USA**
- 2. Der Erreger**
- 3. Milzbrand bei Mensch und Tier in der Geschichte**
- 4. Mikrobiologie und Krankheit – Die Entdeckung des Erregers**
- 5. Bazillus Anthracis als biologischer Kampfstoff**
 - I. Die Anfänge**
 - II. Unit 731**
 - III. Großbritannien, USA, Kanada**
 - IV. Israel, Irak, Südafrika**
 - V. Feldversuche mit B. anthracis und Simulationsmikroben (B. globigii)**
 - VI. Bioterrorismus**

1. Die Anthraxattentate 2001 in den USA

In der Folge der Ereignisse am 9. September 2001 in den USA gab es eine Reihe infamer Attentate mit Anthraxsporen in Postsendungen. Der Zusammenhang mit den Selbstmordattentaten moslemischer Fanatiker schien zunächst auf der Hand zu liegen. Das erste Opfer, Bob Stevens, starb in Florida, wo auch mehrere der islamistischen Terroristen zeitweilig gelebt hatten.¹ Eine ausführliche Darstellung der Ereignisse stammt von R. Scott Decker, der als

¹ Jones (2010) p.239

Wissenschaftler für die "Hazardous Materials Response Unit" des FBI maßgeblich an den Untersuchungen der Verbrechen beteiligt war.² Die Untersuchungen liefen unter dem Namen Amerithrax und wurden erst im Januar 2011 abgeschlossen.³ Am 18. September 2001 wurden fünf Briefe mit *B. anthracis* Sporen an Journalisten geschickt. Am 9. Oktober erhielten zwei Kongreßabgeordnete verseuchte Briefe.⁴ In dem Brief an Senator Tom Daschle stand die Parole "Death to America. Allah is great." Der Zusammenhang mit den islamistischen Flugzeugattentaten schien damit evident.⁵ Die ersten fünf Briefe enthielten einfach bearbeitete Sporen, die zur Verklumpung neigten und deren Aerosolwirkung wenngleich im vorliegenden Fall tödlich, wegen einer geringeren räumliche Ausbreitung weniger gefährlich sind. Die Briefe an die Senatoren enthielten fein bearbeitete Aerosole, die auf die Involvierung wissenschaftlicher Experten in die Verbrechen hindeuteten. Susan D. Jones hält fest:

*"To make particles this fine, the perpetrator or perpetrators had the expertise to culture the bacilli, mill the spores, and dry them with additives that neutralized the electrostatic charges between the particles, thus making them float and increasing their aerosol spread."*⁶

Die Sporen waren in der Tat bearbeitet worden, was ihre Gefährlichkeit erhöhte. Das wurde sehr schnell festgestellt. Damit verbunden war ein erster Hinweis auf die Verwicklung von Experten in die Verbrechen.⁷ Nach dem 9. Oktober tauchten keine weiteren Briefe mehr auf. Hunderte von Psychopathen in aller Welt verschickten Briefe mit weißem Pulver, um Panik zu verbreiten. Mehr als acht Jahre sollte es dauern, bis mikrobiologische Forschung und kriminalistische Ermittlung Licht in die Angelegenheit brachten.⁸ Sogar das Behältnis, aus dem die Sporenkultur stammte, wurde identifiziert.⁹ Es stammte aus dem Labor eines Veteranen der Anthraxforschung, Bruce E. Ivins. Er hatte für das FBI die tödlichen Briefe untersucht und war dafür sogar ausgezeichnet worden.¹⁰ Ivins arbeitete mit der sog. Ameslinie der Anthraxsporen. Amesproben werden in den USA als Standarderreger zur Herstellung von Impfstoffen eingesetzt.¹¹ Im Juli 2008 wurde ihm eröffnet, es werde gegen ihn Anklage im Zusammenhang mit den Attentaten erhoben. Am 29. Juli beging Ivins Selbstmord, ohne ein Geständnis oder eine Erklärung zu hinterlassen. Vieles weist auf seine Täterschaft hin, doch muß der Fall juristisch als ungeklärt gelten.

*"The FBI could not place him near the mailbox in Princeton, New Jersey, from which the letters were almost certain to have been mailed. Most seriously, the FBI agents had not found a single spore of *B. anthracis* in Irvin's cars, house, or possessions, despite seizing and testing numerous swabs taken from those areas. Because of this, the FBI could not complete the chain of causality. Genomics had identified the exact location of the source of the murder-weapon - the RMR-1029 flask in Irvin's lab - and the detective work had built up a powerful circumstantial case against him. But to Irvin's supporters, the microbial evidence did not seamlessly connect*

² Decker, R. Scott: *Recounting the Anthrax Attacks. Terror, the Amerithax Task Force and the Evolution of Forensics in the FBI.* (Rowman & Littlefield) Lanham, MD. 2018 zu dem Opfer Bob Stevens p. 9ff

³ Decker (2018) p.217

⁴ Jones (2010) p.241

⁵ Jones (2010) p.243

⁶ Jones (2010) p.243

⁷ Decker (2018) p.68; p.89

⁸ Jones (2010) p.239-262

⁹ Jones (2010) p.257f

¹⁰ Decker (2018) p.160; p. 213; p.244 Anm. 11

¹¹ Garrett, Benjamin C.: *Historical Dictionary of Nuclear, Biological, and Chemical Warfare.* 2. Aufl. (Rowman & Littlefield) Lanham, MD. 2017 p. 23

*with the forensic evidence. To them, the missing link between these two aspects of the investigation meant that the FBI had not proved its case."*¹²

Die Ermittlungen gegen Ivin ergaben immer mehr das Bild eines psychisch kranken Menschen mit schwerer bipolarer Störung und paranoiden Episoden. Seine Krankheitsgeschichte zeigt einen extremen Medikamentenmißbrauch in Verbindung mit Alkoholexzessen.¹³ Gleichwohl beeinträchtigte das nicht seine hohe kriminelle Energie bei der Verdunklung der Taten und bei der Auswahl der Opfer. Senator Tom Daschle, Adressat eines der Anthraxbriefe, hatte gegenüber dem Pentagon Zweifel an der Zwangsimpfung von US Soldaten gegen Anthrax geäußert. Ivin war an der Entwicklung des Impfstoffs maßgeblich beteiligt. Er zeigt sich über Presseveröffentlichungen in dieser Sache mehr als verärgert.¹⁴ Nach seinem Tod war es nicht mehr möglich, seine Schuld vor Gericht zu beweisen. Für Decker steht Ivins Schuld fest. Seine Motive waren berufliche Frustration und seine schweren Persönlichkeitsstörungen, die ihn zunehmend paranoid reagieren ließen. Daß auch Postangestellte zu Tode kommen könnten, so Decker, habe er wohl nicht antizipiert. Als dies geschehen war, habe er wohl die Versendung der tödlichen Briefe eingestellt.¹⁵

Die weiteren Folgen solcher Angriffe werden in der Öffentlichkeit oft unterschätzt. Bis zum Oktober 2001 waren mehr als 2300 Briefe mit weißem Pulver verschickt worden. 18 Absender wurden überführt und festgenommen. Neben der Panik, die so verbreitet wurde, entstanden erhebliche Kosten für eine Untersuchung der Scheinpräparate auf Unbedenklichkeit.¹⁶ Allein die Dekontaminierung aller betroffenen Gebäude kostete schätzungsweise 320 Millionen US \$.¹⁷ Das war eine schreckliche Episode aus einer langen und verwickelten Geschichte. Jones betont, man könne vermuten, daß die tödlichen Sporen aus dem Behältnis RMR 1029 mehr das Ergebnis menschlicher Züchtung und Manipulation waren als daß sie große Ähnlichkeit mit den Wildformen von *Bacillus anthracis* hatten.¹⁸

Die heimtückischen Antraxattentate im Gefolge der Terroranschläge vom 11. September 2001 erreichten nicht das vermutliche Ziel, eine Epidemie auszulösen, zeigen aber die Bedrohung eines möglichen Bioterrorismus auf.¹⁹ Bereits vor diesen Ereignissen wurden Fragen des Bioterrorismus erörtert.²⁰ Obgleich z.B. die Weltgesundheitsorganisation 1979 die Pocken für ausgerottet erklärte, startete die israelische Regierung im August 2002 eine breit angelegte Impfkampagne, wohl aus Angst vor bioterroristischen Anschlägen.²¹ Auch praktisch bereiteten sich US Behörden schon vor dem 11. September 2001 auf bioterroristische Angriffe vor.

*"The U.S. government conducted an exercise which revolved around the alleged release of *Yersinia pestis*, the causative agent of the plague, in aerosol form at the Denver Performing Arts Center in Colorado. As the exercise was terminated after four days, conflicting reports ranged*

¹² Jones (2010) p.260

¹³ Decker (2018) p.184; p.187-190 et passim

¹⁴ Decker (2018) p.185

¹⁵ Decker (2018) p.211

¹⁶ Decker (2018) p. 63; p.67

¹⁷ Decker (2018) p.227 Anm. 1

¹⁸ Jones (2010) p.257f

¹⁹ Stathakopoulos, Dionysios Ch.: *Famine and Pestilence in the Late Roman and Byzantine Empire*. Ashgate, Aldershot 2004 p.3

²⁰ Inglesby, T.V. et al.: *Anthrax as a Biological Weapon: Medical and Public Health Management*. in: *Journal of the American Medical Association* (281) 1999 p. 1735-1745

Inglesby, T.V. et al: *Plague as a Biological Weapon: Medical and Public Health Management*. in: *Journal of the American Medical Association* (283) 2000 p.2281-2290

Henderson, D.A. et al.: *Smallpox as a Biological Weapon; Medical and Public Health Management*. in: *Journal of the American Medical Association*. (281) 1999 p.2127-2137

²¹ Stathakopoulos (2004) p.3

between 950 and 2,000 deaths, about 4,000 cases of pneumonic plague, while infected patients had been reported as far as London and Tokyo."²²

Diese Übung fand im Mai 2000 statt, wurde TOPOFF genannt und ist von Inglesby et al. beschrieben worden.²³

2. Der Erreger

Der Milzbrand ist eine Zoonose und kann von pflanzenfressenden Säugetieren auf den Menschen übertragen werden. In erster Linie, so Winkle, handelt es sich um eine Tierkrankheit, die Weidevieh, meist Rinder und Schafe befällt.²⁴

*"Der Erreger Bacillus(B.) anthracis ist ein grampositives, unbewegliches, sporenbildendes, aerob wachsendes Stäbchenbakterium. Die Sporen können Jahrzehnte im Erdboden überleben."*²⁵

Erreger, die ihren Wirt schnell töten, wie etwa Tollwutviren, haben in der Regel schlechtere Verbreitungschancen als solche, die infektiös bleiben aber weniger virulent sind und den Wirt nicht zu schnell töten. Deshalb werden oft weniger virulente Stämme von Erregern positiv selektiert. Das gilt nicht für *B. anthracis*, wie Jones betont. Der Erreger muß seinen Wirt töten, um seinen Lebenszyklus zu durchlaufen und Sporen im Boden zu hinterlassen.²⁶ Das aktive Bakterium hat eine niedrige Überlebensrate außerhalb menschlicher und tierischer Wirte.²⁷ Abhängig von der Nahrungsumgebung wechselt *B. anthracis* von der aktiven in die Sporenform und umgekehrt. In einer Umgebung von Aminosäuren, Nucleinsäuren und Glukose gehen die Sporen in die aktive Form über. Wenn Nahrung fehlt, nehmen die Bakterien die Sporenform an. Die Sporenform ist äußerst überlebensfähig und unempfindlich gegen extreme Bedingungen wie Hitze, Kälte, Feuchtigkeit, Trockenheit, ionisierende Strahlung²⁸ und virale Phagen.

Die Widerstandsfähigkeit der Sporen wird deutlich an der Verseuchung der Insel Gruinard vor der schottischen Küste. Hier wurden 1942-1943 Anthraxbomben getestet und durch Explosionen Sporen großflächig ausgebracht. Erst 1986 konnte die Insel mit einem gigantischen Aufwand dekontaminiert werden.²⁹ Ein weiteres Beispiel: 1998 fand ein Kurator des Polizeimuseums in Trondheim (Norwegen) einen Behälter mit einer Etikettierung, die auf Anthraxsporen hinwies. Das Norwegische Institut für Mikrobiologische Verteidigung schickte die Proben nach Porton, GB zur Analyse. Das Behältnis stammte von dem schwedischen Offizier Baron Otto Carl von Rosen (1884-1963), der 1917 als Spion und Saboteur für Deutschland enttarnt wurde. Nach über

²² Stathakopoulos (2004) p.3

²³ Inglesby et al.: A Plague on Your City: Observations from TOPOFF . in: Biodefence Quarterly (2) 2000 p. 1-15
vgl. auch: Vastag, B.: Experts Urge Bioterrorism Readiness. in: Journal of the American Medical Association (285) 2001 p.30-32

²⁴ Winkle (2005) p.47

²⁵ Kraus et al. (2004) p.263

²⁶ Jones (2010) p.106

²⁷ Mehta, Anuj: Anthrax . in: Zubay et al. (2005) p.128-172 hier p.137

²⁸ Mehta (2005) p.137

²⁹ Jones (2010) p.214-217

80 Jahren Ruhe im Polizeimuseum von Trondheim entwickelten sich die Sporen in einer Nährlösung zu voll infektiösen, virulenten *B. anthracis* Bakterien.³⁰

Virale Phagen könnten in ferner Zukunft zur Therapie gegen bakterielle Infektionen eingesetzt werden. Lysinenzyme, von Bakteriophagen gewonnen, können gezielt spezifische Bakterien angreifen. Das betont Vincent Fischetti in einem Interview gegenüber dem Wissenschaftsjournalisten Brendan Borell. Fischetti ist Mikrobiologe und forscht an Alternativen zu Antibiotika.³¹ In Bezug auf Anthrax betont Fischetti:

*"What we're been able to do in the lab is take the anthrax lysin and combine it with a natural chemical that tricks anthrax to germinate. Within 20 minutes, you can kill 99.99 percent of the spores."*³²

Auf die Molekularbiologie von *B. anthracis* geht Mehta ausführlich ein.³³ Je nach Art der Ansteckung unterscheidet man beim Menschen drei Verlaufsformen, die alle hochvirulent sind.³⁴ Der Hautmilzbrand ist mit 95% aller Erkrankungen am häufigsten. Der Erreger dringt durch kleine Hautverletzungen ein. Nach 12-24 Stunden bildet sich an der Eintrittsstelle jeweils ein eitriges Bläschen, das sich zu einem dunklen Milzbrandkarbunkel entwickelt. Unbehandelte Fälle enden zwischen 10 und 20% tödlich. Liegt die Infektionsstelle im Gesichts- oder Halsbereich, ist die Prognose ungünstiger.

Lungenmilzbrand endet ohne frühzeitige Behandlung praktisch immer tödlich. Die Angaben im erwähnten Handbuch beziehen sich offenbar auf auf Infektionen mit einem wilden Erreger durch Wolle, Felle etc. Hier wird eine Inkubationszeit von 9-10 Tagen geschätzt. Der Anthraxkampfstoff in Aerosolform wirkte offenbar schneller. Wegen der glücklicherweise geringen Zahl von Erkrankten sind genaue statistische Daten schwer zu erheben.

Darmmilzbrand entsteht durch die orale Aufnahme sporenhaltigen Fleisches. Die extrem widerstandsfähigen Sporen des Bazillus werden auch durch Pökeln des Fleisches nicht abgetötet. Auch hier ist die Mortalität ohne frühzeitige Behandlung immer 100%. Bei frühzeitiger Therapie wirken einige Antibiotika. Anthrax wird nicht durch Berührung oder Tröpfcheninfektion direkt von einem Organismus auf den anderen übertragen.³⁵ Impfungen des Viehs sind weit verbreitet, so daß "natürliche" Infektionen auch bei Menschen in vielen Ländern selten sind. Dennoch hält Jone fest:

"Anthrax has remained a naturally occurring disease in populations of cattle, goats, sheep, and other animals central to agriculture. Animals and people in Western African nations suffer a high incidence of anthrax, especially in areas of civil unrest and little veterinarian or human preventive care. It is common in El Salvador (in horses, especially), Guatemala, Peru, and parts of Mexico, Honduras, Nicaragua, and Costa Rica. Around one hundred people die of anthrax each year in central Asian nations of Azerbaijan, Kazakhstan, and Tajikistan, and the Russian name for anthrax (Siberian ulcer) continues to be justified by frequent outbreaks there. Livestock and people in Mongolia, parts of western China, and parts of India live with regular outbreaks of anthrax, often after desperately poor people have eaten meat from sick animals. The situation in some places is so dire that the human population is used as "sentinels" or

³⁰ Jones (2010) p.213f; Garrett (2017) p. 21

³¹ Scientific American, August 2012 p.68-71

³² Scientific American, August 2012 p.71; vgl. Mehta (2005) p.167

³³ Mehta (2005) p.136-146

³⁴ Krauss et al. (2004) p.263 Von hier stammen die folgenden Angaben.

³⁵ Jones (2010) p.XVIII Vorrede

indicators of how well ensconced the disease is in that local environment and livestock population."³⁶

2001 wurde ein Stamm von *Bacillus cereus* isoliert, der mit Virulenzplasmiden von *B. anthracis* ausgestattet war. *B. cereus* ist ein ubiquitärer Bodenkeim, grampositiv und motil. Er verursacht schwere Lebensmittelvergiftungen im Magen-Darmbereich, kann aber auch zu Wund- und Augeninfektionen, sowie Pneumonie, Endokarditis und Meningitis führen.³⁷

Die neue Biovariante wurde *B. cereus* biovar *anthracis* (Bcbva) genannt. Mehrjährige Untersuchungen an Tierkadavern in Afrika belegen, daß der Erreger zu tödlich verlaufenden Infektionen bei verschiedenen afrikanischen Säugetierarten geführt hat (Schimpansen, Ducker-Antilopen, Stachelschweinen). Auch im Mageninhalt aasfressender Schmeißfliegen wurde der Erreger gefunden.³⁸

3. Der Milzbrand bei Mensch und Vieh in der Geschichte

Das caveat zu quellenbasierten Ferndiagnosen über Raum und Zeit ist andernorts ausgesprochen.³⁹ Es soll nicht hindern, plausiblen Hinweisen nachzugehen. Jones spricht in ihrem Buch, so klug wie vorsichtig, von anthraxähnlichen Krankheiten, die seit 10 000 Jahren mit menschlichen Populationen und ihrem Weidevieh gewandert sind.⁴⁰ Die verschiedenen Bezeichnungen für anthraxähnliche Krankheiten weisen auf die Tatsache hin, daß die unterschiedlichen Symptome nicht notwendig als einheitliche Krankheit gesehen wurden.⁴¹ Jones stellt fest:

*"Practically speaking, before the late 1800s, the treatment for a condition depended not so much on the theory of causation (the category we often use today), but on the prescribed treatments for conditions in that particular category. For example, anthrax that manifested itself as a dark-colored carbuncle got treated locally with poultices, lancing, and cauterizing, but anthrax that began as a fever likely required bleeding and blistering the patient instead. Thus 'anthrax' was not a constellation of signs and symptoms related to each other by the presence of a bacillus, as it is today; instead, there were many anthraxes that did not seem logically related to one another."*⁴²

Der Bazillus soll älter als 10 000 Jahre sein. Ein Faktor der Geschichte konnte die Vieh und Menschen befallende Seuche erst im Zuge der Seßhaftigkeit werden. Die Massierung domestizierter Tiere, Schafe, Ziegen und Rinder, auf begrenzten Arealen war eine Voraussetzung. Jones spricht von einer kritischen Masse von Tieren, die zu Erhalt und Verbreitung der Seuche notwendig war. Wenn einmal Sporen durch verendete Tiere in den Boden gelangt waren, konnten sie sich dort über Jahrzehnte halten und zu gelegentlichen Ausbrüchen führen. Viehtrieb, Handel und Transport verbreiteten die Seuche weiter.⁴³

³⁶ Jones (2010) p. XVI

³⁷ Pschyrembel 259. Aufl.

³⁸ Naturwissenschaftliche Rundschau (833/834) 11./12. 2017 p. 644 Rev. C. Hoffmann et al. Nature (548) 2017 p. 61168

³⁹ vgl. Pestpapier: Die Dissidenten

⁴⁰ Jones (2010) p.40

⁴¹ Jones (2010) p.15-19

⁴² Jones (2010) p.16

⁴³ Jones (2010) p.25

Winkle verweist nicht ohne plausible Gründe auf die 5. Plage der Ägypter.⁴⁴

*"Wenn du dich weigerst, sie ziehen zu lassen, und sie immer noch fest hältst wird die Hand Jahwes dein Vieh auf dem Feld, die Pferde und Esel, die Kamele und Rinder, die Schafe und Ziegen, überfallen und über sie eine schwere Seuche bringen. Aber Jahwe wird einen Unterschied zwischen dem Vieh Israels und dem Vieh der Ägypter machen; nichts von dem, was den Israeliten gehört, wird eingehen. ... Alles Vieh der Ägypter ging ein, vom Vieh der Israeliten aber ging kein einziges Stück ein."*⁴⁵

"Das Vieh der Ägypter ging ein ..."; dieser Hinweis, wenn denn ein historischer Hintergrund angenommen werden darf, spricht wegen der Selektivität und Ortsgebundenheit der Viehseuche für Anthrax. Angeschwemmte Viehleichen sorgten in den ägyptischen Überschwemmungsgebieten für die Ausbreitung der Seuche. Hingegen ist es plausibel, daß Gebiete, die nicht überflutet wurden - das Land Gossen, wo die Israeliten wohnten - verschont blieben.⁴⁶ Robert Koch (1843-1910) und Georg Gaffky (1850-1918) berichten von ihrer Choleraexpedition nach Ägypten:

*"Die Kadaver gefallener Thiere in den Nil zu werfen, ist eine seit alten Zeiten in Egypten bestehende Sitte. So wurden beispielsweise in den Jahren 1876/77, als eine Seuche unter den Pferden herrschte, Pferdeleichen in großer Zahl im Nil und im Mamudieh-Kanal gefunden."*⁴⁷

In der griechischen Mythologie spielen vergiftete Kleider desöfteren eine todbringende Rolle. Deianeira tränkte, um sich seiner Liebe zu versichern, ahnungslos das Hemd des Herakles mit dem vergifteten Blut des Nessos. So fand Herakles den Tod.⁴⁸ Hier kann die Erfahrung eine Rolle spielen, daß Hautmilzbrand durch Wolle, Felle und Lederpanzer hervorgerufen werden konnte.⁴⁹ In Anbetracht der zahlreichen kriegerischen Auseinandersetzungen in der griechisch-römischen Welt darf dieser Aspekt der Seuchenausbreitung nicht unterschätzt werden. Rostovtzeff weist auf den großen Viehbedarf der Armeen hin. Dabei ging es nicht nur um die Fleischversorgung, sondern auch um den Bedarf an Tierhäuten für die Fabrikation von Schilden, Panzern, Kleidung, Pferdesättel und Waffen.⁵⁰ Rostovtzeff verweist auf Ciceros Schmährede gegen L. Calpurnius Piso, dem vorgehalten wird, er habe das gesamte Vieh der Provinz Makedonien beschlagnahmt, um sich zu bereichern.

*"quid? illam armorum officinam ecquid recordaris, cum omni totius provinciae pecore compulsio pellium nomine omnem quaestum illum domesticum paternumque renovasti? Videras enim grandis iam puer bello Italico repleti quaestu vestram domum cum pater armis faciendis tuus praefuisset."*⁵¹

Der ganzen Familie des Piso wird Kleptomanie und Bereicherung an der Waffenfabrikation vorgeworfen. Piso habe in Makedonien das gesamte Vieh beschlagnahmt unter dem Vorwand

⁴⁴ Winkle (2005) p.48; Exodus 9. 2-7

⁴⁵ Exodus 9 (2-7)

⁴⁶ Winkle (2005) p.48f; Jones (2010) p.25f

⁴⁷ zit. nach Winkle (2005) p.1195 Anm. 3 Original: Koch, Robert; Gaffky, Georg: Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre 1883 nach Egypten und Indien entsandten Kommission. Berlin 1887 p.35

⁴⁸ Winkle (2005) p.1195 Anm. 10

⁴⁹ Winkle (2005) p.49f; p.51

⁵⁰ Rostovtzeff, Michael: Gesellschafts- und Wirtschaftsgeschichte der hellenistischen Welt. Darmstadt 1955 hier Nachdruck 1998 Bd.2 p.782 vgl. auch Bd.3 Anm.88 p.1354

⁵¹ Cicero: in pisonem 87.6-87.11 Ich danke Frau Anneliese Sahin für zwei elegante Übersetzungsvarianten dieser Textstelle. Meiner Paraphrasierung war ich nicht sicher und mit meinem Latein beinahe am Ende. Mögliche Fehldeutungen sind meine eigenen.

(nomine), die Häute für die Waffenfabrikation zu gebrauchen und habe damit nur wiederholt, was seine Familie und sein Vater schon früher taten. Schon als Kind während des Krieges habe er das elterliche Haus voll mit Gütern gesehen, die der Vater als Aufseher der Waffenfabrikation zusammengerafft habe. Unabhängig von der Berechtigung der Vorwürfe Ciceros wird deutlich, daß große Mengen an Vieh zusammengetrieben wurden, um die Häute zu verwerten.

Von den bei Winkle aufgeführten antiken Quellen weist die Übersetzung aus Vergils Georgica Buch III bei der Schilderung der norischen Seuche am deutlichsten auf Milzbrand hin.

*"Von den kranken Schafen durften die Häute nicht benutzt werden, denn das Gift war aus dem Cadaver weder durch Wasser noch durch Hitze zu entfernen. Niemand darf die von der Krankheit angefressenen Felle scheren, niemand die fauligen Gewebe aus solcher Schafswolle berühren. Sollte es doch jemand wagen, Gewänder aus solcher Wolle zu tragen, so wird er von brennenden Pustel befallen, und schmutziger Schweiß wird aus den stinkenden Gliedern hervorbrechen."*⁵²

Die Altphilologen vermuten, daß sich Vergil hier auf das Ende des VI. Buches von Lucretius Carus über die Natur bezieht. Hier taucht auch die Bezeichnung "sacer ignis" erstmals auf. Lukrez beschreibt zunächst eine Viehseuche, die Rinder und Schafe befallen hatte. Von gleichsam "heiligem Feuer" spricht er bei der Schilderung der Seuche in Athen, die Thukydides beschrieben hat.⁵³

*"haec igitur subito clades nova pestilitasque
aut in aquas cadit aut fruges persidit in ipsas
aut alios hominum pastus pecudumque cibatus,
aut etiam suspensa manet vis aëre in ipso,
et, cum spirantes mixtas hinc ducimus auras,
illa quoque in corpus pariter sorbere necessest.*

*consimili ratione venit bubus quoque saepe
pestilitas et lanigeris balantibus aegror."*⁵⁴

In der Übersetzung von Diels:

*Plötzlich senkt sich nun diese neue, verheerende Pestluft
Nieder aufs Wasser hin oder sie nistet sich in die Feldfrucht
Oder in andere Nahrung der Menschen und Futter der Tiere,
Oder der Krankheitsstoff harrt schwebend in luftiger Höhe;
Und so müssen wir, wenn wir von dort die giftige Pestluft
Atmen, zugleich mit dem Odem die Krankheitskeime verschlucken.*

*In ganz ähnlicher Weise befällt auch die Rinder die Pest oft,
Oder die Seuche verheert die blökenden Träger der Wolle." (Schafe T.B.)*

Zur Seuche in Athen, welche ebenfalls die Tiere befallen haben soll,⁵⁵ heißt es dann:

"et simul ulceribus quasi inustis omne rubere

⁵² Vergil Georgica III 440-566; hier nach Winkle (2005) p.52

⁵³ Thukydides II. 47-52 Sallares. R.: The Ecology of the Ancient Greek World. Ithaka, NY 1991 p.244-262
Leven, K.-H.: Thukydides und die "Pest" in Athen. in: Medizinhistorisches Journal (26) 1991 p.128-160

⁵⁴ T. Lucreti Cari De rerum natura liber sex. lib.VI 1125-1132

⁵⁵ T. Lucreti Cari op. cit. lib. VI. 1215-1224

*corpus, ut est per membra sacer dum diditur ignis.
intima pars hominum vero flagrabat ad ossa.*"⁵⁶

Die Übersetzung von Diels:

*"Aber der ganze Leib war von brandigen Schwären gerötet,
Wie wenn das "heilige Feuer" sich über die Glieder verbreitet.
Vollends im Innern der Menschen, da brannte es bis auf die Knochen."*⁵⁷

Im Mittelalter scheint der Milzbrand für zahlreiche Viehseuchen verantwortlich gewesen zu sein. Winkle stellt wichtige Ereignisse zusammen.⁵⁸ Als erfahrener Kliniker weißt er desöfteren in seinem Werk auf die Tatsache hin, daß die raue Wirklichkeit sich nicht immer nach unseren analytischen Bedürfnissen richtet und durchaus mehrere Seuchen gleichzeitig auftreten konnten. Es ist einsichtig, daß in Hungerjahren mutterkornhaltiges Brot und das Fleisch verendeter Tiere gegessen wurde, Mutterkornvergiftung und Milzbrand mithin gleichzeitig auftraten.

*"Diese zwei völlig unterschiedlichen Krankheiten wurden damals von Laien nicht selten infolge der manchmal sehr ähnlichen karbunkelartigen Hautaffektionen als verschiedene Erscheinungsformen ein und desselben Übels des 'heiligen Feuers' angesehen."*⁵⁹

Die Bezeichnung "feu de St. Antoine" oder "Antoniusfeuer" soll auf den 1095 gegründeten Antoniterorden zurückgehen, der mit der Behandlung der Erkrankten betraut war.⁶⁰ Es ist gut möglich, daß eine in Ungarn 1223 belegte Viehseuche für den Abzug der Mongolen unter Batu ebenso verantwortlich war wie der Tod des Ugedai.⁶¹ Sehr wahrscheinlich waren viele Fälle von vermeintlicher Lungenpest in Wirklichkeit durch Inhalation von Anthraxsporen verursacht. Kürschner und Schneider hantierten mit verseuchten Fellen und Stoffen. Nachdem Ulman Stromeir (Stromer) 1390 vor der Stadt Nürnberg die erste Papiermühle einrichtete, erkrankten viele Arbeiter durch das Hantieren mit Lumpen an Lungenmilzbrand.⁶²

In der österreichischen "Vieh-Seuch-Ordnung" von 1753 finden wir Regelungen, die nach Winkles Urteil *"von einer erstaunlichen Erfahrung und Sachkenntnis"* zeugen.⁶³ Die Tierkadaver sollten tief verscharrt und mit ungelöschtem Kalk bedeckt werden, um Wildfraß durch Wildschweine, Füchse und Hunde zu verhindern. Die Tierhäute sollten zerschnitten werden, damit sie nicht ausgegraben und zur Lederverarbeitung verwendet werden konnten. In der Verordnung heißt es, daß

"bey ereignender Horn-Vieh- oder Schaaf-Seuche ... der Bahren / woraus das kranke Tier gefressen / wie auch die Geschirre /woraus selbes getrunken / zu vertilgen seyen. / Wie dann ferners jenes Vieh / welches von der Seuche ergriffen und getödtet worden / gegen 5-6 Schuh tief in die Erden zu vergraben / und Kalch auf die Gruben zu schütten / folgendes selbe mit Erden zu bedecken / und hinach erst mit Steinen und Dornsträuchen zu verwahren seyen; / da widrigenfalls zu besorgen stünde / dass auch nach vielen Jahren das Vieh / welches von dem auf solch Gruben wachsenden Gras fressen würde / von einer Seuche ergriffen werden möchte.

...

⁵⁶ T. Lucreti Cari op. cit. lib. VI. 1166-1168

⁵⁷ Texte und Übersetzungen aus der Ausgabe (Artemis) München 1993

⁵⁸ Winkle (2005) p.53-60

⁵⁹ Winkle (2005) p.56; vgl. auch p.61

⁶⁰ Winkle (2005) p.56f

⁶¹ Winkle (2005) p.55

⁶² Winkle (2005) p.59f

⁶³ Winkle (2005) p.66

*Jede Obrigkeit / oder Gemeinde / wo die Seuche einreißet, soll eine tieffe Gruben in einem von den Häusern entfernten / abgesonderten Orth zu Einscharrung des crepierten ganzen Viehs mit der Haut / welche überzwerg zerschnitten werden muß / auswerfen / das dahin legende Aas mit ungelöschtem Kalch bedecken / und darüber mehrere Schuh hoch Erde schütten / solche darnieder stoßen und rings umzaunem ... / damit die dahin kommende Wildschwein / Fuchs / oder Hund so leichter Dingen davon nichts ausscharren können."*⁶⁴

Diese Maßnahmen waren gewiß geeignet, Milzbrandseuchen einzudämmen und sind auch ein sicherer Hinweis auf das Auftreten dieser Seuche. Dennoch ist immer Vorsicht geboten. Ab 1680 tritt z.B. der sogenannte Zungenmilzbrand (resp. glossanthrax, charbon de langue oder tongblaar) auf. Die Seuche befiel auch das Geflügel und war in kurzer Zeit tödlich.

*"Blisters on the affected animal's tongue turned black, burst, and spread gangrene to other parts of the tongue, which often fell out."*⁶⁵

Dies könnte eine Anthraxvariante gewesen sein, aber auch eine hoch virulente Form der Maul- und Klauenseuche. Das letzte Opfer dieser verschwundenen Krankheit soll ein Eisbär im Londoner Zoo im Jahre 1911 gewesen sein.⁶⁶ In Amerika wurde im Gefolge der europäischen Expansion die kritische Masse der Viehdichte erreicht, um Anthrax endemisch werden zu lassen. Dort und auf den karibischen Inseln kam es bald zu verheerenden Ausbrüchen.⁶⁷ Sklaven, die vom Fleisch verendeter Tiere gegessen hatten, wurden ebenfalls Opfer.⁶⁸ Anthraxsporen überleben Jahrzehnte im Boden und konnten plötzlich zu neuen Erkrankungen führen. Deshalb drängte sich bis zur Isolierung von *B. anthracis* als Erreger eine multikausale Ätiologie, die Bodenbeschaffenheit, Klima und andere Faktoren als Ursachen der Seuche sahen, geradezu auf. Eine Aufstellung möglicher Ursachen von Überfütterung, schlechter Nahrung, heißem und feuchtem Wetter etc. hat Carter zusammengestellt.⁶⁹ Menschen wurden nicht nur im Verlauf akuter Viehseuchen durch den Verzehr infizierten Fleisches Opfer des Milzbrands. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß auch der Kontakt mit sporenhaltigen Fellen, Leder und Tierwolle zum Ausbruch der Krankheit führen konnte. Im Zuge der Industrialisierung und des weltweiten Transports von Rohstoffen wurde die woolsorter's disease eine Geisel der arbeitenden Menschen. Mohairwolle aus dem Osten der Türkei und Alpaka aus Peru wurden in Frankreich und England verarbeitet. Ab 1870 erkrankten zahlreiche Arbeiter in den Wollmanufakturen in Yorkshire an Lungenmilzbrand. Ein Zusammenhang mit der Tierseuche wurde zunächst nicht erkannt, zumal diese in Yorkshire eher selten auftrat.⁷⁰ In den folgenden Jahren trat die tödliche Krankheit so häufig auf, daß sie in Frankreich "maladie de Bradford" genannt wurde.

*"The majority suffered severe pneumonia-like symptoms, exhaustion, fever, and collapse - and not the skin lesions that were suggestive of anthrax infection. Thus, during the outbreaks of the 1870s, no one knew that the mysterious disease was what we would call the inhalation form of anthrax."*⁷¹

⁶⁴ zit. nach Winkle (2005) p.66

⁶⁵ Jones (2010) p.22

⁶⁶ Jones (2010) p.22f

⁶⁷ Jones (2010) p.29ff

⁶⁸ Jones (2010) p.31

⁶⁹ Carter, K. Codell: The Rise of Causal Concepts of Disease. Case Histories. Aldershot (Ashgate) 2003 p.76

⁷⁰ Jones (2010) p.83

⁷¹ Jones (2010) p. 82 Dort auch der Hinweis auf die Benennung "maladie de Bradford".

Der Arzt John Henry Bell aus Bradford gehörte zu den Pionieren, die 1881 eine Verbindung zwischen der Viehseuche und dem Lungenmilzbrand der Wollarbeiter erkannten.⁷² Zuvor hatte schon der Arzt James B. Russell diesen Zusammenhang betont.⁷³ Bell, ein engagierter Arzt der Armenfürsorge, startete eine öffentliche Pressekampagne in Form von Artikeln und Leserbriefen, um auf die Probleme hinzuweisen.⁷⁴ Durch öffentlichen Druck und den Einfluß der Arbeiterbewegung wurde 1919 der "Anthrax Preservation Act" in Großbritannien erlassen. In Liverpool wurde eine Desinfektionsanlage eingerichtet, die bis 1960 in Betrieb war. Das führte zwischen 1921 und 1960 zu einem stetigen Rückgang der Erkrankungen.⁷⁵ N. Metcalfe betont, daß die Verarbeitungskapazität der Anlage zu gering gewesen und die Gefahr der Erkrankung nur verlagert worden sei. Immerhin erkrankten sechzehn Arbeiter der Desinfektionsanlage in den 40 Jahren ihres Betriebs.⁷⁶ Auch in den USA waren Erkrankungen unter den Wollarbeitern häufig.⁷⁷ Noch 1957 erkrankten neun Arbeiter zwischen August und November in Manchester, New Hampshire.⁷⁸

4. Mikrobiologie und Krankheit - Die Entdeckung des Erregers

Es gibt wohl nur wenige Fälle, in denen ein einzelner Wissenschaftler, so wie Robert Koch, aus bescheidenen Anfängen eine Wissenschaft letztlich begründete und auf sichere Methoden stellte. Voraussetzung waren seine technischen Innovationen in der Mikroskopie und bei der Bereitung der Präparate. Ohne diese technischen Neuerungen wären seine berühmten Postulate unerfüllbar geblieben. Gegen alle Hindernisse setzte er sich durch, als sei es seine Bestimmung gewesen. Man muß bedenken, daß es zur Zeit seiner Pionierleistungen in Wollstein noch keine Elektrizitätsversorgung in Haushalten gab. So wurde schon die Erhaltung einer gleichmäßigen Inkubationswärme für seine Bakterienkulturen eine technische Herausforderung.⁷⁹ Ein wichtiger Schritt war die Entwicklung der Fotomikroskopie. Koch hatte erkannt, daß Handzeichnungen nicht zu befriedigenden Ergebnissen führten und nur Photographien eine Vergleichbarkeit und eventuell eine sichere Klassifizierung von Mikroorganismen ermöglichen konnten.⁸⁰ Einen Überblick über die Entwicklung der Mikroskopie von den heroischen Tagen Robert Hooke's (1635-1703) und Antoni van Leewenhoek's (1632-1723) bis auf unsere Tage findet sich im ersten Band der Enzyklopädie der Medizingeschichte von Bynum und Porter.⁸¹ Als Robert Koch 1873 damit begann, das Blut von Schafen zu untersuchen, die an Milzbrand verendet waren, gab es zwei wichtige offene wissenschaftliche Fragen, deren Entscheidung mit den vorhandenen Mitteln und Konzepten nicht entgeltlich möglich war.

⁷² Jones (2010) p.82

⁷³ Jones (2010) p.96; Russell, James B.: On the Contagium of Anthrax to Hair Factory Workers, as Illustrative of the Particulate Theory of the Contagia. Report of the Medical Officer Local Government Board. London (HMSO) 1879

⁷⁴ Jones (2010) p.111; Bell, John H.: Deaths from Blood Poisoning in Bradford. in: Bradford Observer 26.2. 1878 p.2

⁷⁵ Jones (2010) p.113

⁷⁶ Jones (2010) p.113; Metcalfe, N.: The History of Woolsorter's Disease: A Yorkshire Beginning with an International Future? in: Occupational Medicine (54) 2004 p. 489-493

⁷⁷ Jones (2010) p.119ff

⁷⁸ Jones (2010) p.123

⁷⁹ Brock, Thomas D.: Robert Koch. A Life in Medicine and Bacteriology. ASM Press Washington 1999 p.34

⁸⁰ Brock (1999) p.54ff

⁸¹ Bynum; Porter (Hgs.): Companion Encyclopädia of the History of Medicine. London 1993 hier Paperback Ausgabe 1997 Bd.I p.102-119

1. Die Frage nach der Möglichkeit einer spontanen Entstehung von Mikroorganismen war noch nicht endgültig entschieden. Der Arzt Henry Charlton Bastian (1837-1915) wußte nichts von der Existenz hitzeresistenter Bakteriensporen. Wenn er z.B. im durch Kochen sterilisierten Heuaufguß trotz sorgfältigem Verschuß nach einiger Zeit neue Formen von *Bacillus subtilis* fand, mußte er auf eine spontane Generation schließen. Die Entscheidung der Frage war aus heutiger Sicht unterdeterminiert.⁸² Auch die Einsicht, daß die 1827 beobachtete Brownsche Bewegung ein rein physikalisches Phänomen war und in keinem Zusammenhang mit einer möglichen spontanen Entstehung von Mikroorganismen stand, setzte sich erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts endgültig durch.⁸³

2. Wollte man Mikroorganismen als Krankheitserreger identifizieren und einer bestimmten Krankheit als Ursache zuordnen, mußte man von einer gewissen Artkonstanz und Klassifizierbarkeit ausgehen. Carl W. von Nägeli (auch Naegeli 1817-1891) war von der Möglichkeit einer spontanen Generation überzeugt. Zudem hielt er die Mikroorganismen für Pleomorph, d.h. für morphologisch instabil und mithin nicht als distinkte Spezies klassifizierbar. Er nannte sie Schizophyten, weil er glaubte, sie wechselten ständig ihre Form und ihre Pathogenität.⁸⁴ Auch ein ausgewiesener Gegner der Theorie der spontanen Generation wie Thomas H. Huxley (1825-1895) vertrat zumindest zeitweise die Vorstellung vom Pleomorphismus der Bakterien. Gegen Nägeli argumentierte Ferdinand Cohen, der erfolgreich an der Klassifizierung von Bakterien arbeitete.⁸⁵ Unter der Annahme des Pleomorphismus konnte man durchaus Mikroorganismen für Wundinfektionen und andere Erkrankungen verantwortlich machen und wie Joseph Lister (1827-1912) umfassende antiseptische Maßnahmen vorschlagen. Es war jedoch nicht möglich, einen spezifischen Erreger einer bestimmten Krankheit als einzige Ursache zuzuordnen.

Es war ein weiter Weg zu der Erkenntnis, daß Mikroorganismen pathogen sein können. 1854 wurde Louis Pasteur (1822-1895) Professor für Chemie in Lille. Er war mit praktischen Problemen beschäftigt wie Alkoholgewinnung aus vergorenen Zuckerrüben und der Verhinderung der Verschmutzung bei Gärprozessen bei der Wein- und Bierherstellung. Zu diesem Zeitpunkt war noch nicht völlig klar, daß Hefe ein lebender Organismus ist. Immerhin waren wissenschaftliche Autoritäten wie Jons Jacob Berzelius, Friedrich Wöhler und Justus v. Liebig der Meinung, Fermentierung sei ein rein chemischer Prozeß und mithin nicht notwendig von lebenden Organismen abhängig. Allerdings hatten schon in den 1830er Jahren Charles Cagniard-Latour, Theodor Schwann und Friedrich Traugott Kützing unabhängig voneinander geschlossen, die Hefe sei ein lebender Organismus und für die Fermentierung von Zucker in Alkohol unabdingbar. Der letztgenannten Theorie hatte sich Pasteur offenbar schon früh angeschlossen. Er nahm an, daß eine Vielzahl von natürlichen Prozessen auf die direkte Wirkung von Mikroorganismen zurückzuführen seien.⁸⁶ Insbesondere glaubte er, Fermentation und Verwesung seien von der Vervielfältigung lebender Organismen abhängig. Die Ausschaltung unerwünschter Organismen könne bei Gärungsprozessen Verschmutzungen vermeiden. Dazu bestand wenig Hoffnung, wenn man davon ausging, Mikroorganismen könnten durch spontane Generation entstehen.⁸⁷ Pasteur erkannte frühzeitig die Bedeutung dieser Frage, führte zahlreiche Versuche durch und lehnte die Theorie von der spontanen

⁸² Strick, James E.: Sparks of Life. Darwinism and the Victorian Debates over Spontaneous Generation. Cambridge, Mass. London 2000 p.23

⁸³ Strick (2000) p.35f

⁸⁴ Strick (2000) p.123; vgl. auch Carter (2003) p. 109 Anm.3

⁸⁵ Strick (2000) p.123

⁸⁶ Carter (2003) p.63; Pasteur, Louis: Mémoire sur la fermentation alcoolique. in: Pasteur, Vallery-Radot (Hg.): Oeuvres de Pasteur (7 Bde) Paris 1022-1939 Bd.2 p.18-22

ders.: Mémoire sur la fermentation appelée lactique. in: Oeuvres de Pasteur op. cit. Bd.2 p.3-13

⁸⁷ Carter (2003) p.65

Generation schließlich ab.⁸⁸ Dies tat er auf hohem theoretischem Niveau, erkannte er doch offenbar, daß man die spontane Generation nicht wirklich widerlegen kann, wenn man die Sache vom logischen Standpunkt aus betrachtet.⁸⁹ Offenbar gingen bis zu 90% der Versuche, die Pasteur durchführte, in die Hose, weil sich Verschmutzungen eingeschlichen hatten. Dennoch ließ er sich von der spontanen Generation nicht überzeugen.⁹⁰ Geison soll 1995 entdeckt haben, Pasteur habe die spontane Generation nicht ganz abgelehnt und auch Verifikationsversuche unternommen.⁹¹

Niemand, so Carter, bestritt, daß ein Bakterium, ein Pilz oder verfaultes organisches Material eine von vielen Krankheitsursachen sein konnte. Bestritten wurde lediglich der exklusive Anspruch, es handele sich um die einzige Ursache. Erst gegen Ende der 1860er Jahre wurden klarere Standards für den Nachweis der Kausalität verbindlich.⁹²

Einer der Pioniere der Bakterienhypothese war Casimir Davaine (1812-1882), dem es aber nicht gelang, die Öffentlichkeit von seiner Infektionstheorie bezüglich Anthrax zu überzeugen. Der Milzbrand kostete wenig Menschenleben, wütete aber unter den Viehbeständen.⁹³ Davaine entdeckte nicht die Sporen, bemerkte aber schon, daß getrocknetes infiziertes Blut auch ansteckend blieb, wenn es auf 100°C erhitzt wurde.⁹⁴ Davaine resignierte an der vermeintlichen Unmöglichkeit, Bakterien aus dem Blut zu isolieren.⁹⁵ Er war dennoch überzeugt, daß Mikroorganismen stabile Formen aufweisen und mithin klassifizierbar und weltweit erforschbar seien.⁹⁶

Jacob Henle (1809-1885) war einer der Lehrer R. Kochs in Göttingen. Er war überzeugt, daß Mikroorganismen Krankheiten verursachen können. Er stellte die ersten Forderungen an zukünftige Experimente auf, um die Modalitäten der Infektion zu klären. Er forderte, die Organismen außerhalb des Körpers zu kultivieren, ein Forschungsprogramm, das 1840 noch nicht praktisch durchführbar war.⁹⁷ Edwin Klebs (1834-1913) stellte die berühmten Forderungen auf, die Koch so elegant erfüllte und als Kochs Postulate bekannt sind. Ausgangspunkt ist der Gedanke, daß sich nicht die Krankheit, sondern die Krankheitsursache reproduziert. Die Forderungen:

1. Das erkrankte Organ muß sorgfältig mikroskopisch untersucht werden.
2. Die Krankheitskeime müssen isoliert und rein kultiviert werden.
3. Durch die Inokulation mit den gezüchteten Keimen muß die gleiche Krankheit bei vorher gesunden Tieren hervorgerufen werden.⁹⁸

Es war Robert Koch, der diese Forderungen technisch umsetzen konnte. Es gelang ihm, isolierte Bazillen in der Augenflüssigkeit von Kaninchen zu züchten.⁹⁹ Es beobachtete als erster die

⁸⁸ Carter (2003) p.66f

⁸⁹ Carter (2003) p.67; Pasteur: Suite à une précédente communication relative aux générations dites spontanées. (1860) in Oeuvres ... op. cit. Bd.2 p.202-205
ders.: Observations verbales présentées après la lecture de la note de M. Donné. (1866) in: Oeuvres ... op. cit. Bd.2 p.352-255

⁹⁰ Carter (2003) p. 68

⁹¹ Geison, Gerald L.: The Privat Science of Louis Pasteur. Princeton 1995 p.136-142

⁹² Carter (2003) p.73f

⁹³ Carter (2003) p.76ff

⁹⁴ Carter (2003) p.79; p.86

⁹⁵ Carter (2003) p.81

⁹⁶ Jones (1010) p.54; Davaine, C: Recherches sur la nature et la constitution anatomique de la pustule maligne. in: Comtes Rendus de l' Académie des Sciences. (60) 1865 p.1296-1299

⁹⁷ Brock (1999) p.28f; Jones (2010) p.56; Henle, Jacob: Pathologische Untersuchungen (1840) Teil 2 Miasmata und Contagia; Miasmatisch-Contagiöse Krankheiten. in: Zeitschrift für rationelle Medizin (2) 1844 p.287-412

⁹⁸ Brock (1999) p.29

Sporenbildung und beschrieb den gesamten Lebenszyklus des Erregers.¹⁰⁰ Neben Pasteur arbeitete auch John Burdon Sanderson (1828-1905) und später sein Nachfolger William S. Greenfield (1846-1919) an der Entwicklung eines Impfstoffes.¹⁰¹ Greenfield entdeckte, daß die Virulenz des Erregers abnahm, wenn man einen Erregerstamm sukzessiv über mehrere Tiere übertrug. Nach der achten Generation überlebten die ersten Tiere die Infektion.¹⁰² Henry Toussaint schwächte die Virulenz der Bakterien durch Erhitzen ab.¹⁰³

5. *Bacillus Anthracis* als biologischer Kampfstoff

I. Die Anfänge

Wie die Menschen nun einmal sind, konnte man auch auf die Idee kommen, den Impfprozeß umzukehren und stattdessen zu versuchen, eine Anthraxinfektion künstlich herbeizuführen. Letzteres ist ja ein zentraler Bestandteil von Kochs Postulaten zum eindeutigen Nachweis der Ursache. Der Gedanke eines Einsatzes als teuflische Biowaffe ist dann nicht mehr weit. Unschuldiger für die Folgen und ohne den Hintergedanken eines Einsatzes als Waffe experimentierten um das Jahr 1888 die deutschen Wissenschaftler Hans Buchner (1850-1902) und Friedrich Merkel (1845-1919) an der Herstellung eines Aerosols, um zu klären, ob Anthraxsporen über die Lungen aufgenommen eine Anthraxpneumonie bewirken können. Sie bauten eine Vorrichtung zur Herstellung des Aerosols und infizierten in einem Kasten Kanarienvögel und andere Labortiere. Sie fanden heraus, daß die Bazillen in ihrer aktiven, vegetativen Form leicht eine Erkrankung hervorrufen konnten. Ihre Versuche mit der Inhalation von Sporen in Aerosolform verliefen negativ. Die Möglichkeit einer natürlichen Infektion mit Sporen über die Atemwege wollten Buchner und Merkel dennoch nicht ausschließen. Jones vermutet wohl zu Recht, daß die Sporen des Aerosols verklumpte Kulturen bildeten, die nicht sehr pathogen waren.¹⁰⁴

Bevor das Problem der Verklumpung gelöst wurde und hochvirulente Aerosole gegen Menschen eingesetzt werden konnten, gab es einen ersten Versuch, Anthraxerregers als Mittel der Sabotage zu nutzen. Die deutsche Kriegspartei versuchte im ersten Weltkrieg den Ersatz von Pferden und den Nachschub von Schlachtvieh für die Kriegsgegner zu sabotieren. Pferde spielten im ersten Weltkrieg noch eine wichtige Rolle und mußten von den Kriegsparteien auf dem Weltmarkt besorgt werden. Es lag also nahe, die Lieferkette des Kriegsgegners zu stören oder zu unterbrechen. So spielte neben dem schrecklichen Einsatz chemischer Kampfstoffe gegen Frontkämpfer auch die Sabotage mit Anthraxsporen gegen Viehbestände der Lieferanten in den USA und in Argentinien eine Rolle.¹⁰⁵ Die Sabotageakte richteten sich potentiell gegen amerikanische Pferde und Maultiere, Rentiere in Norwegen und Schlachtvieh aus verschiedenen Ländern.¹⁰⁶ Im Zusammenhang mit diesen Ereignissen gelangte wohl auch das oben erwähnte Präparat in das Polizeimuseum von Trondheim in Norwegen. Aufgedeckt wurden diese Sabotageakte gegen Ende der 1990er Jahre durch den Mikrobiologen Mark Wheelis.¹⁰⁷

⁹⁹ Brock (1999) p.32

¹⁰⁰ Brock (1999) p. 33f; Jones (2010) p.58f

¹⁰¹ Jones (2010) p.67f

¹⁰² Jones (2010) p.68

¹⁰³ Jones (2010) p.70

¹⁰⁴ Jones (2010) p.147; Buchner, H.; Merkel, F.; Versuche über Inhalation trocken zerstoßener Milzbrandsporen. in: *Archiv für Hygiene* (8) 1888 p.165-190; Buchner, H.; Enderlen, E.: Inhalation von nass-zerstäubten Milzbrandsporen und - Stäbchen von Hühnercolerabacillen. in: *Archiv für Hygiene* (8) 1888 p.190-217; zur künstlichen Pneumonie bes. p.210

¹⁰⁵ Jones (2010) p.134ff

¹⁰⁶ Jones (2010) p.135

¹⁰⁷ Jones (2010) p.135; Wheelis, Mark: First Shots Fired in Biological Warfare. *Zuschrift: Nature* (395) 17.

Die beiden Deutschamerikaner Anton Dilger und sein Bruder Carl züchteten und testeten in einem Haus in Chevy Chase, Maryland Anthraxkulturen. Beide waren Experten, Anton Dilger als ausgebildeter Arzt und sein Bruder als Experte in der Brauereiindustrie. Anton Dilger starb 1918 unter mysteriösen Umständen in Spanien.¹⁰⁸ Eine Sabotagetruppe brachte in der Tat Anthraxerreger aus.¹⁰⁹ Der möglicherweise angerichtete Schaden kann nicht mehr abgeschätzt werden, da über Meldungen von Ausbrüchen seitens der Veterinärmediziner nichts bekannt ist.¹¹⁰

Die bakteriologischen Forschungen in Frankreich waren offenbar ab 1923 zunächst auf die Abwehr zoonotischer Pathogene ausgerichtet. Renommiertere Wissenschaftler wie Émile Roux (1853-1933) und Albert Calmette (1863-1933) waren involviert. Es war Auguste A. Trillat (1861-1944), der mit der Herstellung von Aerosolen zur Übertragung von Pathogenen experimentierte. In der Folgezeit wurde in Frankreich die Idee entwickelt, Pathogene in Explosionskörpern durch Flugzeuge zu verbreiten. Anthraxbazillen in der aktiven, vegetativen Form durch Granaten und Bomben zu verbreiten, so Jones, war kaum möglich, weil sie die Detonation mit Druckwelle und Hitzeentwicklung nicht überlebten. Versuche, Anthraxsporen in Aerosolform durch Schrapnellgeschosse zu verbreiten, zeigten durch die Übertragung auf Hautwunden Erfolg.¹¹¹ Es erwies sich als möglich, Milzbrand relativ ineffektiv auf Geschoß- und Splitterwunden zu übertragen.¹¹² Es blieb noch die Möglichkeit einer Übertragung durch Inhalation wie im Falle der woolsorter's disease zu erforschen.¹¹³

*"We do not know whether the French weapons researcher Auguste Trillat knew about Buchner's work, but Trillat certainly favored using solutions of bacilli for greater infectivity. Buchner's results suggested that a combination of spores and vegetative-form bacilli in liquids provided the best agents for pulmonary infection, and Trillat and his colleagues had developed exactly this type of bacillary mixture. The low-flying aircraft of the time could disseminate the bacilli by spraying them in infectious clouds to be inhaled by the victims. The hard spores, on the other hand, could also be dropped in bombs and survive the explosion."*¹¹⁴

II. Unit 731

Laut Jones gibt es Hinweise darauf, daß die Aktivitäten der berüchtigten japanischen Einheit 731 in der Mandschurei durch diese Forschungen beeinflusst wurden. In der besetzten Mandschurei führte die Einheit 731 unter dem Bakteriologen Shiro Ishii (1892-1959) im Rahmen der Entwicklung biologischer Waffen barbarische Menschenversuche im großen Maßstab durch.

"The U.S. Army gained control of the existing Unit 731 records after the war and successfully monopolized interviews of top Japanese scientists and physicians who had participated in the BW (i.e. biological weapons T.B.) programm. The Manchurian experiments were not

September 1998 p.213

ders.: Biological Sabotage in World War I; in: Geissler, E.; van Courtland Moon, J.E. (Hgs.): Biological and Toxin Weapons: Research, Development, and Use from the Middle Ages to 1945; Stockholm International Peace Research Institute, Chemical and Biological Warfare Studies Nr.18; Oxford University Press 1999 p. 35-62

¹⁰⁸ Jones (2010) p.137

¹⁰⁹ Jones (2010) p.138f

¹¹⁰ Jones (2010) p.140

¹¹¹ Jones (2010) p.144

¹¹² Jones (2010) p.145f

¹¹³ Jones (2010) p.146

¹¹⁴ Jones (2010) p.147

scientifically innovative, but they were particularly morally horrific and reprehensible. Japanese scientists, led mainly by bacteriologist Lieutenant General Shiro Ishii, infected civilians and prisoners, including children and pregnant women, with anthrax and other diseases, thus torturing and killing them to identify 'cheap and effective weapons'."¹¹⁵

Das verbrecherische Forschungsunternehmen dauerte von 1934 bis zum August 1945. Massenversuche u.a. mit *Yersenia pestis* und *Bacillus anthracis* wurden durchgeführt.¹¹⁶ Ishiis Anlage wurde 1939 fertiggestellt und hieß Pin Fan, 24 km von der Stadt Harbin entfernt. 1941 wurde Pin Fan in Unit 731 umbenannt.

*"Anda, north of Harbin, was the Unit 731 outdoor field area for bomb tests, which also used human subjects."*¹¹⁷

In einem Fall wurden 10 Personen angebunden. Kopf und Torso wurden durch Wattierung geschützt, um den sofortigen Tod zu vermeiden. Beine und Gesäß wurden der Explosion ausgesetzt, um nicht unmittelbar tödliche Verletzungen auszulösen und die Infektiosität der Bakterien zu testen.¹¹⁸ Ein gewisser Dr. Wakamatsu von der Einheit 100 hatte die militärischen Einsatzmöglichkeiten von Pest- und Milzbranderngeren ausführlich untersucht.

*"On appearance Wakamatsu and his colleagues were offering the Americans a rare prize: twenty-two autopsy records of human inhalational anthrax cases, among men from age twenty-five to thirty-seven, complete with color drawings of the fatal progression of the disease."*¹¹⁹

Man konnte wohl trotz der kleinen Datenbasis versuchen, Tierversuche in den USA und Menschenversuche in der Mandschurei bezüglich der letalen Dosierung abzugleichen. Die Bestialität der Versuchsreihe spricht für sich:

*"Lacking a cloud chamber or techniques to create a fine anthrax aerosol, the Japanese resorted to putting four men at a time in a small glass chamber fitted with spray pumps operated from outside. High volumes of crude anthrax spore /p/ suspensions were then pumped directly at the victim's face. The victims first developed tonsillitis and bronchial lesions, perhaps from sheer inundation with anthrax spores. After that, the infection spread quickly. The outcome for all was rapid death, two or four days after exposure."*¹²⁰

Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Tenno, ein ausgebildeter Biologe, in die Details der Verbrechen eingeweiht war. Da ihm im Shintoismus göttliche Ehre zukam, ließ man ihn am Ende des Krieges unbehelligt. Man fürchtete, die ganze Sozialstruktur Japans sei in Gefahr, wenn man ihm den Prozeß machen würde.¹²¹ 1985 erstellten die britischen Journalisten Peter Williams und David Wallace auf Basis der Forschungen des japanischen Wissenschaftlers Tsuneishi Kei'ichi eine Fernsehdokumentation unter dem Titel "Unit 731- Did the Emperor Know?"¹²²

Deutsche Ärzte, die unmittelbar in schwere Verbrechen verwickelt waren, wurden 1946 vor dem Internationalen Militärtribunal in Nürnberg angeklagt und verurteilt. Amerikanische Spezialisten hielten die Forschungsergebnisse der japanischen Ärzte für so wichtig, daß ein Prozeß gegen die

¹¹⁵ Jones (2010) p.149

¹¹⁶ Jones (2010) p.148

¹¹⁷ Guillemin (2005) p.82

¹¹⁸ Jones (2010) p.152

¹¹⁹ Guillemin (2005) p.86

¹²⁰ Guillemin (2005) p.86f

¹²¹ Guillemin (2005) p.78

¹²² Guillemin (2005) p.89

Verbrecher vermieden werden sollte. In einem öffentlichen Prozeß, so fürchtete man, würden die Sowjets Einblick in die Ergebnisse erhalten.¹²³ Die Wissenschaftler gingen straffrei aus.

*"Except for Ishii, who was not in good health, the dozen or so who directly benefited from the agreement became medical school professors and administrators or pursued successful careers in research or industry."*¹²⁴

Einer der Verbrecher, Naito Ryicochi, gründete später das pharmazeutische Unternehmen "Green Cross Corporation", wurde Mitglied der "New York Academy of Science" und wurde 1982 mit dem japanischen Orden der aufgehenden Sonne ausgezeichnet.¹²⁵ Der Amerikaner Norbert Fell war mit den japanischen Wissenschaftlern und ihren Ergebnissen befaßt.

*"In May and June 1947, Norbert Fell conducted interviews with Ishii, the visionary of the Japanese biological Weapons program. With a small cadre of his colleagues, Fell concluded that what the Japanese had to offer was worth the trade for immunity. Mainly the material was firsthand accounts of a large, long-term weapons program and documents of medical experiments on humans (including some eight thousand microscopic slides and detailed autopsy data). The autopsies included those of victims of inhalational anthrax, of special interest to the Americans."*¹²⁶

Trotz der anhaltenden Versuche, die Greuelthaten der Unit 731 geheim zu halten, war es der Forschung möglich, Einzelheiten in Erfahrung zu bringen. 1976 sendete "Tokyo Broadcasting System" eine Dokumentation unter dem Titel "A Bruis - Terror of the 731 Corps". Diese wurde zwar auch in Europa, aber nicht in den USA ausgestrahlt.¹²⁷ 1981 erhielt John Powell Zugang zu den Regierungsarchiven der USA und zu den Dokumenten des sowjetischen Prozesses gegen einige japanische Forscher.¹²⁸ Ebenfalls im Jahre 1989 trugen Williams und Wallace weiteres Material zusammen.¹²⁹

1949 gerieten mehrere japanische Wissenschaftler der Einheit 731 in sowjetische Gefangenschaft. In der Stadt Karbarovsk wurde ihnen der Prozeß gemacht. Die Angeklagten erhielten Gefängnisstrafen und wurden 1956 größtenteils nach Japan abgeschoben. Die Ergebnisse der Verhandlung erschienen in einer Zusammenfassung in englischer Sprache.¹³⁰

Die japanischen Wissenschaftler verstanden es nicht, die Verklumpung der Sporen zu verhindern und damit wirksamere Aerosole herzustellen. Deshalb waren auch die Bomben nicht sehr effektiv und verbreiteten Anthraxinfektionen nur durch kontaminierte Splitter.¹³¹ Das bedeutet allerdings nicht, daß die japanische Armee nicht versuchte, biologische Kampfstoffe im Krieg einzusetzen. Dem sowjetischen Marschall Shukov gelang 1939 ein militärischer Schlag gegen die japanische Armee im Grenzgebiet der UDSSR, der Mongolei, der inneren Mongolei und der Mandschurei. Bei ihrem Rückzug (von 15 000 Soldaten waren 11 000 gestorben oder in sowjetische Gefangenschaft geraten) sollte ein von Ishii trainiertes Selbstmordkommando den Kalkin-Gol Fluß mit Typhus-, Paratyphus-, Colera- und Dysenterieerregern (Bakterienruhr)

¹²³ Guillemin (2005) p.79

¹²⁴ Guillemin (2005) p.79

¹²⁵ Guillemin (2005) p.216 Anm. 19

¹²⁶ Guillemin (2005) p.79

¹²⁷ Guillemin (2005) p.89

¹²⁸ Guillemin (2005) p.89; Gomer, R.; Powell, J.; Röling, B.: Japan's Biological Weapons: 1930-1945; in: The Bulletin of the Atomic Scientists. Oktober 1981 p.43-53

¹²⁹ Williams, P.; Wallace, D.: Unit 731: The Japanese Army's Secret of Secrets. Sevenoaks, Kent UK 1989

¹³⁰ Guillemin (2005) p.80; Foreign Language Press, Moskau: Materials on the Trail of Former Servicemen of the Japanese Army Charges with Manufacturing and Employing Bacteriological Weapons. Moskau 1950

¹³¹ Guillemin (2005) p.83f

verseuchen. Ob diese Aktion den sowjetischen Truppen schadete, ist ungeklärt.¹³² Laut Garrett setzt die Unit 731 auch Anthraxsporen frei, denen japanische Soldaten bei der Besetzung kontaminierter Gebiete zum Opfer fielen.¹³³

1940 wurde die Stadt Ning Bo mit Pestflöhen, Cholera- und Typhuserregern verseucht. Noch 1946 und 1947 kam es dort zu Pesterkrankungen.¹³⁴ 1942 verseuchten Ishii's Truppen bei einem Rückzug die Umgebung der Städte Yushan, Kinwa und Futsing unter Einsatz von Bodentruppen und Flugzeugen mit Bakterien und Pestflöhen. Dabei kamen auch mehrere tausend japanische Soldaten ums Leben.¹³⁵ Trotz aller Verfahrensmängel, so urteilt Guillemin, sei das staatliche Programm der Japaner das erste gewesen, das auch militärisch eingesetzt wurde.¹³⁶

III. Großbritannien, USA, Kanada

Die Daten und Unterlagen der Einheit 731, die den amerikanischen Spezialisten in die Hände fielen, mögen den gräßlichen Vorteil geboten haben, daß sie auf ausgedehnten Menschenversuchen beruhten. Man stellte jedoch schnell fest, daß die Forschungskollaboration zwischen den USA, Kanada und Großbritannien technisch bessere Ergebnisse erzielt hatte.¹³⁷ In Großbritannien wurde seit 1936 systematisch an biologischen Kampfstoffen geforscht. 1940 startete ein Forscherteam unter der Leitung von Paul Fields in der Einrichtung in Porton, Down mit der Arbeit an *B. anthracis*.¹³⁸ Die Passage von Erregern durch mehrere Labortiere ermöglichte die Zucht reiner Stämme und die Erstellung eines wirksamen Aerosols zur Verbreitung von Lungenmilzbrand.¹³⁹

*"The work of David Henderson and others was an important turning point in the history of how anthrax became a biological weapon, because they developed the highly infective, deadly sporebased formula of B. anthracis designed to be inhaled by populations of people and animals. At Porton, Henderson and his colleagues created the material culture of experimentation necessary to formulating inhalational anthrax: special strains of bacilli, standardized testing procedures, and innovative test-chamber apparatus, and quantitative methods for analyzing the bacteriological data."*¹⁴⁰

Auf der Basis der Zuchtvariante M 36 Vollum wurde unter der Leitung von Henderson die Verbreitung von Lungenanthrax technisch möglich. Im Zuge der „Operation Vegetarian“ wurden 500 000 Leinsamenplätzchen mit Anthraxsporen versetzt. Sie sollten über Norddeutschland abgeworfen werden und Viehseuchen verbreiten. Auch an den Einsatz von Brieftauben, die der feindlichen Luftabwehr nicht auffallen würden, wurde gedacht. Beide Projekte kamen nicht zur Ausführung.¹⁴¹

¹³² Guillemin (2005) p.84

¹³³ Garrett (2017) p. 22

¹³⁴ Guillemin (2005) p.85

¹³⁵ Guillemin (2005) p.84f

¹³⁶ Guillemin (2005) p.90

¹³⁷ Guillemin (2005) p.92

¹³⁸ Jones (2010) p.156

¹³⁹ Jones (2010) p.158ff

¹⁴⁰ Jones (2010) p.158

¹⁴¹ Garrett (2017) p. 22

Als 1942 die Forschung in Camp Detrick, MD., später Fort Detrick, einsetzte, lieferten die Briten M 36 Vollum in die USA.¹⁴² Zwischen 1950 und 1953 wurde die Anlage "Plant X - 201" in Pine Bluff, Arkansas errichtet.¹⁴³ Hendersons Idee, Testgebäude zu errichten, in denen Aerolose durch Explosionen an Tieren getestet werden konnten, wurde in Fort Detrick durch den Bau der "Horton Test Sphere" umgesetzt.¹⁴⁴ Die kanadische Forschung fand auf Grosse-Ille in Quebec unter der Leitung des Mikrobiologen Everitt George Dunne Murray statt.¹⁴⁵ In den USA forschten Theodore Rosebury und Elvin A. Kabat an mikrobeverseuchten Wolken. Rosebury war ein Pionier der Erforschung der Mundflora.¹⁴⁶ Nach dem Krieg wendete sich Rosebury von der militärischen Forschung ab und engagierte sich in der Pugwashbewegung.¹⁴⁷ Daß die USA im Koreakrieg biologische Waffen eingesetzt haben, war die These des sog, Needham Report. Der berühmte Kenner der chinesischen Technologiegeschichte hatte zusammen mit dem sowjetischen Biologen Zhukov-Krezhnikov entsprechende Vorwürfe erhoben, die jedoch nie entgültig bestätigt werden konnten.¹⁴⁸

IV. Israel, Irak, Südafrika

Israel verfügt mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit über Atomwaffen. Auch UN-Resolutionen zum Bann von biologischen und chemischen Kampfstoffen wurden von Israel nicht unterzeichnet. Schon 1948 wurde das biologische Forschungszentrum Hemed Beit bei der Stadt Ness Ziona in der Nähe von Tel Aviv eingerichtet.¹⁴⁹ Trotz strenger Geheimhaltung gibt es Hinweise auf die Arbeit an chemischen und biologischen Kampfstoffen. 1998 stürzte eine El Al Maschine in der Nähe von Amsterdam ab. Die Maschine brannte aus. In der folgenden Zeit gab es ungewöhnliche Erkrankungen in der Umgebung der Absturzstelle. An Bord befanden sich mit Sicherheit Chemikalien zur Herstellung des Nervengas Sarin. Trotz politischen und juristischen Drucks verweigerte Israel jede Auskunft über die übrige Ladung.¹⁵⁰

Die irakische Regierung hat unzweifelhaft chemische Kampfstoffe gegen kurdische Dörfer auf dem eigenen Staatsgebiet sowie im iranisch-irakischen Krieg (1980-1988) eingesetzt. Ja, man glaubt es kaum: In den 1980er Jahren kaufte der Irak vier Anthraxkulturen aus den USA mit Genehmigung des "US Commerce Department."¹⁵¹ Es ist deshalb nicht erstaunlich, daß während des 1. Golfkriegs (1991) 150 000 US Militärangehörige gegen Anthrax geimpft wurden. Viele beklagten unmittelbare oder spätere Nebenwirkungen.¹⁵² Nach diesem Krieg wurden Anlagen zur Herstellung von Massenvernichtungswaffen zerstört. UN-Kontrollen, bei denen der UN Beauftragte Richard Butler eine zwielichtige Rolle spielte, wurden durch irakische Behörden behindert. Die Vorwürfe, der Irak unterhalte weiter Anlagen zur Herstellung chemischer und biologischer Waffen, führten im März 2003 zum militärischen Eingreifen der USA. Spätere Untersuchungen konnten die Vorwürfe, die zu dem Krieg geführt hatten, nicht bestätigen.¹⁵³ Obwohl der Australier Butler in öffentlichen Äußerungen großen Wert auf seine

¹⁴² Jones (2010) p.160

¹⁴³ Guillemin (2005) p.97

¹⁴⁴ Guillemin (2005) p.97

¹⁴⁵ Jones (2010) p.157; p.170

¹⁴⁶ Jones (2010) p.171

¹⁴⁷ Jones (2010) p.177

¹⁴⁸ Guillemin (2005) p.100

¹⁴⁹ Guillemin (2005) p.151f

¹⁵⁰ Guillemin (2005) p.232 Anm. 12

¹⁵¹ Guillemin (2005) p.154

¹⁵² Jones (2010) p.248

¹⁵³ Mehta (2005) p.159f

Unparteilichkeit legte, unterstützte er us-amerikanische und britische Vorwürfe, die als Vorwand für das militärische Eingreifen im Irak angeführt wurden.

Unter dem Projektnamen "Project Coast" leitete Wouter Basson das 1981 eingerichtete südafrikanische Forschungsprogramm. Auch hier wurde u.a. an Anthrax zur Waffenproduktion geforscht.¹⁵⁴

Im Moment, 2013, erscheint ein Einsatz biologischer Waffen im Krieg zwischen Staaten nicht sehr wahrscheinlich. Die weltweite Ächtung macht diese Option unwahrscheinlich. Auch die Gefahr extremer Gegenschläge und einer unkalkulierbaren Eskalation läßt einen solchen Einsatz nicht geraten erscheinen. Heute stellen biologische und chemische Kampfstoffe in den Händen von Extremisten aller Art eine ernste Bedrohung dar.

IV. Feldversuche mit *B. anthracis* und Simulationsmikroben (z.B. *B. globigii*)

Bekannt wurden die Tests auf Gruinard Island aus dem Jahr 1942. Unter der Leitung des Meteorologen Sir Oliver Graham Sutton und Henderson, der für die Testwaffen zuständig war, wurde die Verbreitung der Sporen unter realen Wetterbedingungen getestet.¹⁵⁵ Die Insel war unbewohnt, zwei Kilometer lang und einen Kilometer breit. Als Testtiere lieferten Farmer vom Festland zunächst 155 Schafe.¹⁵⁶ Bis 1943 wurden insgesamt 13 Versuche mit Bomben durchgeführt.¹⁵⁷ Im August 1943 wurden die Tests eingestellt. Durch die Frühjahrsstürme waren offenbar kontaminierte Tierleichen auf das Festland getrieben worden, wo eine Viehseuche mehr als 50 Tiere tötete. Die wahren Ursachen wurden den Anwohnern verschwiegen. Angeblich hatte ein griechisches Schiff Tierleichen ins Meer entsorgt.¹⁵⁸ Eine Flugzeugbombe drang bei der Detonation sechs engl. Fuß in den Boden ein und brachte die Sporen direkt in die Erde.¹⁵⁹

Die Insel blieb auf Jahrzehnte hin verseuchtes Sperrgebiet. Erst 1979 stellten Forscher aus Porton fest, die Belastung mit Anthraxsporen sei so gering, daß man mit der Dekontamination beginnen könne.¹⁶⁰ 1986 startete die Aktion. Sie kostete 500 000 Pfund. Die Vegetation der Insel wurde verbrannt. Teile des Bodens wurden abgetragen. 280 Tonnen Formaldehyd und 200 Tonnen Seewasser wurden ausgebracht. Anschließend wurde eine neue Vegetation ausgesät. Im Sommer 1987 wurden die ersten Schafe zur Weide gebracht und blieben gesund. 1990 wurde die Sperrung der Insel aufgehoben.¹⁶¹ In den Jahren 1948/49 führten die Briten Feldversuche auf offener See vor den Karibikinseln Antigua und St. Kitts durch. In dieser "Operation Harness" kooperierten die USA, welche später die Versuche weiterführten. Die Bomben wurden über der Wasseroberfläche zur Detonation gebracht. Die Testtiere, Meerschweinchen, Schafe und Affen wurden in Käfigen auf Booten den Krankheitserregern, darunter auch Anthraxsporen in Aerosolform, ausgesetzt.¹⁶²

"In the late 1940s, the British had already tested an urban target by dispersing simulants on the city of Salisbury, near Porton, after which they carefully measured the influence of meteorology on cloud dispersion. In 1950, US ships had secretly sprayed aerosols of the anthrax simulant

¹⁵⁴ Guillemin (2005) p.156

¹⁵⁵ Guillemin (2005) p.54

¹⁵⁶ Guillemin (2005) p.55f

¹⁵⁷ Jones (2010) p.214

¹⁵⁸ Guillemin (2005) p.55

¹⁵⁹ Jones (2010) p.214

¹⁶⁰ Jones (2010) p.215

¹⁶¹ Jones (2010) p.216f

¹⁶² Guillemin (2005) p.102

Bacillus globigii (BG) and Serratia marcescens (the tracking germ referred to in the 1934 Wickham Steed report) to be carried by wind over the San Francisco Bay Area."¹⁶³

Im Rahmen des "St. Jo Programs" wurden 1953 in St. Louis, Minneapolis und Winnipeg Simulationswolken ausgebracht, um die Ausbreitung unter realen Klimabedingungen zu testen.¹⁶⁴ Im Projekt "Whitecoat" wurden ab 1953 Mitglieder der Kirche der 7 Tage Adventisten freiwillig verschiedenen Krankheitserregern ausgesetzt, um die Wirkung von Antibiotika und anderen Gegenmitteln zu testen.¹⁶⁵ Die Schäfchen der Kirche wurden über den militärischen Charakter der Versuche im Unklaren gelassen und glaubten an einem rein defensiven Projekt mitzuwirken. Von 1955 bis 1957 wurde die Adventisten durch Injektionen infiziert. Im Falle von Hautanthrax erwiesen sich die Antibiotika im Gegensatz zum pneumonalen Milzbrand als wirksam.¹⁶⁶ Fast 200 Menschenversuche wurden im Rahmen des Projekts durchgeführt.¹⁶⁷

*"The peak years were 1963 through 1966, when most of the /p./ experiments involved tularemia, Venezuelan equine encephalitis, or cutaneous anthrax, a form for which antibiotics were fully effective, in contrast to anthrax acquired by inhalation. In 1967 through 1969, as the program was ending, a switch was made to studying tropical diseases, primarily sand fly fever and yellow fever, but also Rift Valley fever, plague, and Chikungunya, a mosquito-borne virus."*¹⁶⁸

Im Projekt 112 führten die USA, England und Kanada mindestens 50 Feldversuche durch. Zentrale war das "Deserred Test Center" in Fort Douglass, Utah. 1968 wurden Anthraxattacken auf Kriegsschiffe und der mögliche Schutz für die Schiffsbesatzungen getestet.¹⁶⁹ Im Pazifik wurden im Shipboard Hazard and Defence Projekt mindestens 13 Versuche mit chemischen und biologischen Waffen durchgeführt.¹⁷⁰

*"In September and October of 1968, the final and probably most elaborated trial (DTC Test 68-50) took place at the Eniwetok Atoll in the Marshall Islands. Staphylococcal enterotoxin, Type B (SEB, an incapacitating toxin produced by a common bacterium Staphylococcus aureus) and BG (B. globigii T.B.) were dispersed by F 4 Phantom jets with newly designed dissemination tanks. The conclusion from this trial was that a single tank could disperse a virulent infectious agent over nearly a thousand square miles."*¹⁷¹

Im Zuge der Auflösung der UDSSR verließen 1991 ehemalige sowjetische Wissenschaftler die Testanlagen auf der Vozrozhdeniye Insel im Aralsee. Nach Jones Urteil ist das der am gefährlichsten kontaminierte Platz auf der Erde.¹⁷² Durch das Austrocknen des Aralsees wurden verseuchte Giftfässer etc. trockengelegt, die man einfach versenkt hatte. In einem Kampf gegen die Zeit, weil die Insel wegen der Austrocknung bald mit dem Festland verbunden sein wird, arbeiten Amerikaner und Kasachen an einem Dekontaminierungsprogramm.¹⁷³

¹⁶³ Guillemin (2005) p.103

¹⁶⁴ Guillemin (2005) p.103

¹⁶⁵ Guillemin (2005) p.105

¹⁶⁶ Guillemin (2005) p.106

¹⁶⁷ Guillemin (2005) p.105

¹⁶⁸ Guillemin (2005) p.105; Eine umfassende Darstellung der Versuche findet sich bei Guillemin (2005) p.100-111

¹⁶⁹ Guillemin (2005) p.109f

¹⁷⁰ Guillemin (2005) p.110

¹⁷¹ Guillemin (2005) p.111

¹⁷² Jones (2010) p.217f; ausführlich: Alibek, Ken mit Handelman, Stephen: Biohazard. (Random House) New York 1999 p. 15-17

¹⁷³ Jones (2010) p.220

Einen Überblick über die Forschungen an biologischen Waffen in der Sowjetunion findet man bei Guillemin.¹⁷⁴ Offenbar wurden diese durch die stalinistischen Verfolgungen unterbrochen. Der Lyssenkoismus im Kampf gegen die Genetik scheint auch hier Auswirkungen gehabt zu haben.¹⁷⁵ Über die späteren Forschungen an biologischen Waffen geben zwei russische Wissenschaftler Auskunft. Wladimir Pasechnik emigrierte 1989 nach Großbritannien. Durch ihn wurden offenbar die USA darüber informiert, daß die UDSSR im industriellen Maßstab die Biowaffenkonvention verletzte.¹⁷⁶ Ken Alibek, mit richtigem Namen Kanatjan Alibekov, kehrte 1992 von einer Inspektionsreise in die USA nicht mehr nach Rußland zurück. Alibek war einer der Direktoren der Forschungseinrichtung „Biopreparat.“ Er war maßgeblich mit der militärischen Anthraxforschung befaßt.¹⁷⁷ Von ihm stammt ein ausführlicher Bericht aus erster Hand über die Biowaffenproduktion in der Sowjet Union. Diese sei an ihrem Ende die erste und einzige biologische Supermacht gewesen.

*„Our factory could turn out two tons of anthrax a day in a process as reliable and efficient as producing tanks, trucks, cars, or Coca-Cola. With the creation of the world's first industrial-scale biological weapons factory, the Sowjet Union became the world's first -and only- biological superpower.“*¹⁷⁸

Das war umso bedenklicher, als viele Forscher, Alibek eingeschlossen, einen bewaffneten Konflikt der Supermächte für unausweichlich hielten und ernsthaft auf einen Krieg hin arbeiteten.¹⁷⁹

Vergleichbar den Vorwürfen im Needham-Report zum Einsatz von Biowaffen der USA in Korea tauchten Ende der 1970er Jahre Vorwürfe auf, sowjetische Biokampfstoffe seien in Indochina gegen das Volk der Hmong eingesetzt worden. Es wurde von einem gelben Regen berichtet. Auch diese Vorhaltungen, diesmal vom Westen propagandistisch genutzt, konnten nicht bestätigt werden. Gelbe Punkte auf Blättern und Steinen stellten sich als unschädliche Fäkalien einer Bienenart heraus.¹⁸⁰

1979 kam es in der Umgebung der russischen Stadt Sverdlovsk (heute Jekaterinburg, etwa 1.2 Mill. Einwohner) zu einem Ausbruch von Lungenanthrax bei Menschen und Vieh. Matthew Meselson, der Ehemann von Guillemin, prüfte die Informationen seit 1980. Dem Verdacht, es handele sich um einen Unfall mit illegalen Biowaffen, begegnete man mit der Auskunft, es sei eine Seuche, die sich durch die Verfütterung von kontaminiertem Knochenmehl verbreitet habe. Die erkrankten Menschen hätten Fleisch von kranken Tieren gegessen.¹⁸¹ 1992, nach dem Ende der UDSSR, war es Meselson zusammen mit russischen Forschern möglich, die Vorfälle vor Ort zu recherchieren. Zwei Pathologen, Dr. Faina Abramova und Dr. Lev Grinberg, hatten Gewebematerial von Autopsien vor dem Zugriff des KGB gerettet. Es stellte sich heraus, daß die Opfer nicht an gastrointestinalem, sondern Lungenanthrax gestorben waren.¹⁸² Hinweise der russischen Ärzte, sowie Alibeks¹⁸³ und das Studium epidemiologischer Karten ergaben schließlich, daß am 2. April 1979 von der militärischen Anlage "Lager 19" aus eine Aerosolemission stattgefunden hatte. Das war ein schwerer Unfall.¹⁸⁴

¹⁷⁴ Guillemin (2005) p.131-147

¹⁷⁵ Guillemin (2005) p.136

¹⁷⁶ Alibek (1999) p.149f

¹⁷⁷ Alibek (1999) p. 6-8; p.87-89; p.97f et passim

¹⁷⁸ Alibek (1999) p.106f

¹⁷⁹ Alibek (1999) p.89

¹⁸⁰ Guillemin (2005) p.138f

¹⁸¹ Guillemin (2005) p.142; Jones (2010) p.228ff

¹⁸² Guillemin (2005) p.142

¹⁸³ Alibek (1999) p.70-83

¹⁸⁴ Guillemin (2005) p.142; Meselson, M.; Guillemin, J.; Hugh-Jones, M.; Langmuir, A.; Popova, I.; Shelokov, A.; Yampolskaya, O.: The Sverdlovsk Anthrax Outbreak of 1979; in: Science (266 no. 5188) 1994 p.1202-1208;

Im Mai 1992 gab Boris Yeltzin, damals Präsident der Russischen Föderation, bekannt, das Militär sei für den Unfall verantwortlich.¹⁸⁵ Aus der Katastrophe ergaben sich neue medizinische Erkenntnisse zur pneumonalen Anthraxinfektion. Bislang glaubte man, gestützt auf die japanischen Menschenversuche, die Krankheit habe eine sehr kurze Inkubationszeit, etwa 2-5 Tage, und der Tod trete nach Ausbruch sehr schnell ein.

*"In Sverdlovsk, the fact that a small number of people became symptomatic /p./ weeks after exposure suggested another model, namely, that the anthrax spore in some case can remain dormant in the human lung for some time, as long perhaps as six weeks, after which it might germinate and cause a fatal infection. During the Svertlovsk outbreak, once symptoms began (wheter two days or six weeks after exposure), death usually did occur two or three days later. Prompt administration of antibiotics could prevent death; Soviet physicians reckoned that they saved fifteen patients this way in 1979, although missing medical records make full case details impossible to confirm."*¹⁸⁶

Es stellte sich auch heraus, daß ältere Menschen sich anfälliger zeigten als jüngere.¹⁸⁷ Die "Neue Züricher Zeitung" (NZZ) berichtet in ihrer Online-Ausgabe vom 28. Mai 2015 von einem Zwischenfall in den USA. Im März 2014 wurde in der Militäranlage "Dugway Proving Ground" im US Bundesstaat Utah eine Probe von Anthraxerregern -wahrscheinlich Sporen-radioaktiv bestrahlt, um den Erreger zu neutralisieren. Die vermeintlich abgetötete Probe wurde in neun Teile aufgeteilt und an verschiedene Laboratorien in den USA und an eines in Südkorea geschickt. Zumindest eine Probe war nicht inaktiviert. Ein Labor im Bundestaat Maryland meldete den Behörden, es seien dort aus einer der Proben vitale Erreger kultiviert worden. Das läßt vermuten, daß auch aus den übrigen Proben vitale Erreger kultiviert werden können.

VI. Bioterrorismus

Konventionelle, zwischenstaatliche Kriege haben im 20. Jahrhundert in einem schrecklichen Ausmaß zivile Opfer gefordert. Einen Krieg ohne Kriegsverbrechen im Sinne der Genfer Konvention zum Schutz der Zivilbevölkerung von 1950 hat es wahrscheinlich nie gegeben. Dennoch sind der rein militärischen Logik in der Umsetzung Grenzen gesetzt. Der Einsatz neuer Waffen, der große Teile der gegnerischen Bevölkerung bedroht, kann extreme Gegenmaßnahmen hervorrufen. Eine uferlose Eskalation kann größere Teile des jeweiligen Territoriums auf Jahre verseuchen und wirtschaftlich unbrauchbar machen. Ein massenhafter, strategisch entscheidender Einsatz von Anthraxaerosolen hätte nicht absehbare unmittelbare und langfristige Folgen. Die Gefahr einer unkontrollierten Eskalation macht auch den taktischen Einsatz von Biowaffen eher unwahrscheinlich. Doch diese Form der Kriegsführung scheint in den letzten Jahrzehnten eher selten zu werden. Herfried Münkler stellt fest:

"Der klassische Staatenkrieg, der die Szenarien des Kalten Krieges noch weithin geprägt hat, scheint zu einem historischen Auslaufmodell geworden zu sein; die Staaten haben als die faktischen Monopolisten des Krieges abgedankt, und an ihre Stelle treten immer häufiger parastaatliche, teilweise sogar private Akteure - von lokalen Warlords und Guerillagruppen

Abramova, F.A.; Grinberg, L.M.; Yampolskya, O.V.; und Walker, D.H.: Pathology of Inhalational Anthrax from the Sverdlovsk Outbreak in 1979; in: Proceedings of the National Academy of Sciences (90) 1993 p.2291-2293

¹⁸⁵ Guillemin (2005) p.143

¹⁸⁶ Guillemin (2005) p.142f

¹⁸⁷ Guillemin (2005) p.143

*über weltweit operierende Söldnerfirmen bis zu internationalen Terrornetzwerken - , für die der Krieg zu einem dauerhaften Betätigungsfeld geworden ist."*¹⁸⁸

Der Zusammenbruch der Sowjetunion und die Auflösung des Warschauer Pakts bedeutete das Ende der bipolaren Welt. Die USA blieben als stärkste Militärmacht übrig, die in einem konventionellen Krieg nicht besiegt werden kann. Die "neuen" Kriege¹⁸⁹ sind nach Münkler durch eine asymmetrische Konstellation gekennzeichnet. Die kolonialen Befreiungskriege des 20. Jahrhunderts waren in der Regel asymmetrische Kriege. Der übermächtige Gegner konnte nicht im konventionellen Krieg militärisch besiegt werden. Diese Partisanenkriege waren Abnutzungskriege. Partisanen müssen nicht militärisch siegen, sie müssen

*"nur ein unaustilgbares Bedrohungspotential aufrechterhalten, um erfolgreich zu sein."*¹⁹⁰

Verluste an Menschen und Material, die wirtschaftlichen Folgen, die Unmöglichkeit einer Befriedung bewegen die Kolonial- oder Besatzungsmacht schließlich zum Rückzug. Ist der Partisanenkrieg eher eine defensive Form der asymmetrischen Kriegsführung, so

*"stellt der Terrorismus die offensive Form der strategischen Asymmetrisierung von Gewaltanwendung dar."*¹⁹¹

In den antikolonialen Befreiungskämpfen war der Terrorismus ein taktischer Bestandteil des Partisanenkriegs.¹⁹² Am Beispiel der Terroristen der deutschen RAF zeigt sich die Tragfähigkeit von Münklers Theorie. Sie folgten der moralistisch-rigoristischen Wahnidee, Initiatoren eines späteren Guerillakampfs zu sein, der breitere Bevölkerungsteile ansprechen sollte. Die Auswahl der Opfer und das Ausmaß des Schadens ihrer Terrorakte blieben dementsprechend begrenzt. Es durften keine potentiellen Anhänger zu Schaden kommen. Auch die rigoristische Legitimationsideologie, die zur Selbstdefinition der Gruppe gehörte, setzte bei aller Realitätsverzerrung Handlungsgrenzen.¹⁹³ Diese *"Selbstbegrenzung terroristischer Gewalt"* besteht nicht mehr in jedem Fall.

*"Zwei Entwicklungen haben diese Selbstbegrenzung terroristischer Gewalt aufgebrochen: die Internationalisierung des Terrorismus, die bereits in den sechziger Jahren einsetzte, aber erst in den neunziger Jahren ihre ganze Wirkung entfaltete, sowie das Eindringen religiös-fundamentalistischer Motive in die Antriebs- und Rechtfertigungsstrukturen terroristischer Gruppen."*¹⁹⁴

So gerät der Terrorismus in eine "Eskalationsspirale". Die Internationalisierung des Terrorismus zeigt sich laut Münkler an den Flugzeugentführungen palästinensischer Gruppen, der Entführung der Lufthansamaschine "Landshut" 1977 und dem Auftreten des Terroristen "Carlos", dem Venezuelaner Ilich Ramirez Sánchez. Carlos war sozusagen ein Topmanager und selbständiger Unternehmer auf dem Parkett des globalisierten Terrorismus. Bei seinem Geschäftspartner Johannes Weinrich wurde schon durch Habitus und äußeres Erscheinungsbild die Entideologisierung und Kommerzialisierung des Terrors deutlich. Terror ist nicht mehr ein

¹⁸⁸ Münkler, Herfried: Die neuen Kriege. Hamburg 2002 hier nach der Ausgabe der Büchergilde Gutenberg (2003) p.7

¹⁸⁹ Münkler sieht klar, daß die Kriege nicht wirklich neu sind, sondern durchaus Parallelen zu den Formen des Kriegsunternehmens zur Zeit des Dreißigjährigen Kriegs bestehen. Münkler (2003) p.75ff

¹⁹⁰ Münkler (2003) p.55

¹⁹¹ Münkler (2003) p.54

¹⁹² Münkler (2003) p.183

¹⁹³ So auch Münkler (2003) p.183 in anderem Zusammenhang.

¹⁹⁴ Münkler (2003) p.184

taktisches Mittel, sondern wird "zu einer selbständigen politisch-militärischen Strategie." Der religiöse Fundamentalismus führt zu einer weiteren Entgrenzung der Gewalt.

*"Die Annahme einer politisch-ideologisch gesteuerten Selbstbegrenzung terroristischer Gewalt gilt offenbar nur für sozialrevolutionäre und ethnisch-nationalistische Gruppen uneingeschränkt. Einer deutlich ausgeweiteten und nicht länger auf die Träger politischer Macht begrenzten Feinddefinition entspricht beim religiösen Terrorismus, der keineswegs nur aus islamischen Wurzeln wächst und auch auf der Grundlage christlicher oder jüdischer Fundamentalismen gedeihen kann, eine starke Diffusität des zu interessierenden Dritten. So forderten schon lange vor dem 11. September die Anschläge fundamentalistisch motivierter Terrorgruppen deutlich mehr Opfer als die des sozialrevolutionären oder ethnisch-nationalistischen Terrorismus. Ein religiös-fundamentalistischer Terrorismus wendet sich an keinen Dritten, allenfalls will er durch seine Aktionen diesen Dritten erst hervorbringen. Obendrein kann er zur Legitimation der angewandten Gewalt auf millenarische oder apo-/p./kalyptische Vorstellungen zurückgreifen, in denen die Beschränktheit aller säkularen Zwecksetzungen aufgesprengt ist. Im Kampf gegen das schlechthin Böse kann auf einzelne, womöglich unschuldige Opfer keine Rücksicht genommen werden. Beispiele dafür sind die Giftgasanschläge der japanischen Aum-Sekte auf die Tokioter U-Bahn, das Bombenattentat auf das Verwaltungsgebäude in Oklahoma City, die Anschläge auf die amerikanischen Botschaften in Nairobi und Daressalam, sowie schließlich die verheerenden Attacken auf das New Yorker World Trade Center."*¹⁹⁵

In dieser politischen Konstellation ist der Einsatz von chemischen und biologischen Kampfstoffen durchaus denkbar, wie das Beispiel der Aum-Sekte zeigt. Mitglieder der millenarischen Vereinigung zur Rettung Japans hatten z.T. eine wissenschaftliche Ausbildung. Der Sarinangriff in der U Bahn von Tokyo forderte mindestens 12 Menschenleben, und 500 Personen mußten medizinisch behandelt werden. Es war nicht der erste Versuch der Gruppe chemische und biologische Stoffe gegen Menschen einzusetzen.¹⁹⁶ Im Januar 2018 wurde laut Pressemeldungen das letzte Gerichtsverfahren in der Sache abgeschlossen. Anfang Juli 2018 wurden der Sektenführer Shoko Asahara, mit bürgerlichem Namen Chizuo Matsumata, und sechs seiner Anhänger hingerichtet. Sechs weitere Mitglieder starben am 26.7. 2018 durch den Strang.

Mehta betont die Schwierigkeit, die bislang komplizierteste Form eines asymmetrischen Krieges zu führen, den Krieg gegen eine Terrororganisation ohne nationale Grenzen und ohne eigenes Territorium.¹⁹⁷ Ein Angriff mit biologischen Waffen liegt durchaus in der Logik international tätiger Terrororganisationen.

*"As a result, the threat of biological weapons is much more potent from a terrorist organisation. Terrorists have used conventional weapons to intimidate countries and individuals throughout history, but biological weapons offer an even more appealing option. They can achieve a much higher casualty rate over a much larger area; their efficacy can last weeks rather than the duration of a single attack; they are often harder to detect and easier to hide; they can be disseminated without the victims' even knowing that they have been exposed until it is too late; and they are an even more powerful method of intimidation. Furthermore, even a small attack, like the mail attacks of 2001, can cause considerable widespread panic, and that, in and on itself, may be the goal of the attacker."*¹⁹⁸

¹⁹⁵ Münkler (2003) p.184f

¹⁹⁶ Garrett (2017) p.3^1-33

¹⁹⁷ Mehta (2005) p.161

¹⁹⁸ Mehta (2005) p.161

Es sei, so Mehta, durchaus denkbar, daß eine gut organisierte Terrorgruppe entlassene Mitarbeiter der ehemaligen russischen Organisation Biopreparat kontaktiert, um Expertenwissen, technische Einrichtungen oder die Erreger selbst zu kaufen. Ebenso leicht ist es für Fachleute, Anthraxsporen aus dem Boden zu isolieren und im Labor weiter zu züchten.¹⁹⁹ Zum Glück beginnen dann einige Schwierigkeiten. Um gefährliches, waffenfähiges Anthrax herzustellen, bedarf es Experten, die mit der Arbeit vertraut sind, komplizierte technische Einrichtungen und hohe Sicherheitsvorkehrungen im Labor, um sich nicht selbst zu gefährden. Ein effektiver Einsatz kommt nur in der Sporenform in Frage, da der Erreger in der vegetativen Form sehr empfindlich ist. In nasser Aerosollösung bilden sich zu große Tropfen, die sich schnell absetzen und der Verbreitung Grenzen setzen. Es würde zwar der Boden kontaminiert, aber die unmittelbar tödliche Wirkung durch Inhalation wäre räumlich stark eingeschränkt. Man muß ein Aerosol mit trockenem Pulver herstellen. Die flüssige Kultur muß zunächst in einem Fermenter unter Nahrungsentzug in die Sporenform überführt werden. Diese liegt dann in einer klebrigen, nassen, konsistenten Form vor. Es folgt ein komplizierter Trocknungsprozeß. Nach dem Trocknen liegen die Sporen in einem festen Block vor, der in Partikel von 1µm gemahlen werden muß. Diese haben eine Oberflächenspannung, wodurch die Verklumpung der Partikel bewirkt wird. Diese Spannung muß durch Chemikalien neutralisiert werden, um das Aerosol herzustellen.²⁰⁰ Die Entwicklungskosten für die Herstellung von waffenfähigem Anthrax, so Mehta, sind hoch (mehr als 1 Mill. US\$), aber nicht außerhalb der Möglichkeiten einer gut organisierten Terrorgruppe.²⁰¹ Die von Mehta angesprochene Internationalisierung und Entterritorialisierung des Terrorismus kann komplementär zur aktuellen Militärstrategie der USA gesehen werden. Münkler betont in diesem Zusammenhang:

*"Indem sich das US-Imperium von der Beherrschung des Territoriums auf die Kontrolle von Strömen (des Kapitals und der Informationen, der Waren und Dienstleistungen) verlegte, indem es darauf verzichtete, den Raum am Boden zu beherrschen, weil es ihn viel effektiver und kostengünstiger aus der Luft beziehungsweise dem Weltraum kontrollieren kann, haben die klassischen Formen des Partisanenkrieges als Instrument zur Erhöhung der imperialen Beherrschungskosten viel von ihrer Wirksamkeit eingebüßt."*²⁰²

Ziel ist es, durch Beherrschung des Weltraums und unhintergehbare technologische Überlegenheit Kriege quasi ohne unmittelbare Feindberührung durch Bewegungsprotokolle und Drohneneinsatz zu führen.²⁰³ Dies ist nur möglich durch die algorithmierte, technische Auswertung von Massendaten. Hier geht es keineswegs nur um Mobilfunkdaten potentieller Terroristen, sondern auch um systematische Industriespionage bei Freund und Feind, um Lücken in der technologischen Überlegenheit zu vermeiden. Es zeugt von der erschütternden Beschränktheit des größten Teils unserer Politiker und von einem völlig verzerrten öffentlichen Diskurs die jüngst durch Edward Snowden bekannt gewordenen Ausspähaktionen us-amerikanischer und britischer Geheimdienste (Sommer 2013) nicht in diesem Zusammenhang zu sehen. Von politischer Seite wird in dieser Angelegenheit meist der individuelle Datenschutz der Bürger gefordert. Dies ist angesichts der hemmungslosen Preisgabe persönlicher Daten der postdemokratischen Massenbevölkerung im Internet und privat erhobenen Massendaten von Kaufhausketten zur Erstellung von Kundenprofilen von anrührender Naivität. Auch diese Daten werden öffentlich gehandelt und sind jeder interessierten Seite zugänglich. Die territoriale Entgrenzung terroristischer Organisationen muß in diesem Kontext verstanden werden. Auch

¹⁹⁹ Mehta (2005) p.162

²⁰⁰ Die Darstellung folgt Mehta (2005) p.162-165

²⁰¹ Mehta (2005) p.165

²⁰² Münkler, Herfried: Imperien. Die Logik der Weltherrschaft - vom Alten Rom bis zu den Vereinigten Staaten. Berlin 2005 hier nach der Ausgabe Köln 2013 p.182

²⁰³ Münkler (2013) p.186

militärisch relevante Daten werden zum Teil durch private Organisationen erhoben. Ob angesichts dieser Sachlage schwere Terrorakte auch unter Einsatz biologischer Waffen lückenlos vermieden werden können, muß die Zukunft zeigen. Abgesehen vom Einsatz spektakulärer Massenkills eröffnet die Logik des asymmetrischen Abnutzungskampfs unter den veränderten Bedingungen auch die Möglichkeit nicht unmittelbar tödliche Erreger, sowie reine Viehseuchen und Pflanzenschädlinge auszubringen. So können große volkswirtschaftliche Schäden und Massenpanik verursacht werden. Ein solcher Angriff würde erst entdeckt, wenn bereits großer Schaden entstanden ist. Zudem würde der Nachweis eines terroristischen Hintergrunds einen erheblichen Forschungsaufwand erfordern, da es sich auch um natürliche Seuchen handeln könnte.

In Anbetracht der Gefährlichkeit einiger waffenfähiger Erreger besteht eine Tendenz, brisante Forschungsergebnisse nicht mehr der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Selbst die "*American Society for Microbiology*" appelliert an Forscher, Informationen im Interesse der nationalen Sicherheit zurückzuhalten.²⁰⁴ Es könnte sich zeigen, daß dieser Appell angesichts der Möglichkeiten moderner Cyberattacken ein frommer Wunsch bleibt.

²⁰⁴ Kehoe, Katleen: Information Resources on Bioterrorism. in: Zubey et al. (2005) p.327-336 hier p.335