

Ausbruchmanagement

Nicht indiziert.

Meldepflicht

Keine.

Weiterführende Informationen**Referenzzentren / Expertenlaboratorien**

- Konsiliarlaboratorium für anaerobe gramnegative Stäbchen, Abteilung für Medizinische Mikrobiologie, Hygieneinstitut Universität Tübingen, Silcherstr. 7, 72076 Tübingen (Herr Prof. Dr. I. B. Authenrieth, Frau Priv. Doz. Dr. med. Schumacher)

Schlüsselliteratur

1. Baron EJ, Summanen P, Downes J, Roberts MC, Wexler H, Finegold SM (1989) *Bilophila wadsworthia*, gen. nov. and sp. nov., a unique Gram-negative anaerobic rod re-

covered from appendicitis specimens and human faeces. *J Gen Microbiol* 135:3405–3411

2. Bennion RS, Baron EJ, Thompson J, Downes J, Summanen P, Finegold SM (1990) The bacteriology of gangrenous and perforated appendicitis – revisited. *Ann Surg* 211:165–171
3. Claros MC, Schuller A, Laue H, Schumacher U, Jacob M, Adler B, Hunt Gerardo S, Goldstein EJC, Rodloff A (2000) Charakterisierung von Stämmen der Spezies *Bilophila wadsworthia*. *Mikrobiologie* 10:163–168
4. Finegold SM, Summanen P, Gerardo SH, Baron EJ (1992) Clinical importance of *Bilophila wadsworthia*. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 11:1058–1063
5. Summanen P, Wexler H, Finegold SM (1992) Antimicrobial susceptibility testing of *Bilophila wadsworthia* by using triphenyltetrazolium chloride to facilitate endpoint determination. *Antimicrob Agents Chemother* 36:1658–1664

Bioterrorismus, infektiologische Aspekte

E.-J FINKE, D FRANGOULIDIS, H. TOMASO

„Alles, was sich als Waffe nutzen lässt, wird auch als Waffe verwendet.“

Stanislaw Lem 1921

Infektionskrankheiten sind ständige Begleiter und gefürchtete Geißeln der Menschheit. Pest und Pocken versetzen als todbringende Seuchen die Menschen nicht erst seit dem Altertum in Schrecken (lat.: terror). Archaische Ängste und eine hohe Medienaufmerksamkeit sorgen mitunter bis in die Gegenwart noch für Panik und irrationale Reaktionen, wie die Massenflucht während eines ungewöhnlichen Lungenpestausbruchs in Surat im Herbst 1994 und daraus resultierende drastische Flug- und Handelsbeschränkungen mit Indien beweisen.

Epidemien haben in der Vergangenheit viele Kriege entscheidend beeinflusst und nicht selten die Eroberung und Besiedlung neuer Territorien begünstigt. So soll im Jahre 1346 ein Pestausbruch in dem von Tartaren belagerten Kaffa auf der Halbinsel Krim die Verteidiger zur Übergabe ihrer Stadt gezwungen haben. Pizarro konnte das Inkareich vermutlich nur deshalb erobern, weil eingeschleppte Infektionskrankheiten auf eine immunologisch naive Bevölkerung trafen und diese so dezimierten, dass kein nennenswerter Widerstand mehr möglich war.

Die biologische Bedrohung

Nur wenige Jahrzehnte nach ihrer Entdeckung wurde das militärische Potenzial von Mikroorganismen erkannt. In einigen europäischen Ländern, den USA und Japan begann man nach dem 1. Weltkrieg, verschiedene Mikroorganismen und Toxine systematisch

auf ihre militärische Nutzbarkeit hin zu untersuchen. Nach dem Ende des 2. Weltkriegs wurde bekannt, dass Angehörige der japanischen Unit 731 in der besetzten Mandschurei die Wirkung verschiedener Krankheitserreger (u. a. Pest-, Typhus-, Rotz- und Cholerabakterien) an Menschen getestet und durch Luftangriffe mit infizierten Flöhen Pestepidemien unter der chinesischen Zivilbevölkerung verursacht hatten. Als Ergebnis ihrer geheimen B-Waffenprogramme haben nach 1945 einige Staaten im Verlaufe des Kalten Krieges unterschiedliche Arten biologischer (B-) Kampfstoffe produziert und als biologische (B-) Waffen (syn.: B-Kampfmittel) munitioniert. Bis zum Anfang der Siebzigerjahre war eine heute als „Dirty Dozen“ bekannte Palette von Toxinen und Krankheitserregern identifiziert worden, die aufgrund von Labor- und Freilandversuchen als B-Kampfstoffe für Aerosoleinsätze gegen operativ-taktische und strategische Ziele geeignet erschienen (► Tab. 1). Welche medizinischen Folgen ein großflächiger B-Aerosol-Luftangriff mit 50 kg Milzbrandsporen auf ein Ballungszentrum gehabt hätte, wurde durch eine Expertenkommission der WHO 1970 mathematisch modelliert. Danach wären in einer Großstadt mit 500.000 ungeschützten Einwohnern bis zu 125.000 Personen erkrankt und 95.000 der Patienten verstorben. Seitdem betrachtet man biologische Waffen auch als Massenvernichtungsmittel. Um sie zu bannen, wurde 1974 das Übereinkommen zum Verbot der Entwicklung, Herstellung und Lagerung biologischer und Toxinwaffen sowie ihre Vernichtung (=B-Waffen-Übereinkommen) abgeschlossen.

Leider verhinderte es in der Folgezeit nicht, dass diese Kampfmittel insgeheim entwickelt und hergestellt wurden, wie die Offenlegung des irakischen B-Waffenpotenzials Anfang der Neunzigerjahre beweist. Seitdem wuchs die Sorge, dass nicht nur Regierungen,

sondern auch staatlich unterstützte oder unabhängig agierende Terroristen, Gruppen der organisierten Kriminalität und Einzeltäter in den Besitz von B-Kampfmitteln gelangen könnten. Experten nehmen an, dass bei ausreichendem naturwissenschaftlichem, medizinischem und biotechnischem Sachverstand biologische Kampfstoffe relativ billig, einfach und ohne Aufsehen mit derzeit verfügbaren „dualen“ Technologien hergestellt und mit handelsüblicher Technik auf unterschiedliche Weise ausgebracht werden könnten. Für eine biologische Kriegsführung oder bioterroristische Anschläge potenziell nutzbare Krankheitserreger und Toxine, sogenannte „kritische“ oder „biologische (B-) Agenzien“, sind durchaus verfügbar, da sie in vielen Ländern natürlich vorkommen.

Spätestens seit den Terrorakten vom 11. September 2001 und den Anschlägen mit Anthraxsporen kontaminierten Briefen in den USA sowie durch die Milzbrandfehlalarme in Deutschland werden biologische Bedrohungen auch hierzulande stärker wahrgenommen. Dazu trugen nicht zuletzt Medienkampagnen bei, die eine stark verunsicherte Öffentlichkeit über mögliche biologische Risiken und Gefährdungen aufzuklären suchten. Aufgefordert durch die Europäische Kommission und die WHO wurde der Schutz der Bevölkerung vor biologischen Gefahren verstärkt, indem u. a. das Zentrum für biologische Sicherheit am Robert-Koch-Institut und entsprechende regionale Kompetenzzentren eingerichtet und ein nationaler Pockenalarmplan erarbeitet wurden. Spezielle Aus- und Fortbildungsangebote dienen dazu, Rettungs- und Ordnungskräfte, Angehörige des öffentlichen Gesundheitsdienstes und das ambulant und stationär tätige medizinische Personal auf mögliche biologische Schadensszenarien vorzubereiten, die Folge von biologischem (Bio- oder B-) Terrorismus sind.

Gewöhnlich wird als Bioterrorismus eine Drohung mit oder der Einsatz von biologischen Kampfmitteln, biologischen Kampfstoffen und vergleichbaren Substanzen durch Staaten, Gruppen oder Einzelpersonen aus politischen, militärischen, religiösen, ökonomischen oder anderen Beweggründen bezeichnet. Angedrohte oder tatsächlich erfolgte bioterroristische Anschläge zielen darauf ab, physische und psychische Schäden auszulösen, Bevölkerungsgruppen in Angst und Panik zu versetzen und zu demoralisieren, eine Gesellschaft wirtschaftlich zu schwächen, politisch zu destabilisieren oder sogar zu paralisieren.

Die größte Gefährdung würde dabei von einer Anwendung biologischer Waffen ausgehen, d. h. von Kombinationen aus biologischen (B-) Kampfstoffen und speziellen technischen Einsatzmitteln, die für militärische Ziele bestimmt sind.

Biologische Kampfstoffe

Biologische Kampfstoffe sind zu nicht friedlichen Zwecken produzierte vermehrungsfähige Organismen und physiologisch aktive Stoffe, die den Tod, eine vorübergehende Handlungsunfähigkeit oder eine dauerhafte Schädigung des Menschen verursachen können.

Über 30 Arten und Typen von Krankheitserregern und Toxinen gelten nach Ansicht internationaler Expertengremien und der Centers for Disease Control and Prevention (CDC) in Atlanta als potenzielle B-Kampfstoffe. Einige der Agenzien sind aus bisher offengelegten B-Waffen-Programmen bekannt, wurden schon einmal waffenfähig gemacht oder bei terroristischen bzw. kriminellen Aktionen eingesetzt. Es handelt sich dabei um besonders wirksame mikrobielle, pflanzliche oder tierische Toxine und hoch virulente Stämme einiger natürlich vorkommender, human- und tierpathogener Bakterien-, Viren- und Pilzarten. Diese können relativ leicht vermehrt und stabilisiert („munitioniert“) werden, sind besonders umweltresistent und bleiben dadurch in Aerosolform in der Luft für mehrere Stunden biologisch aktiv (► Tab. 1). Die Mehrzahl der hier aufgeführten Mikroorganismen gehört den Risikogruppen 3 oder 4 an. Es sind Erreger gefährlicher, d. h. lebensbedrohender und/oder von Mensch zu Mensch übertragbarer Zoonosen, die in Deutschland normalerweise nicht oder sehr selten auftreten. Infektionen mit den meisten dieser Krankheitserreger verlaufen überwiegend klinisch manifest und weisen unbehandelt eine schlechte Prognose und hohe Letalität auf. Da es kaum ausreichend effiziente standardisierte Nachweisverfahren bzw. zertifizierte kommerzielle Tests gibt, ist eine Diagnostik nur in wenigen spezialisierten Referenz-, Konsiliar- und Expertenlaboratorien der Schutzstufen 3 oder 4 möglich. Wirksame Mittel zur kausalen Therapie und zur Immun- sowie Chemoprophylaxe sind entweder nicht oder nur begrenzt verfügbar. Außerdem könnten sie, wie im Pockenfall, erst bei Eintreten eines biologischen Schadensereignisses freigegeben werden. Aufgrund des hohen epidemischen Potenzials und der fehlenden oder mangelhaften Immunität der gefährdeten Bevölkerung sind schwerwiegende Auswirkungen auf Leben und Gesundheit sowie auf das soziale Gefüge (Panik, Kollaps des öffentlichen Gesundheitswesens) zu befürchten.

Außer den in ► Tab. 1 aufgelisteten Agenzien sind in Zukunft auch neu auftauchende Krankheitserreger (z. B. Hantaviren, Hendra-Virus, Nipah-Virus, hoch pathogene aviäre Influenza A-Viren, SARS-Coronaviren), gentechnisch veränderte Toxine und Organismen mit modifiziertem Phänotyp, gesteigerter Virulenz, Multiresistenz und Tenazität sowie Bioregulatoren einzukalkulieren. Geeignete Erreger könnten entweder aus den natürlichen Verbreitungsgebieten

Tabelle 1
Spektrum möglicher übertragbarer B-Agenzien entsprechend internationaler Bedrohungsanalysen und der Kategorisierung der Centers for Disease Control and Prevention in Atlanta, USA

B-Agens	Krankheitsbild	Früherer B-Kampfstoff?	Gelistetes Agens	CDC-Kategorie	Expositionstyp	Mensch-Übertragbarkeit
<i>Bacillus anthracis</i> (Sporen)***	Anthrax**	+	+	A	Ae, K	wenig wahrscheinlich
<i>Clostridium botulinum</i> Neurotoxine*** (Botulinumtoxine)	Botulismus*	+	+	A	Ae, K	nein
<i>Yersinia pestis</i> ***	Pest*	+	+	A	Ae, K, V	Lungenpest: hoch
Varia major Virus	Pocken*	+	+	A	Ae, (K)	hoch
<i>Francisella tularensis</i> ssp. <i>tularensis</i>	Tularämie**	+	+	A	Ae, K	nein
Filoviren (Ebola- und Marburg-Virus)	häorrhagisches Fieber*	+	+	A	Ae	mäßig
Arenaviren (Lassa-, Machupo-, Junin- u. Sabia-Virus)	häorrhagisches Fieber*	+	+	A	Ae, K	mäßig
<i>Brucella</i> -Spezies (<i>melitensis</i> , <i>suis</i> , <i>abortus</i>)	Brucellose**	+	+	B	Ae, K	nein
<i>Burkholderia mallei</i>	Rotz*	+	+	B	Ae, K	gering
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	Melioidose*	+	+	B	Ae, K	wenig wahrscheinlich
<i>Chlamydia psittaci</i>	Ornithose**	+	+	B	Ae, K	wenig wahrscheinlich
<i>Coxiella burnetii</i>	Q-Fieber**	+	+	B	Ae, K	wenig wahrscheinlich
<i>Rickettsia prowazeki</i>	epidemisches Fleckfieber*	+	+	B	Ae, K, T	nein
<i>Rickettsia rickettsii</i>	Felsengebirgsfieber**	+	+	A	Ae, V, T	nein
<i>Rickettsia typhi</i>	Murines Fleckfieber**	+	+	A	Ae, V	nein
<i>Orientia tsutsugamushi</i>	Tsutsugamushi-Fieber**	+	+	A	Ae	nein
<i>Salmonella</i> spp., *** <i>Shigella</i> spp., *** <i>Escherichia coli</i> O157	Salmonellose**, Typhus abdominalis**, Paratyphus**, Shigellose**, Gastroenteritis**	+	+	B	K	mäßig
<i>Vibrio cholerae</i> <i>Vibrio El Tor</i>	Cholera**	+	+	B	K	mäßig

▣ **Tabelle 1**
Fortsetzung

B-Agens	Krankheitsbild	Früherer B-Kampfstoff ²	Gelistetes Agens	CDC-Kategorie	Expositionform	Mensch-Mensch-Übertragbarkeit
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Cryptosporidiose**			B	K	gering
Alphaviren (VEE-, WEE-, EEE- Virus)	Venezolanische, Westliche, Östliche Pferdenzephalitiden**	+	+	B	Ae, V	nein
Bunyaviren (Hantaviren, Krim-Kongo Hämorrhagisches Fieber-, Rifttal-Fieber-Virus)	hämorrhagisches Fieber*, epidemische Nephropathie**, Hantavirus-Lungensyndrom*		+	C	Ae	hämorrhagisches Fieber: gering
Flaviviren (Zeckenzephalitis-Viren, Gelbfieber-, Dengue-, Japanisches Enzephalitis-, Omsker-Hämorrhagisches Fieber-, Kyasanur-Waldkrankheit-Virus)	Gelbfieber*, Denguefieber**, Japanische Enzephalitis*, hämorrhagisches Fieber*		+	C	Ae, K, T	wenig wahrscheinlich
<i>Francisella tularensis</i> ssp. <i>holarctica</i>	Tularämie**	+	+		Ae, K	nein
Nipah-Virus, Hendra-Virus	Enzephalomyelitis*			C	Ae	hoch
Influenza A-Viren	Influenza A**	+	+		Ae	nein
<i>Coccidioides immitis</i>	Coccidioidomykose**	+	+		Ae	nein
<i>Blastomyces dermatitidis</i>	Blastomykose*	+	+		Ae	nein
<i>Histoplasma capsulatum</i>	Histoplasmose*	+	+		Ae	nein
SARS-Coronavirus	Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS)*				Ae, K	hoch
<i>Legionella</i> spp.	Legionellose**				Ae	nein
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	Pseudotuberkulose**		+		Ae, K	nein

² Erreger oder Toxin wurde bereits einmal als „professioneller“ B-Kampfstoff entwickelt, produziert, munitioniert und/oder eingesetzt

Ae: aerogene Exposition als Kampfstoff-Aerosol

K: alimentäre oder kontaktive Exposition gegen infizierte Gewebe und Körperflüssigkeiten, kontaminierte Lebensmittel, Trinkwasser oder Gebrauchsgegenstände

T: transmissive Übertragung durch infizierte Vektoren

n. d.: nicht dokumentiert bzw. keine Angaben verfügbar

* hohe Letalität, wenn zu spät oder nicht behandelt

** geringe bis mittlere Letalität

der jeweiligen Infektionskrankheiten oder aus mikrobiologischen Laboratorien beschafft werden.

B-Kampfstoffe können grundsätzlich nativ oder entsprechend stabilisiert (z. B. mikroverkapselt) als Flüssigkeit (Suspension) oder Trockensubstanz (Lyophilisat) in eingesetzt werden. Als militärische Einsatzmittel kommen u. a. Raketen, Bomben und Granaten, Sprühtanks und Aerosol-Generatoren auf Luft-, Land- oder Wasserfahrzeugen in Betracht. Darüber hinaus gibt es in Medizin, Landwirtschaft, Fahrzeugtechnik oder Haushalten genügend geeignete Geräte, mit denen sich B-Kampfstoffe oder vergleichbare Biostoffe als lungengängige Aerosole (infektiöse Partikel oder Tröpfchen $< 5 \mu\text{m}$) oder in Form feinsten Tröpfchen in der Luft ausbringen ließen. Dazu gehören u. a. tragbare und mobile Sprüh- und Vernebelungsvorrichtungen sowie handelsübliche Zerstäuber. Diese Geräte könnten auch bei terroristischen Angriffen verwendet werden, wie die Erkenntnisse über die Aktivitäten der japanischen Aum Shinrikyo-Sekte 1995 andeuten. Außerdem lassen sich B-Agenzien über Trinkwassersysteme, Getränke, Lebens- und Genussmittel, Postsendungen, kontaminierte Bedarfsgegenstände, selbstkonstruierte Sprengsätze und infizierte Haus- und Nutztiere sowie deren Vektoren verbreiten. Im Zusammenhang mit der Pockenbedrohung Anfang 2003 wurde auch die Möglichkeit von Pockenausbrüchen durch Selbstmordattentate pockenkranker oder mit Pockenvirus kontaminierter Terroristen diskutiert.

Obwohl die meisten B-Agenzien als Aerosol hoch infektiös sind (aerogene Infektionsdosis: $< 10\text{--}100$ Organismen), werden nur wenige der resultierenden Krankheiten (u. a. Pocken, bestimmte virale hämorrhagische Fieber und Lungenpest) von Mensch zu Mensch durch Aerosol-, Tröpfchen- oder Kontaktinfektion übertragen. Im Falle bestimmter Erreger (u. a. Pest, epidemisches Fleckfieber) bestünde aber auch die Gefahr der sekundären transmissiven Übertragung durch infizierte Ektoparasiten.

Alle bisher bekannt gewordenen biologischen Drohungen und Anschläge mit terroristischem oder kriminellen Hintergrund zeigen, dass es nahezu unmöglich ist, rechtzeitig festzustellen, wer biologische Kampfstoffe besitzt oder anzuwenden gedenkt. Und selbst wenn man unmittelbar vor einer wahrscheinlichen biologischen Bedrohung stünde, ist nicht exakt vorauszusagen, von wem, gegen wen, wann und wo welches B-Agens in welcher Konzentration und auf welche Weise eingesetzt werden würde.

In geschlossenen Räumen können hohe Konzentrationen der Agenzien mit stationären Ausbringungssystemen (Aerosolgeneratoren, Zerstäuber) erreicht werden. Im Freien haben meteorologische und geografische Gegebenheiten großen Einfluss auf die Verbreitung des Aerosols und dessen jeweilige Konzentration.

Stärkerer Wind ($> 30 \text{ km/h}$) und Strömungseffekte im Bereich großer Gebäude können zu Wirbelbildung und damit inhomogener Verteilung der Partikel führen. Dadurch dürfte die Menge des B-Agens im gleichen Gebiet stark schwanken und zu unterschiedlich schweren Verläufen führen.

Aus infektiologischer und epidemiologischer Sicht sind folgende Aspekte beachtenswert: Biologische Anschläge werden höchstwahrscheinlich unangekündigt und verdeckt erfolgen und, solange es kein automatisches Monitoring mit einem zuverlässigen Echtzeit-Nachweis von B-Agenzien gibt, bis zum Auftreten signifikanter medizinischer Folgeschäden weitgehend unbemerkt bleiben. Einmal ausgebracht, wären selbst extrem hohe Erregerkonzentrationen mit den menschlichen Sinnen nicht erfassbar. Ein Einsatz infektiöser B-Agenzien über Aerosole oder die Nahrungskette würde somit eine nicht gewarte und folglich ungeschützte Zielpopulation sehr wirksam infizieren. Sofern „professionelle“ B-Kampfstoffe oder in Deutschland nicht natürlich vorhandene Erreger als B-Agenzien ausgebracht würden, träfen sie auf eine hoch empfängliche, d. h. „immunnaive“ Population, in der dann ein erheblicher Anteil der Exponierten erkranken dürfte. Nach Ablauf der minimalen Inkubationszeit würden sich ein oder mehrere Ausbrüche bzw. Epidemien mit variierender Intensität entwickeln, der weitere Epidemiewellen folgen könnten.

Im Falle von Erregern gefährlicher Infektionskrankheiten dürften nicht nur Infektionen durch Inhalation von B-Agenzien fulminant verlaufen, sondern auch nach oraler Aufnahme von massiv kontaminierten Nahrungsmitteln oder Trinkwasser. Ähnliche Ausbruchsgeschehen wären zu erwarten, wenn Erreger einheimischer Infektionskrankheiten (z. B. Salmonellen, Shigellosen) freigesetzt würden und keine oder nur eine partielle Immunität bestünde.

So haben Anhänger der Rajneshee-Sekte in The Dallas (US-Staat Ohio) im Jahre 1984 in einigen Restaurants der Stadt heimlich Salatbüffets mit *Salmonella typhimurium* kontaminiert, um eine Gemeindewahl zu beeinflussen. Dadurch kam es zu mehreren Salmonellose-Ausbrüchen. Insgesamt 751 Personen erkrankten, von denen 45 stationär behandelt werden mussten. 1995 verursachte ein Mitarbeiter eines Medizinischen Zentrums in Texas (USA) durch Gebäck, das er zuvor mit *Shigella dysenteriae* Typ 2 „beimpft“ hatte, bei zwölf seiner Kollegen eine Shiga-Ruhr. In beiden Fällen stammten die Bakterien übrigens aus den Laboren, in denen die Täter beschäftigt waren.

Biologische Szenarien

Durch die Vielzahl potenzieller B-Agenzien und Ausbringungsmöglichkeiten einerseits und die Heterogenität (Alter, Geschlecht, Immunität, Disposition) der gefährdeten Population andererseits ist das Spektrum

der biologischen Szenarien und der zu erwartenden Krankheiten sowie ihrer klinischen Verlaufsformen außerordentlich groß (▶ Tab. 2). Bei einer simultanen Infizierung größerer Personengruppen würden daher nicht alle Exponierten in gleichem Maße geschädigt werden. Je nachdem, wann und wie oft biologische Agenzien eingesetzt werden, kann eine variierende Zahl von Menschen entweder gleichzeitig oder zeitlich versetzt an demselben oder an unterschiedlichen Orten betroffen sein.

Bei biologischen Anschlägen kann das zu erwartende Schadenausmaß nur sehr schwer abgeschätzt werden. Ohne rechtzeitige Hinweise auf eine Bedrohung oder einen erfolgten Angriff sind biologische Agenzien in der Umwelt erst mit erheblicher Verzögerung festzustellen, wobei Chancen für einen erfolgreichen Nachweis aufgrund der biologischen und physikalischen Alterung vegetativer Bakterienformen und Viren unmittelbar nach einem Anschlag bzw. im Falle von Anthraxsporen auch noch Wochen später bestünden. Ein biologischer Wirkungsherd lässt sich daher anfangs kaum exakt lokalisieren und der Umfang der Kontamination nur mit enormem technischem und zeitlichem Aufwand bestimmen. Daraus resultiert die Gefahr, dass äußerlich kontaminierte oder schon infizierte Exponierte den Wirkungsherd ohne vorherige Dekontamination verlassen. Dabei könnten sie den Kampfstoff mit ihrer Kleidung weiter verbreiten und sekundäre Infektionen an anderen Orten auslösen.

Ein Einsatz von B-Kampfstoffaerosolen ist oft dadurch charakterisiert, dass die Erkrankungen gehäuft in der Windrichtung lokalisiert sein werden, die zum Zeitpunkt des Angriffs vorherrschte. Dies traf z. B. für einen ungewöhnlichen Milzbrandausbruch zu, der Anfang April 1979 durch einen havariebedingten Austritt von Anthraxsporen aus einer sowjetischen militärischen Forschungsstätte in Sverdlovsk (heutiges Jekatarinenburg) bedingt war. Ein Aerosol mit Sporen von *Bacillus anthracis* wurde damals offenbar mit dem Wind ca. 70 km weit bis in die Vororte der Stadt getragen. Hier erkrankten überwiegend Personen, die unmittelbar in der Nähe der Einrichtung arbeiteten bzw. in dem von der Aerosolwolke kontaminierten Stadtgebiet wohnten und dort besonders hohen Sporenmengen ausgesetzt waren. Aufgrund der Mobilität der Exponierten traten jedoch einige der Fälle auch in anderen Stadtteilen auf und in einigen benachbarten Dörfern wurden Anthraxausbrüche bei Nutztieren registriert. Somit muss die biologische Anschlagzone nicht unbedingt mit dem Ort eines Schadensereignisses identisch sein. Dadurch besteht allerdings die Gefahr, dass Krankheiten oder Epidemien regional oder überregional weiter verbreitet werden.

Im Falle einer gleichzeitigen Infizierung einer größeren Personengruppe durch B-Kampfstoff-Aerosole

■ Tabelle 2
Klinische Erscheinungsbilder von Erkrankungen durch ausgewählte biologische Agenzien

Gastrointestinales Syndrom	Cholera Virale hämorrhagische Fieber Shigellen-Ruhr Anthrax Typhus abdominalis Botulismus
Meningoenzephalitis und Enzephalopathie	Virale hämorrhagische Fieber Venezanische, Westliche, Östliche Equine Enzephalitis (VEE, WEE, EEE) Pocken Pest, Anthrax Q-Fieber, Brucellose, Tularämie
Sepsis	Anthrax Brucellose Pest Pocken Rotz, Melioidose Tularämie Virale hämorrhagische Fieber
Grippeartig	Alle B-Agenzien außer Botulinumtoxine
Fieber und Exantheme	Pest Pocken Virale hämorrhagische Fieber Q-Fieber Epidemisches Fleckfieber
Pharyngitis	Anthrax Botulismus Pest Pocken Tularämie Virale hämorrhagische Fieber
Pneumonie	Anthrax Botulismus Influenza Virale hämorrhagische Fieber Pest Q-Fieber Ornithose Tularämie
Fieber und Lymphadenopathie	Pest Tularämie Rotz Melioidose

wären erste Erkrankte nach Ablauf der für das jeweilige Agens typischen minimalen Inkubationszeit zu erwarten. Darauf würde die Zahl der Krankheitsverdächtigen in Analogie zu trinkwasserbedingten Ausbrüchen exponentiell in Form einer Explosivepidemie ansteigen. Hierbei kann es sowohl primär durch die

unmittelbare B-Exposition als auch sekundär durch Kontakt mit ansteckungsfähigen Patienten oder kontaminierten Objekten zu Krankheitsausbrüchen kommen. Die Inkubationszeit der jeweiligen Krankheiten hängt wesentlich von der Art, Virulenz, Menge und Ausbringung des Agens und dem Grad der Empfänglichkeit der bedrohten Population ab. Sie könnte bei einer Exposition gegen hoch virulente Stämme (z. B. *Y. pestis*, *B. anthracis*, *F. tularensis*) oder gegen massive Mengen eines Erregers und einer besonderen Disposition der Opfer stark verkürzt sein. Dadurch würden erste Symptome schon innerhalb von wenigen Stunden, statt wie gewöhnlich bei natürlicher Infektion, erst nach einigen Tagen einsetzen. In diesem Falle kann der weitere Krankheitsverlauf so schwer oder foudroyant sein, dass jegliche Hilfe zu spät kommen dürfte. Bei einer Sichtung der Geschädigten unmittelbar nach einem Anschlag hätten somit scheinbar leicht erkrankte Exponierte die schlechteste Prognose. Für einen Teil dieser Krankheitsverdächtigen wären daher noch im biologischen Wirkungsherd eine Notfallversorgung und ein rascher Abtransport zur stationären oder ambulanten Behandlung mit eventueller Isolierung erforderlich.

Im Gegensatz zu Bombenattentaten oder Anschlägen mit chemischen Agenzien und bestimmten Toxinen dürften allerdings die meisten Kranken und noch „gesunde“ Exponierte nach biologischen Angriffen nicht mehr im Wirkungsherd anzutreffen sein. Des Weiteren ist es möglich, dass die freigesetzten B-Agenzien gleichzeitig auf verschiedene Weise übertragen werden und sowohl bekannte als auch atypische klinische Manifestations- und Verlaufsformen bewirken können. So sind mehrere Formen einer Krankheit (z. B. Haut-, Darm- und Lungenmilzbrand oder Milzbrandseptikämie; pulmonale, typhöse, ulzeroglanduläre und oro-pharyngeale Tularämie) bei ein- und demselben Patienten nicht auszuschließen, wenn zum Beispiel in Aerosolform verbreitete B-Agenzien inhaliert, verschluckt oder über Wunden in den Organismus gelangten.

Wie ein biologisches Szenarium ablaufen könnte, veranschaulicht der schon erwähnte Anthraxausbruch in Sverdlovsk. Innerhalb von wenigen Wochen erkrankten 87 Personen an systemischem Milzbrand. Davon starben 68 Patienten an einer Kombination von akutem Atemnotsyndrom, Multiorganversagen und infektiös-toxischem Schock, die meisten schon innerhalb von 24–72 Stunden nach Auftreten erster influenzaähnlicher Symptome. Differenzialdiagnostisch wurde anfänglich an Lungenpest und Tularämie, später aber auch an Anthrax gedacht. Führende Spezialisten für gefährliche Infektionskrankheiten wurden sofort hinzugezogen, um die Ursachen des Geschehens aufzuklären. Wegen der ungewöhnlichen Klinik und Intensität des Ausbruchs wurde eigens ein Kran-

kenhaus evakuiert und nur für Patienten mit entsprechendem Krankheitsverdacht reserviert. Da primär eine Lungenpest nicht auszuschließen war, nutzte man Isolierstationen und entsprechende Barrieremaßnahmen. Fahrzeuge und Fahrer wurden ausschließlich für diese Patientengruppe bereit gehalten. Alle Ärzte der Region wurden informiert und angewiesen, jeden Patienten mit entsprechender Symptomatik nur in diese spezielle Klinik einzuweisen. Für die Verstorbenen wurde ein eigener Friedhof bestimmt. Nach einigen Tagen war *Bacillus anthracis* als Krankheitserreger durch nationale Expertenteams identifiziert und eine gezielte Therapie und Prophylaxe (aktive Impfungen, Penicillingabe) konnten begonnen werden. Durch die Zusammenführung aller Krankheitsverdächtigen und Kranken in einem Behandlungszentrum konnte ein guter Überblick über die mikrobiologischen, klinischen und epidemiologischen Besonderheiten dieses Milzbrandausbruchs, die Wirksamkeit der Antibiotika- und Serumtherapie bei den Patienten und der Immunprophylaxe sowie des persönlichen Infektionsschutzes beim medizinischen Personal gewonnen werden.

Erkennung biologischer Schadenereignisse

Es ist wenig wahrscheinlich, dass biologische Anschläge rechtzeitig als solche erkannt werden. In der Praxis wird man erst durch ungewöhnliche Krankheitsausbrüche und Epidemien in der Bevölkerung oder auch in Tierbeständen aufmerksam werden. Ein Ausbruch stellt ein gehäuftes Auftreten von zwei oder mehr Erkrankungs- oder Todesfällen in engem epidemiologischem Zusammenhang dar. Nicht selten bilden Ausbrüche die Anfangsphase von Epidemien. Ungewöhnlich sind Ausbrüche dann, wenn sie in ihren ökologischen, epidemiologischen, infektiologischen, pathophysiologischen und mikrobiologischen Merkmalen von der „Norm“ abweichen. Als „Norm“ gilt dabei das typische Auftreten einer Infektionskrankheit entsprechend dem bekannten saisonalen, geografischen und demografischen Verteilungsmuster und klinischen Erscheinungsbild. Den Verdacht auf den Einsatz von B-Agenzien bzw. einen ungewöhnlichen Ausbruch sollte man haben, wenn der Erreger nicht endemisch ist, keine Exposition in einem Endemiegebiet im Ausland stattgefunden haben kann, atypische, bei natürlicher Infizierung unübliche, Krankheitsverläufe (z. B. Inhalationsmilzbrand, primäre Pestpneumonie) und auffällig hohe Manifestations- und Letalitätsraten beobachtet werden. Für eine nicht natürliche Ursache können auch extrem kurze Inkubationszeiten oder der Nachweis „exotischer“ Erreger oder einer sonst nicht beobachteten Multiresistenz bei einer endemischen Erregerart sprechen. Wichtige Kriterien für die Aufklärung der Ursachen können zusätzlich nachrichtendienstliche oder kriminalpolizeiliche Hinweise auf biologische Bedro-

hungen bilden. Die Erkennung eines nicht natürlich verursachten Krankheitsgeschehens würde zusätzlich erschwert, wenn man bisher unbekannte bzw. gentechnisch manipulierte Agenzien oder endemisch vorkommende Erreger ausbrächte. Im letzteren Falle würden, analog zu den beiden o. a. Anschlägen mit Salmonellen und Shigellen, „natürliche“ Seuchengeschehen vorgetäuscht. Eine kontinuierliche epidemiologische Überwachung sowie umfangreiche Datenbanken zu relevanten Mikroben sind deshalb unabdingbar, um eine absichtliche Ausbringung von Mikroben oder Toxinen frühzeitig von natürlichen Ausbrüchen abgrenzen zu können. Außerdem müssten behandelnde Ärzte und konsultierte Laboratorien die Wahrscheinlichkeit bioterroristischer Anschläge und das Vorliegen von Infektionen mit B-Agenzien grundsätzlich in Betracht ziehen. Es bedarf generell intensiver epidemiologischer, labortechnischer und forensischer Untersuchungen durch spezialisierte Einrichtungen und Expertengruppen, um die kausalen Beziehungen zu einer gemeinsamen Infektionsquelle und eine mögliche artifizielle Ursache aufzudecken. In Bezug auf die Diagnostik von Krankheiten, die durch „professionelle“ biologische Kampfstoffe induziert würden, trifft das folgende Zitat zu:

„Eine schwere Krankheit lässt sich anfangs leicht heilen, aber schwer erkennen. Wenn sie sich jedoch verstärkt, kann man sie leicht erkennen, aber nur schwer heilen.“
(Nicolo Macchiavelli, 1449–1527)

Die frühzeitige Erkennung und dadurch mögliche post-expositionelle Prophylaxe und Therapie werden bei einem bioterroristischen Schadensereignis überlebenswichtig für die betroffenen Personen. Dies verdeutlichen auch die Anthraxanschläge im Jahre 2001 in den USA: Nachdem der Verdacht auf Lungenmilzbrand bei den ersten Opfern bestätigt war, gelang es mithilfe modernster labordiagnostischer Verfahren (u. a. PCR) und der apparativen Diagnostik (u. a. CT), weitere Fälle relativ rasch zu identifizieren. Dank der daraufhin eingeleiteten komplexen Antibiotika- und Intensivtherapie wurden sechs der elf Patienten mit Lungenmilzbrand geheilt und die Letalität im Vergleich zum Sverdlovsker Ausbruch (ca. 80 %) reduziert.

Die Geschädigten dürften anfangs eine relativ unspezifische, zumeist influenzaähnliche Symptomatik oder Syndrome anderer endemischer Infektionskrankheiten zeigen, was die rechtzeitige Erkennung eines B-Angriffs erheblich erschwert. Hinzu kommt, dass Krankheitsfälle bei der gegenwärtig hohen Mobilität (Ausnahme: Zielgruppen in geschlossenen Einrichtungen) an unterschiedlichen Orten und zeitlich versetzt auftreten können. Die Schnelligkeit, mit der die richtige Diagnose gestellt wird und eine geeignete Therapie sowie präventive Maßnahmen eingeleitet werden, entscheidet sowohl über das weitere

Schicksal der primären Opfer als auch der potenziell Exponierten und Kontakte, insbesondere wenn es sich um gefährliche Infektionskrankheiten handelt. Nach einem verdeckt ausgeführten biologischen Anschlag dürften nicht die ABC-Abwehrkräfte, Polizei, Feuerwehr, THW oder Rettungsdienste als erste mit den Folgen konfrontiert werden. Die zu erwartenden ungewöhnlichen Krankheitsausbrüche und plötzlichen Todesfälle werden vor allem niedergelassene Allgemein- und Notärzte, Internisten, Tropenmediziner, Laborärzte, Mikrobiologen sowie Pathologen und das ärztliche und pflegerische Personal in Ambulanzen, Notaufnahmen, Infektions-, Sonderisoler- oder Intensivstationen von Krankenhäusern, die Amtsärzte und Epidemiologen der Gesundheitsämter oder Apotheker (z. B. im Falle einer plötzlich erhöhten Zahl an Antibiotikaverordnungen) alarmieren. Bei Seuchengeschehen in Tierbeständen, die ebenfalls Ziel eines biologischen Anschlags sein könnten, würden zuerst niedergelassene Tierärzte und Amtstierärzte sowie Tierhalter mit Zoonose-Erregern als B-Kampfstoffe konfrontiert werden und sich eventuell anstecken.

Insbesondere durch einen verdeckten Einsatz von Erregern gefährlicher Infektionskrankheiten ist das medizinische Personal, das in den Transport und die Notfallversorgung bzw. Intensivbehandlung der ersten Erkrankten eingebunden wird, außerordentlich infektionsgefährdet. Es weiß zu diesem Zeitpunkt gewöhnlich noch nicht um die Ansteckungsfähigkeit der Patienten, hat aber intensiven Kontakt ohne ausreichenden persönlichen Schutz. Dies wird auch durch die Erfahrungen mit importierten Pocken Ende der Sechzigerjahre, viralem hämorrhagischem Fieber und SARS bestätigt. Nicht immer ist damit zu rechnen, dass sich Infektionen mit einem bestimmten B-Agens in allen Alters-, Berufs- oder Geschlechtsgruppen gleichermaßen klinisch manifestieren bzw. gleich schwer verlaufen. Andererseits müssen u. a. Alter, bestimmte Grundleiden oder Schwangerschaft, ähnlich wie im Falle von Pocken oder Influenzapandemien, bei der Auswahl der Chemoprophylaxe und -therapie oder bei Impfungen berücksichtigt werden. Dabei sollte man auch das Risiko, an der Krankheit zu sterben, gegen mögliche Nebenwirkungen der Arzneimittel abwägen.

Jeder als potenzielles B-Agens in Frage kommende Erreger bewirkt ein anderes Krankheitsbild, das aber leider nur wenige agensspezifische pathognomonische Symptome aufweist. Auch kommt es nach der Infektion durch einen bestimmten Erreger nicht nur zu unterschiedlichen Krankheitsformen (z. B. Pest-septikämie, Beulen-, Haut- oder Lungenpest), sondern innerhalb einer Form auch zu divergierenden Verläufen. In Abhängigkeit von der Virulenz und Infektionsdosis des Erregers, dem Infektionsweg und

der Disposition des Patienten, kann das Verhältnis subklinisch und klinisch manifester Verläufe erheblich schwanken. Organmanifestationen können in der akuten und in der späten Krankheitsphase zudem völlig unterschiedlich sein. So können Coxiellen anfangs leichte grippale Infekte und später eine atypische Pneumonie oder Hepatitis, seltener auch eine schwere Endokarditis verursachen.

Wie bei natürlicher Übertragung wird sich die betreffende Infektion auch nach absichtlicher Erregerausbringung in ihren typischen Krankheitsstadien entwickeln (z. B. Pocken: Prodromalphase, Ausbildung eines makulopapulösen Exanthems, Entwicklung von Bläschen und Pusteln, Krustenbildung). Sofern sehr große Mengen eines hoch virulenten Erregers auf einem für die natürliche Infektion unüblichen Wege (z. B. aerogen) aufgenommen wurden, kann jedoch der Krankheitsablauf abnorm verkürzt sein und, wie im Falle von Lungenpest oder -milzbrand, frühzeitig letal enden. Außerdem sind atypische Manifestationsformen zu erwarten. Besondere differenzialdiagnostische Schwierigkeiten resultieren allein schon aus der Tatsache, dass die meisten der als biologische Agenzien in Frage kommenden Erreger nach einer aerogenen Exposition im Initialstadium ein uncharakteristisches Krankheitsbild auslösen, das weitgehend mit einer sogenannten „influenza like infection“ (ILI) identisch sein kann.

Obwohl im Idealfall für bestimmte Agenzien ein Leitsymptom bzw. ein pathognomonisches Muster von Symptomen definiert werden kann (z. B. im Falle des Botulismus), ist es selbst für den infektiologisch ausgebildeten Arzt schwierig, im „Rauschen“ individuell ausgeprägter Krankheitszeichen ein solches „Signal“ zu erkennen. Von Bedeutung ist dabei natürlich auch, dass die Mehrzahl der von potenziellen B-Kampfstoffen verursachten Krankheiten in Deutschland entweder nicht oder nur sehr selten auftritt und ihre klinischen Bilder nur wenigen Ärzten vertraut sind. So dürften jüngere Internisten keine Erfahrungen mehr mit der Erkennung und Bekämpfung der Pocken haben. Dabei waren selbst in der Pockeneradikationsära Fehldiagnosen, z. B. im Falle von modifizierten Pocken (Variolois) bei Pockengeimpften, nichts Ungewöhnliches. Daher dürfte der Unsicherheitsfaktor in Bezug auf eine richtige Diagnose dieser Krankheit heute noch höher sein. Ähnlich würde auch bei Pestausbrüchen eine zuverlässige Diagnose oft zu spät zu erwarten sein. Selbst in bekannten Pestendemiegebieten, z. B. auf Madagaskar oder im Südwesten der USA, werden insbesondere pulmonale und septikämische Formen aufgrund der uncharakteristischen Frühsymptome oft nicht rechtzeitig erkannt und enden, da zu spät oder inadäquat behandelt, zu einem hohen Prozentsatz tödlich.

Selbst wenn der Erstuntersucher die klinischen Merk-

male aller potenziellen B-Agenzien und die dazu gehörenden Differenzialdiagnosen kennt, limitiert der Mangel an ad hoc verfügbaren Labormethoden die prompte Erkennung eines bioterroristischen Ereignisses. Folglich ließe sich eine Verdachtsdiagnose erst mit zeitlicher Verzögerung durch spezialisierte Konsiliar- oder Referenzlaboratorien bestätigen. Ungewöhnliche Ausbrüche werden daher vermutlich nur syndromorientiert zu erfassen sein. Mögliche Syndrome wären u. a. akute Atemnot mit und ohne Fieber, grippeähnliche Krankheit mit schwerem Krankheitsgefühl, akutes fieberhaftes Exanthem mit ungewöhnlichen Hautveränderungen (Flecken, Bläschen, Pusteln), Fieber mit hämorrhagischen Erscheinungen, ungewöhnliche neurologische Symptomatik mit und ohne Fieber, Fieber mit auffälliger Lymphadenopathie (z. B. Bubonen), Fieber mit gastrointestinaler Symptomatik oder infektiös-toxisches Schocksyndrom bzw. Septikämie (► Tab. 2).

Der Erstuntersucher kann in solchen Fällen nur den Verdacht auf ein außergewöhnliches Geschehen äußern und muss dann weitere labordiagnostische und ggf. epidemiologische Untersuchungen veranlassen, um die spezifische Ätiologie aufzuklären und unnatürliche Ursachen ausschließen zu können. Bei Aufnahme der Patienten sollte eine Blutabnahme noch vor Therapiebeginn erfolgen (Blutkulturflaschen beimpfen, Serumröhrchen [Toxinnachweis], EDTA-Blut [PCR], Gerinnungsstatus, Leber- und Nierenfunktionsparameter, C-reaktives Protein, Elektrolyte, evtl. dicker Tropfen und Blutausschich zum Malariaausschluss). Nasenabstriche sind für die rasche Isolation und Identifizierung des Erregers nach aerogener Exposition bei allen Krankheitsverdächtigen zu gewinnen. Für die mikrobiologische Diagnostik eignen sich je nach Symptomatik außerdem Rachenspülflüssigkeit, broncho-alveoläre Lavagen, Punktate und Biopsiematerial, z. B. Lymphknoten (► Tab. 4). Im Harn und Liquor können Metabolite von Toxinen und mikrobielle Antigene nachgewiesen werden. Der Versand von Proben hat entsprechend den einschlägigen Transportbestimmungen zu erfolgen und sollte dem empfangenden Labor rechtzeitig telefonisch angekündigt werden. Die konventionelle mikrobiologische Diagnostik mit Anzüchtung, biochemischer, immunologischer und molekularbiologischer Identifizierung und Typisierung sowie die Antibiotikaresistenzbestimmung können mehrere Tage erfordern und würden bei fulminantem Krankheitsverlauf zu lange dauern. Molekularbiologische und immunologische Techniken zur schnellen Identifizierung von Krankheitserregern können relativ frühzeitig zu einer vorläufigen Diagnose führen. Da die Labordiagnostik eines Großteils der potenziellen B-Agenzien nicht routinemäßig und jederzeit abrufbar etabliert ist, sondern

auf wenige spezialisierte Referenzlabore beschränkt ist, sollten diese rechtzeitig eingebunden werden.

Prophylaxe und Therapie von Infektionen durch biologische Agenzien

Sofern es keinerlei Drohungen oder Hinweise bezüglich eines bevorstehenden oder stattgefundenen biologischen Anschlags gibt, wird es bei einzelnen Erkrankungsfällen oder einer Häufung von Krankheitsfällen am Anfang kaum zu einem Verdacht auf einen B-Anschlag und demzufolge auch zu keinen Schutzvorkehrungen kommen. Somit wird in einem biologischen Wirkungsherd gerade das mit der Erstuntersuchung und dem Transport von Kranken betraute medizinische Personal unvorbereitet und ungeschützt als Kontaktpersonen besonders infektionsgefährdet sein. Unter diesen „First Respondern“ kann es nach Ablauf der jeweiligen Inkubationszeiten ebenfalls zu Erkrankungen kommen.

Erst durch die gemäß IfSG vorgeschriebene Meldung des Verdachtes einer plötzlichen Häufung von bisher unbekanntem oder schweren Erkrankungs- oder Todesfällen können die zuständigen Gesundheitsbehörden alarmiert und auf einen ungewöhnlichen Krankheitsausbruch aufmerksam werden. Hierbei ist zunächst rasch zu klären, ob es sich um eine Infektionskrankheit oder Intoxikation handelt. In letzterem Falle würde die notfallmedizinische Versorgung wie bei chemischen Schadstoffen erfolgen. Bei Verdacht auf eine gefährliche Infektionskrankheit sind die Erkrankten umgehend stationär aufzunehmen und zu isolieren und unter Barrierebedingungen entweder behelfsmäßig oder in Sonderisoliereinheiten von Kompetenz- und Behandlungszentren zu versorgen. Auch Quarantänemaßnahmen oder Beobachtung sowie die postexpositionelle Chemoprophylaxe und ggf. auch Impfungen der Exponierten und Kontaktpersonen unter Berücksichtigung der mikrobiologischen Befunde sind in Betracht zu ziehen. Personal, das mit der Aufnahme, Sichtung, Dekontamination, Behandlung und dem Transport krankheitsverdächtiger B-Exponierter beauftragt wird, sollte umgehend mit geeigneter persönlicher Schutzausrüstung (z. B. Infektionsschutzset) und Prophylaxe versehen und als Kontaktpersonen beobachtet werden (► Tab. 4).

Eine kalkulierte prä- oder post-expositionelle Prophylaxe (PEP) durch Breitbandantibiotika und deren Kombinationen und/oder Impfungen sind bei einigen B-Agenzien möglich und sollten für alle potenziellen B-Exponierten (= Ansteckungsverdächtigen) in einem biologischen Wirkungsherd sowie bei Kontaktpersonen zu Krankheitsverdächtigen grundsätzlich vorgesehen werden. Zugelassene Impfungen gibt es in der Regel nicht (► Tab. 3). Manche Impfstoffe sind als sogenannte „investigational new drugs“ nur in den USA erhältlich und z. T. von der Food and Drug Ad-

ministration zugelassen, aber in Deutschland nicht ohne weiteres verfügbar. Wenn keinerlei Informationen über den möglichen Erreger vorliegen, muss die Prophylaxe empirisch begonnen werden. Bei Erwachsenen mit mutmaßlichem Expositionsrisiko wird eine PEP mit Doxycyclin ($2 \times 100 \text{ mg/d p.o.}$) und/oder Gyrasehemmern (z. B. Ciprofloxacin $2 \times 500 \text{ mg/d p.o.}$) empfohlen. Bei Kindern könnten Ciprofloxacin $20\text{--}30 \text{ mg/kg}$ Körpergewicht oder Doxycyclin 5 mg/kg Körpergewicht gegeben werden. Auf für Kinder weniger problematische Antibiotika kann übergegangen werden, wenn Empfindlichkeitsprüfungen deren Wirksamkeit belegt haben.

Die Isolierung und Identifizierung des Erregers und das Erstellen eines Antibiogramms sind daher äußerst wichtig für die nachfolgende kausale Therapie bei einer trotz PEP eingetretenen Erkrankung und zur forensischen Aufklärung des Geschehens. Dazu sind entsprechende Probenmaterialien (► Tab. 4) so früh wie möglich zu entnehmen und der Untersuchungseinrichtung umgehend unter Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften per Kurier zuzustellen.

Im Falle des Verdachts auf einen unmittelbar erfolgten Bioterror-Anschlag sollte nach Möglichkeit eine behelfsmäßige Dekontamination der Exponierten (Wechsel der Kleidung, Duschen) entweder sofort am Ort des vermuteten Anschlags oder möglichst innerhalb von 24 Stunden zu Hause erfolgen. Krankheitsverdächtige, die innerhalb von 24 Stunden nach einer vermuteten B-Exposition in ambulanten oder stationären Behandlungseinrichtungen eintreffen, sollten ebenfalls behelfsmäßig dekontaminiert werden, um eine weitere Verschleppung von B-Agenzien zu verhindern.

Bei einem Massenanfall von B-Geschädigten kann eine rasche Dekontamination einer großen Zahl von Menschen, die entweder stationär im Krankenhaus oder in Schutzräumen unterzubringen sind, notwendig werden. Diese ist nur möglich, wenn Krankenhäuser im Rahmen ihrer Seuchenalarmplanung Dekontaminationsbereiche vorgesehen haben. Gleichzeitig ist eine Sichtung sinnvoll, da man nicht das Schadenausmaß voraussehen kann und bei begrenzten Ressourcen möglichst vielen Opfern helfen sollte. Dabei gilt es, schnell diejenigen Patienten zu identifizieren, die einer sofortigen Isolierung und/oder dringenden Intensivbehandlung mit Beatmung bedürfen. Die Sichtungskriterien sind der Lage angepasst vom leitenden Notarzt festzulegen. Hier sollten auch Kinderärzte eingebunden werden, da sich sowohl die Pathophysiologie als auch das Erleben eines solchen Schadensereignisses bei Kindern wesentlich von dem der Erwachsenen unterscheidet. Baldmöglichst ist eine Falldefinition zu erstellen, um Ersthelfern und Ärzten das Erkennen der B-Gesundheitsstörung und die Differenzialdiagnostik zu erleichtern. Da im

■ Tabelle 3

Charakteristik von Krankheiten nach Einsatz potenzieller biologischer Agenzien (nach verschiedenen Quellen)

Krankheit Erreger Manifestation	Inkubationszeit a) Mittelwert b) Variation	Erkrankungs- dauer	Letalität a) unbehandelt b) behandelt	Ansteckungs- fähigkeit*	Übertragungsvorgang natürlich	artifiziiell	Infektionsschutz- und Hygienemaßnahmen Prophylaxe
Anthrax <i>Bacillus anthracis</i> (Sporen) (Lungenmilzbrand Milzbrandsepsis; Haut- und Darmmilzbrand)	a) 1–6 Tage b) < 1 ² –13 (60) Tage	mehrere Wochen	a) 80–100 % b) ca. 50–80%	gering	Kontakt aerogen alimentär	aerogen alimentär Kontakt	Ggf. Dekontamination, stationäre Behandlung und Absonderung, Standardhygiene LD**, SD***, SB**** Impfung begrenzt möglich, Chemoprophylaxe
Pest <i>Yersinia pestis</i> (Lungenpest Pestseptikämie Haut-/ Beulenpest)	a) 2–4 Tage b) wenige Stunden–10 Tage	1–2 Wochen	a) bis 100 % b) > 50 %	hoch	transmissiv aerogen Kontakt	aerogen Kontakt	Isolierung, Barriereregime, LD, SD, SB (Flöhe, Nager), bakteriologische Kontrollen (Sputum), Quarantäne (B-Exponierte, Kontaktpersonen); 7 Tage, kein Impfstoff, Chemoprophylaxe
Rotz <i>Burkholderia mallei</i> (pulmonale und ulzerös-abs- zedierende Form, Sepsis)	a) 4–8-Tage b) < 1 –21 Tage	Wochen- Monate	a) > 90 % b) < 50 %	gering	Kontakt aerogen	aerogen Kontakt	Isolierung, Barriereregime LD, SD, kein Impfstoff, Chemoprophylaxe
Tularämie <i>Francisella tularensis</i> <i>tularensis</i> (pulmonale, typhöse, ulzero- glanduläre, oro-pharyngeale Form)	a) 3–5 Tage b) < 1 ² –21 Tage	2–4 Wochen	a) 30–60 % b) < 1 %	keine	alimentär Kontakt aerogen transmissiv	aerogen alimentär Kontakt	stationäre Behandlung, Standardhygiene, LD, SB (Nager, Vektoren), Trinkwasserhygiene, kein Impfstoff, Chemoprophylaxe
Brucellose <i>Brucella melitensis</i> <i>B. suis</i> <i>B. abortus</i> (undulierendes Fieber multiforme Symptomatik)	a) 11–21Tage b) 3 ² –60 Tage je nach Spezies u. Eintrittspforte	a) Monate bis Jahre b) 1–4 Monate Rezidive möglich	a) 2–10 % b) < 2 %	keine	alimentär Kontakt aerogen	aerogen alimentär Kontakt	Standardhygiene, LD, Lebensmittelhygiene, kein Impfstoff, Chemoprophylaxe

■ Tabelle 3
Fortsetzung

Krankheit Erreger Manifestation	Inkubationszeit a) Mittelwert b) Variation	Erkrankungs- dauer	Letalität a) unbehandelt b) behandelt	Ansteckungs- fähigkeit*	Übertragungsvorgang natürlich artifiziiell	Infektionsschutz- und Hygienemaßnahmen Prophylaxe
Q-Fieber <i>Coxiella burnetii</i> (atypische Pneumonie Hepatitis)	a) 4–20 Tage b) <2 ² –40 Tage	1–3 Wochen	a) 1–4 % b) < 1 %	keine	aerogen alimentär > Kontakt	Standardhygiene, LD, kein Impfstoff, Chemoprophylaxe
Legionellose <i>Legionella spp.</i> (Pontiac-Fieber, Legionellen- Pneumonie)	a) 2–6 Tage b) 1–10 Tage	1–2 Wochen	a) < 1 % Pontiac Fieber 5–15 % Pneumonie b) < 1 %	keine	aerogen	Standardhygiene, LD, kein Impfstoff
Ornithose <i>Chlamydia psittaci</i> (atypische Pneumonie, typhöse Form, Enzephalitis)	a) 5–14 Tage b) <4 ² –28 Tage	1 Woche–2 Monate	a) 10–20 % b) < 2 %	selten	aerogen alimentär Kontakt	Standardhygiene, ggf. Atemschutz, LD, SD, kein Impfstoff
Typhus abdominalis Paratyphus A/B <i>Salmonella typhi</i> <i>S. paratyphi A, B</i>	a) 8–12 Tage b) 3–23 Tage	3–6 Wochen	a) 10–30 % b) < 1 %	mäßig (Daueraus- scheider, Träger)	fäkal-oral alimentär Kontakt	Absonderung, Standardhygiene, LD Bakteriologische Kontrollen: (Stuhl, Urin, Gallensaft), Trinkwasser- und Lebensmittelhygiene, Impfstoffe verfügbar
Shigellose (Shiga-Ruhr) <i>Shigella dysenteriae 1</i>	a) 2–3 Tage b) 6 Stunden–7 Tage	1–3 Wochen	a) 5–25 % b) < 1 %	hoch	fäkal-oral alimentär Kontakt	Absonderung, Standardhygiene, LD, SB, Bakteriologische Kontrollen, Trinkwasser- und Lebensmittelhygiene, kein Impfstoff

■ **Tabelle 3**
Fortsetzung

Krankheit <i>Erreger</i> Manifestation	Inkubationszeit		Erkrankungs- dauer	Letalität		Ansteckungs- fähigkeit*		Übertragungsvorgang		Infektionsschutz- und Hygienemaßnahmen Prophylaxe
	a) Mittelwert	b) Variation		a) unbehandelt	b) behandelt	natürlich	artifiziiell	natürlich	artifiziiell	
Cholera <i>Vibrio cholerae</i> V. El Tor	a) 2–3 Tage b) 4 h–8 Tage		1–4 Wochen	a) 10–80 % b) 5–30 %	mäßig	alimentär fäkal-oral Kontakt	alimentär fäkal-oral Kontakt	Absonderung, Standardhygiene, LD, SD, SB (Fliegen!), Bakteriologische Kontrollen, Trinkwasserhygiene, Impfstoffe verfügbar		
Epidemisches Fleckfieber <i>Rickettsia prowazeki</i>	4–23 Tage		a) 2–5 Wochen Tod in 11–12 Tagen b) ca. 3 Wochen	a) 20–40 % b) < 5 %	keine	transmissiv aerogen	aerogen transmissiv	Standardhygiene, SB (Läuse), kein Impfstoff, Chemoprophylaxe		
Felsengebirgsfieber <i>R. rickettsii</i>	a) 6–7 Tage b) 2–14 Tage		1–3 Wochen	a) 5–20 % b) < 5 %	keine	transmissiv	aerogen transmissiv	Standardhygiene SB (Zecken) kein Impfstoff Chemoprophylaxe		
Menschenpocken (<i>Variola vera</i> , <i>Variola maligna</i> , modifizierte Pocken) <i>Variola major Virus</i>	a) 7–17 Tage b) < 3 ² –22 Tage		a) 2–6 Wochen Tod in 7–10 Tagen	a) 25–50 %	hoch	aerogen Kontakt	aerogen Kontakt	Isolierung, Barriereregime LD, SD, Quarantäne, (B-Exponierte, Kontaktpersonen): 17 Tage, ggf. Inkubationsimpfung, Impfstoffe verfügbar		
Krim-Kongo Hämorrhagi- sches Fieber (CCHF) <i>Krim-Kongo- Hämorrhagisches-Fieber-Virus</i>	a) 2–7 Tage b) 1–14 Tage		2–5 Wochen	a) 15–50 %	gering	transmissiv Kontakt	aerogen Kontakt	Isolierung, Barriereregime, LD, SD, SB Quarantäne (B-Exponierte, Kontaktpersonen): 28 Tage, kein Impfstoff		
Venezolanische Pferde- enzephalitis <i>Venezuelan Equine Encephalitis Virus</i>	a) 2–6 Tage b) 1 ² –10 Tage		3–14 Tage	a) < 1 % ggf. hoch bei Inhalation	gering	transmissiv Kontakt?	aerogen Kontakt	Absonderung, Standardhygiene, ggf. Atemschutz, LD, Vektorkontrolle (Mücken), kein Impfstoff		

■ Tabelle 3
Fortsetzung

Krankheit Erreger Manifestation	Inkubationszeit a) Mittelwert b) Variation	Erkrankungs- dauer	Letalität a) unbehandelt b) behandelt	Ansteckungs- fähigkeit*	Übertragungsvorgang natürlich artifiziiell	Infektionsschutz- und Hygienemaßnahmen Prophylaxe
Japanische Enzephalitis <i>Japanese Encephalitis Virus</i>	a) 7–14 Tage b) 5–21 Tage	3 Wochen– Monate	a) 35–60 % b) keine	keine	aerogen transmissiv	Standardhygiene, SB (Mücken), Impfstoff verfügbar
Kyasanur Wald-Krankheit <i>Kyasanur Forest Disease Virus</i> (Hämorrhagisches Fieber)	2–9 Tage	1–3 Wochen	A) < 10 %	gering	aerogen Kontakt transmissiv	Isolierung, Barrieregime, LD, SD, Quarantäne (B-Exponierte, Kontaktpersonen), kein Impfstoff
Rifttal-Fieber <i>Rifttal Virus</i> (Enzephalitis, Hämorrhagisches Fieber)	4–6 Tage	1–2 Wochen	a) < 1 %	gering	transmissiv aerogen	Isolierung, Barrieregime, LD, SD, SB, Quarantäne (B-Exponierte, Kontaktpersonen), kein Impfstoff
Zeckenzephalitis <i>Zeckenzephalitis-Viren</i>	3–20 Tage	1–6 Wochen	a) bis 30 %	keine	transmissiv alimentär	Standardhygiene, Vektorkontrolle (Zecken), Impfstoff verfügbar
Botulismus <i>Clostridium botulinum</i> (<i>C. botulinum-Neurotoxine</i>)	a) 18–36 h b) 2 h–7 Tage und länger	mehrere Wo- chen (lange Rekonvaleszenz)	a) 60–70 % b) 10–15 %	keine	aerogen alimentär Kontakt	Standardhygiene, kein Impfstoff

* Übertragbarkeit bei Mensch-zu-Mensch-Kontakt
 ** LD: laufende Desinfektion
 *** SD: Schlusdesinfektion
 **** SB: Schädlingbekämpfung (Vektorkontrolle)
 2 nach Inhalation des biologischen Agens als Kampfstoffaerosol

■ **Tabelle 4**

Diagnostik, Prophylaxe und Therapie bei ausgewählten potenziellen B-Gesundheitsstörungen

Krankheit	Probengewinnung für die Diagnostik*	Chemoprophylaxe	Therapie
Anthrax	Atemwegssekrete, Pleurapunktat, Blut, Liquor, Abstriche, Stuhl	Alternativ für 60 Tage (sofern keine Impfung möglich), bei gleichzeitiger Impfung 30 Tage: <ul style="list-style-type: none"> - Ciprofloxacin - Levofloxacin - Ofloxacin - Doxycyclin - Amoxicillin 	Alternativ für 60 Tage <ul style="list-style-type: none"> - Ciprofloxacin - Doxycyclin - Penicillin G - Kombinationen von Doxycyclin oder Gyrasehemmer mit anderen Antibiotika
Brucellose	Blut, Knochenmark, Urin, Liquor	Über 3 Wochen: <ul style="list-style-type: none"> - Doxycyclin + Rifampicin 	Alternativ für 6 Wochen: <ul style="list-style-type: none"> - Doxycyclin + Rifampicin - Doxycyclin + Streptomycin oder Gentamicin - Ofloxacin + Rifampicin
Pest	Blut, Atemwegssekrete, Liquor, Bubonenpunktate, Urin, Abstriche	Alternativ über 7 Tage: <ul style="list-style-type: none"> - Tetracyclin, - Doxycyclin, - Ciprofloxacin 	Über mindestens 10 Tage alternativ: <ul style="list-style-type: none"> - Streptomycin - Gentamicin - Doxycyclin plus Chloramphenicol (bei Meningitis) - Ciprofloxacin
Q-Fieber	Blut, Atemwegssekrete, Liquor	Für 5–7 Tage (8–12 Tage nach mutmaßlicher Exposition) alternativ: <ul style="list-style-type: none"> - Tetracyclin - Doxycyclin 	Alternativ : <ul style="list-style-type: none"> - Tetracyclin - Doxycyclin - Erythromycin + Rifampicin - Tetracyclin oder Doxycyclin + Rifampicin (bei Endokarditis) - (Chloroquin)
Rotz	Blut, Atemwegssekrete, Liquor, Punktate, Abstriche, Urin	Alternativ für 7 Tage: <ul style="list-style-type: none"> - Doxycyclin - TMP-SMX - Ciprofloxacin 	Alternativ <ul style="list-style-type: none"> - Tetracyclin - Doxycyclin - Ceftazidim + Gentamicin (bis 4 Wochen) - Imipenem
Tularämie	Blut, Atemwegssekrete, Liquor, Punktate, Urin, Abstriche	Alternativ über 14 Tage: <ul style="list-style-type: none"> - Doxycyclin - Tetracyclin - Ciprofloxacin 	Alternativ über 10–14 Tage: <ul style="list-style-type: none"> - Streptomycin - Gentamicin - Tetracyclin - Ciprofloxacin
Botulismus	Nasen-Rachen-Sekret, Magen-Darm-Inhalt, Blut		Intensivtherapie: <ul style="list-style-type: none"> - Beatmung - ggf. Antibiose sofern verfügbar: - typenspezifische Antitoxine
Pocken	Blut, Atemwegssekrete, Hautmaterial		Nicht zugelassen: <ul style="list-style-type: none"> - Cidofovir + Probenecid
Virale hämorrhagische Fieber (VHF)	Blut, Atemwegssekrete, Liquor, Hautmaterial, Urin, Magen-Darm-Inhalt	Ribavirin bei CCHF/ Arenaviren	Ribavirin (CCHF/Arenaviren)

* bei Verstorbenen: Autopsiematerial (i. d. R. Blut, Leber, Milz, Lunge, Niere, auffällige Lymphknoten, Punktate (Abszesse, Pleura, Liquor) Darmteile

schlimmsten Fall verschiedene B-Agenzien gleichzeitig oder zeitlich versetzt und auf unterschiedliche Weise (aerogen, alimentär) ausgebracht werden könnten, muss die Sichtung auch auf verschiedene Syndrome ausgerichtet sein (► Tab. 2).

Die prozentualen Anteile der Erkrankten in den einzelnen Schweregradgruppen können in Abhängigkeit vom Ausmaß der B-Exposition erheblich variieren. Letzteres wird u. a. von der Art des Agens, der Ausbreitungskinetik einer B-Aerosolwolke, dem Dosisgradienten von der Aerosolquelle zu den Exponierten, durch einen möglichen physikalischen Schutz durch Aufenthalt in geschlossenen Räumen, die körperliche Aktivität (variierende Dosisaufnahme je nach Atemminutenvolumen,) und die individuelle Empfänglichkeit beeinflusst.

Antiepidemische Maßnahmen bei biologischen Schadenereignissen

Prinzipiell kommt es nach einem B-Anschlag darauf an, alle „noch gesunden“ B-Exponierten und Kontaktpersonen zu eventuell schon Erkrankten zu registrieren, zu dekontaminieren und mit einer postexpositionellen Prophylaxe (soweit verfügbar) zu versorgen. Diese potenziell Ansteckungsverdächtigen sind bis zum Ausschluss einer gefährlichen Infektionskrankheit möglichst außerhalb des B-Wirkungsherd unter Quarantäne abzusondern, täglich medizinisch zu überwachen (mindestens zweimal täglich Temperaturmessung und Inspektion), um sie bei Erkrankung frühzeitig isolieren und behandeln zu können.

Alle Krankheitsverdächtigen (= B-Verwundete) sollten je nach Syndrom in Kohorten zusammengefasst und, solange der Verdacht auf eine gefährliche übertragbare Krankheit besteht, räumlich isoliert und unter einem festgelegten Barriere-, Therapie- und Desinfektionsregime behandelt werden (► Tab. 3).

Sobald die Diagnose feststeht, richtet sich die weitere Unterbringung der Patienten im Krankenhaus primär nach ihrer Ansteckungsfähigkeit und dem Schweregrad der Erkrankung (► Tab. 3). Handelt es sich um eine reine Intoxikation, sind nach der Dekontamination keine Sekundärfälle zu erwarten und für das Personal besteht keine Infektionsgefahr mehr. Patienten mit nicht oder wenig ansteckenden Erkrankungen können grundsätzlich in normalen Abteilungen mit Standardhygienemaßnahmen behandelt werden.

Einzelne Kranke und Ansteckungsverdächtige mit Pocken, Lungenpest und hämorrhagischem Fieber können in den Sonderisoliereinheiten der regionalen Kompetenz- und Behandlungszentren untergebracht werden. Um eine Ausbreitung der Erreger über infektiöse Aerosole zu unterbinden, erfolgt hier eine Barrierebehandlung in Räumen, die mit Unterdruck, Luftfiltration und Schleusen ausgerüstet sind.

Sofern diese überlastet sind, kann auch auf den üblichen Infektionsstationen ein provisorisches Barriere-management in einem räumlich abgetrennten Bereich mit strenger Zugangsbeschränkung und Behelfschleusen eingerichtet werden. In jedem Falle erfordert die Betreuung solcher Patienten ein inneres Team für die Behandlung, Pflege, Diagnostik und Desinfektion, das mit einer speziellen Schutzbekleidung ausgestattet ist, und ein externes Team zur Ver- und Entsorgung. Als Schutzkleidung wird bei der Pflege und Behandlung von Patienten mit gefährlichen, d. h. hoch ansteckenden lebensbedrohlichen, Krankheiten folgende Ausrüstung empfohlen: filtrierende Halbmasken (Schutzstufe FFP3S), Schutzbrillen (oder Gesichtsschirm), OP-Kopfhäuben, flüssigkeitsdichte Einweg-Plastikschürzen, OP-Kittel (besser: flüssigkeitsdichter Einweg-Overall), Einmal-Plastiküberschuhe und zwei Paar OP-Handschuhe. Die Handschuhe, Halbmaske und Brille sind mit dem Overall durch Klebeband dicht zu verbinden.

Bei akuten lebensbedrohlichen Infektionsgeschehen mit Hinweisen auf eine bakterielle Infektion (insbesondere Pest, Anthrax, Rotz) muss frühzeitig mit einer kalkulierten Chemotherapie begonnen werden. Die Erregerdiagnostik und Resistenzbestimmung sind zwar wichtig für die kausale Therapie, dürfen aber nicht abgewartet werden, um die Prognose nicht noch zusätzlich zu verschlechtern.

Unter der Kontrolle des Krankenhaushygienikers sollten die laufende und Schlussdesinfektion kontaminierter Gegenstände (Instrumente, Textilien, Mobilien, Fußboden etc.) mit den jeweils erforderlichen Desinfektionsmitteln (► RKI- und DGHM-Liste) durchgeführt werden. Abfälle und Patientenausscheidungen müssen anschließend durch Autoklavieren entsorgt werden. Dabei sind die nationalen Richtlinien für Krankenhaushygiene konsequent umzusetzen, um die Infektionsgefährdung des Personals zu reduzieren und Risiken für die Bevölkerung auszuschließen.

Wie die Anthrax-Anschläge in den USA 2001 zeigten, ist die frühzeitige Einbeziehung von Psychologen notwendig, da nach einem mutmaßlichen biologischen Anschlag ein hoher Anteil von vermeintlich Geschädigten mit psychosomatischen Symptomen medizinische Hilfe suchen wird. Psychologen sind aber auch für die Betreuung der Patienten, Angehörigen und beunruhigten Gesunden sowie des Personals sehr wichtig. Um Panik bei der Bevölkerung zu vermeiden, sollten klare Handlungsabläufe für die Bevölkerung über die Medien vermittelt werden. Die Kompetenzzentren können in Kooperation mit den Gesundheitsämtern und dem Robert-Koch-Institut die Koordination der antiepidemischen Maßnahmen und die Information der Bevölkerung übernehmen.

Das entsprechend der Meldepflicht informierte Ge-

sundheitsamt übernimmt primär die Koordination weiterer Maßnahmen. Der Amtsarzt verständigt das Robert-Koch Institut und kann Sachverständige eines der regionalen Kompetenz- und Behandlungszentren hinzuziehen, die über Sonderisolationen zur Behandlung einzelner Patienten mit gefährlichen Infektionskrankheiten verfügen. Die Kompetenzzentren unterstützen außerdem bei der Koordination antiepidemischer Maßnahmen, helfen bei Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, beraten bei Fragen betreffend Therapie und Diagnostik, Transportfähigkeit von Patienten und organisieren Spezialtransporte. Auf EU-Ebene bestehen zwei Frühwarnsysteme, das „Early Warning“-System für Infektionskrankheiten und das BICHAT-System (= Biological, Chemical and Atomic Threats) über welche alle Mitgliedsstaaten per E-Mail unverzüglich über besondere Ereignisse informiert werden.

Das Vorgehen bei Pocken ist in der Europäischen Union durch den „Pockenalarmstufenplan“ genau geregelt und kann als grundlegendes Muster für die Bekämpfung vieler anderer Seuchen dienen. Die meisten Länder folgen dabei der WHO-Strategie „search and contain“. Dabei untersuchen speziell ausgerüstete und geschulte Infektionsteams die Pockenverdachtsfälle und organisieren die aktive Suche nach Kontaktpersonen. Riegelungsimpfungen mit verfügbarem Pockenimpfstoff würden vom öffentlichen Gesundheitswesen organisiert werden. Sollte allerdings diese Strategie versagen, muss in letzter Konsequenz die Durchimpfung der gesamten Bevölkerung durchgeführt werden.

Eine Epidemie kann nur effizient bekämpft werden, wenn die Logistik für die Zufuhr von Reserven für Prophylaxe und Dekontamination gesichert ist und Lebensmittel- und Trinkwasserhygiene sowie Schädlingsbekämpfung und Vektorkontrolle konsequent durchgeführt werden. Ergänzend dazu müssen die laufende und Schlussdesinfektion durchgeführt und die Wirksamkeit der therapeutischen, prophylaktischen und hygienisch-antiepidemischen Maßnahmen durch mikrobiologische Statuskontrollen, z. B. in Bezug auf Sporenkontamination, Dauerausscheider oder Antibiotikaresistenz, überwacht werden (Tab 3). Erst nachdem die Sanierung biologischer Wirkungs- und Epidemieherde erfolgreich abgeschlossen ist, können etwaige Absonderungsmaßnahmen und Zutrittsbeschränkungen wieder aufgehoben werden.

Hinweise auf die Entwicklung und Verbreitung ungewöhnlicher Krankheitsfälle oder Seuchengeschehen bieten neben den Meldesystemen nach dem IfSG auch nationale und internationale Programme, Laborsentinals und Netzwerke zur Überwachung (Surveillance) ausgewählter Infektionskrankheiten, z. B. Influenza, invasive Pneumokokken-Infektionen oder Gastroenteritiden. Diese ermöglichen es, nicht nur ungewöhn-

liche Anstiege in der Morbidität oder Mortalität, Abweichungen in der normalen demografischen, geografischen und saisonalen Verbreitung, sondern auch lokale oder regionale Häufungen (Cluster) und genotypischer oder phänotypischer Besonderheiten endemischer, neu auftretender oder absichtlich freigesetzter Erreger zu erfassen.

Zusammenfassung

Bioterrorismus stellt eine ernst zu nehmende Gefährdung dar, insbesondere wenn hoch pathogene Erreger oder Toxine als Aerosol ausgebracht würden und Massenfälle an Geschädigten zu befürchten wären. Die Folgen eines bioterroristischen Angriffs können je nach Art, Menge und Ausbringungsmodus des biologischen Agens und der Anfälligkeit der Exponierten innerhalb von Stunden, Tagen oder Wochen einsetzen. Die meisten B-Agenzien lösen Krankheiten aus, die nicht oder selten von Mensch zu Mensch übertragen werden. Jedoch ist der Einsatz von Erregern gefährlicher Infektionskrankheiten – z. B. Lungenpest, einige virale hämorrhagische Fieber und Pocken – nicht auszuschließen. Daher gelten unmittelbar nach einem Anschlag grundsätzlich alle potenziell Exponierten bis zum Nachweis des Gegenteils als Ansteckungsverdächtige. Sie sind abzusondern, medizinisch zu beobachten und mit einer kalkulierten postexpositionellen Chemoprophylaxe zu versorgen. Jeder Krankheitsverdächtige sollte bis zum Ausschluss einer gefährlichen Infektionskrankheit als hoch ansteckungsfähig betrachtet, umgehend isoliert und unter Barrierebedingungen behandelt werden. Bei einem biologischen Schadenereignis besteht für ungeschützte Ersthelfer ein besonderes Infektionsrisiko, das nicht nur von Krankheitsverdächtigen und „noch gesunden“ kontaminierten B-Exponierten, sondern auch von kontaminierten Umweltobjekten ausgeht. Deshalb sind rechtzeitig persönliche Schutzausstattungen zu nutzen und entsprechende Dekontaminationsmaßnahmen vorzusehen, um gefahrlos mit Patienten und Exponierten umgehen, die weitere Verschleppung biologischer Agenzien verhindern und biologische Herde sanieren zu können.

Prophylaxe- und Therapieschemata sollten sich anfänglich nach der Verdachtsdiagnose richten, da akute Verläufe keinen Aufschub der Therapie erlauben. Eine frühzeitige Kontaktaufnahme mit den Gesundheitsbehörden trägt dazu bei, dass antiepidemische Maßnahmen rasch und koordiniert durchgeführt werden. Nur durch eine rechtzeitige adäquate Erkennung, effiziente Behandlung und Prophylaxe sowie geeignete Hygienemaßnahmen ist es möglich, die Morbidität und Mortalität zu senken und eine weitere Ausbreitung übertragbarer Krankheiten zu verhüten. Dies ist stets bei der Planung der Prävention, des Managements und der Kontrolle bioterroristischer Schadenereignisse zu berücksichtigen.

Weiterführende Literatur

1. Abramova FA, Grinberg LM, Yampolskaya IV, Walker DH (1993) Pathology of inhalational anthrax in 42 cases from the Sverdlovsk outbreak of 1979. *Proc Natl Acad Sci USA* 90:2291–2294
2. Anonymus (2003) Entscheidung der Kommission zur Änderung der Entscheidung 2119/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und der Entscheidung 2000/96/EG hinsichtlich der in dieser Entscheidungen aufgeführten übertragbaren Krankheiten und zur Änderung der Entscheidung 2002/253/EG hinsichtlich der Festlegung von Falldefinitionen für übertragbare Krankheiten. *K(2003)2302*
3. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2005) Biologische Gefahren. Beiträge zum Bevölkerungsschutz. 2. Auflage, Bonn
4. Bossi P, Van Loock F, Tegnell A, Gouvras G (2004) Bichat clinical guidelines for bioterrorist agents. *Euro Surveill*; 9(12):E1–E2
5. Bryan JL, Fields HF (1999) An ounce of prevention is worth a pound of cure – shoring up the public health infrastructure to respond to bioterrorist attacks. *Am J Infect Control* 27:465–467
6. Centers for Disease Control and Prevention (1988) Management of patients with suspected viral hemorrhagic fever. *MMWR*.37(suppl 3):1–16
7. Centers for Disease Control and Prevention (2000) Biological and chemical terrorism: strategic plan for preparedness and response. Recommendations of the CDC Planning Workgroup. *MMWR* 49(RR-4):1–14
8. Crook LD, Tempest B (1992) Plague: a clinical review of 27 cases. *Arch. Int. Med.* 152:1253–1256
9. Dove A (2001) Is investment in bioterrorism research warranted? *Nature* 1:9
10. Fidler DP (1999) Facing the global challenges posed by biological weapons. *Microbes and Infection* 1:1059–1066
11. Fock R et al.(1999) Management und Kontrolle lebensbedrohender hochkontagiöser Infektionskrankheiten. *Bundesgesundheitsblatt* 5:389–401
12. Fock R, Koch U, Finke E-J, Niedrig M, Wirtz A, Peters M, Scholz D, Fell G, Bußmann H, Bergmann H, Grünewald T, Fleischer K, Ruf B (2000) Schutz vor lebensbedrohenden importierten Infektionskrankheiten. Strukturelle Erfordernisse bei der Behandlung von Patienten und antiepidemische Maßnahmen. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 43:891–899
13. Fock R, Koch U, Wirtz A, Peters M, Ruf B, Grünewald T (2001) Erste medizinische und antiepidemische Maßnahmen bei Verdacht auf virales hämorrhagisches Fieber. *Med Welt* 52:126–132
14. Franz DR. et al. (1997) Clinical recognition and management of patients exposed to biological warfare agents. *JAMA* 278:399–411
15. Garner JS et al. (1996) Guideline for isolation precautions in hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 17:76885–76905
16. Henderson DA (1999) The looming threat of bioterrorism. *Science* 283:1279–1282
17. Kaufmann AF, Meltzer MI, Schmid GP (1997) The economic impact of a bioterrorist attack: are prevention and postattack intervention programs justifiable? *Emerg Infect Dis* 3:83–94
18. Keim M, Kaufman AF (1999) Principles for emergency response to bioterrorism. *Ann Emerg Med* 34:183–190
19. Macintyre AG, Christopher GW, Eitzen E, Gum R, Weir S, DeAtley C, Tonat K, Barbera JA (2000) Weapons of mass destruction events with contaminated casualties. *JAMA* 283(2):242–249
20. Rose G (1999) It could happen here: facing the new terrorism. *For Affairs* 78:131–137
21. Rotz LD, Khan AS, Lillibridge SR, Ostroff SM, Hughes JM (2002) Public Health assessment of potential biological terrorism agents. *Emerging Infectious Diseases* 8(2):225–229
22. Sefrin P, Weidinger JW, Weiss W (2003) Katastrophenmedizin. Sichtungskategorien und deren Dokumentation. Einigung von Experten aus Deutschland sowie einigen europäischen Staaten. *Deutsches Ärzteblatt* Jg. 100 (31-32):1615–1616
23. Sewell DA (2003) Laboratory safety practices associated with potential agents of biocrime or bioterrorism. *J Clin Microbiol* 41(7):2801–2809
24. Sidell FR, Takafuji ET, Franz DR (1997) Medical aspects of chemical and biological warfare. Part I. Textbook of Military Medicine. Washington DC: Office of The Surgeon General, Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center; United States Army
25. Snyder JW (2003) Role of the hospital-based microbiology laboratory in preparation for and response to a bioterrorism event. *J Clin Microbiol* 41:1–4
26. Sohns T (2000) Die Proliferation von Massenvernichtungswaffen: Herausforderungen für Entscheidungsträger. *Notfallvorsorge* 2:1–15
27. Tomaso H, Al Dahouk S, Fock RRE, Treu TM, Schlögel R, Strauss R, Finke E-J (2003) Management in der Behandlung von Patienten nach Einsatz biologischer Agenzien. *Notfall & Rettungsmedizin* 8:603–614
28. USAMRIID's (2001) Medical Management of Biological Casualties Handbook, 4th edn. United States Army Medical Research Institute of Infectious Diseases, Frederick, Md.
29. Weinstein RS, Alibek K (2003) Biological and Chemical Terrorism. A Guide for Healthcare Providers and First Responders. Thieme New York, Stuttgart
30. Walker DH, Yampolska L, Grinberg LM (1994) Death at Sverdlovsk: What have we learned? *Am J Pathol* 144:1135–1141
31. World Health Organization (1970) Health aspects of chemical and biological weapons: Report of a WHO group of consultants. Geneva, Switzerland/Zilinskas RA (1983) Anthrax in Sverdlovsk? *Bull At Sci Jun/Jul*:24–27