Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich

Biosecurity und die Veröffentlichung von Forschungsdaten

Gutachten

risicare

Inhaltsverzeichnis Seite

1. Zusammenfassung 1

2. Einführung 2
2.1. Anlass 2
2.2. Auftrag und Vorgehen 3

3. Risikoeinschätzung 5
3.1. Vorbemerkung 5
3.2. Moralische Einschätzung von Biowaffen und gesellschaftliche Risikowahrnehmung 6
3.3. Vor- und Nachteile von Biowaffen 8
3.4. Täter und Motive 10
3.5. Anschläge und Zielsetzungen 15
3.6. Schutzgüter und Wege, um diese Schutzgüter zu schädigen 18
3.7. Biologische Agenzien 21
3.8. Beschaffung, Aufbereitung und Verbreitung von Biowaffen 26
3.9. Schutzmassnahmen 30
3.10. Wissenschaftlich-technische Entwicklungstendenzen 33
3.11. Einschätzung des Risikos 36

4. Fallbeispiele 39
4.1. Vogelgrippe H5N1 39
4.2. Spanische Grippe 40

5. Beurteilung und Regulierung von Veröffentlichungen 42
5.1. Aspekte der Beurteilung 42
5.2. Aspekte von Regulierungsansätzen 44

6. Begriffe und Abkürzungen 46
6.1. Glossar 46
6.2. Abkürzungsverzeichnis 47

7. Literaturverzeichnis 48

31. Januar 2014

Verteiler: Frau A. Willemsen, Geschäftsführerin EKAH

Quelle Titelbild: Vom Maiskolbenbrand befallener Blütenstand
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mais_imgp7831.jpg

risicare GmbH
Bühlstrasse 22, 8125 Zollikerberg
Tel. 079 388 83 83
info@risicare.ch, www.risicare.ch

1. Zusammenfassung

Einzelpersonen und Organisationen, die Anschläge auf Menschen oder andere Schutzgüter planen, steht eine Vielzahl potenzieller *Mittel* zur Verfügung. Aus der Sicht möglicher Täter weisen Biowaffen viele Schwächen auf. Beispielsweise lassen sich ihre Wirkungen nur schwer kontrollieren und können auch auf den Angreifer zurückschlagen. Eine wesentliche Stärke von Biowaffen ist, dass ihr Einsatz in der Regel erhebliche *Verunsicherung* auslöst. Die gesellschaftliche Risikowahrnehmung und die weit verbreitete Ächtung von Biowaffen tragen zu dieser Wirkung bei.

Nach gegenwärtiger Einschätzung stehen bei Anschlägen mit biologischen Agenzien *Menschen* als Ziele im Vordergrund. Anschläge auf andere Schutzgüter, vor allem auf landwirtschaftlich genutzte Tiere und Pflanzen, spielen eine untergeordnete Rolle.

Das Risiko von Anschlägen mit Biowaffen lässt sich nicht verlässlich einschätzen. Noch schwieriger ist es, das Risiko eines Anschlags einzuschätzen, bei dem neue Forschungsergebnisse genutzt werden. Plausibilitätsbetrachtungen legen folgende Schlüsse nahe:

- Die Wahrscheinlichkeit, dass ein *Anschlag mit begrenzter Reichweite* unter Nutzung neuer Forschungsergebnisse verübt wird, ist in der Schweiz und anderen westlichen Staaten derzeit sehr gering. Das Schadenausmass wird aufgrund der Verunsicherung, die ein solcher Anschlag auslöst, und aufgrund von Trittbrettfahrern voraussichtlich wesentlich grösser ausfallen als die direkten Schäden. Das Risiko lässt sich aber insgesamt als überschaubar einstufen.
- Der Weg von der Planung bis zur Ausführung eines *grossen Anschlags* mit biologischen Agenzien, die mit Hilfe neuer Forschungsergebnisse modifiziert wurden, ist sehr weit. Dass sich eine terroristische Gruppierung die entsprechenden Ressourcen beschafft und bis zur Ausführung gelangt, lässt sich jedoch nicht ausschliessen. Neue technisch-wissenschaftliche Entwicklungen tragen in Zukunft voraussichtlich dazu bei, dass sich die Planung und Ausführung solcher Anschläge vereinfacht. Angesichts der enormen immateriellen und materiellen Schäden, die ein grosser Anschlag mit neuartigen biologischen Agenzien hervorrufen kann, muss das entsprechende Risiko ernst genommen werden. Als Täter kommen vor allem ideologisch motivierte Gruppierungen mit Endzeitvisionen infrage, die sehr gut mit Ressourcen ausgestattet sind.

Die Schweiz hat wie andere industrialisierte Staaten vielfältige, aufeinander abgestimmte *Schutzmassnahmen* ergriffen, die der Biosecurity dienen. Massnahmen, welche die Publikation von Forschungsdaten betreffen, sind daher im Kontext anderer Schutzmassnahmen zu betrachten. Die Fachliteratur liefert Anhaltspunkte dafür, welche *Forschungsgegenstände* für die Biosecurity relevant sind. Anspruchsvoller sind *Abwägungen zwischen Publikationsfreiheit und Sicherheit*.

2. Einführung

2.1. Anlass

2011 stellten Wissenschaftler aus den Niederlanden, den USA und Japan Forschungsarbeiten vor, aus denen neue Formen des Influenzavirus hervorgegangen waren. Diese Viren wiesen sowohl Merkmale des Schweine- als auch des Vogelgrippevirus auf. Das Schweinegrippevirus ist besonders leicht von Menschen zu Mensch und von Tier zu Tier übertragbar. Das Vogelgrippevirus führt beim Menschen mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Tod, ist jedoch wenig ansteckend.

Die Forschungsarbeiten weckten Besorgnis, dass ein hochansteckendes, tödliches Virus, das versehentlich aus dem Labor freigesetzt wird, zu einer schweren Grippepandemie führen könnte und dass die Forschungsresultate als „Bauanleitung" für ein tödliches Virus missbraucht werden könnten. International wurde daraufhin eine intensive *Diskussion* darüber geführt, ob sicherungsrelevante Ergebnisse von Forschungsarbeiten frei publiziert werden sollen und dürfen.

Zentrale *Elemente dieser Diskussion* sind (vgl. unter anderem Dickmann, 2012):

- Stellenwert der Forschungsfreiheit
  Forschungsfreiheit ist ein wichtiger Wert. Unmittelbare, schwerwiegende Risiken für Individuen und Gesellschaft, die aufgrund von Forschungsergebnissen entstehen, sollen vermieden werden. Gleichzeitig darf die Forschungsfreiheit nicht leichtfertig durch Verbote aufs Spiel gesetzt werden.
- Abwägung von Chancen und Risiken
  Die Chancen, die sich der Gesellschaft durch die Veröffentlichung neuer Forschungsergebnisse eröffnen, müssen gegen die Risiken abgewogen werden. Neue Erkenntnisse zu Pathogenen können beispielsweise genutzt werden, um Impfstoffe zu verbessern, aber auch um Biowaffen zu entwickeln.
- Wirksamkeit gesellschaftlicher Kontrolle
  Publikationsverbote schränken den Kreis jener, die über sicherungsrelevante Kenntnisse verfügen, auf eine überschaubare und kontrollierbare Zahl von Fachleuten ein. Durch Publikationsverbote werden sicherungsrelevante Erkenntnisse aber auch in Communities gedrängt, die sich der gesellschaftlichen Kontrolle weitgehend entziehen.
- Wirksamkeit von Publikationsverboten
  Publikationsverbote lassen sich in einer globalisierten Gesellschaft und angesichts des Internets nur bedingt umsetzen. Allerdings sind etablierte Forschende oder solche, die sich gerade eine Karriere aufbauen, interessiert daran, ihren guten Ruf zu wahren, indem sie allfällige Publikationsverbote respektieren.

- Unsicherheiten
  Wer die Veröffentlichung von Forschungsdaten regulieren will, muss Chancen und Risiken von Informationen gegeneinander abwägen. Die Einschätzung der mit neuen Forschungsergebnissen verbundenen Chancen und Risiken ist jedoch meistens mit grossen Unsicherheiten verbunden. Forschung, die der Publikation und damit der wissenschaftlichen Diskussion entzogen wird, unterliegt nicht der gleichen Qualitätssicherung wie Forschung, die veröffentlicht wird. Auch dadurch entstehen neue Unsicherheiten.
- Dual-Use-Problematik
  Die Fachkenntnisse, die biologischen Agenzien und die Infrastruktur, die für Anschläge mit biologischen Waffen benötigt werden, entsprechen weit überwiegend solchen, die für auch für eine Nutzung zu friedlichen Zwecken erforderlich sind. Dadurch wird die Umsetzung von Restriktionen erschwert, die der Biosecurity dienen.
- Defensiv/offensiv-Problematik
  Forschung, die der Abwehr von Biowaffen dient, liefert vielfach auch Erkenntnisse, die für biologische Angriffe genutzt werden können. Wer sich gegen biologische Angriffe verteidigen will und die gewonnenen Erkenntnisse für andere nutzbar macht, riskiert damit, gleichzeitig solchen Angriffen Vorschub zu leisten.

Im folgenden Gutachten wird ein *Teilaspekt dieser Diskussion* näher ausgeleuchtet, nämlich das Risiko, das sich mit dem Missbrauch neuer Forschungsergebnisse verbindet.

2.2. Auftrag und Vorgehen

Die *Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich* (EKAH) berät den Bundesrat und die Behörden bei Gesetzgebung und Vollzug im Bereich der ausserhumanen Bio- und Gentechnologie. Dabei stellen sich auch Fragen zur Sicherheit und Sicherung, zum Beispiel im Zusammenhang mit der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen oder bei der Synthetischen Biologie.

2013 nahm die EKAH das Thema *Biosecurity und Veröffentlichung von Forschungsdaten* auf. Das vorliegende Gutachten soll dabei – neben anderen Quellen – als Diskussionsgrundlage dienen. Ziel des Gutachtens ist es, eine Einschätzung des Risikos zu liefern, das sich mit dem Missbrauch neuer Forschungsergebnisse verbindet. Zudem werden Kriterien aufgeführt, die dazu beitragen, das mit einer Publikation verbundene Risiko einzuschätzen.

Das Gutachten konzentriert sich auf den Missbrauch von biologischen Agenzien durch Terroristen und Täter, die aus persönlichen Motiven heraus aktiv werden. Der militärische Gebrauch von Biowaffen wird angesprochen, aber nicht vertieft behandelt. Als biologische Agenzien werden Organismen betrachtet, die ein Schutzgut direkt schädigen können. Organismen, die lediglich als Träger von Waffen einge-

setzt werden, werden nicht berücksichtigt. Dazu würden zum Beispiel Tiere zählen, die Sprengstoffe oder nukleares Material verbreiten sollen.

Grundlage des Gutachtens bildet eine Recherche in der Fachliteratur. Am 2. November 2013 stellte die Gutachterin der EKAH Zwischenergebnisse vor. Erkenntnisse aus darauf folgenden Diskussion sind ebenfalls in das Gutachten eingeflossen.

3. Risikoeinschätzung

3.1. Vorbemerkung

Das Risiko, das sich mit dem Missbrauch von biologischen Forschungsergebnissen verbindet, lässt sich höchstens ansatzweise einschätzen. Hauptursache dafür sind grosse Unsicherheiten in Bezug auf einzelne Einflussfaktoren. Welche potenziellen Täter bereiten sich darauf vor, Anschläge mit biologischen Agenzien zu verüben? Was sind ihre Absichten und über welche technischen Möglichkeiten verfügen sie? Viele Informationen, die erforderlich wären, um diese Fragen zu beantworten, sind nicht vorhanden oder – da klassifiziert – nicht frei verfügbar.

Auch die Bezugnahme auf bisherige Erfahrungen ist nur bedingt aussagekräftig. Balicer & Wiser weisen zum Beispiel darauf hin, dass die Analyse der Anthrax-Anschläge in den USA von 2001 keine Anhaltspunkte dafür lieferte, dass eines der bekannten Vorhersageinstrumente bei diesen Ereignissen angeschlagen hätte (2007, S. 4). Aus der Vergangenheit liegen zudem nur wenige Erfahrungen vor, da Angriffe mit biologischen Agenzien bisher selten vorgekommen sind. Eine umfassende Studie zu Angriffen, bei denen zwischen 1900 und 2001 CBRN-Agenzien verwendet wurde, listet 383 Ereignisse auf, darunter lediglich 77 mit biologischen Agenzien (S. 3).

Neue Forschungsergebnisse waren dabei bisher nicht von Bedeutung. Dennoch sollen im Folgenden einige Plausibilitätsbetrachtungen angestellt werden, um das Risiko, das sich mit der Anwendung neuer Forschungsergebnisse verbindet, einzugrenzen.

3.2. Moralische Einschätzung von Biowaffen und gesellschaftliche Risikowahrnehmung

Biologische Waffen sind weltweit geächtet. Das gesellschaftlich wahrgenommene Risiko, das von Biowaffen ausgeht, ist hoch. Der Einsatz von Biowaffen stellt einen Tabubruch dar und löst Verunsicherung aus. Verunsicherung und gesellschaftliche Destabilisierung sind bei Biowaffeneinsätzen meistens auch beabsichtigt. In vielen Staaten ist die Bereitschaft hoch, in den Schutz vor Biowaffen zu investieren.

- *Moralische Einschätzung*

Neue (wissenschaftliche) Erkenntnisse werden seit jeher auch genutzt, um Schäden herbeizuführen, und zu kriminellen oder militärischen Zwecken eingesetzt. Seit langem existieren aber auch Bestrebungen, insbesondere die Verwendung von Giften und Pathogenen zu regulieren, um moralischen Ansprüchen gerecht zu werden (Korn et al., 2008, S. 7). So war zum Beispiel bereits im Römischen Reich der Antike allgemein anerkannt, dass Kriege mit Waffen und nicht mit Giften zu führen („Armis bella non venenis geri") seien (Bucher, 2010b, S. 4).

1925 wurde das *Genfer Protokoll* über das Verbot der Verwendung von erstickenden, giftigen oder ähnlichen Gasen sowie von bakteriologischen Mitteln im Krieg unterzeichnet, dem bis Mitte Mai 2012 137 Staaten weltweit beigetreten sind. Begründend nimmt das Genfer Protokoll Bezug auf einen allgemein bestehenden Konsens in der zivilisierten Welt: „…the use in war of asphyxiating, poisonous or other gases, and of all analogous liquids materials or devices, has been justly condemned by the general opinion of the civilized world" (ICRC, 2012).

Die Konvention über das Verbot der Entwicklung, Herstellung und Lagerung bakteriologischer (biologischer) Waffen und Toxinwaffen sowie über die Vernichtung solcher Waffen, die *Biowaffenkonvention*, trat 1975 in Kraft. Sie nimmt ihrerseits Bezug auf das Genfer Protokoll. Eingangs wird die generelle Notwendigkeit einer Abrüstung betont und insbesondere die Notwendigkeit, im Interesse der Menschheit die Verwendung bakteriologischer Waffen und solcher, die auf biologischen Toxinen beruhen, zu bannen. Die Mitgliedstaaten sind überzeugt, „that such use would be repugnant to the conscience of mankind and that no effort should be spared to minimize this risk" (Department of Peace Studies of the University of Bradford, 2013).

Bei Biowaffen richtet sich Leben gegen Leben. Dies ist ein möglicher Hintergrund für den im Genfer Protokoll angesprochenen allgemein bestehenden Konsens zur Ächtung von Biowaffen (Korn et al., 2008, S. 46). Biowaffen schädigen vor allem Menschen, Tiere und Pflanzen; Sachwerte sind ein untergeordnetes Ziel. Der Einsatz von Biowaffen ist still und lässt im Extremfall unbelebte Landstriche zurück (Kellman, 2007, S. 11). Die Ächtung von Biowaffen wird zudem, heute wie in der Vergangenheit, oft damit begründet, dass ihr Einsatz den Vorstellungen von einem

fairen Kampf widerspricht. Ähnlich wie Chemiewaffen fordern Biowaffen meistens auch unbeteiligte Opfer, darunter vielfach Kinder. Das Sterben aufgrund eines Angriffs mit biologischen Agenzien ist oft langsam und qualvoll.

Die Geschichte der Biowaffen ist trotz moralischer Ächtung von Grenzüberschreitungen geprägt. Schon um 400 v. Chr. mischten skythische Bogenschützen ihre Pfeilspitzen mit Überresten faulender Kadaver, Blut und Exkrementen, um ihre Gegner zu infizieren. 1346 schleuderten die Belagerer von Kaffa Pestleichen über die Befestigungsmauern. Im englisch-französischen Kolonialkrieg des 18. Jahrhunderts sollen britische Truppen den mit den Franzosen verbündeten Indianern Decken überreicht haben, die mit Pockenviren infiziert waren (Bucher, 2010b, S. 4f.). In den 1980er Jahren entwickelte das Apartheid-Regime in Südafrika ein umfassendes Biowaffenprogramm, das unter anderem Agenzien vorsah, die nur Menschen schwarzer Hautfarbe schädigen sollten (Korn, 2008, S. 37).

- *Risikowahrnehmung*

Die Risikowahrnehmung einzelner Personen und damit auch die gesellschaftliche Risikowahrnehmung sind von einer Vielzahl von Faktoren geprägt, die in den letzten Jahrzehnten eingehend untersucht wurden. Viele dieser Faktoren tragen dazu bei, dass Biowaffen als besonders riskant eingestuft werden. So werden etwa Agentien besonders gefürchtet, die ein hohes *Katastrophenpotenzial* aufweisen. Ein einziger Angriff mit biologischen Agenzien könnte, wie in Kapitel 3.5 geschildert, im Extremfall mehrere Zehntausend Todesopfer fürchten. Schäden, die als *furchterregend* wahrgenommen werden, tragen ebenfalls dazu bei, dass ein Risiko als nicht tragbar eingestuft wird. Werden Menschen Biowaffen ausgesetzt, die Krankheitserreger oder Toxine beinhalten, bedeutet dies für die Betroffenen meistens ein langsames und qualvolles Sterben. Kann eine vom Risiko betroffene Person die Schwere der Schäden selbst beeinflussen, nimmt sie das Risiko als weniger bedrohlich wahr. Bei Biowaffen ist dies jedoch nicht der Fall. Insbesondere neuen biologischen Agenzien, gegen die noch keine wirksamen Medikamente existieren, sind die Opfer weitgehend *ausgeliefert*. Hilfe kann wenn überhaupt nur von qualifizierten Fachpersonen kommen. Die eigenen Einflussmöglichkeiten sind gering. Wer der Einwirkung von Biowaffen ausgesetzt ist und erkrankt, verliert bald einen grossen Teil seiner Handlungsfähigkeit. Zudem kann sich niemand der *persönlichen Betroffenheit* entziehen. Ein Anschlag könnte ein Einkaufszentrum treffen, ein Fussballstadion oder eine Hochschule – in der Schweiz ebenso wie im Ausland. Dies legt nahe, dass das Risiko, das von Biowaffen ausgeht, in Gesellschaft und Politik als besonders bedrohlich wahrgenommen wird.

Gleichzeitig verstärkt die allgemeine Ächtung (vgl. oben, > Moralische Einschätzung) Abscheu und Verunsicherung angesichts von Biowaffen. Der Einsatz von Biowaffen stellt einen Tabubruch dar, der verunsichert und verstört. Bei möglichen Tätern spielen die Ziele *Verunsicherung* und *Destabilisierung* denn auch eine wichtige Rolle.

3.3. Vor- und Nachteile von Biowaffen

Biowaffen eignen sich für Angriffe, bei denen die Täter unerkannt bleiben und zugleich eine breite Wirkung erzielen wollen. Die Zeit, die zwischen dem Ausbringen eines biologischen Agens verstreicht und der Gewissheit, dass es sich um einen Biowaffenangriff handelt, kann genutzt werden, um weitere Angriffe einzuleiten. Neuere Forschungsergebnisse erlauben es unter anderem, gezielt bestimmte ethnische Gruppen von Menschen, Unterarten von Tieren oder Sorten von Pflanzen zu treffen.

- *Schwächen von Biowaffen aus der Sicht möglicher Täter*

Täter, die Menschen oder Sachwerte schädigen wollen, können dies meist wirksamer und zuverlässiger auf anderen Wegen erreichen als mit biologischen Agenzien – zum Beispiel, indem sie giftige Chemikalien oder Sprengstoffe verwenden. Die Entwicklung einsatzfähiger Biowaffen ist anspruchsvoll und kann mit erheblichen Risiken für die Personen verbunden sein, die solche Waffen herstellen (vgl. Kapitel 3.8). Bisher hat der *Terrorismus* weit mehr mit konventionellen Mitteln erreicht als mit biologischen Agenzien. Dies spricht dafür, dass der Einsatz biologischer Agenzien von vielen möglichen Tätern als unattraktiv eingestuft wird (Sharan, 2007, S. 45).

Aus *militärischer Sicht* haben Biowaffen ebenfalls Nachteile: Biowaffen wirken typischerweise langsam und erst nach einer gewissen Latenzzeit. Ihre Wirkungen lassen sich schwer kontrollieren und können auch auf den Angreifer zurückschlagen. Da Biowaffen ausschliesslich Lebewesen schädigen, beeinträchtigen sie die Waffenarsenale der Gegner nicht. Biowaffentests unter realistischen Umgebungsbedingungen sind schwierig, da solche Tests auffallen und die internationale Staatengemeinschaft auf den Plan rufen könnten. Experten rechnen daher nicht damit, dass Biowaffen in militärischen Programmen entwickelt werden, um sie bei Konflikten mit anderen Staaten einzusetzen. Biologische Agenzien könnten jedoch bei innerstaatlichen Konflikten zu Einsatz kommen (Kellman, 2007, S. 67f.) oder wenn ein Staat terroristische Organisationen unterstützt.

- *Stärken von Biowaffen aus der Sicht möglicher Täter*

Aus der Perspektive von *Einzeltätern oder terroristischen Gruppen* entfalten Biowaffen verschiedene Stärken: Die Herstellung von Biowaffen hinterlässt keine oder wenig auffällige Spuren – selbst wenn Massenvernichtungswaffen produziert werden. „The ‚footprint' of making and transporting a nuclear weapon is, by orders of magnitude, larger and more detectable than comparable activities related to bioweapons" (Kellman, 2007, S. 16). Angriffe mit Biowaffen können leicht mit dem natürlichen Ausbruch einer Krankheit verwechselt werden. Das Ausbringen der biologischen Agenzien lässt sich unauffällig bewerkstelligen. Zwischen der Ansteckung

und dem Ausbruch der Krankheit vergeht einige Zeit. Zudem präsentieren sich die Krankheiten, die durch Biowaffen ausgelöst werden, häufig zunächst mit unspezifischen klinischen Zeichen, die einem grippalen Infekt ähneln. Viele historische Beispiele von Angriffen mit Biowaffen zeigen, dass zunächst nicht klar war, ob es sich um ein natürliches Ereignis oder einen böswilligen Akt handelte. Dieser Zeitgewinn kann von den Tätern genutzt werden – um Spuren zu verwischen und die Urheberschaft zu verschleiern oder zur Vorbereitung weiterer Anschläge. In der Vergangenheit blieben die Urheber von Anschlägen mit biologischen Agenzien vielfach unbekannt. Manchmal blieben dauerhafte Zweifel an der Urheberschaft bestehen. Beispiele sind die Verbreitung von Mittelmeerfruchtfliegen im Jahr 1989 (vgl. Kapitel 3.4) und die Anthrax-Anschläge in den USA im Jahr 2001. Die Latenzzeit zwischen dem Angriff und dem Ausbruch einer Krankheit kann von den Angreifern für weitere Aktionen genutzt werden, bevor Gegenmassnahmen ergriffen werden. Ein Angreifer, der an verschiedenen Orten und mit verschiedenen Agenzien tätig wird, ist auch in Ländern mit hochentwickelter Biowaffen-Verteidigung kaum zu stoppen. Über internationale Knotenpunkte, zum Beispiel einen grossen Flughafen, lässt sich eine sehr grosse geografische Reichweite erzielen (Kellman, 2007, S. 12f.).

Ein Vorteil aus der Sicht der Täter kann zudem darin bestehen, dass Angriffe mit Biowaffen potenziell eine grosse Zahl von Opfern nach sich ziehen. Pathogene verbreiten sich durch Ansteckung, oft noch bevor beim Überträger Krankheitssymptome aufgetreten sind (Kellman, 2007, S. 15f.). Eine weite Verbreitung ist insbesondere möglich, wenn neuartige Krankheitserreger verwendet werden, für die noch keine wirksamen Impfstoffe und Behandlungen existieren.

Verschiedene historische Beispiele deuten darauf hin, dass Biowaffen aus *militärischen Programmen* meistens innerhalb des eigenen Landes und vor allem gegen Bevölkerungsgruppen eingesetzt werden, die nur schwer in der Lage sind, wirksame Gegenmassnahmen zu ergreifen. Neue Forschungsergebnisse erleichtern es, bei solchen Konflikten gezielt bestimmte Bevölkerungsgruppen zu treffen, zum Beispiel indigene Völker (Kellman, 2007, S. 68). Bereits in den 1980er Jahren wurde in Südafrika an biologischen Agenzien gearbeitet, die spezifisch die schwarze Bevölkerung schädigen sollten (vgl. > Risikowahrnehmung).

3.4. Täter und Motive

Die Entwicklung von Biowaffen, bei denen neue Forschungsergebnisse genutzt werden, ist aufwändig. Als Täter kommen vor allem Personen in Frage, die beruflich Zugang zu den erforderlichen Ressourcen haben. Eine Gefahr geht auch von wohlhabenden, gut vernetzten Organisationen aus, die in der Lage sind, sich die erforderlichen Ressourcen zu beschaffen, um einsatzfähige Biowaffen herzustellen.

➢ *Motive und Zugang zu Ressourcen*

Für den Missbrauch biologischer Agenzien kommen verschiedene *Motive* infrage:

- Emotionale Motive wie Rache, Vergeltung, Eitelkeit und Selbstinszenierung
- Wirtschaftliche Motive, wenn biologische Agenzien missbraucht werden, um Lösegelder oder andere materielle Vorteile zu erpressen
- Ideologische Motive, das heisst vor allem politische und religiöse Beweggründe

Das Spektrum möglicher *Täter* reicht von Einzelpersonen bis zu terroristischen Netzwerken. Bei den emotionalen Motiven dürften Einzeltäter im Vordergrund stehen. Bei den wirtschaftlichen und ideologischen Motiven kommen auch grössere Gruppen von Tätern in Frage.

In der Vergangenheit zeigte sich, dass bei Anschlägen mit gefährlichen biologischen Agenzien *emotionale Motive* und Motive, die auf psychische Störungen hindeuten, immer wieder eine Rolle spielten. Dem mutmasslichen Urheber der Anthrax-Anschläge von 2001 in den USA werden schwere Störungen des Sozialverhaltens und Allmachtsphantasien nachgesagt (Wikipedia, 2013). Die Motive des „Heilers von Bern" blieben letztlich unklar. Der Entscheid des Vaters, der seinen 11-Monate alten Sohn mit HIV infizierte, um keinen Unterhalt zahlen zu müssen (vgl. Kapitel 3.5), ist nicht nur emotional sondern auch rational für die meisten Menschen schwer nachvollziehbar.

Anschläge und schwere Sabotageakte können heute sowohl im Cyberspace verübt werden als auch mit Schusswaffen, Sprengstoffen, chemischen, biologischen, radiologischen oder nuklearen Waffen und anderen Mitteln, die zur Waffe umfunktioniert wurden – bei den Terroranschlägen vom 11.9.2001 zum Beispiel mit Flugzeugen. Biologische Agenzien sind in diesem Umfeld vielfach nicht das nächstliegende Mittel. Welche Täter würden also am ehesten biologische Waffen in Betracht ziehen?

Biologische Agenzien sind für Personen naheliegend, die *beruflich Zugang* zu solchen Agenzien haben. Dazu zählen beispielsweise Wissenschaftler, die an Hochschulen oder in der Privatwirtschaft mit gefährlichen biologischen Agenzien arbeiten, oder die sich zu offensiven oder defensiven Zwecken bei Armee, Bevölkerungs-

schutz und Polizei mit solchen Agenzien befassen. Als Urheber der Anthrax-Anschläge von 2001 in den USA wird ein Wissenschaftler vermutet, der bei der US-Armee angestellt war und im Bereich biologischer Waffen forschte. Bei der Prävention von Anschlägen mit biologischen Agenzien spielt daher die Überwachung von Personen, die Zugang zu solchen Agenzien haben, eine zentrale Rolle (NSABB, 2007, S. 11f.). Eine weitere Quelle sind die *militärischen Biowaffenprogramme* von Staaten, die Terroristen unterstützen. Die Täter sind dann entweder Handlanger dieser Staaten oder Organisationen zugehörig, die einen guten Zugang zu den militärischen Programmen dieser Staaten haben.

Bei Tätern, die weder „Insider" sind noch Zugang zu militärischen Biowaffenprogrammen haben, muss eine Vielzahl verschiedener Ressourcen verfügbar sein, um zu wirksamen Biowaffen zu gelangen. Solche Ressourcen sind heute vor allem bei *Sekten* und *Terrornetzwerken* mit vielen bzw. wohlhabenden Geldgebern zu erwarten. Die japanische Sekte Aum Shinrikyo etwa, die erst 1984 gegründet wurde, gewann schnell mehrere Tausend Anhänger. Sie produzierte in den 1990er Jahren Sprengstoffe, chemische und biologische Waffen. Unter den biologischen Waffen befanden sich Anthrax, Cholera, Botulinumtoxin und der Erreger des Q-Fiebers. Zudem versuchte die Sekte, sich Ebola-Viren aus Afrika zu beschaffen (Korn et al., 2010, S. 39).

Für einen Zusammenhang zwischen *organisierter Kriminalität* und Biowaffen fanden sich bei der von uns durchgeführten Recherche keine Hinweise. Ein Grund dafür ist wohl, dass entsprechenden Organisationen genügend andere Mittel zur Durchsetzung ihrer Interessen zur Verfügung stehen. Ausschlaggebend dürfte sein, dass kriminelle Organisationen das „unauffällige und diskrete Vorgehen" (fedpol, 2013a), das ihnen bisher zum Erfolg verhalf, nicht gefährden. Illegale Aktivitäten, die mit Biowaffen in Verbindung stehen, erregen meistens eine hohe öffentliche Aufmerksamkeit.

Täter, die *neue Forschungsergebnisse* nutzen, gehören wahrscheinlich überwiegend denselben Gruppen an, wie Täter, die bereits existierende Biowaffen verwenden. Die Hürden, die der Konstruktion neuer Biowaffen entgegen stehen, sind jedoch meistens höher als jene, die bei der Produktion bereits bekannter Biowaffen zu überwinden sind. Dadurch gewinnen Täter, die sich beruflich mit entsprechenden Agenzien befassen, an Gewicht.

- *Einschätzungen der Gefährdungslage*

Die Gefährdungslage von Personen und Gebäuden in der *Schweiz* ist nach Einschätzung des Bundesamts für Polizei stabil und bewegt sich auf tiefem Niveau. Am häufigsten sind gegenwärtig Belästigungen und Drohungen gegenüber exponierten Personen sowie Sachbeschädigungen an Gebäuden im Zusammenhang mit Demonstrationen. Das Bundesamt für Polizei weist allerdings darauf hin, dass politische, wirtschaftliche und soziale Entwicklungen zu einer raschen Veränderung der

Gefährdungslage führen können. Solche Entwicklungen seien insbesondere für das Ausland kaum vorhersehbar (fedpol, 2013, S. 37). Der Nachrichtendienst des Bundes (NDB) beobachtet verschiedene Ausrichtungen von Terrorismus in der Schweiz. Der Linksextremismus findet Ausdruck in teils gewalttätigen Demonstrationen und Anschlägen auf Andersdenkende, beispielsweise Vertreter der Schweizerischen Volkspartei (SVP). Der Rechtsextremismus richtet sich vor allem gegen Ausländer. Gelegentlich kommt es zu gewalttätigen Auseinandersetzungen mit Linksextremisten. Der Tierrechtsextremismus setzt sich gewalttätig gegen Tierversuche und andere Formen der Nutzung von Tieren durch den Menschen ein. Es bestehen Verbindungen zum Linksextremismus (NDB, 2013, S. 45f.). Der dschihadistisch motivierte Terrorismus (S. 35f.) richtet sich sowohl gegen muslimisch als auch gegen nicht muslimisch geprägte Staaten und verfolgt das Ziel eines fundamentalistischen islamischen Gottesstaats. Er trifft Schweizer, die sich im Ausland aufhalten, und verfügt über Sympathisanten innerhalb der Schweiz. Der ethno-nationalistisch motivierte Terrorismus wurzelt in inneren Konflikten anderer Staaten, zum Beispiel jenem zwischen der türkischen Regierung und der Arbeiterpartei Kurdistans (PKK) (S. 28). Protestaktionen in der Schweiz verlaufen in der Regel gewaltfrei.

International zeigt sich, dass einige terroristische Organisationen in der Vergangenheit biologische Waffen entwickelt und teilweise versucht haben, diese Waffen einzusetzen:

Al Qaida entwickelte mehrere biologische Waffen bis nahezu zur Einsatzreife. 1999 versuchte der Gründer von al Qaida bin Laden unter anderem, die Erreger von Milzbrand, Ebola und Pest sowie Salmonellen und Botulinustoxin von Quellen in der ehemaligen Sowjetunion, Ostasien, im Sudan, Afghanistan und der Tschechischen Republik zu erwerben. 2001 traf sich bin Laden mit zwei pakistanischen Wissenschaftlern, um Informationen zur Produktion biologischer Waffen zu erhalten. Es wird vermutet, dass al Qaida im Jahr 2000 Anthrax und Pesterreger von Waffenhändlern in Kasachstan erwarb. Um biologische Waffen herzustellen, arbeitete das Terrornetzwerk mit abtrünnigen Wissenschaftlern zusammen, unter anderem aus der ehemaligen Sowjetunion. Wissenschaftler wurden aufgefordert, sich dem Jihad gegen die USA anzuschliessen. Anhänger von al Qaida suchten nach relevanten Informationen in Bibliotheken (Kellman, 2007, S. 77f.) und schrieben sich als Postgraduate-Studenten an britischen Hochschulen ein, um Zugang zu Laborinfrastruktur zu erhalten (The Telegraph, 2009). Zur Produktion von Biowaffen baute al Qaida Laboratorien auf. Offenbar kam es dabei auch zu Unfällen. Die Krankengeschichte von Ahmet Al-Haznawi, einem der Attentäter vom 11. September 2001, legt nahe, dass er unter Hautmilzbrand litt (Kellman, 2007, S. 79). Im Jahr 2009 starben 40 Terroristen in einem Trainingslager in Algerien. Es wird vermutet, dass die Erreger aus der Biowaffenproduktion von al Qaida stammten (The Telegraph, 2009). Beim Einsatz solcher Waffen scheiterte al Qaida offenbar erst an der letzten Hürde. Es gelang nicht, die biologischen Agenzien am Tatort zu verbreiten. Für diesen Zweck hatten Mitglieder der al Qaida versucht, landwirtschaftliche Sprühflugzeuge

zu erwerben und Pläne entwickelt, um Anthrax mit Hilfe von Ballons zu verbreiten (Kellman, 2007, S. 80).

Ebenfalls an der letzten Hürde scheiterte auch *Aum Shinrikyo*. Mit 50'000 Mitgliedern, darunter Biochemikern, Ärzten und Mitarbeitenden der Polizei, sowie einem Vermögen von ca. 1 Milliarde US$ war die Sekte in der Lage, moderne Laboratorien zur Produktion von Biowaffen aufzubauen. In den 1990er Jahren verübte Aum Shinrikyo mehrere Angriffe mit biologischen Agenzien in Japan. Unter anderem versprühte die Organisation ein Anthrax-Aerosol vom Dach eines Gebäudes in der Tokioer Innenstadt. Die verwendeten Ausbringungsverfahren waren jedoch so dilettantisch, dass niemand zu Schaden kam. Aum Shinrikyo wendete sich daraufhin chemischen Waffen zu. Beim Anschlag mit Sarin in der U-Bahn von Tokio kamen 1995 zwölf Menschen ums Leben. Tausende weitere mussten medizinisch behandelt werden (Kellman, 2007, S. 82f.).

2008 befragte eine parteiübergreifende Spezialkommission des US-Kongresses zahlreiche Experten und veranstaltete eine öffentliche Anhörung über die Gefahr von Massenvernichtungswaffen. Die Kommission kam daraufhin zum Schluss, es sei zu erwarten, dass bis Ende 2013 irgendwo auf der Welt bei einem Terrorakt eine Massenvernichtungswaffe eingesetzt werde. Einen *Bioterrorangriff* mit Bakterien, Viren oder biologischen Giften hielten die Experten dabei für am wahrscheinlichsten (Bucher, 2010b, S. 6).

- *Spezialfall Agro-, Öko- und Tierrechtsterrorismus*

Agroterrorismus steht nach Ansicht vieler Experten beim Bioterrorismus nicht im Vordergrund, weil der „Schockfaktor" fehlt (Monke, 2007, S. 1f). Agroterrorismus eignet sich vor allem für Täter, die wirtschaftliche Schäden beabsichtigen, aber keine Menschen zu Schaden bringen wollen. Aufgrund der starken internationalen Vernetzung wäre auch bei einem grösseren Angriff nicht damit zu rechnen, dass Menschen in Hungersnot geraten. Die wirtschaftlichen Folgen könnten aber hoch sein. 2001 verursachte ein natürlicher Ausbruch der Maul- und Klauenseuche in Grossbritannien Kosten, die auf 6 bis 30 Milliarden US$ geschätzt wurden (Kellman, 2007, S. 40f.)

Die Landwirtschaft ist bisher schlecht vor Angriffen geschützt und lässt sich auch schwer schützen, unter anderem wegen der grossen Vielzahl möglicher Tier- und Pflanzenpathogene, der grossen landwirtschaftlich genutzten Flächen, die sich typischerweise in weniger besiedelten Gebieten befinden, und der vielen Transporte, denen landwirtschaftliche Produkte unterliegen (Monke, 2007, S. 1f). Die Verletzlichkeit der Landwirtschaft ist zudem vor allem bei Nutzpflanzen hoch, weil die genetische Diversität in den letzten Jahrzehnten stark abgenommen hat (Fineberg & Wilson, 2010, S. 2).

Ein mutmasslicher Fall von *Ökoterrorismus* mit biologischen Agenzien ereignete sich 1989 in Kalifornien (vgl. auch Kapitel 3.5). Die Urheber, die sich „The Breeders" nannten, drohten mit einer Invasion der Mittelmeerfruchtfliege und bekannten sich später zu einem Anschlag. In der Umgebung von Los Angeles trat eine solche Invasion auf, die sich nach Einschätzung von Biologen nicht mit natürlichen Mechanismen erklären lässt. Mit dem Angriff protestierten die Urheber gegen die Folgen von Schädlingsbekämpfungsmassnahmen auf die Umwelt (CNS, 2013). 1981 deponierte eine Gruppe, die sich Dark Harvest Commandos nannte, einen Behälter, der mit Milzbrandsporen kontaminierten Boden enthielt, in Grossbritannien. Die Gruppe forderte die Dekontamination von Gruinard Island (Kellman, 2007, S. 83). Gruinard Island ist eine schottische Insel, auf der im zweiten Weltkrieg Versuche mit Milzbrandsporen durchgeführt worden waren. Mitte der 1980er Jahre wurde die Insel aufwändig vom Milzbrand dekontaminiert.

Ein Beispiel für eine gewaltbereite *Tierrechtsbewegung* ist die Animal Liberation Front. Sie tritt beispielsweise gegen Verzehr von Fleisch ein, das Tragen von Pelzen und das Auftreten von Tieren im Zirkus. Ziel ihrer Anschläge sind vor allem Sachbeschädigungen. International richten sich die Aktionen besonders gegen Labors, die Tierversuche betreiben. In der Schweiz wurden 2011 nur geringfügige Sachbeschädigungen registriert (NDB, 2013, S. 51). Die Animal Liberation Front ist mit der Earth Liberation Front vernetzt (Flückiger, 2011), die vor allem in den USA und Kanada aktiv ist und Verbindungen mit linksextremistischen Organisationen unterhält (NDB, 2013, S. 46).

Das US-amerikanische CNS listet für den Zeitraum zwischen 1915 und 2008 13 Ereignisse auf, die landwirtschaftliche Ziele betrafen und bei denen biologische Agenzien im Spiel waren. In den meisten Fällen handelt es sich dabei lediglich um Drohungen oder Vermutungen. Drei Ereignisse fallen in den Zeitraum ab 2000: 2005 erhielt der neuseeländische Premierminister ein Schreiben, in dem mit der Freisetzung des Maul- und Klauenseuche-Erregers gedroht wurde. Das Schreiben erwies sich als Falschmeldung. 2001 wurde in Irland der Verdacht geäussert, dass Tierschutzaktivisten die Freisetzung von Maul- und Klauenseuche-Erreger angekündigt hätten, um die Fuchsjagd zu behindern. Diese Vermutung bestätigte sich nicht. Im Jahr 2000 berichteten palästinensische Quellen, dass israelische Siedler die Felder palästinensischer Bauern mit Abwasser verunreinigt hätten, damit die Bauern ihr Land verliessen. Der entstandene Schaden wurde auf ca. 5'000 US$ geschätzt (CNS, 2013).

3.5. Anschläge und Zielsetzungen

Anschläge mit grösserer Reichweite sind vor allem von Organisationen zu befürchten, die aus ideologischen Motiven handeln. Als Ziele stehen Verunsicherung und gesellschaftliche Destabilisierung im Vordergrund. Neue Forschungsergebnisse könnten dazu beitragen, diese Ziele wirksamer und umfassender zu erreichen.

➢ *Kategorien von Anschlägen*

Anschläge mit biologischen Agenzien können in ihrer Reichweite stark variieren. In der Regel lassen sich Anschläge mit geringer Reichweite einfacher ausführen als solche mit grosser Reichweite. Nach bisheriger Erfahrung lassen sich drei Kategorien von Anschlägen unterscheiden (Kortepeter & Parker, 1999, S. 523f):

- Anschlag auf ein definiertes und eng umgrenztes Ziel, etwa eine bestimmte Person. Ein Beispiel ist die Ermordung eines regimekritischen bulgarischen Journalisten in London 1978. Dabei wurde dem Opfer mit einem präparierten Regenschirm Rizin injiziert. 1992 infizierte ein Vater in Columbia, USA, seinen 11-Monate alten Sohn mit HIV, um keinen Unterhalt zahlen zu müssen (Gaudioso, 2007).
- Anschlag mit einfach hergestellten oder erworbenen biologischen Agenzien und begrenzter Reichweite. 1984 verursachte beispielsweise die Rajneesh-Sekte zahlreiche Fälle von Salmonellose. Dazu kontaminierte sie Salate in verschiedenen Restaurants der Stadt Dallas mit Salmonella enterica des Serotyps Typhimurium. Die Bakterien hatte die Sekte per Post bei einem kommerziellen Labor bestellt. Gesamthaft wurden 751 Fälle von Salmonellose bestätigt (Ryan & Glarum, 2008, S. 140f.). 1996 infizierte eine Laborantin ebenfalls in Dallas 12 ihrer Kollegen und Kolleginnen mit Shigella dysenteriae. Die Bakterien hatte sie in dem Spital, in dem sie arbeitete, entwendet und damit Gebäck im Pausenraum kontaminiert (Gaudioso, 2007). Zwischen 2001 und 2005 steckte ein selbsternannter „Heiler" in Bern 16 Personen an, indem er ihnen Blut injizierte, das HIV enthielt (NZZOnline, 2013). In einigen Fällen kam es auch zur Übertragung von Hepatitis C (BZ 2012).
- Anschlag mit professionell hergestellten Biowaffen und grosser Reichweite. Dazu zählen die Versuche von Aum Shinrykio, Anthrax in der Innenstadt von Tokio zu verbreiten (vgl. Kapitel 3.4). Für Angriffe mit sehr grosser Reichweite kommen aus logistischen Gründen vor allem Agenzien infrage, die sich als Aerosole verbreiten lassen und bereits in geringen Mengen hochwirksam sind. Dazu gehören etwa die Erreger von Milzbrand und Tularämie.

➢ *Motive und Ziele von Anschlägen*

Zwischen dem Ziel eines Anschlags und seiner Reichweite bestehen Verbindungen:

- Anschläge auf ein definiertes und eng umgrenztes Ziel. Stehen *emotionale Motive* im Vordergrund (vgl. Kapitel 3.3), so ermöglicht es diese Kategorie von Anschlägen beispielsweise, Rache an einer bestimmten Person zunehmen oder eine Organisation zu sabotieren. Sind *wirtschaftliche Motive* ausschlaggebend, kann der Anschlag ein Signal setzen, das verunsichernd wirkt, und damit beispielsweise Lösegeldzahlungen befördert. Ein mögliches wirtschaftlich motiviertes Ziel ist auch, zusätzliche Sicherheitsmassnahmen auszulösen, von denen die Täter finanziell profitieren. Täter, die aus *ideologischen Motiven* heraus handeln, arbeiten meistens auf Verunsicherung hin. Verunsicherung lässt sich durch Schäden an Personen oder Objekten hervorrufen, die für viele Menschen von hoher emotionaler oder identitätsstiftender Bedeutung sind. Dazu zählen Kinder oder Personen des öffentlichen Lebens, zum Beispiel Regierungsmitglieder. Eine weitere Absicht kann sein, Personen oder Einrichtungen handlungsunfähig zu machen, die den Zielen der Täter entgegen stehen.
- Anschlag mit begrenzter Reichweite. *Emotionale Motive* werden unwahrscheinlicher, da mit der Reichweite des Anschlags tendenziell auch die benötigten Ressourcen zunehmen. Einzelpersonen sind damit in der Regel überfordert. Die Vorbereitung wird zeitaufwändiger, was dem Bedürfnis nach schneller Befriedigung der Motive entgegensteht. *Wirtschaftliche Motive* könnten erpresserischen Anschlägen zugrunde liegen, die sich beispielsweise gegen einen Lebensmittelkonzern oder eine Restaurantkette richten. Täter, die aus *ideologischen Motiven* handeln, verfolgen mit Anschlägen von begrenzter Reichweite etwa regionalpolitische oder ökologische Ziele. Letzteres war 1989 bei der Invasion der Mittelmeerfruchtfliege in der Umgebung von Los Angeles der Fall, die wahrscheinlich auf einen Anschlag zurückging (vgl. Kapitel 3.4), ersteres beim Anschlag der Rajneesh-Sekte in Dallas (vgl. oben).
- Anschlag mit grosser Reichweite. Staat. *Emotionale und wirtschaftliche Motive* sind bei dieser Kategorie von Anschlägen wenig wahrscheinlich. Zum einen werden zur erfolgreichen Durchführung eines solchen Anschlags erhebliche Ressourcen benötigt. Zum anderen ist damit zu rechnen, dass die Gesellschaft schnell erhebliche Kräfte mobilisiert, um die Täter ausfindig zu machen und zu sanktionieren. *Ideologische Motive* stehen daher im Vordergrund. Für grössere Organisationen können sich Aufwand und Risiken, die mit Anschlägen von grosser Reichweite verbunden sind, rechtfertigen, wenn diese Organisationen erhebliche Verunsicherung und gesellschaftliche Destabilisierung anstreben.

Generell ist beim Missbrauch biologischer Agenzien davon auszugehen, dass *Verunsicherung* ein wichtiges Ziel darstellt. Dies hat sich in der Vergangenheit immer wieder bei Anschlägen mit biologischen Agenzien gezeigt. 2001 etwa sorgten Briefe, die Milzbranderreger enthielten, weltweit für grosse Verunsicherung – auch in der Schweiz (vgl. Kapitel 3.11). In den USA starben fünf Personen. Über den/die

Verursacher herrscht bis heute keine Klarheit, was die Sorge weckte, dass es erneut zu tödlichen Anschlägen kommen könne. Neue Forschungsergebnisse lassen sich nutzen, um die oben dargestellten Ziele besser zu erreichen. Insbesondere kann Verunsicherung verstärkt werden, wenn das verwendete biologische Agens zunächst nicht identifiziert wird, keine wirksamen Gegenmassnahmen zur Verfügung stehen und erkennbar wird, dass der Urheber über erhebliche Ressourcen und technische Kompetenzen verfügen muss.

3.6. Schutzgüter und Wege, um diese Schutzgüter zu schädigen

Biowaffen stellen nach heutiger Einschätzung vor allem eine Gefahr für Leben und Gesundheit von Menschen dar. Mit Manipulationen von Tieren und Pflanzen kann das Ziel, Menschen zu schädigen, indirekt verfolgt werden. Zudem lassen sich durch Angriffe im Ausserhumanbereich wirtschaftliche Schäden, Schäden an ideellen Gütern und Verunsicherung hervorrufen.

➢ *Biologische Agenzien, die sich gegen Menschen richten*

Bei der Fachliteratur zur Biosecurity steht der Mensch als Schutzgut im Vordergrund. Menschen lassen sich auf verschiedene Weisen schädigen, vor allem durch

- das Einatmen von biologischen Agenzien
- das Verschlucken von biologischen Agenzien,
  zum Beispiel den Verzehr kontaminierter Lebensmittel
- Hautkontakt mit biologischen Agenzien
- das Injizieren von biologischen Agenzien
- den Umgang oder unbeabsichtigten Kontakt mit infizierten Tieren
- Bisse, Stiche und Ähnliches von Tieren, insbesondere von giftigen Tieren
- Kontakt mit giftigen Pflanzen

Eine schwerwiegende Bedrohung stellen aus heutiger Sicht vor allem *Aerosole* dar, die von Menschen eingeatmet werden. Partikel mit 1 bis 10 µm Durchmesser gelangen beim Einatmen bis in die Lungenbläschen. Theoretisch könnte so ein Flugzeug, das 100 kg Milzbrandsporen über 300 km^2 verteilt, durch Einatmen der Sporen 3 Millionen Todesfälle hervorrufen (Balicer & Wiser, 2007, S. 5). 50 kg Anthrax-Sporen, die über die Klimaanlage eines geschlossenen Stadions verbreitet werden, wären in der Lage, innerhalb einer Stunde bis zu 80‘000 Zuschauer zu infizieren (Sharan, 2007, S. 53).

Beim *Verschlucken* biologischer Agenzien stehen Gefahren durch kontaminierte Lebensmittel, einschliesslich Trinkwasser, im Vordergrund (Sharan, 2007, S. 51). Unter den biologischen Agenzien, die über Lebensmittel verbreitet werden könnten, sind aus heutiger Sicht vor allem Botulinumtoxin, Salmonellen, Shigellen, Escherischia coli und Vibrio cholerae relevant. Um Menschen zu schädigen, müssten bevorzugt Lebensmittel kontaminiert werden, die vor dem Verzehr nicht erhitzt werden (Balicer & Wiser, 2007, S. 6). Verfahren wie die Trinkwasseraufbereitung, zum Beispiel durch Chlorierung, stehen Anschlägen mit biologischen Agenzien entgegen (Sharan, 2007, S. 52). Zudem müssten Täter dafür sorgen, dass die Agenzien bei der Verarbeitung der Lebensmittel nicht zu stark verdünnt werden.

Einen aus heutiger Sicht relevanten Weg, Menschen anzugreifen, stellen zudem *Überträger* wie Fliegen, Zecken oder Ratten dar, die mit Pathogenen infiziert sind (Sharan, 2007, S. 51).

Wenn Menschen gesundheitlich geschädigt werden sollen, sind also mit Bezug auf Tiere und Pflanzen folgende Gefahren relevant:

- Manipulation von Tieren oder Pflanzen, die als Lebensmittel genutzt werden, zum Beispiel Aufzucht von Muscheln unter Bedingungen, bei denen sie vermehrt Muscheltoxine produzieren
- Einsatz von Tieren als Überträger von Pathogenen, zum Beispiel Ratten als Überträger von Yersinia pestis
- Einsatz von Tieren und Pflanzen, die dem Menschen direkt gefährlich werden können, zum Beispiel Trichternetzspinne, Herkulesstaude

➢ *Biologische Agenzien, die sich gegen Ziele im Ausserhumanbereich richten*

Ausser dem Menschen sind Tiere, Pflanzen, Lebensgrundlagen des Menschen, ideelle Werte und Sachwerte weitere relevante Schutzgüter.

In der Vergangenheit wurden vereinzelt *Anschläge* auf diese Schutzgüter vermutet oder verübt. Im zweiten Weltkrieg wurde beispielsweise der Verdacht geäussert, dass die deutsche Armee Kartoffelkäfer auf der britischen Isle of Wight ausgebracht habe, um die Kartoffelernte zu schädigen. Diese Vermutung hat sich in der Folge nicht erhärtet. 1950 beschuldigte die Regierung der damaligen Deutschen Demokratischen Republik die USA, Kartoffelkäfer verteilt zu haben. Ein wahrscheinlich erfolgreicher Angriff ereignete sich 1989 in den USA. Die bis heute nicht identifizierten Urheber verursachten wahrscheinlich eine Invasion der Mittelmeerfruchtfliege (vgl. Kapitel 3.4).

Angriffe mit biologischen Agenzien zielen oft weniger auf den direkt verursachten Schaden als darauf, Verunsicherung hervorzurufen, Ängste zu wecken und die Gesellschaft damit zu destabilisieren (vgl. Kapitel 3.5). Dies zeigt sich beispielhaft an den Anthrax-Anschlägen, die 2001 in den Vereinigten Staaten verübt wurden (vgl. Kapitel 3.11). Weltweit entstand eine grosse Verunsicherung, die durch mehrere tausend falsche Anthrax-Briefe weiter angeheizt wurde. Der Zürcher Historiker Sarasin argumentierte in einem 2004 erschienen Essay, dass die wenigen echten Anthrax-Briefen letztlich in die Metapher „Anthrax" eingemündet seien, die dann selbst zur realen Gefahr wurde – bis hin zum Einmarschbefehl der USA in den Irak (Perlentaucher, 2004). Um Verunsicherung zu erzielen, müssen nicht unbedingt Menschen direkt im Fokus von Anschlägen stehen. Würden beispielsweise die Reben der Weinbergterrassen von Lavaux, die zu den schweizerischen Weltkulturerbe-Stätten zählen, durch ein neuartiges Pathogen sichtbar zerstört, würde ein solcher Anschlag ebenfalls auf viele Menschen verstörend und verunsichernd wirken.

Durch Anschläge auf Nutztiere und Pflanzen kann ein hoher volkswirtschaftlicher Schaden hervorgerufen werden (vgl. Kapitel 3.4). Sollen direkte Schäden erzielt werden, setzt dies allerdings voraus, dass der Anschlag von grösserer geografischer Reichweite ist (Hickey, 2002, S. 121). Werden indirekte Schäden beabsichtigt, zum

Beispiel dadurch, dass sich bestimmte Produkte nicht mehr absetzen lassen, reicht unter Umständen eine begrenzte Reichweite des Anschlags aus. 2011 kam es in Norddeutschland zu einer Vielzahl von Infektionen mit enterohämorrhagischen Escherichia coli. Zahlreiche Menschen erkrankten an einer schweren Verlaufsform, 53 Personen starben. Während die Ursache der Erkrankungen abgeklärt wurde, standen vorübergehend spanische Gurken im Verdacht, mit den gefährlichen Escherichia coli kontaminiert zu sein. Obwohl dieser Verdacht rasch entkräftet wurde, entstanden bei spanischen Gemüseproduzenten erhebliche Schäden, weil viele Konsumenten sicherheitshalber keine spanischen Gurken mehr erwarben. Die Europäische Union sah sich daraufhin veranlasst, Betroffene zu entschädigen (Spiegel-Online, 2011).

- *Biowaffen mit Einbezug neuer Forschungsergebnisse*

  Durch Einbezug neuer Forschungsergebnisse lassen sich die Wege, auf denen Schutzgüter geschädigt werden, verändern:

  - Durch Manipulation von biologischen Agenzien erschliessen sich neue Übertragungswege in den menschlichen Körper, zum Beispiel wenn HIV auch via Tröpfcheninfektion weitergegeben werden könnte.
  - Tiere oder Pflanzen werden so verändert, dass die aus ihnen gewonnenen Lebensmittel – ohne weitere Kontamination von aussen – der menschlichen Gesundheit schaden, beispielsweise weil Kartoffeln aufgrund genetischer Manipulationen ein stark wirksames Toxin bilden würden.
  - Tiere, die bisher als ungefährlich galten, werden zu Überträgern von Pathogenen. Ein Beispiel wären Hausstaubmilben, die ein für den Menschen gefährliches Virus übertragen.
  - Pflanzen oder Tiere, die bisher als ungefährlich galten, bedrohen andere Schutzgüter. Ein mögliches Beispiel wären aggressive und bissige Mäuse, welche die Scheu vorm Menschen verloren haben oder genetisch manipulierter Wiesen-Klee, der auf pflanzenfressende Tiere giftig wirkt.

3.7. Biologische Agenzien

Für Biowaffen eignet sich eine Vielzahl von biologischen Agenzien. Einige von ihnen, zum Beispiel Milzbranderreger und das Gift Rizin, wurden bereits für Anschläge auf Menschen verwendet. Neue Forschungsergebnisse können vor allem dazu genutzt werden, das Schadenausmass bei einem Anschlag zu vergrössern.

➢ *Agenzien, die sich gegen Menschen richten*

Für Anschläge auf Menschen eignet sich eine Vielzahl von Agenzien. Dazu gehören Prionen, Viren, Bakterien, Rikettsien, Pilze, Pflanzen, Tiere und Toxine. Verschiedene biologische Agenzien unterscheiden sich in Eigenschaften, die das Missbrauchspotenzial beeinflussen. Solche Eigenschaften sind:

- Art der Wirkung
- Stärke der Wirkung
- Dynamik der Wirkung
- Übertragbarkeit pathogener Agenzien
- Verfügbarkeit des Agens
- Möglichkeiten, das Agens mit verhältnismässig einfachen Mitteln zu produzieren
- Möglichkeiten, das Agens in grösseren Mengen zu produzieren
- Möglichkeiten, das Agens schnell zu produzieren
- Stabilität gegenüber äusseren Einflüssen
- Verfügbarkeit und Wirksamkeit von Gegenmassnahmen

International werden heute sechs Agenzien als besonders gefährlich eingestuft. Bei einem terroristischen Anschlag mit diesen Agenzien sind schwere Auswirkungen auf Leben und Gesundheit von Menschen zu befürchten. Es handelt sich dabei um (Ryan & Glarum, 2008, S. 41f.):

- Bacillus anthracis, Erreger des Milzbrands
- Yersinia pestis, Erreger der Pest
- Francisella tularensis, Erreger der Tularämie
- Verschiedene Orthopoxviren, Erreger der Pocken
- Viren, die hämorrhagische Fieber hervorrufen, zum Beispiel Filoviren, die Erreger von Ebola- und Marburgfieber
- Botulinustoxin, das von Clostridium botulinum produziert wird

Diese Agenzien eignen sich besonders gut für Anschläge mit grosser Reichweite (vgl. Kapitel 3.5). Im Hinblick auf die Anzahl möglicher Todesopfer, die zu erwartenden volkswirtschaftlichen Schäden und gesellschaftliche Verunsicherung stehen die Erreger von Pocken und Milzbrand an der Spitze der Liste (Kortepeter & Parker, 1999, S. 524).

Umfassender ist eine Liste von zwölf Agenzien, die aus Sicht des Bundesamts für Bevölkerungsschutz (BABS) am ehesten für einen Biowaffenanschlag in Frage kommen, „weil sie sich entweder durch eine leichte Verbreitung, eine einfache Übertragung von Mensch zu Mensch oder durch eine hohe Sterblichkeitsrate auszeichnen" (Bucher, 2010a, S. 9):

Abbildung 1: Agenzien, die aus heutiger Sicht am ehesten für einen Biowaffenanschlag in Frage kommen (Bucher, 2010a, S. 9)

Name		Übertragung von Mensch zu Mensch	Gegenmassnahmen
Anthrax	Bakterium	Praktisch ausgeschlossen	Antibiotika
Pest	Bakterium	Ja (Lungenpest)	Antibiotika
Q-Fieber	Bakterium	Sehr selten	Antibiotika
Brucellose	Bakterium	Äusserst selten	Antibiotika
Rotz	Bakterium	Selten	Antibiotika
Tularämie	Bakterium	Äusserst selten	Antibiotika
Hämorrhagische Fieber (z. B. Ebola)	Virus	Selten	Keine
Virale Enzephalitis	Virus	Nicht bekannt	Keine
Pocken	Virus	Ja	Schutzimpfung
Botulinum	Toxin	Nein	Gegengift
Ricin	Toxin	Nein	Keine
Staphylokokken Enterotoxin	Toxin	Nein	Keine

➢ *Biologische Toxine, die Menschen schädigen*

Einen Spezialfall unter den biologischen Agenzien stellen Toxine dar. Biologische Toxine sind Substanzen oder Substanzgemische, die von biologischen Organismen produziert werden und in der Lage sind, andere biologische Organismen – insbesondere Menschen – gesundheitlich zu schädigen. Auch Kanzerogene biologischen Ursprungs sind biologische Toxine. Biologische Toxine können beispielsweise aus Bakterien, Pilzen, Pflanzen, Weichtieren, Fischen und Schlangen gewonnen werden (Ryan & Glarum, 2008, S. 94). Einige biologische Toxine zählen zu den giftigsten Substanzen, die heute bekannt sind. Prominente Beispiele für biologische Toxine, die als biologische Waffen eingesetzt werden können, sind das bakterielle Botulinumtoxin sowie das pflanzliche Gift Rizin.

Rizin ist ein Protein, das stark giftig wirkt und sich verhältnismässig leicht gewinnen lässt. Es stammt aus dem tropischen Wunderbaum, der zu den Wolfsmilchgewächsen zählt. Das Toxin ist in der gesamten Pflanze vorhanden, vor allem aber in den Schalen der Samen, der Rizinusbohnen, konzentriert. Der Wunderbaum wurde lange Zeit angebaut, um Rizinusöl zu gewinnen, das stark abführend wirkt. Heute wird

das Öl vor allem als Rohstoff für technische Anwendungen gebraucht. Die rizinhaltigen Schalen fallen bei der Ölproduktion als Abfall an. Der Wunderbaum ist als Zierpflanze in der Schweiz frei erhältlich. Die Gewinnung von Rizin aus den Samenschalen des Wunderbaums ist einfach zu bewältigen. Anleitungen dazu finden sich unter anderem im Internet. Ein simples Produktionsverfahren besteht darin, die Rizinsamen wie Kaffeebohnen zu mahlen und anschliessend wie bei der Zubereitung von Filterkaffee zu extrahieren. Gegen Rizin ist kein Gegengift bekannt. Eine Impfung existiert nicht. Rizin ist wasserlöslich, chemisch stabil und überdauert auch extreme Temperaturen (Ryan & Glarum, 2008, S. 94f.). Es wird jedoch kaum über die Haut aufgenommen, und Rizin in eine waffenfähige Form zu bringen, ist nicht trivial. 2013 wurden in den USA mehrere Anschläge mit Rizin rechtzeitig abgefangen. Die Anschläge richteten sich unter anderem gegen Präsident B. Obama, den Bürgermeister der Stadt New York und ein Mitglied des US-Senats. Urheberin einiger der Anschläge war eine Schauspielerin, die gegen schärfere Waffengesetze eintrat. 2011 berichtete die New York Times, es bestehe der Verdacht, dass al Qaida Rizin produziere. Das Toxin sei dafür gedacht, es mit kleinen Sprengkörpern in geschlossenen Räumen zu verbreiten (Schmitt & Shanker, 2011). Bereits 2003 waren in London Hinweise auf die Produktion von Rizin durch al Qaida gefunden worden, etwas früher auch in Afghanistan (SpiegelOnline, 2003). Offenbar hatte al Qaida auch erwogen, Anschläge mit Parfumflaschen zu verüben, in deren Inhalt Rizin aufgelöst wurde (Schmitt & Shanker, 2011).

Biologische Toxine weisen einige Merkmale auf, die für den Einsatz als Biowaffen relevant sind:

- Auch sehr kleine Mengen können eine verheerende Wirkung entfalten. Biologische Toxine sind oft pro Masseneinheit wesentlich giftiger als chemische Toxine.
- Biologische Toxine sind in der Regel nicht flüchtig und wirken mit wenigen Ausnahmen nicht über die Haut. Sie treffen daher nur jene Personen, die das Toxin inhalieren oder einnehmen resp. denen es injiziert wird.
- Biologische Toxine sind – anders als beispielsweise bakterielle Pathogene – nicht von Mensch zu Mensch oder zwischen Menschen und Tieren übertragbar. Sie vermehren sich auch nicht.

Biologische Toxine eignen sich daher vor allem für Angriffe, deren Wirkung zeitlich und räumlich kontrolliert erfolgen soll. Da sie oft bereits in kleinen Mengen wirken, eröffnen sie die Möglichkeit, einen Anschlag unauffällig in die Wege zu leiten.

➢ *Agenzien, die im Ausserhumanbereich wirken*

Im Bereich des Agroterrorismus werden heute einige biologische Agenzien als besonders gefährlich eingestuft, die hoch ansteckend sind und sich schnell verbreiten. Bei den Tierpathogenen zählen dazu Anthrax, Maul- und Klauenseuche, Rinderpest, Rotz, Tularämie und Vogelgrippe (Monke, 2007, S. 43f).

Bei den Pflanzenpathogenen wird eine grosse Spannbreite von Agenzien diskutiert, die von Land zu Land variieren kann – je nachdem, welche Nutzpflanzen von besonderer Bedeutung für die Landwirtschaft und die Versorgung der Bevölkerung sind. In den USA stehen beispielsweise Peronosclerospora philippinensis und Sclerophthora rayssiae var. Zeae im Vordergrund, die Mais befallen, Ralstonia solanacearum und Synchytrium endobioticum, welche die bakterielle Braunfäule der Kartoffel bzw. Kartoffelkrebs hervorrufen, Liberobacter africanus und Liberobacter asiaticus, die das Citrus-Greening auslösen, Xylella fastidiosa, die zu Chlorose bei Zitruspflanzen führt und Xanthomonas oryzae pv. oryzicola, der Reis befällt (Monke, 2007, S. 43f).

- *Invasive Pflanzen und Tiere*

Invasive Pflanzen und Tiere, die als Biowaffen genutzt werden können, werden in der Fachliteratur kaum diskutiert. Die „Erfolgschancen" invasiver Spezies lassen sich kaum abschätzen und die Ausbreitung erfolgt verhältnismässig langsam, was die Attraktivität invasiver Arten für Attentäter stark beeinträchtigen dürfte.

Lebewesen tendieren generell dazu, neue Lebensräume zu erobern. Dies geschieht, indem sie Chancen nutzen, die sich im Umfeld zur Verbreitung bieten, und indem sie sich an neue Lebensbedingungen anpassen. In den letzten Jahrhunderten haben viele Pflanzen und Tiere von der wachsenden Mobilität und globalen Infrastrukturen der Menschheit profitiert. Dadurch haben sich Lebensgemeinschaften verändert. In Zukunft wird voraussichtlich auch der Klimawandel dazu beitragen, dass sich Neuankömmlinge in Lebensgemeinschaften verbreiten. Wie diese Veränderungen interpretiert werden – ob primär als Schaden oder auch als Nutzen –, ist Gegenstand von Diskussionen, die sich derzeit noch vor allem unter Fachleuten abspielen.

Handelt es sich um Spezies, die Menschen oder Tiere gefährden, direkten wirtschaftlichen Schaden hervorrufen oder die Biodiversität bedrohen, bestehen in Europa und den USA vielfach Bestrebungen, die Neuankömmlinge zurückzudrängen – mit unterschiedlichem Erfolg. Zwei Drittel der Pflanzenarten, die in Europa als „invasiv" gelten, wurden mit Absicht als Nutz- oder Zierpflanzen eingeführt. Züchter entwickelten diese Pflanzen weiter. Indem sie auf schnellwüchsige, anspruchslose und widerstandsfähige Exemplare hinarbeiteten, stärkten sie auch deren invasives Potenzial (Fall, 2013, S. 167f.).

Analog zu diesen Züchtungs-„Erfolgen" könnten hypothetisch auch neue Forschungsergebnisse genutzt werden, um die Fähigkeiten invasiver Spezies, neue Lebensräume zu erobern, zu stärken.

➢ *Biowaffen mit Einbezug neuer Forschungsergebnisse*

Wie oben dargestellt, existieren mehrere „konventionelle Agenzien", die sich als Waffen eignen. Einige dieser Agenzien wurden bereits bei Anschlägen eingesetzt. Für Anschläge von geringer Reichweite lassen sich Agenzien nutzen, die verhältnismässig einfach beschafft und weiterverarbeitet werden können. Dazu gehörten in der Vergangenheit Rizin und Salmonella enterica. Täter, die Anschläge von grosser Reichweite planen, benötigen erheblich mehr Fachwissen und Erfahrung und eine geeignete Infrastruktur (vgl. Kapitel 3.8). Der Schritt von einem Anschlag mit begrenzter Reichweite zu einem grossen Anschlag ist also weit. Er wird in der Regel noch anspruchsvoller, wenn die Täter planen, neue Forschungsergebnisse zu nutzen.

Für potenzielle Täter ist der Einbezug neuer Forschungsergebnisse vor allem dann attraktiv, wenn sich die *Schockwirkung*, die ein Anschlag in der Gesellschaft auslöst, intensivieren lässt und die Täter *technische und intellektuelle Überlegenheit* demonstrieren wollen.

In der Fachliteratur werden verschiedene *Ansätze* diskutiert, neue Biowaffen zu entwickeln. Beispiele sind:

- Neue Pathogene konstruieren, etwa mittels Gentechnik
- Bestehende Pathogene auf neue Wirte adaptieren, vor allem Tierpathogene auf den Menschen adaptieren (Fineberg & Wilson, S. 3)
- Übertragbarkeit bestehender Pathogene erhöhen, zum Beispiel eine Variante von HIV, die sich mittels Tröpfcheninfektion verbreitet
- Bestehende Pathogene mit neuen Wirkungen ausstatten
- Resistenz gegenüber Gegenmassnahmen verstärken, zum Beispiel Agenzien mit Antibiotika-Resistenzen versehen (Bucher, 2010b, S. 6)
- die Widerstandsfähigkeit gefährlicher biologischer Agenzien gegenüber Umwelteinflüssen verstärken (Kellman, 2007, S. 69)
- Nutztiere oder -pflanzen befähigen, Toxine herzustellen

Eine umfassendere Auflistung, die Anhaltspunkte dafür liefert, welche Forschungsergebnisse die Biosecurity gefährden können, findet sich in Kapitel 5.1.

3.8. Beschaffung, Aufbereitung und Verbreitung von Biowaffen

Militärische und terroristische Biowaffenprogramme richten sich vor allem gegen Leben und Gesundheit von Menschen. Das erforderliche Fachwissen, Agenzien und Infrastruktur werden in der Regel auch zu friedlichen Zwecken genutzt. Dieser Dual-Use erschwert Massnahmen im Bereich der Biosecurity. Die Entwicklung von einsatzreifen Biowaffen für grössere Anschläge erfordert Fachwissen und Erfahrung. In der Vergangenheit ist es auch starken terroristischen Organisationen nicht gelungen, Biowaffen bis zur Einsatzreife zu entwickeln.

➢ *Generische Überlegungen*

Angriffe mit biologischen Agenzien setzen eine mehrstufige Vorbereitung voraus (nach Balicer & Wiser, 2007, S. 3 und Sharan, 2007, S. 46f.). Dies gilt insbesondere, wenn mit den Biowaffen neue Erkenntnisse aus der Forschung umgesetzt werden sollen:

- Beschaffung von Informationen
  Fachinformation ist heute weltweit in Form von Fachzeitschriften, Büchern oder via Internet gut zugänglich. Die Fachliteratur enthält beispielsweise gute Anleitungen für Produktionstechniken, die auch bei der Herstellung von Biowaffen zum Einsatz kommen können. Im Internet finden sich weitere Informationen, die von potenziellen Tätern genutzt werden können, zum Beispiel die genetischen Codes von Viren (Giersch & Schmidt, 2010, S. 23). Die frei zugänglichen Informationen sind jedoch im Allgemeinen nicht ausreichend, um einen Anschlag durchzuführen. Dies gilt insbesondere, wenn die Täter einen Anschlag von grösserer Reichweite planen und daher waffenfähiges Material benötigen.
- Erwerb von Fachwissen
  In der Biotechnologie spielt implizites Wissen eine wesentliche Rolle (siehe unten). Für die Herstellung von gefährlichen und insbesondere auch waffenfähigen biologischen Agenzien werden daher Fachpersonen benötigt, die Erfahrung mit der Produktion solcher oder ähnlicher Agenzien mitbringen. Diese Personen müssen auch Kenntnisse darüber haben, welche Sicherheitsmassnahmen bei der Produktion einzuhalten sind und wie diese umgesetzt werden. Fortgeschrittene biotechnische Methoden werden allerdings heute weltweit angewendet, auch beim Umgang mit gefährlichen Organismen. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit an, dass militärische oder terroristische Organisationen fachkundige und erfahrene Personen rekrutieren (Sharan, 2007, S. 46f).
- Beschaffung von Reagenzien und Infrastruktur
  Die Ausrüstung, die zur Produktion natürlicher pathogener Mikroorganismen und biologischer Toxine erforderlich ist, entspricht weitgehend jener, die bei der Produktion fermentierter Lebensmittel und in der pharmazeutischen Industrie verwendet wird. Auf dem internationalen Markt sind die erforderlichen Komponenten ohne Weiteres erhältlich. Die Beschaffung von Reagenzien und Labor-

ausrüstungen ist in einem weniger entwickelten Land schwieriger und fällt eher auf als in einem hochindustrialisierten Umfeld (Sharan, 2007, S. 46).

- Erwerb biologischer Agenzien
  Biologische Agenzien können aus natürlichen Quellen stammen, zum Beispiel von Feldern, die von Schädlingen befallen sind, oder von Menschen, die an einer ansteckenden Krankheit leiden. Denkbar ist auch, dass die Agenzien aus Forschungslabors oder militärischen Arsenalen entwendet werden (Sharan, 2007, S. 49). Zudem besteht die Vermutung, dass einige Staaten Terroristen mit Biowaffen aus ihren Beständen versorgen (Schallenberger, 2002, S. 154). Manche Agenzien, die als biologische Waffen verwendet werden können, werden heute zu anderen Zwecken hergestellt. So findet beispielsweise Botulinumtoxin Anwendungen in der Medizin und zu kosmetischen Zwecken. Dies bietet die Möglichkeit, Agenzien für illegale Zwecke aus einer legalen Produktion abzuzweigen, aber auch, eine illegale Produktion als legal zu tarnen. 1995 gelang es einem Mikrobiologen, mittels eines Schreibens mit gefälschtem Briefkopf drei Proben des Pesterregers Yersinia pestis von der American Type Culture Collection zu bestellen. Der Mikrobiologe war Mitglied einer rechtsextremen Organisation (Sharan, 2007, S. 49). Wichtige Anbieter von Mikroorganismen und Zellkulturen sind die American Type Culture Collection, die britische National Collection of Type Cultures und die Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen (Guery, 2005b, S. 152).

- Konstruktion und Veränderung biologischer Agenzien
  Bereits 2006 hielt das US-amerikanische National Science Advisory Board of Bioscience fest, dass die erforderliche Ausrüstung und die Reagenzien, die zur DNS-Synthese benötigt werden, leicht beschafft werden können und die Synthese von Oligonukleotiden bis zu 120 Basenpaaren Länge routinemässig möglich sei (NSCBB, 2006, S. 5). Im gleichen Jahr zeigte die britische Zeitung The Guardian auf, wie leicht DNS gefährlicher biologischer Agenzien beschafft werden kann. Unter einem fingierten Firmennamen bestellte sie erfolgreich eine DNS-Sequenz des Pockenvirus. Dabei zeigte sich, dass viele Unternehmen, die DNS-Sequenzen auf Bestellung liefern, nicht überprüften, ob es sich dabei um verdächtige Sequenzen handelt. Die gesamte DNS-Sequenz des Pockenvirus kann im Internet abgerufen werden. Es ist daher denkbar, dass sich potenzielle Täter Teilsequenzen eines neuartigen pathogenen Virus liefern lassen und diese Teilsequenzen anschliessend zusammenfügen (Kellman, 2007, S. 101). 2010 galt es als theoretisch möglich, den genetischen Code eines Virus aus dem Internet herunterzuladen und die Virus-DNS maschinell zu synthetisieren (Giersch & Schmidt, 2010, S. 23). Inzwischen hat sich allerdings die Sensibilisierung der Anbieter von biotechnischen Dienstleistungen verbessert. Privatwirtschaftlich organisierte Anbieter, zum Beispiel Unternehmen, die Mikroorganismen verkaufen oder solche, die DNS synthetisieren, haben im Allgemeinen ein vitales Interesse daran, nicht mit Missbräuchen in Verbindung gebracht zu werden. Gefahren sind vor allem eine negative Publizität und Haftpflichtrisiken. Zudem ist damit zu rechnen, dass Missbräuche zu mehr gesetzlicher Regulierung und damit auch zu

einem Mehraufwand für die Unternehmen führen würden. International greifen daher heute Selbstregulierungsmechanismen nach Einschätzung von Oye gut. Gestützt wird die Selbstregulierung durch die Erfahrung, dass sich Kontrollmechanismen relativ einfach und kostengünstig einführen und umsetzen lassen. Auch der Aufwand für die Kunden hält sich in Grenzen und nur wenige Bestellungen müssen zurückgewiesen werden (Oye, 2012, S. 10).

- Weiterverarbeitung und Anwendung von biologischen Agenzien
  Zur Weiterverarbeitung zählen die Vermehrung der biologischen Agenzien, ihre Verarbeitung in eine Form, die sich effektiv verbreiten lässt, die Lagerung der Agenzien, der Transport an den Zielort und die Verbreitung der Agenzien in einer Art und Weise, bei der sie ihre schädigende Wirkung entfalten. Alle diese Schritte erfolgreich zu bewältigen, ist nicht trivial. Zudem müssen beim Umgang mit gefährlichen biologischen Agenzien Sicherheitsmassnahmen ergriffen werden, die oft anspruchsvoll sind. Dass die bestehenden Hürden hoch sind, zeigte sich unter anderem am irakischen Biowaffen-Programm. Dem irakischen Militär gelang es, unter Saddam Hussein ein Chemiewaffen-Programm aufzubauen, nicht aber, erfolgreich biologische Waffen herzustellen (Sharan, 2007, S. 51). Auch al Qaida und Aum Shinrikyo scheiterten bei ihren Versuchen, Anschläge mit Biowaffen zu verüben, an der letzten Hürde (vgl. Kapitel 3.4).

In den vergangenen Jahren haben sich mehrere Autoren mit der Rolle von implizitem Wissen bei der Herstellung von Biowaffen befasst. Dabei zeigte sich, dass die Rolle des impliziten Wissens nicht unterschätzt werden darf. Ein Teil der wesentlichen Voraussetzungen zur Herstellung und Verbreitung gefährlicher biologischer Agenzien werden demnach nicht über Veröffentlichungen sondern nur direkt von Person zu Person weitergegeben – was deren Verbreitung limitiert. Die Bedeutung des impliziten Wissens spiegelt sich auch darin wider, dass viele Forschungsgruppen, die neue Techniken anwenden möchten, zunächst Personal in ein Labor entsenden, wo diese Techniken bereits angewendet werden, um dort Erfahrungen zu sammeln (Engel-Glatter, 2013, S. 6f).

➢ *Militärische Biowaffenprogramme als Quelle gefährlicher Agenzien*

Militärische Biowaffenprogramme sind eine wichtige potenzielle Quelle für Fachwissen und gefährliche (waffenfähige) biologische Agenzien.

Militärische Biowaffenprogramme werden heute vor allem in Nord Korea, im Iran und in Syrien vermutet. Das *nordkoreanische* Biowaffenprogramm wurde mit Hilfe ausländischer Wissenschaftler, vor allem aus der ehemaligen Sowjetunion, seit 1980 aufgebaut. Kulturen pathogener Mikroorganismen bezog das Regime aus Japan. Unter anderem wurden Versuche mit Anthrax, Cholera, Tuberkulose und Typhus durchgeführt. Nord Korea rüstete wesentliche Teile seiner Artillerie und die Hälfte seiner Langstreckenraketen für den Transport biologischer Waffen aus. Auch der *Iran* verfügt offenbar seit den 1980er Jahren über ein Biowaffenprogramm. Für

dieses Programm werden Einrichtungen der pharmazeutischen und biotechnischen Industrie sowie Forschungs- und Ausbildungsinstitute genutzt, um die militärischen Aktivitäten zu verschleiern. Zudem kann das Militär so von hochqualifizierten Experten profitieren, die im eigenen Land arbeiten. *Syrien* hat sein Biowaffenprogramm in den letzten Jahrzehnten offenbar nicht intensiv weiterverfolgt (Kellman, 2007. S. 68f.). Experten gehen jedoch davon aus, dass Syrien innerhalb kurzer Zeit in der Lage sein könnte, Biowaffen einzusetzen (Reinbold, 2013).

Seit dem zweiten Weltkrieg sind Biowaffen weltweit geächtet. Trotzdem unterhalten einige Staaten weiterhin Biowaffenprogramme. Da solche Programme nur unter dem Schutz absoluter Geheimhaltung verfolgt werden können, bilden sich spezielle, der Kontrolle der Öffentlichkeit entzogene Nischen aus, in denen Experten und neues Fachwissen heranreifen (Korn et al., 2008, S. 39). Zudem wird auch bei der Abwehr von Biowaffen und im Graubereich zwischen defensiven und offensiven Programmen Wissen zu Biowaffen gewonnen und mit gefährlichen biologischen Agenzien gearbeitet. Die Milzbranderreger, die 2001 für Anschläge in den USA verwendet worden waren, stammten beispielsweise aus einer Forschungsstätte der US-Armee.

Daher ist zu erwarten, dass heute im Rahmen einiger militärischer Programme an der Entwicklung von Biowaffen gearbeitet wird, die sich neue Forschungsergebnisse zunutze machen.

3.9. Schutzmassnahmen

In der Schweiz und vielen anderen industrialisierten Ländern existiert heute ein breites Spektrum aufeinander abgestimmter Schutzmassnahmen gegen Anschläge mit biologischen Waffen. Wenn neue Forschungsergebnisse genutzt werden, um Biowaffen herzustellen, lassen sich damit einzelne Schutzmassnahmen unterlaufen. Die Vorsorge gegenüber Anschlägen, insbesondere aber deren Bewältigung wird potenziell erschwert.

- *Vorbereitung auf bioterroristische Anschläge in der Schweiz*

2005 veröffentlichte die Forschungsstelle für Sicherheitspolitik der ETH Zürich eine Studie, in der die Vorbereitung der Schweiz auf bioterroristische Anschläge dargestellt wird (Guery, 2005a). Die Studie zeigt die *Vielfalt bestehender Massnahmen* auf, die bei einer Bedrohung zum Einsatz kommen. Das Spektrum reicht dabei von der Früherkennung bis zur Entwarnung. Das Risikomanagement erfordert in der Regel die Zusammenarbeit von Bund und Kanton, unter Umständen auch mit privatwirtschaftlichen Organisationen. Im Folgenden kann nicht das gesamte Spektrum der Schutzmassnahmen beleuchtet werden. Es soll nur ein Eindruck des Kontexts vermittelt werden, in dem sich Massnahmen, die auf die Publikation von Forschungsdaten zielen, bewegen.

Im Rahmen der Aussen- und der Innenpolitik tragen *sicherheitspolitische Massnahmen* dazu bei, Konflikte zu vermeiden, die dazu führen könnten, dass die Biosecurity beeinträchtigt wird. Die Schweiz hat das Genfer Protokoll und die Biowaffenkonvention unterzeichnet. Zur Umsetzung dieser internationalen Vereinbarung gehört unter anderem die Regulierung und Kontrolle des Exports von Gütern, die auch zur Herstellung von Biowaffen genutzt werden könnten (SECO, 2014).

Zur Vorbereitung auf mögliche Anschläge hat die Eidgenössische Kommission für ABC-Schutz *Referenzszenarien* ausgearbeitet. Diese Szenarien dienen als Grundlagen zur Entwicklung und Überprüfung von Schutzmassnahmen. Bei den biologischen Gefahren existieren Szenarien zu den Themen „Ricin-Anschlag über Lebensmittel", „Terroristischer Anschlag mit Pockenviren", „Terroristischer Anschlag mit Anthrax", „Pandemie (SARS etc.)" und „Laborunfall mit unbeabsichtigter Freisetzung aus Biosafety Level 3 Labor" (BABS, 2014). Die aktuelle *Bedrohungslage* wird durch den Nachrichtendienst des Bundes analysiert. Er informiert vor allem die Kantonspolizeien, falls sich Hinweise auf eine erhöhte Gefährdung durch Anschläge mit biologischen Agenzien zeigen.

Der Entwendung gefährlicher Agenzien aus Laboratorien wird mit der *Einschliessungsverordnung* (SR 814.912) vorgebeugt. Diese Verordnung regelt den Umgang mit Organismen in geschlossenen Systemen. Ihr Zweck ist der Schutz von Menschen, Tieren, Umwelt, biologischer Vielfalt und deren nachhaltiger Nutzung. Daher wird besonderes Augenmerk auf gentechnisch veränderte, pathogene oder ge-

bietsfremde Organismen gelegt. Die Anforderungen, welche die Verordnung dazu an den Umgang mit Organismen stellt, dienen sowohl der Sicherheit als auch der Sicherung. Dazu gehören beispielsweise, eine Risikoermittlung und -bewertung durchzuführen, Meldepflichten zu beachten, Sicherheitsmassnahmen einzuhalten und die Einhaltung der Sorgfaltsplicht nachvollziehbar zu dokumentieren.

Aufgrund der bestehenden *Melde- und Bewilligungsverfahren* ist bei den zuständigen Behörden, vor allem dem Bundesamt für Gesundheit (BAG), dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) und dem Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV), bekannt, in welchen Einrichtungen mit gefährlichen Organismen gearbeitet wird (Guery, 2005, S. 94f).

International wird der unter anderem mit der Einschliessungsverordnung praktizierte Ansatz, Schutzkonzepte zu entwickeln, die sowohl der Biosicherheit als auch der Biosecurity zugutekommen, auch als *All-Hazard-Preparedness* bezeichnet. Im weiteren Sinn gehört zur All-Hazard-Preparedness jede Vorsorge, die gleichzeitig verschiedene Gefährdungen abdeckt. So ist beispielsweise die Nationale Alarmzentrale in der Schweiz „bei allen Ereignissen mit erhöhter Radioaktivität und bei grossen Chemieunfällen involviert, aber auch bei Gefährdung durch Organismen" (NAZ, 2014).

Die Verordnung über die Meldung übertragbarer Krankheiten des Menschen (SR 818.141.1), kurz auch als *Melde-Verordnung* bezeichnet, dient der Früherfassung von Krankheitsausbrüchen, der epidemiologischen Überwachung von übertragbaren Krankheiten und der fortlaufenden Bewertung von vorbeugenden Massnahmen. Art. 3 dieser Verordnung verpflichtet Ärztinnen und Ärzte, Beobachtungen übertragbarer Krankheiten zu melden, die grosse Ausbrüche verursachen können und die neuartig oder unerwartet sind. Auch im Veterinärwesen existieren *meldepflichtige Tierseuchen* (BLV, 2014a) und *Zoonosen*, das heisst auf den Menschen übertragbare Tierkrankheiten (BLV, 2014b). Die pflanzlichen Kulturen werden von Behörden der Kantone überwacht, die das Auftreten und die Verbreitung von *Pflanzenkrankheiten* verfolgen.

Bei Anlagen und Anlässen, die besonders stark durch Anschläge gefährdet sind, werden technische und organisatorische Massnahmen zur Früherkennung getroffen. Während des World Economic Forum in Davos wird beispielsweise der Zugang zu Trinkwasserreservoirs speziell überwacht (Guery, 2005a, S. 89).

Falls Verdacht auf einen Anschlag besteht, ist eine schnelle *Identifikation* der entsprechenden biologischen Agenzien erforderlich. Nach den Anthrax-Anschlägen im Jahr 2001 konnten einige Kantone sehr rasch klären, welche Laboratorien in der Lage waren, verdächtige Proben auf den Milzbrand-Erreger hin zu untersuchen. Für die anderen Kantone erstellte das BAG eine Liste der in Frage kommenden Einrichtungen. Insgesamt identifizierte das BAG 2001 neun geeignete Laboratorien in verschiedenen Regionen der Schweiz (Guery, 2005a, S. 65).

Bei der Vorbeugung spielt das Labor Spiez eine zentrale Rolle, das dem BABS angegliedert ist. Es beurteilt biologische Gefahren, analysiert und diagnostiziert hochpathogene Krankheitserreger und Toxine, forscht zur Krankheitsentstehung sowie zur Verbreitung und Diagnostik von Krankheitserregern und Toxinen, stellt Fachwissen und Infrastruktur zur Bewältigung von biologischen Ereignissen bereit, unterstützt die Behörden im Bereich Export- und Rüstungskontrolle wissenschaftlich und führt Ausbildung, Training und Forschung im Bereich Biosicherheit durch (Labor Spiez, 2014). Fachwissen zum B-Schutz ist auch bei den Kantonen vorhanden, die über Fachstellen zum B-Schutz verfügen. Im Fall eines Ereignisses, das die Biosecurity betrifft, sind kantonale Einsatzkräfte wie Polizei und Sanität gefordert, die sich entsprechend vorbereiten müssen (vgl. zum Beispiel AWEL, 2014).

Wenn in der Schweiz ein Anschlag mit gefährlichen biologischen Agenzien verübt und erkannt wird, stehen *Krisenorganisationen* auf der Ebene von Bund und Kantonen bereit. Einsätze des Bundes zur „Bewältigung von Ereignissen von nationaler Tragweite, die Bevölkerung, Tiere und Umwelt durch erhöhte Radioaktivität, durch biologische oder chemische Schadenereignisse sowie durch Naturereignisse (ABCN-Ereignisse) gefährden oder beeinträchtigen" sind in der Verordnung über die Organisation von Einsätzen bei ABC- und Naturereignissen (SR 520.17) geregelt. Um der Situation angemessene Schutzmassnahmen zu ergreifen, können die Krisenorganisationen zum Beispiel auf vorsorglich gelagerte Antibiotika und Impfstoffe zurückgreifen (Guery, 2005a, S. 120).

- *Vorbereitung auf bioterroristische Anschläge, bei denen neue Forschungsergebnisse genutzt werden*

  Die meisten vorsorglichen Massnahmen, die gegen Anschläge mit Biowaffen getroffen wurden, sind nicht spezifisch für die Art der verwendeten Agenzien. Eine gut aufgestellte und durch regelmässige Übungen trainierte Krisenorganisation etwa ist immer notwendig und wird sich in ganz unterschiedlichen Situationen bewähren. Meldepflichten bei unerwarteten Krankheitsausbrüchen, Sicherheitsüberprüfungen von Personen, die gefährliche Agenzien handhaben, Breitband-Antibiotika, Desinfektionsmittel, Mundschutzmasken oder das Abkochen von Trinkwasser und Lebensmitteln wirken jeweils gegen ein breites Spektrum gefährlicher biologischer Agenzien.

  Dennoch können neue Forschungsergebnisse genutzt werden, um wichtige Schutzmassnahmen gezielt zu unterlaufen. Influenzaviren, gegen die keiner der heute verfügbaren Impfstoffe immunisiert, Pestbakterien, die gegen gängige Antibiotika resistent sind, Milzbrandbakterien, auf die kein zugelassener Schnelltest anspricht, sind einige hypothetische Beispiele. Weltweit stehen heute nur wenige Agenzien als Biowaffen im Vordergrund. Falls sich das Spektrum möglicher Biowaffen durch Nutzung neuer Forschungsergebnisse verbreitern sollte, würde die Vorsorge gegenüber Anschlägen, insbesondere aber auch deren Bewältigung erschwert.

3.10. Wissenschaftlich-technische Entwicklungstendenzen

Die technisch-wissenschaftliche Entwicklung weist in Richtung einer höheren Gefährdung durch Biowaffen. Die technischen Hürden zur Entwicklung von Biowaffen nehmen tendenziell ab. Neue Erkenntnisse in den Biowissenschaften können zur Herstellung gefährlicher Agenzien genutzt werden. Fortschritte zeigen sich allerdings auch im Bereich der Schutzmassnahmen.

- *Informationen und Fachwissen*

Viele Informationen, die genutzt werden können, um Biowaffen herzustellen und einen Anschlag zu planen und auszuführen, lassen sich bereits heute über Fachbibliotheken und Internet abrufen. Es ist davon auszugehen, dass die Verfügbarkeit solcher Informationen in Zukunft weiter zunimmt: In der Forschung werden neue Erkenntnisse gewonnen. Immer mehr Fachwissen wird veröffentlicht. Bücher und Zeitschriften sind in elektronischer Form schneller und für mehr Leser zugänglich. Suchmaschinen werden leistungsfähiger, und die automatisierte Auswertung von Fachliteratur schreitet voran.

Immer mehr Personen erwerben weltweit Fachwissen und Erfahrungen, die auch genutzt werden könnten, um biologische Waffen herzustellen. Die International Genetically Engineered Machine Competition beispielsweise, die sich an Schüler und Studierende im Grundstudium wendet, verzeichnete zwischen 2004 und 2011 einen Zuwachs an Teilnehmenden von 70 auf 1'650 Personen. Dieser Zuwachs spiegelt zumindest teilweise auch eine Zunahme an Fachkompetenz und technischen Fähigkeiten junger Menschen wider. Bei dem Wettbewerb zeigte sich, dass viele Teilnehmende nicht ausreichend auf Sicherheits- und Sicherungsfragen sensibilisiert und ausgebildet waren, um kompetent mit diesem Thema umzugehen (Oye, 2012, S.12f).

- *Labortechnik*

In der Labortechnik zeichnet sich – den Bedürfnissen des Marktes folgend – bereits seit längerem ein Trend ab, der zu kleineren Geräten hinführt, die zunehmend einfach zu bedienen sind. Eindrucksvolle Fortschritte wurden in den letzten Jahren vor allem bei der Sequenzierung und Synthese von DNS gemacht. Neue Techniken ermöglichen es, DNS-Sequenzen immer schneller und preisgünstiger zu entziffern. Dadurch sind beispielsweise die Kosten für die Sequenzierung eines vollständigen individuellen menschlichen Genoms zwischen 2007 und 2011 rapide von mehreren Mio. $ auf etwa $ 10'000 gefallen (Greshake, 2011, o. S.). Einige Forscher rechnen bereits mit dem „100 Franken-Genom" (Hafen, 2012, S.1). Mit chemischen Syntheseautomaten kann die Herstellung von DNS-Sequenzen heute im industriellen Massstab betrieben werden (Biotechnologie.de, 2013). Speziell Forschungsinitiativen zur Synthetischen Biologie zielen darauf ab, technische Hürden abzubauen, die

heute der Manipulation von Lebewesen entgegenstehen. So wird etwa am automatisierten Klonen gearbeitet, am automatisierten Zusammenfügen von DNS-Sequenzen und an Software für das computerunterstützte Design von Lebewesen (Oye, 2012, S. 5). Mit zunehmender Automatisierung lassen sich Organismen nicht nur aus technischer Perspektive einfacher konstruieren und verändern – es wird auch weniger Fachwissen benötigt, um solche Manipulationen vorzunehmen.

Unter den Dienstleistern im Biotechnologie-Bereich, die beispielsweise DNS synthetisieren und DNS-Sequenzen zusammenfügen, zeichnet sich eine zunehmende Spezialisierung ab. Der Endabnehmer wird daher sein Produkt künftig nicht mehr direkt bei einem Lieferanten beziehen, sondern bei dem Unternehmen, welches das letzte Glied in einer Lieferkette ist. Die Kontrolle von Aktivitäten, welche die Biosecurity beeinträchtigen, wird dadurch erschwert (Oye, 2012, S. 11).

- *Biowissenschaften*

Die Biowissenschaften sind ein breites Feld. Viele Entwicklungstendenzen könnten künftig dazu beitragen, dass sich die Gefährdungslage in Bezug auf Biowaffen verändert. Im Folgenden sind nur einige Beispiele aufgeführt.

Synthetische Biologie zielt darauf ab, Organismen aus standardisierten biologischen Bauteilen mit Routine-Verfahren zusammenzusetzen. Bisher ist die Übertragung von Ansätzen aus den Ingenieurwissenschaften in die Biologie weitgehend Vision geblieben. Falls in Zukunft erhebliche wissenschaftlich-technische Fortschritte im Bereich der Synthetischen Biologie erzielt würden, könnten sich diese aber im Bereich der Biosecurity als sehr relevant erweisen. Wesentlich ist dabei zum einen die Fähigkeit, Organismen mit spezifischen Kombinationen von Eigenschaften auszustatten. So liessen sich zum Beispiel neue pathogene Bakterien konstruieren, die eine hohe Übertragbarkeit und Letalität aufweisen und gleichzeitig gegen eine Vielzahl von Antibiotika resistent sind. Zum anderen ist auch das Ziel, Organismen mit Hilfe einfacher Routine-Verfahren zusammenbauen zu können, von Bedeutung für die Biosecurity. Spezifisches biologisches Fachwissen und -erfahrung würden dadurch bei der Konstruktion von Biowaffen entbehrlicher (Oye, 2012). Die Attraktivität von Biowaffen für potenzielle Täter würde zunehmen.

Im Auftrag des International Risk Governance Council führt Oye (2012, S. 5) daher aus: „De-skilling and modularity are likely to have several effects. With sufficient resources, skilled genetic engineers using conventional techniques could already make significant contributions to an offensive bioweapons program. De-skilling and modularity have the potential to both rapidly increase the diffusion of skills and decrease the skill gradient separating elite practitioners from ordinary ones. Similarly, the high degree of tacit knowledge involved in traditional genetic engineering means that today less-skilled practitioners can have significant difficulty replicating the achievements of elite ones, even if all the necessary data has been published. These same two traits of synthetic biology are, however, likely to make

replication of these achievements easier, substantially levelling the gradient between elite and peripheral practitioners".

Kellman (2007, S. 53f.) sieht ein hohes Bedrohungspotenzial in der Verbindung von Biowissenschaften und *Nanotechnologie*. Ein Schwerpunkt der nanotechnologischen Forschung liegt bei der gezielteren Verabreichung von pharmakologischen Wirkstoffen. Nanopartikel sind teilweise in der Lage, natürliche biologische Barrieren zu überwinden, etwa die Haut oder die Blut-Hirn-Schranke. Nanokapseln lassen sich dazu nutzen, empfindliche Wirkstoffe unversehrt bis zu ihrem Wirkungsort zu transportieren. Nanofähren, die mit geeigneten Oberflächenmolekülen ausgestattet sind, könnten spezifisch am Wirkungsort eines Agens andocken und ihre Fracht dort freisetzen. Damit würde sich Nanotechnologie dafür eignen, Pathogene selektiver und mit höherer Effizienz an ihren Wirkungsort zu bringen als bisher.

Die *Systembiologie* zielt darauf ab, Organismen oder Teile davon als Ganze zu verstehen. Dies geschieht, indem das Zusammenspiel von Prozessen und Strukturen geklärt und nachvollzogen wird. Systembiologie ist eine verhältnismässig junge Disziplin, die sich seit Ende der 1990er Jahre kontinuierlich weiterentwickelt hat (Döring, 2012, S. 36). In Zukunft scheint es möglich, dass die Systembiologie biologische Prozesse mithilfe von Computersimulationen modelliert und Vorhersagen zum Geschehen in der Zelle erlaubt. Damit könnten ihre Erkenntnisse auch zur Herstellung neuer Biowaffen genutzt werden.

- *Schutzmassnahmen*

Neue Erkenntnisse und technische Fortschritte machen sich allerdings auch im Bereich der Schutzmassnahmen bemerkbar. Die Anthrax-Anschläge im Jahr 2001 begannen Mitte September. Bereits Anfang November bot Roche einen Schnelltest auf Bacillus anthracis an (Niederer, 2001). Mit rekombinanter DNS-Technologie lassen sich Influenzaimpfstoffe herstellen, die effektiver wirken als bisher und gleichzeitig in kürzerer Zeit in grösseren Mengen produziert werden können (Stölting, 2011). Die technisch immer einfacher, schneller und kostengünstiger mögliche Genomsequenzierung unbekannter Erreger erlaubt es auch, Mainpulationen rsch auf die Spur zu kommen und sicherheitsrelevante Eigenschaften wie Antibiotika-Resistenzen zu identifizieren (Lahrtz, 2013). Dies sind nur einige wenige Beispiele, die verdeutlichen, dass neue Entwicklungen aus dem Schutz vor Angriffen mit Biowaffen zugutekommen.

3.11. Einschätzung des Risikos

Die Wahrscheinlichkeit eines Anschlags mit biologischen Waffen ist gering. Noch geringer fällt die Wahrscheinlichkeit eines Anschlags aus, bei dem neue Forschungsergebnisse verwendet werden. Angesichts des potenziell sehr grossen Schadenausmasses, der Verunsicherung und dem menschlichen Leiden, das ein solcher Anschlag hervorrufen kann, muss das Risiko jedoch ernst genommen werden.

- *Überlegungen zur Eintrittswahrscheinlichkeit*

Einige Biowaffen lassen sich mit verhältnismässig geringem technischem Aufwand und bescheidenen Fachkenntnissen für Anschläge auf eng begrenzte Ziele nutzen (vgl. Kapitel 3.5). Dabei stehen Anschläge auf Menschen im Vordergrund. Täter, bei denen emotionale, wirtschaftliche und ideologische Motive für einen Anschlag von eng begrenzter Reichweite vorhanden sind, können jedoch auch zu anderen Mitteln greifen – zum Beispiel Schusswaffen, giftigen Chemikalien oder Medikamenten (vgl. Kapitel 3.3). Gegenüber biologischen Agenzien haben solche anderen Mittel einige Vorteile. Daher lässt sich die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Anschlags von geringer Reichweite, bei dem Biowaffen zum Einsatz kommen, als gering einstufen. Im Vordergrund dürften Anschläge durch Personen stehen, die beruflich Zugang zu gefährlichen Organismen haben (vgl. Kapitel 3.4). Die Wahrscheinlichkeit eines Anschlags lässt sich daher durch Massnahmen begrenzen, die darauf abzielen, Personen zu identifizieren, die beruflich Zugang zu gefährlichen Agenzien haben und gleichzeitig als Urheber von Anschlägen in Frage kommen. Für einen Anschlag von eng begrenzter Reichweite ist es nicht nötig und wäre auch unverhältnismässig und für die Urheber gefährlich, neue Forschungsergebnisse zu nutzen – es sei denn, der Täter oder die Täterin befassten sich ohnehin mit der Umsetzung solcher Forschungsergebnisse.

Bei Anschlägen mit grosser Reichweite auf Menschen bieten Biowaffen gegenüber anderen Mitteln nur dann Vorteile, wenn die Täter das Ziel verfolgen, massive Verunsicherung hervorzurufen. Wer solche Anschläge verübt, muss mit starken und entschlossenen Gegenreaktionen und internationaler Ächtung rechnen. Dass er dabei letztlich die Oberhand behält oder mit den Angegriffenen in Verhandlungen eintreten kann, ist realistisch gesehen nicht zu erwarten. Daher sind solche Anschlägen überwiegend dann zu erwarten, wenn ideologische Motive im Vordergrund stehen und die Täter Endzeitvisionen verfolgen (vgl. Kapitel 3.4). Der Weg von der Planung zur Realisierung eines solchen Angriffs ist in der Praxis weit – insbesondere, wenn neue Forschungsergebnisse genutzt werden sollen (vgl. Kapitel 3.8). Neben Fachkenntnissen, geeigneten Agenzien und Infrastruktur ist auch implizites Wissen erforderlich, über das nur ein begrenzter Kreis von Personen verfügt. Dennoch sollte in Betracht gezogen werden, dass neue Forschungsergebnisse für Anschläge von grosser Reichweite verwendet werden könnten. Neue Forschungsergebnisse eröffnen die Perspektive, die Wirksamkeit von Anschlägen zu erhöhen

und vor allem auch die gesellschaftliche Destabilisierung zu verstärken (vgl. Kapitel 3.7). Wer bisher unbekannte Biowaffen einsetzt, wird zunächst Ratlosigkeit und damit grosse Verunsicherung hervorrufen und kann sich einer breiten Öffentlichkeit zumindest vorübergehend als überlegener Gegner präsentieren.

Grössere Anschläge im Ausserhumanbereich können erhebliche volkswirtschaftliche Schäden nach sich ziehen (vgl. Kapitel 3.6). Die Verunsicherung in der Gesellschaft lässt sich aber voraussichtlich schnell überwinden. Denkbar ist, dass Öko- oder Tierrechtsaktivisten mit einem Anschlag auf ausserhumane Schutzgüter ein Signal setzen, indem sie zum Beispiel gezielt gentechnisch veränderte Nutzpflanzen schädigen. Ob sie sich dabei neuer Forschungsergebnisse bedienen würden, ist ungewiss und angesichts des damit verbundenen Aufwands eher unwahrscheinlich (vgl. Kapitel 3.8).

- *Überlegungen zum Schadenausmass*

Biowaffen richten sich überwiegend gegen ein besonderes Schutzgut, nämlich gegen *Leben und Gesundheit* von Menschen. Wenn Menschen aufgrund von Anschlägen mit Biowaffen sterben, ist dies oft mit *schwerem Leiden* verbunden, das sich über mehrere Tage hinzieht. Gegen Rizin zum Beispiel gibt es kein Gegenmittel. Das Gift führt beim Menschen zu Symptomen wie blutigem Erbrechen, Krämpfen und Lähmung des Atemzentrums. Auch Infektionen mit dem Marburg- oder Ebolavirus können nur symptomatisch behandelt werden. Es treten hohes Fieber, innere Blutungen, Lähmungserscheinungen und Kreislaufzusammenbrüche auf.

Ein *statistischer Todesfall* infolge eines Anschlags mit biologischen Agenzien ist daher bezüglich Akzeptabilität nicht direkt mit anderen statistischen Todesfällen zu vergleichen, zum Beispiel infolge von Unfällen oder infolge von Erkrankungen, für die in der Schweiz medizinische Behandlungen existieren. Es ist davon auszugehen, dass die medizinische Infrastruktur bei einem grösseren Anschlag an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit stösst. Andererseits dürfte ein solcher Anschlag international aber auch erhebliche Ressourcen mobilisieren. Wenn sich beispielsweise in der Schweiz ein grösserer Angriff ereignen würde, wäre mit schneller und kompetenter Hilfe aus anderen Landesregionen und dem Ausland zu rechnen.

Die potenziellen *direkten Schäden* infolge eines Anschlags weisen eine erhebliche Variationsbreite auf. Mit sehr grossen Schadenausmassen ist zu rechnen, wenn ein Anschlag auf einen Grossanlass verübt wird oder in einer Infrastrukturanlage wie etwa einem Flughafen oder einem Einkaufszentrum. Zudem besteht die Möglichkeit, ein Pathogen, das eine längere Inkubationszeit aufweist und / oder sich zunächst mit unspezifischen Symptomen bemerkbar macht, über weitere geografische Räume zu verbreiten, bevor die ersten Gegenmassnahmen anlaufen. Auch in einem solchen Fall wären sehr grosse Schäden zu erwarten. Die Zahl der Todesopfer könnte mehrere 100'000 Personen betragen oder sogar noch darüber liegen.

Einen Hinweis auf das Ausmass möglicher *indirekter materieller Schäden* liefern die Anthrax-Anschläge in den USA im Jahr 2001. Diese Anschläge forderten fünf Todesopfer. 17 weitere Personen erkrankten (Oye, 2012, S. 6). Mehr als 33'000 Menschen wurden prophylaktisch mit Antibiotika behandelt. Der Aufwand der öffentliche Hand in den USA für Biosecurity-Massnahmen stieg an und betrug im Jahr 2003 5.9 Milliarden $. In der Schweiz wurden ab Oktober 2001 mehr als 1'000 Fehlalarme verzeichnet. Dabei handelte es sich vor allem um Drohbriefe von Trittbrettfahrern. In rund 500 Fällen wurde verdächtiges Material durch Polizei und Feuerwehr gesichert und anschliessend im Labor analysiert. Die Kosten pro Fall betrugen bis zu mehreren 10'000 CHF. Wichtige Infrastrukturen wurden aufgrund von Milzbrandalarmen vorübergehend geschlossen, zum Beispiel Teile des Zürcher Flughafens (Guery, 2005b, S. 149). Mehr als 100 Poststellen und Postverteilzentren stellten temporär ihren Betrieb ein, weil verdächtige Postsendungen aufgefunden worden waren (Guery, 2005a, S. 177). Den hohen Schäden steht aus volkwirtschaftlicher Perspektive allerdings auch ein Nutzen gegenüber. Seit den Anschlägen von 2001 sind viele Länder wesentlich besser als zuvor auf mögliche Anschläge mit biologischen Agenzien vorbereitet.

Schwerwiegend aber kaum quantifizierbar sind die immateriellen Schäden, die vor allem auf Angst und Verunsicherung zurückgehen.

- *Überlegungen zum Risiko*

Zum Begriff *Risiko* existieren verschiedene Verständnisse und Konzepte. Aus naturwissenschaftlicher Perspektive wird unter Risiko meistens das Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenausmass verstanden.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Anschlag mit begrenzter Reichweite unter Nutzung neuer Forschungsergebnisse verübt wird, ist in der Schweiz und anderen westlichen Staaten derzeit sehr gering. Das Schadenausmass wird aufgrund der Verunsicherung, die ein solcher Anschlag auslöst, und aufgrund von Trittbrettfahrern voraussichtlich wesentlich grösser ausfallen als die direkten Schäden. Auch Anschläge im Ausland können in der Schweiz zu Verunsicherung und volkswirtschaftlichen Schäden führen. Das Risiko lässt sich aber insgesamt als überschaubar einstufen.

Der Weg von der Planung bis zur Ausführung eines grossen Anschlags mit biologischen Agenzien ist weit. Dass sich eine terroristische Gruppierung die entsprechenden Ressourcen beschafft und bis zur Ausführung gelangt, ist jedoch nicht auszuschliessen. Angesichts der enormen immateriellen und materiellen Schäden, die ein solcher Anschlag hervorrufen könnte, muss dieses Risiko ernst genommen werden.

4. Fallbeispiele

4.1. Vogelgrippe H5N1

Im Sommer 2011 stellte eine Arbeitsgruppe um den niederländischen Forscher Ron Fouchier die Ergebnisse einer Forschungsarbeit vor. Der Arbeitsgruppe war es gelungen, das Vogelgrippevirus H5N1 so ansteckend wie das gut übertragbare Schweinegrippevirus zu machen. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangten 2011 auch Forscher um Yoshihiro Kawaoka an der University of Wisconsin. Das Vogelgrippevirus H5N1 gilt als Virus, das bei einer Infektion oft tödlich wirkt. Die Fachzeitschrift Science, bei der eine der Gruppen ihre Ergebnisse publizieren wollte, fragte daraufhin das National Science Advisory Board for Biosecurity (NSABB) um eine Einschätzung an. Das NSABB ist eine Kommission, welche die US-amerikanische Bundesverwaltung berät. Im März 2012 gab sie ihre Einschätzung zur Publikation der Ergebnisse von Fouchier und Kawaoka bekannt (NSABB, 2012).

Die NSABB tagte mehrmals und hörte die betroffenen Forscher sowie weitere Experten an. Schliesslich empfahl sie einstimmig, die Ergebnisse von Kawaoka ohne Einschränkung zu veröffentlichen. Auch die Ergebnisse von Fouchier sollten nach einer wissenschaftlichen Überprüfung und Überarbeitung veröffentlicht werden. Allerdings stimmten in diesem Fall 6 von 18 anwesenden Mitgliedern der NSABB gegen die Veröffentlichung. Die Begründung der NSABB zeigt, dass für sie eine Abwägung der Chancen und Risiken, die mit der Publikation der Forschungsergebnisse einher gehen, im Vordergrund stand:

- Chancen
  - Nutzen für die öffentliche Gesundheit: Die Forschungsarbeiten zeigen, dass das Vogelgrippevirus das Potenzial besitzt, sich zu einem Krankheitserreger zu entwickeln, der sich leicht von Säugetier zu Säugetier übertragen lässt. Die mit den Forschungsarbeiten gewonnenen Erkenntnisse lassen sich nutzen, um Erkrankungen mit einer hochansteckenden Vogelgrippe vorzubeugen.
  - Internationale Zusammenarbeit stärken: Um der Influenza wirkungsvoll zu begegnen, ist eine gute internationale Zusammenarbeit wesentlich. Diese Zusammenarbeit beruht wesentlich auf dem freien Austausch von Informationen. Wenn ein Land wie die USA anderen Ländern wichtige Informationen vorenthält, indem es Publikationsverbote ausspricht, setzt dies international ein negatives Signal.

- Risiken
  - Missbräuchliche Verwendung der Informationen: Die Forschungsergebnisse lassen sich nutzen, um Influenzaviren herzustellen, welche die Sicherheit und öffentliche Gesundheit gefährden.

- Begrenzung der Risiken: Eine Auflage der NSABB lautete denn auch, bei der Publikation der Ergebnisse auf bestimmte technische Informationen zu verzichten, die bei der Konstruktion von Biowaffen von Nutzen sein können. Auf diese Weise wird die unerwünschte Umsetzung der Forschungsergebnisse erschwert.

Die Einschätzung von Chancen und Risiken ist allerdings mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Unter Fachleuten bleibt daher bis heute ein Dissens darüber bestehen, ob die Veröffentlichung der Forschungsergebnisse gerechtfertigt war (Oye, 2012, S. 18).

4.2. Spanische Grippe

Die Spanische Grippe forderte in den Jahren 1918 und 1919 weltweit ungefähr 50 Millionen Todesopfer (Sharp, 2005), darunter vor allem jüngere Erwachsene. Bei manchen Erkrankten führte die Infektion zu einer von Blutungen begleiteten Lungenentzündung. Andere starben an einer schweren bakteriellen Lungenentzündung. Bei manchen Erkrankten blieben lebenslängliche Folgeschäden zurück. Die Schwere und die schnelle Ausbreitung der Infektion nährten im Kontext des ersten Weltkriegs Vermutungen, dass es sich um einen Angriff mit Biowaffen oder einem Gift handle. Seit Ende der 1990er Jahre wurde intensiver an dem Erreger der Spanischen Grippe geforscht. 2005 gelang es einem Team von Wissenschaftlern aus den USA, das Influenza-Virus, das die Spanische Grippe verursacht hatte, im Hochsicherheitslabor zu rekonstruieren. Die Ergebnisse ihrer Arbeiten veröffentlichten sie in den Fachzeitschriften *Nature* und *Science*.

Diese Veröffentlichungen lösten eine Debatte zur Biosecurity aus (Oye, 2012, S. 7f). Im Zentrum standen Besorgnisse, dass

- die verwendeten Techniken genutzt werden könnten, um andere Pathogene zu (re-)konstruieren
- die gewonnenen Erkenntnisse zur Entstehung und zu den Wirkmechanismen der Spanischen Grippe genutzt werden könnten, um gefährliche Pathogene zu erzeugen
- Erreger der Spanischen Grippe aus dem Labor, in dem sie rekonstruiert wurden, entwendet werden könnten

Die Zeitschrift *Science* kommentierte die Publikation in einem Editorial. Dabei stellte der Autor, Ph. Sharp, die Abwägung von Chancen und Risiken in den Vordergrund. Die Forschungsarbeiten, die zur Rekonstruktion des Virus führten, hätten fundamentale Erkenntnisse geliefert, die zur Vorbeugung künftiger Influenza-Pandemien und zur Entwicklung von Medikamenten gegen Influenza genutzt werden können. Die Experimente seien in einem Biosicherheitslabor der Stufe 3 durchgeführt worden. Die Gefahr, dass das Virus von dort seinen Weg in die Umwelt finde, sei ge-

ring. Die Experimente hätten gezeigt, dass sich die Spanische Grippe wahrscheinlich mit einigen Medikamenten, die heute verfügbar sind, behandeln lässt und dass Impfungen gegen diese Grippe möglich sind. Zudem sei nicht vollkommen sicher, dass das rekonstruierte Virus jenem entspräche, dass 1918 die Spanische Grippe ausgelöst hat (Sharp, 2005).

5. Beurteilung und Regulierung von Veröffentlichungen

5.1. Aspekte der Beurteilung

Bei der Formulierung von Beurteilungskriterien für die Veröffentlichung von Forschungsdaten muss zunächst eine grundsätzliche Frage beantwortet werden: Soll die Beurteilung risikobasiert erfolgen, oder erachtet man allein das hohe Schadenpotenzial biologischer Waffen, die mit Hilfe neuer Forschungsergebnisse hergestellt werden, als ausreichend, um Publikationsverbote auszusprechen (vgl. dazu Kapitel 3.11)?

Im ersteren Fall müssen neben der Information weitere Ressourcen, die zur erfolgreiche Herstellung und Verbreitung von Biowaffen benötigt werden, in die Überlegungen mit einbezogen werden – zum Beispiel die Verfügbarkeit von erfahrenen Experten, biologischen Agenzien und geeigneter Infrastruktur. Das National Science Advisory Board of Bioscience der USA empfahl, ein Früherkennungs-System für Forschungsarbeiten aufzubauen, welche die Biosecurity gefährden. Dieses System soll es ermöglichen, Forschungsarbeiten nicht erst dann zu beurteilen, wenn sie bereits abgeschlossen sind und die Veröffentlichung vorbereitet wird (NSABB, 2012). Auf der Grundlage der Früherkennung kann dann für sicherungsrelevante Forschungsprojekte ein Plan zur Risikominderung erstellt werden (US, 2012, S. 3). Dabei ist allerdings zu bedenken, dass sich sowohl der Nutzen als auch die Risiken, die mit der Publikation bestimmter Forschungsergebnisse verbunden sind, aufgrund vieler Ungewissheiten nur schwer einschätzen lassen.

Aus bisherigen Erwägungen zum Thema *Biosecurity und die Veröffentlichung von Forschungsdaten* lassen sich einige Kriterien ableiten (Kellman, 2007, S. 138; Kapitel 3.7; Dickmann, 2012, S. 42f; Guery, 2005b, S. 151f; US, 2012, S. 2f.), um Publikationsvorhaben zu beurteilen:

- Näher geprüft werden sollten insbesondere Forschungsergebnisse, die zeigen, wie:
  - ein neues Pathogen hergestellt wird
  - ein ausgerottetes Pathogen wiederhergestellt wird
  - die Gefährlichkeit bestehender Pathogene erhöht wird, vor allem deren Übertragbarkeit und Letalität
  - bestehende Pathogene auf neue Ziele im Körper adaptiert werden
  - bestehende Pathogene auf neue Wirte adaptiert werden
  - Pathogene so verändert werden, dass sie nur Menschen bestimmter Herkunft gefährden
  - die Erkennung und Diagnose von Pathogenen erschwert wird
  - sich die natürlichen Abwehrmechanismen des Körpers gegenüber Pathogenen umgehen oder ausschalten lassen
  - sich die Wirksamkeit von Impfstoffen oder andere vorbeugende Massnahmen gegen Krankheiten unterlaufen lassen

- Resistenzen gegen therapeutisch wirksame Antibiotika oder antivirale Wirkstoffe aufgebaut und übertragen werden oder sich die Wirksamkeit anderer Therapien unterlaufen lässt
- die Stabilität eines Pathogens gegenüber Umwelteinflüssen erhöht wird
- ein Pathogen in eine waffenfähige Form gebracht wird
- sich ein Pathogen so verbreiten lässt, dass es seine schädigende Wirkung besser entfalten kann
- ein Szenario für einen erfolgreichen Anschlag mit Biowaffen konkret aussehen kann

Dabei sollten infektiöse Agenzien und biologische Toxine gleichermassen berücksichtigt werden. Als relevante *Schutzgüter* werden Menschen, Tiere und Pflanzen betrachtet. Bei den Tieren und Pflanzen stehen Nutztiere und -pflanzen im Vordergrund.

Bei der Anwendung der Kriterien ist zu beachten, wie *neuartig* die sicherungsrelevanten Informationen sind (Engel-Glatter, 2013, S. 4). Kamen beispielsweise Methoden zum Einsatz, die bereits in ähnlich gelagerten Forschungsarbeiten verwendet wurden oder handelt es sich um Standardverfahren aus der Mikrobiologie, ist der Nutzen von Publikationsverboten geringer als wenn es um Informationen geht, die bisher nicht verfügbar waren.

Eine *Einschränkung der Forschungsfreiheit* ist nach Einschätzung der NBABB nur dann gerechtfertigt, wenn

- die direkte Verwertung von Forschungsergebnissen in absehbarer Zeit ein bedeutendes Risiko für Sicherheit und öffentliche Gesundheit darstellt
- die Risiken, die sich mit dem Missbrauch der Information verbinden, so gross sind, dass kein wie auch immer gearteter Nutzen sie rechtfertigen kann (NSABB, 2012)

Einige Experten plädieren dagegen für die Anwendung des *Vorsorgeprinzips*: Demnach müssen vorsorgliche Massnahmen ergriffen werden, wenn ernsthafte Besorgnisse bezüglich der Biosecurity bestehen. Dies sei insbesondere auch angesichts der oft erheblichen Unsicherheiten gerechtfertigt, die in Bezug auf das Risiko, das sich mit der Publikation von Forschungsergebnissen verbindet, vorhanden sind (Engel-Glatter, 2013, S. 5).

In vielen Kommentaren zur Veröffentlichung von Forschungsresultaten zur Vogelgrippe H1N5 im Jahr 2011 (vgl. Kapitel 4.1) wurde die Notwendigkeit betont, eine *gesellschaftliche Debatte* zu diesem Thema zu führen (Oye, 2012, S. 18). Anspruchsvoll ist vor allem die Abwägung von Publikationsfreiheit und Sicherheit – zumal mehr Publikationsfreiheit nicht gleichzeitig auch weniger Sicherheit bedeutet oder umgekehrt. Werden bestimmte Forschungsgegenstände in nicht-öffentliche Räume zurückgedrängt, besteht die Gefahr, dass sie sich der gesellschaftlichen Kontrolle

entziehen, worunter die Biosecurity leiden kann. Führt weitreichende Publikationsfreiheit zu schmerzhaften Defiziten bei der Sicherheit, kann dies letztlich zu massiven Rückschlägen für die Forschungs- und Publikationsfreiheit führen.

Forschung, die für die Biosecurity relevant ist, wird heute in drei Bereichen betrieben: als *öffentliche, private und militärische Forschung*. Während die öffentliche Forschung einer Regulierung gut zugänglich ist, gilt dies weniger für die private und noch weniger für die geheime militärische Forschung. Publiziert werden vor allem Resultate der öffentlichen Forschung.

5.2. Aspekte von Regulierungsansätzen

Die Regulierung der Publikation von Forschungsdaten könnte den Forschenden selbst überlassen werden. Dafür spricht, dass ein solcher Ansatz das Wissen der Forscher nutzbar macht und hohe Akzeptanz bei den Wissenschaftlern erwarten lässt. Gegen eine *Selbstregulierung* spricht, dass sich entsprechende Codices rechtlich nicht oder nur schwer durchsetzen lassen. Die Risikobeurteilung der Forschenden entspricht oft nicht jener der Gesellschaft. Zudem ist eine solche Selbstregulierung kaum bei der privatwirtschaftlich organisierten Forschung umsetzbar.

Als historisches Beispiel für eine Initiative zur Selbstregulierung gilt die Konferenz von Asilomar. Im Jahr 1975 beschlossen 140 Molekularbiologen aus 16 Ländern eine freiwillige Selbstbeschränkung bei der weiteren Erforschung und Anwendung der Gentechnik. Ziel der Selbstbeschränkung war vor allem, gesellschaftlichen Interessen gerecht zu werden, zum Beispiel dem Interesse daran, dass mit gentechnischen Verfahren keine neuen Krankheitserreger geschaffen werden. International setzte die Konferenz von Asilomar einen in vielen Ländern weitreichenden Regulierungsprozess in Gang.

Die Konferenz von Asilomar zeigte beispielshaft den Wert der Selbstreflexion unter Wissenschaftlern auf. Da insbesondere die Industrie nicht an die wissenschaftsinternen Richtlinien gebunden ist, wurden seither aber auch die Grenzen der freiwilligen Selbstbeschränkung deutlich. In der Nachfolgekonferenz zu Asilomar im Jahr 2000 setzte sich daher die Ansicht durch, dass eine Selbstreflexion und Selbstbeschränkung sinnvoll für neue Themen sei. Letztlich brauche es aber klare und verbindliche Regulierungen (Tröhler, 2000).

Zudem wurde im Lauf der Zeit deutlich, dass Kontrollmechanismen, die sich innerhalb der Biowissenschaften entwickelt hatten, gesellschaftlichen Wertvorstellungen zu wenig Rechnung tragen. Von politischen Entscheidungsträgern wurden daher *Ethikkommissionen* eingesetzt, um breiter abgestützte und damit tragfähigere Beurteilungen zu ermöglichen (Dickmann, 2012, S. 48).

Bei vielen Überlegungen zur Regulierung der Publikation von Forschungsergebnissen aus öffentliche Institutionen stehen daher heute *gesetzliche Regelungen* im Vordergrund, die allerdings auf Selbstregulierungsansätze Bezug nehmen können.

6. Begriffe und Abkürzungen

6.1. Glossar

Im Glossar wird dargelegt, in welcher Bedeutung zentrale Begriffe im Gutachten gebraucht werden. Für die meisten dieser Begriffe existieren im Recht und in der Fachliteratur zahlreiche unterschiedliche Definitionen. Daher werden nicht alle Leser im vorliegenden Gutachten die gewohnten Begriffsdefinitionen wiederfinden.

Agroterrorismus	Terrorismus, bei dem landwirtschaftlich genutzte Tiere oder Pflanzen durch biologische Agenzien geschädigt werden
Biosecurity	Schutz vor dem Missbrauch von biologischen Agenzien
Bioterrorismus	Terrorismus, bei dem biologische Agenzien verwendet werden, um Schäden an Schutzgütern herbeizuführen
Biowaffen	Massenvernichtungswaffen, deren Schadenpotenzial wesentlich auf biologischen Agenzien beruht
Food Defense	Schutz vor strafrechtlich relevanten Einwirkungen auf die Lebensmittelversorgung
invasive Organismen	Organismen, die sich in einem Gebiet so stark ausbreiten können, dass sie Menschen, Tiere oder die Umwelt gefährden
konventionelle Biowaffen	Heute bekannte Biowaffen, bei deren Herstellung keine neuen Forschungsergebnisse genutzt wurden
Missbrauch	Gebrauch mit dem Ziel, Schutzgüter zu schädigen – insbesondere wenn dieser Gebrauch strafrechtlich relevant ist
Ökoterrorismus	Terrorismus, der durch Umweltschutz motiviert ist
Pathogen	Infektiöser Organismus oder biologisches Toxin
Sabotage	Absichtliche Störung von Abläufen in Institutionen
Schutzgut	Wert, der vor schädigenden Einwirkungen geschützt werden soll
Sicherheit	Abwesenheit von inakzeptablen Risiken, die auf natürliche Einflüsse zurückgehen oder als unbeabsichtigte Folge menschlichen Handelns auftreten
Sicherung	Abwesenheit von inakzeptablen Risiken, die auf böswilliges menschliches Handeln zurückgehen
Terrorismus	Gewaltaktionen, die sich gegen eine politische Ordnung richten
Toxin	Substanz, die für ein Lebewesen giftig ist

6.2. Abkürzungsverzeichnis

AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich
BABS	Bundesamt für Bevölkerungsschutz
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BLV	Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
CBRN	chemisch, biologisch, radiologisch und nuklear
CNS	James Martin Center for Nonproliferation Studies
CSS	Center for Security Studies der ETH Zürich
DNS	Desoxyribonukleinsäure
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
EKAH	Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
ICRC	International Committee of the Red Cross
IRGC	International Risk Governance Council
NAZ	Nationale Alarmzentrale
NDB	Nachrichtendienst des Bundes
NSABB	National Science Advisory Board of Bioscience
PKK	Arbeiterpartei Kurdistans
SECO	Staatssekretariat für Wirtschaft
SVP	Schweizerische Volkspartei

7. Literaturverzeichnis

AWEL (2014): *B-Schutz*. http://www.awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/biosicherheit_neobiota/b_schutz.html. Abgerufen am 25.1.2014.

BABS (2014): *Referenzszenarien der KomABC*. http://www.bevoelkerungsschutz.admin.ch/internet/bs/de/home/themen/abcschutz/szenarien.html. Abgerufen am 3.2.2014.

Balicer, R.D., Wiser, I. (2007): Introduction to bioterrorism risk assessment. S. 3-17. In Green, M.S., Zenilman, J., Cohen, D., Wiser, I., Balicer, R.D. (Eds.): *Risk assessment and risk communication strategies in bioterrorism preparedness*. The NATO Programme for Security through Science. Springer. Dordrecht.

Barker, K., Taylor, S.L., Dobson, A. (2013): Introduction: interrogating bioinsecurities. In Dobson, A., Barker, K., Taylor, S.L. (Hrsg.): *Biosecurity. The sociopolitics of invasive species and infectious diseases*. Routledge. New York.

Bénoliel, I. (2008): European Commission's green paper on bio-preparedness. In: Gullino, M.L., Fletcher, J., Gamliel, A., Stark, J.P.: *Crop biosecurity. Assuring our global food supply*. The NATO Science for Peace and Security Programme. Springer science and business media B.V., Dordrecht.

BLV (2014a): *Seuchen und Krankheiten auf einen Blick*. http://www.blv.admin.ch/gesundheit_tiere/01065/index.html?lang=de. Abgerufen am 3.2.2014.

BLV (2014b): *Meldepflichtige Zoonosen*. http://www.blv.admin.ch/themen/03605/03633/index.html?lang=de. Abgerufen am 3.2.2014.

Biotechnologie.de (2013): Synthetische Biologie: Von Bioingenieuren und Zellfabriken. *Biotechnologie.de.* Die Informationsplattform. Bundesministerium für Bildung und Forschung. http://www.biotechnologie.de/BIO/Navigation/DE/Hintergrund/themendossiers,did=164022.html. Abgerufen am 31.1.2014.

Bucher, A. (2010a): Krankheitserreger als Waffe. *Bevölkerungsschutz* 6 März 2010. S. 8-10.

Bucher, A. (2010b): Biologische Kampfstoffe. Geschichte, Bedrohungslage und Prävention. *SIAK-Journal – Zeitschrift für Polizeiwissenschaft und polizeiliche Praxis* (2). S. 4-10.

BZ (2012): Opfer von Berner «Heiler» gaben HIV weiter. *Berner Zeitung*. http://www.bernerzeitung.ch/region/bern/Opfer-von-Berner-Heiler-gaben-HIV-weiter/story/20882281. Abgerufen am 23.1.2014.

CNS (2013): *Chronology of CBW incidents targeting agriculture 1915-2008*. James Martin Center for Nonproliferation Studies. http://cns.miis.edu/cbw/agchron.htm. Abgerufen am 28.9.2013.

Department of Peace Studies of the University of Bradford (2013): *The biological and toxins weapons convention website*. http://www.opbw.org/. Abgerufen am 7.10.2013.

Dickmann, P. (2012): *Biosecurity. Biomedizinisches Wissen zwischen Sicherheit und Gefährdung*. Transcript science studies. Transcript Verlag, Bielefeld.

Döring, M. (2012): Leben systembiologisch. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 21(2). S. 36-42.

EFBS (o.J.): *Reflexionen der EFBS zur Offenlegung wissenschaftlicher Erkenntnisse mit Dual Use Potenzial*. http://www.efbs.admin.ch/fileadmin/efbs-dateien/aktuell/Offenlegung_wissenschaftlicher_Erkenntnisse_D.pdf. Abgerufen am 26.9.2013.

Engel-Glatter, S. (2013): Dual-use research and the H5N1 bird flu: Is restricting publication the solution to biosecurity issues? *Science and Public Policy*. S. 1–14.

Fall, J. (2013): Biosecurity and ecology. Beyound the nativism debate. In Dobson, A., Barker, K., Taylor, S.L. (Hrsg.): *Biosecurity. The socio-politics of invasive species and infectious diseases*. Routledge. New York.

FAO (2008): *Biosecurity for highly pathogenic avian influenza. Issues and options*. FAO animal production and health. Paper 165. Rom.

FAO (2007): *FAO Biosecurity Toolkit*. Rom.

fedpol (2013): *Jahresbericht 2012*. Bundesamt für Polizei. Bern.

fedpol (2013a): *JB fedpol 2012 - Organisierte Kriminalität, Terrorismus und Geldwäscherei im Fokus*. Medienmitteilung. Bundesamt für Polizei. Bern. http://www.ejpd.admin.ch/ejpd/de/home/dokumentation/mi/2013/ref_2013-06-25.html. Abgerufen am 23.1.2014.

Fineberg, H.V., Wilson, M.E. (2010): *Emerging infectious diseases*. International Risk Governance Council. Genf.

Flückiger, J.-M. (2011): Wie Ökoterroristen funktionieren. Interview. *Tages-Anzeiger Online*. 21.7.2011. http://www.tagesanzeiger.ch/schweiz/standard/Wie-koterroristen-funktionieren/story/25649561. Abgerufen am 9.10.2013.

Gaudioso, J. (2007): *Biosecurity vigilance and preparedness*. Präsentation. http://www.biosecurity.sandia.gov/ibtr/subpages/papersBriefings/2007/BiosecurityVigilanceandPreparedness.pdf. Abgerufen am 23.1.2014.

Giersch, G., Schmidt, M. (2010): Neue Kriegsführung durch DNA-Synthese? *Die Politische Meinung* Nr. 493. S. 23-28.

Greshake, B. (2011): Personalisierte Medizin und Genomsequenzierungen – Medizin im Wandel. *Spektrum der Wissenschaft. SciLogs*. http://www.scilogs.de/wblogs/blog/bierologie/biologie/2011-06-27/personalisierte-medizin-und-genomsequenzierungen-medizin-im-wandel. Abgerufen am 6.5.2012.

Guery, M. (2005a): Biologischer Terrorismus in Bezug auf die Schweiz. In *Zürcher Beiträge zur Sicherheitspolitik und Konfliktforschung* Nr. 74. Forschungsstelle für Sicherheitspolitik der ETH Zürich.

Guery, M. (2005b): Risiko- und Verwundbarkeitsanalyse Bioterrorismus. In *Bulletin 2005 zur schweizerischen Sicherheitspolitik*. Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich. S. 149-160.

Hafen, E. (2012): Personalisierte Medizin – Chancen und Herausforderungen des 100 Franken Genoms. Vortrag am *Öffentlichen Workshop Personalisierte Medizin des Kompetenzzentrums Medizin – Ethik – Recht Helvetiae*. Abgerufen über http://www.merh.uzh.ch/veranstaltungen/archiv.html am 19.9.2012.

Hickey, K.A. (2002): Agroeconomic bioterrorism. In: Gosh, T.K., Prelas, M.A., Viswanath, D.S., Loyalka, S.K. (Eds.): *Science and technology of counterterrorism*. Marcel Dekker, Inc. New York / Basel.

Holtfreter, A, Sulzer, G. (2013): Praxisleitfaden *Food Defense*. IFS Food Version 6. B. Behr's Verlag, Hamburg.

ICRC (2012): *Protocol for the prohibition of the use of asphyxiating, poisonous or other gases, and of bacteriological methods of warfare. Geneva, 17 June 1925*. International Committee of the Red Cross. http://www.icrc.org/ihl.nsf/INTRO/280?OpenDocument. Stand vom 14.3.2012. Abgerufen am 7.10.2013.

Kellman, B. (2007): *Bioviolence. Preventing biological terror and crime*. Cambridge University Press, New York.

Korn, H., Berche, P., Binder, P. (2008): *Les menaces biologiques. Biosécurité et responsabilité des scientifiques*. Académie des sciences. Presses Universitaires de France. Paris.

Kortepeter, M.G., Parker, G.W. (1999): Potential biological weapons threats. *Emerging infectious diseases*, Vol. 5, Nr. 4. S. 523-527.

Labor Spiez (2014): *Biologie*. http://www.labor-spiez.ch/de/the/bs/index.htm. Abgerufen am 25.1.2014.

Labor Spiez (2005): Dirty Bomb: Wie gross ist die Bedrohung? Mögliche Auswirkungen eines radiologischen Terroranschlags. Hintergrundinformationen zu einem aktuellen Thema. Spiez.

Lahrtz, S. (2013): Schnelle Diagnose von gefährlichen Keimen. Erbgutentschlüsselung von Bakterien. *Neue Zürcher Zeitung*. http://www.nzz.ch/wissen/wissenschaft/schnelle-diagnose-von-gefaehrlichen-keimen-1.18121605. Abgerufen am 3.2.2014.

Monke, J. (2007): *Agroterrorism: threats and preparedness*. CRS Report for Congress. Order Code RL32521. Updated March 12, 2007. http://www.fas.org/sgp/crs/terror/RL32521.pdf. Abgerufen am 7.10.2013.

NAZ (2014): *ABC-Schutz*. https://www.naz.ch/de/themen/abc_schutz.html. Abgerufen am 3.2.2014.

NDB (2013): *Lagebericht 2012 des Nachrichtendienstes des Bundes*. Bern.

Niederer, A. (2001): Schnelltest zum Nachweis von Milzbrand. Das Ergebnis liegt nach einer Stunde vor. *Neue Zürcher Zeitung*. http://www.nzz.ch/aktuell/startseite/article7RWG5-1.496328. Abgerufen am 3.2.2014.

NSABB (2012) : *National Science Advisory Board for Biosecurity. Findings and recommendations. March 29-30, 2012*. http://oba.od.nih.gov/oba/biosecurity/PDF/03302012_NSABB_Recommendations.pdf. Abgerufen am 22.1.2014.

NSABB (2007) : *Proposed framework for the oversight of dual use life sciences research: Strategies for minimizing the potential misuse of research information*. http://oba.od.nih.gov/biosecurity/pdf/Framework%20for%20transmittal%200807_Sept07.pdf. Abgerufen am 22.1.2014.

NZZOnline (2013): HIV-Infizierte belasten Berner Heiler. *Neue Zürcher Zeitung*. http://www.nzz.ch/aktuell/panorama/hiv-infizierte-belasten-berner-heiler-1.18041848. Abgerufen am 23.1.2014.

Oye, K.A. (2012): *Proactive and adaptive governance of ermerging risks.The case of DNA-synthesis and synthetic biology*. International Risk Governance Council (IRGC). Genf.

Perlentaucher (2004): *Philipp Sarasin. Anthrax. Bioterror als Phantasma*. http://www.perlentaucher.de/buch/philipp-sarasin/anthrax.html. Abgerufen am 6.10.2013.

Reinbold, F. (2013): Syrien: Nachbarn sorgen sich um Assads Biowaffen. 5.9.2013. *SpiegelOnline*. http://www.spiegel.de/politik/ausland/nachbarn-sorgen-sich-um-syriens-biowaffen-a-920537.html. Abgerufen am 13. Oktober 2013.

Ryan, J.R., Glarum, J.F. (2008): *Biosecurity and bioterrorism*. Containing and preventing biological threats. Elsevier. Amsterdam.

Schallenberger, W. (2002): Biokampfstoffe und Terrorismus. S. 149-180. In: Gustenau, G. E (Hrsg.): *Zur Theorie des Terrorismus 04/2002*. Landesverteidigungsakademie (LVAk) und Büro für Sicherheitspolitik. Wien.

Schmid, D., Stüger, H.P., Pet, D., Pongratz, P., Brüller, W., Allerberger, F. (o.J.): *Bioterrorism. A review of Potential Bioterrorism Agents*. Austrian Agency for Health and Food Safety.

Schmitt, E., Shanker, Th. (2011) : Qaeda trying to harness toxin for bombs, U.S. officials fear. http://www.nytimes.com/2011/08/13/world/middleeast/13terror.html?_r=3&hp=&pagewanted=print. Abgerufen am 22.1.2014.

SECO (2014): *Exportkontrollen*. http://www.seco.admin.ch/themen/00513/00600/index.html?lang=de. Abgerufen am 3.2.2014.

Sharan, Y. (2007): The bioterrorism threat. S. 45-54. In Green, M.S., Zenilman, J., Cohen, D., Wiser, I., Balicer, R.D. (Eds.): *Risk assessment and risk communication strategies in bioterrorism preparedness*. The NATO Programme for Security through Science. Springer. Dordrecht.

Sharp, Ph. A. (2005): 1918 flu and responsible science. Editorial. *Science* 7. S. 17.

SpiegelOnline (2011): Ehec-Wiedergutmachung: Deutschland soll für spanische Gurken werben. http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/ehec-wiedergutmachung-deutschland-soll-fuer-spanische-gurken-werben-a-767676.html. Abgerufen am 25.1.2014.

SpiegelOnline (2003): Biowaffen in London: Auch al-Qaida experimentierte mit Ricin. http://www.spiegel.de/panorama/biowaffen-in-london-auch-al-qaida-experimentierte-mit-ricin-a-229794.html. Abgerufen am 22.1.2014.

Stölting, P. (2011): Grippeimpfstoffe für die Zukunft. Ein Überblick über gegenwärtige und neue Verfahren der Impfstoffherstellung. *Ars Medici. Schweizer Zeitschrift für Hausarztmedizin* 18. S. 742-744.

The Telegraph (2009): *Al-Qaeda cell killed by Black Death 'was developing biological weapons*'. http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/africaandindianocean/algeria/4294664/Al-Qaeda-cell-killed-by-Black-Death-was-developing-biological-weapons.html. Abgerufen am 12.10.2013.

Tröhler, U. (2000): Asilomar-Konferenz zur Sicherheit in der Molekularbiologie von 1975. Rückschau und Ausblick. *Schweizerische Ärztezeitung* 81. Nr. 28. S. 1585-1587.

US (2012): *United States government policy for oversight of life sciences dual use research of concern*. http://oba.od.nih.gov/oba/biosecurity/pdf/united_states_government_policy_for_oversight_of_durc_final_version_032812.pdf. Abgerufen am 31.1.2014.

Wikipedia (2013): 2001 anthrax attacks. http://en.wikipedia.org/wiki/2001_anthrax_attacks#Mental_health_issues. Abgerufen am 23.1.2014.