

Sylvia Blümel<sup>1</sup>

## Risiken und Gefährdungen auf dem agrobiologischen Sektor



Braunrost des Weizens (*Puccinia triticina*), Foto: James Kolmer/Agricultural Research Service

### Was versteht man unter Bioterrorismus, Agroterrorismus und Biologischer Sicherheit?

Unter dem Begriff **Bioterrorismus** im weiteren Sinne werden je nach den handelnden Personen und/oder Organisationen, nach der geographischen Reichweite der Aktionen und nach den Handlungsmotiven 3 Unterbegriffe zusammengefasst.

<i>Bezeichnung</i>	<i>Wer?</i>	<i>Welche Reichweite?</i>	<i>Warum? (Motive)</i>
BioWarfare	Staatlich beauftragt, durchgeführt und unterstützt	International; (national)	Politisch-religiös/ideologisch wirtschaftlich

<sup>1</sup> Institut für Pflanzengesundheit, AGES, Spargelfeldstr. 191, A-1220 Vienna, Austria – sylvia.bluemel@ages.at oder pflanzengesundheit@ages.at.

BioTerrorism	Von individuellen Personen oder Gruppen beauftragt, durchgeführt und unterstützt	International; national	Politisch-religiös/ideologisch, Rache
BioCrime	Von individuellen Personen oder Gruppen beauftragt, durchgeführt und unterstützt	International; (national)	Profit, Rache

Der **Agroterrorismus** stellt einen Teil des Bioterrorismus dar und umfasst die beabsichtigte Einschleppung und/oder Verbreitung von Krankheitserregern an Tieren und/oder Pflanzen als Biowaffen, mit dem Ziel Angst zu erzeugen und wirtschaftlichen Schaden sowie soziale Instabilität hervorzurufen. Der Begriff Agroterrorismus wurde 1997 erstmalig in Publikationen verwendet. Die Anzahl von Veröffentlichungen zu diesem Thema hatte sich bis zum Jahr 2000 verdreifacht und nahm nach dem 11.09.2001 bis 2007 nochmals um ca. 35% zu (Suffert et al., 2008).

„**Biologische Sicherheit**“ („Biosecurity“) (IPPC) umfasst alle politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen (inklusive Instrumente und Aktivitäten) zum Schutz der Landwirtschaft, der Ernährung und Umwelt vor biologischen Risiken und zu deren Risikomanagement.

Dies inkludiert die Prävention vor der Einschleppung invasiver Arten, vor der Verbreitung derselben und vor Bioterrorismus. Biologische Sicherheit ist kein nationales Problem und wird daher in einschlägigen internationalen Konventionen wie z.B. für Pflanzengesundheit in der IPPC (International Plant Protection Convention) geregelt. Die IPPC und andere internationale Konventionen wie die CBD (Convention on Biological Diversity) oder das Cartagena-Protokoll stellen in diesem Zusammenhang globale Biosecurity-Netzwerke dar.

**Biologische Sicherheit** war bisher üblicherweise ein **Öffentliches Gut** und bedeutet u.a. die Bereitschaft zur Sicherstellung eines produktiven und nachhaltigen Pflanzensystems zur Gewährleistung der Ernährungssicherheit durch sichere, leistbare und verfügbare Nahrungsmittel. Darüber hinaus ist davon auch die Versorgung mit Futter, Holz, Faserrohstoffen und Energierohstoffen betroffen.

Die Biologische Sicherheit von Pflanzen kann auf verschiedenen Ebenen beeinflusst werden, wie z.B. im Hinblick auf die Sicherheit von Labors, die mit pflanzenpathogenen Erregern arbeiten, oder durch Minimierung der geographischen Verbreitung durch Vermeidung der Einschleppung und Eindämmung des Erstbefalls oder durch Schutz der Pflanzen bzw. des Pflanzensystems vor und bei Befall mit Schadorganismen. Rezente Bedrohungen in der

Pflanzenproduktion umfassen phytopathogene Schaderreger an den 4 Pflanzenkulturen, die 50% der Welternährungsgrundlage ausmachen: Weizen, Reis, Mais, Kartoffel (z.B. *Tilletia indica*, *Phytophthora infestans*, *Puccinia graminis*), aber zusätzlich auch Forstschädlinge wie der Citrusbockkäfer *Anoplophora chinensis*.

Die **Einstufung des Bedrohungsausmaßes** und der **Auswirkungen** von **Bioterrorismus** gegen **Pflanzen** gestaltet sich schwierig, da

- derzeit keine (geeigneten) Kriterien zur Einstufung existieren
- der Nachweis einer Absicht und
- eine Unterscheidung von anderen Bedrohungsquellen (Ursachenzuordnung?) kaum möglich sind

**Generelle Bedrohungen für Pflanzen** können

- die Globalisierung des Handels
- der Klimawandel
- die Veränderung von pflanzlichen Produktionssystemen (geringe Sortenvielfalt)
- das Bevölkerungswachstum
- die Landübernutzung

darstellen, während als **spezifische Bedrohungen für Pflanzen** die **Schadorganismen** (besonders Quarantäneschadorganismen und invasive Schadorganismen) eingestuft werden.

Nachfolgend wird auf ausgewählte Bedrohungen **für Pflanzen bzw. pflanzenbauliche Produktionssysteme** näher eingegangen.

### Globalisierung des Handels

Derzeit werden ca. 300 verschiedene Schadorganismen, als sogenannte Quarantäneschadorganismen für die Europäische Union in den Annexen der relevanten EU-Richtlinie 2000/29/EG (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/.../02-000L0029-20060414-en.pdf>) gelistet und unterliegen handelsrechtlichen Regelungen. Quarantäneschaderreger sind nach Definition des ISPM No. 5 ([https://www.ippc.int/file\\_uploaded/1241701271714\\_ISPM05\\_2009\\_E.pdf](https://www.ippc.int/file_uploaded/1241701271714_ISPM05_2009_E.pdf))

Schaderreger an Pflanzen, die eine potentielle wirtschaftliche Bedeutung für eine Region haben, in der sie bisher noch nicht aufgetreten oder nicht weit verbreitet sind und die offiziellen Regelungen unterliegen. Der zunehmende Welthandel aufgrund von weiterem und schnellerem Transport und Tourismus und die Vergrößerung des EU-Binnenmarktes bei gleichzeitigem Abbau von Handelskontrollen stellen eine wachsende Gefährdung für die Pflanzengesundheit dar. Die Zuwachsrate der Einschleppung und Etablierung neuer invasiver Schadorganismen nimmt zu und beträgt bei pflanzenpathogenen

Mikroorganismen ca. 3 pro Dekade, gegenüber ca. 6 Arten pflanzenschädigender Insekten, Milben und Fadenwürmer pro Dekade (Smith, 1997). 56% aller rezenter Ausbrüche von Pflanzenkrankheiten wurden durch invasive Arten hervorgerufen (Waage & Mumford, 2008). Das wohl bekannteste Beispiel für die Einschleppung eines gefährlichen pflanzenpathogenen Erregers über weite Distanzen – von Nordamerika nach Irland – stellt die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel *Phytophthora infestans* dar, die Mitte des 19. Jahrhunderts zu einer Hungersnot führte, der 1/3 der irischen Bevölkerung zum Opfer fiel, bzw. auswanderte.



*Phytophthora infestans*, Foto: Agricultural Research Service

### Klimawandel

Alle wesentlichen Faktoren, die die Gesundheit von Pflanzen beeinflussen können (abiotische z.B. Wasser, Nährstoffe und biotische z.B. Pflanzenmaterial, Schaderreger) werden durch den Klimawandel wiederum selbst beeinflusst und stehen in Wechselwirkung zueinander.

Die prognostizierten Effekte des Klimawandels umfassen u.a. eine Zunahme der Temperatur, des Niederschlags, des CO<sub>2</sub>-Gehalts, der UV-B-Strahlung und des bodennahen Ozons.

Der durchschnittliche Temperaturanstieg in Mitteleuropa wird in den nächsten 50 Jahren ca. 3-6°C betragen und kann zu einer Verschiebung der Verbreitungsgrenzen für Schadinsekten bis zu 1000 Km nördlich führen. Es

wird mit erhöhten Niederschlagsmengen im Winterhalbjahr und reduzierten Niederschlagsmengen im Sommer gerechnet. Vermutlich wird es zu einer Intensivierung der Landwirtschaft in Mittel- und Nordeuropa und zu einer Extensivierung in Südeuropa und im Mittelmeerraum kommen. Extreme Witterungsereignisse wie Stürme, Überschwemmungen und Dürre werden zunehmen. Längerfristig wird eine Verschiebung der Anbauzonen bestimmter Kulturpflanzengruppen stattfinden.

Kurz- und mittelfristige Effekte im Hinblick auf die Pflanzengesundheit umfassen:

- eine veränderte Synchronisation zwischen Kulturpflanze – Schaderreger – natürlichem Gegenspieler
- Zunehmende Einschleppung und Etablierung „neuer Schaderreger“ (Arthropoden als Vektoren von Pflanzenkrankheiten)
- Neue Kombinationen von Pflanzenkrankheiten und/oder Kulturpflanzen und Schaderregern
- Eine Veränderung der Auswirkung „alter“ Pflanzenkrankheiten
- Eine Änderung der Pflanzenschutzmaßnahmen

Ob der Klimawandel zu verstärktem (Epidemien) oder verringertem Auftreten von Schaderregern an Pflanzen führen wird, hängt von den Wechselwirkungen zwischen der Veränderung der Kulturpflanzen (z.B. Sorteneigenschaften), der Veränderung der Pflanzenpathogene (z.B. genetische Veränderungen) und der Veränderung des Klimas (Temperatur, Niederschlag) ab (Garrett et al., 2009). Je nach der Größe der räumlichen Einheit, die in Betracht gezogen wird (z.B. einzelnes Feld, landwirtschaftlicher Betrieb, Staat, geographische Region), stellen sich verschiedene Fragen zu den Auswirkungen des Klimawandels, wie nach der pflanzenbaulichen Produktivität eines Feldes, der regionalen oder betrieblichen Produktion oder nach der Auswirkung auf die Ernährungssicherung.

#### Spezifische Bedrohungen für Pflanzen durch Schadorganismen

Neben den bereits o.a. in der EU gelisteten ca. 300 Quarantäneschaderregern werden potentielle neue gefährliche Schadorganismen für Pflanzen in Europa in der sogenannten EPPO Alert List (<http://www.eppo.org/quarantine/quarantine.htm>) regelmäßig aktualisiert aufgeführt. Schaderreger aus beiden genannten Gruppen sind u.a. auch deshalb sehr gefährlich, da sie nach einer Einschleppung kaum oder nur mit sehr großem Aufwand und z.T. unzureichend bekämpft werden können.

So können pflanzenpathogene Viren, Phytoplasmen und Bakterien (z.B. der Feuerbrand *Erwinia amylovora* die Rebenvergilbungs-Phytoplasmoze Grapevine Flavescence Dorée) nicht bzw. nur vereinzelt mit Pflanzenschutzmitteln

kontrolliert werden. Die gebräuchlichsten und wirksamsten Maßnahmen stellen Kulturmaßnahmen wie der Ausschnitt befallener Pflanzenteile oder die Rodung befallener Pflanzen dar. Andere Schaderreger wie bestimmte phytopathogene Pilze (*Phytophthora ramorum*) oder Nematoden (pflanzenparasitäre Fadenwürmer: *Globodera rostochiensis*) bilden im Boden widerstandsfähige Dauerstadien aus, die nicht wirksam bekämpft werden können. Zur Bekämpfung tierischer Schaderreger, wie Schadinsekten (z.B. der Westliche Maiswurzelbohrer *Diabrotica virgifera virgifera*, oder der Fransenflügler *Thrips palmi*) würden zwar tw. Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen, aber deren Applikation ist oft technisch kaum durchführbar oder zu aufwendig. Als potentielle Bioterrorismus-Agenzien werden in der Literatur vor allem pilzliche Schaderreger an Weizen/Getreide (z.B. *Puccinia triticina*, *Puccinia graminis*, *Tilletia tritici*, *Tilletia indica*) und an Reis, aber auch an Zuckerrohr und Tabak aufgeführt (Suffert et al. 2008).



Getreideschwarzrost (*Puccinia graminis*) am Weizen, Foto: Yue Jin/Agricultural Research Service

**Bio/Agroterrorismus gegen Pflanzen** kann sich direkt nachteilig auf die Pflanzenproduktion, und indirekt auf den Handel (bis zur Destabilisierung von internationalen Handelsbeziehungen), die Umwelt, die Ernährungsicherung, die Ernährungssicherheit und auf die soziale Stabilität auswirken. Dabei können ökonomische Schäden durch die Reduktion der Erntemenge und der Qualität des Erntegutes entstehen, durch Kosten für die Bekämpfung der Schaderreger und für die Entwicklung bzw. Zucht resistenter Pflanzensorten, durch Kosten beim Import (Preisanstieg) und beim Export

(Einnahmeneinbußen) und letztlich dadurch eine Reduktion des Lebensstandards bewirken.

Derartige Auswirkungen treten nicht sofort ein und verlaufen meistens nicht auffällig, obwohl die Verbreitung von Schaderregern sehr rasch erfolgen kann. Daher sollte für eine allfällige Risikoabschätzung potentieller als Agroterrorismus-Agentien in Betracht kommende Schaderreger ein längerfristiger Zeithorizont berücksichtigt werden.

Der Einschleppung von Schadorganismen an Pflanzen kann wie o.a. aufgrund der geltenden handelsrechtlichen Bestimmungen vorgebeugt werden. Das wichtigste Abkommen stellt in diesem Zusammenhang das SPS-Abkommen der WTO dar. Dieses besagt in Artikel 2.1., dass jeder Mitgliedsstaat der WTO das Recht hat, u.a. phytosanitäre Maßnahmen zum Schutz der Pflanzengesundheit zur ergreifen, solange diese Maßnahmen sich im Rahmen des Abkommens bewegen. Damit besteht für jeden Mitgliedsstaat der WTO grundsätzlich die Möglichkeit der Einschleppung von Schaderregern an/für Pflanzen oder pflanzlichen Produkten durch Import bzw. der Etablierung und Verbreitung von Schaderregern an/für Pflanzen im eigenen Land durch entsprechende Reglementierungen des Handels vorzubeugen.

Als geeignete Maßnahmen im Sinne des SPS-Agreements der WTO gelten wissenschaftlich basierte und begründete Maßnahmen, die auf einer Pest Risk Analysis (= PRA) einem bio-ökonomischen Evaluierungs-Prozess beruhen. Solche PRAs müssen dem internationalen Standard ISPM 11: „Pest risk analysis for quarantine pests including analysis of environmental risks and living modified organisms“ (FAO, 2004) entsprechen und werden derzeit für Europa seitens der EFSA (European Food Safety Agency) bzw. der EPPO durchgeführt.

Im Rahmen einer PRA werden direkte und indirekte biologische, andere wissenschaftliche und ökonomische Effekte bewertet, um festzustellen, ob ein phytosanitärer Schaderreger reguliert werden sollte, und welche offiziellen phytosanitären Maßnahmen zur Schadensvermeidung- oder begrenzung gesetzt werden sollen, z.B. ob die Prävention der Einschleppung eines Schadorganismus wirksamer und ökonomischer ist, als die Eindämmung bzw. Bekämpfung nach Einschleppung und Ausbreitung eines Schadorganismus. Dabei kann es sich um Inspektions- und Überwachungsmaßnahmen zum Auftreten der Schaderreger oder Behandlungsmaßnahmen zur Abtötung, Inaktivierung oder Beseitigung derselben handeln. Diese Informationen können die Entscheidungsträger in der Politik bei der Entscheidung, für welche Maßnahme die Priorität gesetzt werden soll, unterstützen, z.B. ob eher der Import eingeschränkt werden oder die Entwicklung einer resistenten Sorte gefördert werden soll.

Eine Risikoanalyse besteht im Wesentlichen aus 3 Abschnitten:

1. Die Initiierung einer PRA, bei der die Gründe für die Durchführung der PRA wie z.B. das Auftreten eines neuen Schaderregers bei Kontrollen, neuer Eintrittspfade o.ä. aufgeführt werden und festgelegt wird, für welche geographische Region die PRA durchgeführt werden soll.

2. Das eigentliche „Pest risk assessment“ wird zur Bewertung der Wahrscheinlichkeit der Einschleppung, der Etablierung und Verbreitung eines Schaderregers, sowie der Abschätzung der potentiellen wirtschaftlichen Auswirkungen durchgeführt.

3. Beim „Pest Risk Management“ werden die Möglichkeiten der Risikominimierung und der Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Schaderreger analysiert und dargestellt.

Häufig stellen sich bei einer PRA Wissenslücken zur Epidemiologie des betreffenden Schaderregers oder zu alternativen Risiko-Management- und Bekämpfungsmaßnahmen für denselben heraus, die Forschungs- und Untersuchungsarbeiten zur Bereitstellung der fehlenden Informationen notwendig machen.

Im Zusammenhang mit der Einstufung des Risikos, das durch als Bioterrorismus-Agenten eingesetzte Schaderreger an Pflanzen entstehen kann, wären nachfolgende Fragen zur Erarbeitung geeigneter Risikomanagementmaßnahmen unbedingt abzuklären:

- Wie leicht kann der Schaderreger beschafft werden (z.B. aus einer künstlichen Zucht oder durch Aufsammlung)?
- Wie leicht könnte der Schaderreger in Mengen produziert werden, mit denen Schaden verursacht werden könnte? Welches Expertenwissen/Ausbildung/Equipment ist dazu notwendig?
- Wie infektiös ist der Schaderreger und welche Infektionswege gibt es?
- Wie groß ist der Wahrscheinlichkeit einer raschen Aus-/Verbreitung?
- Welche Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Schaderreger gibt es?
- Wie leicht kann der Schaderreger eingedämmt oder eliminiert werden?
- Wie groß ist der kurz- und mittelfristige Schaden durch den Schaderreger?

Mittels der Quantifizierung und Gewichtung von Kriterien wie z.B. in den o.a. Fragen angesprochen, können auch Risikofaktoren für bestimmte Schaderreger errechnet werden (Madden & Wheelis, 2003).

Generell erfordert die absichtliche Verbreitung von pflanzenpathogenen Schaderregern wenig Fachkenntnis. So können z.B. sporulierende Pilze in Windrichtung positioniert werden und die Verbreitung der Sporen damit auf quasi natürlichem Wege erfolgen. Da u.U. eine zeitgleiche Ausbringung an mehreren Ausbringungsorten erfolgen könnte, würde sich das derzeitige Kontrollsystem zur Prävention vor Schaderregern als nicht vollständig geeignet erweisen, da es auf zufällige Einschleppungen durch Handel oder Tourismus ausgerichtet ist.

Eine der wichtigsten Aufgaben in diesem Zusammenhang ist die rasche und zuverlässige Detektion und Diagnose potentieller Schaderreger, um Eindämmungs- und Eradikations-Maßnahmen rechtzeitig und gezielt planen zu können (Madden & Wheelis, 2003).

Zur Untersuchung des Gefährdungspotentials von Pflanzen durch Agroterrorismus wurde seitens der EU die European Concerted Action „Crop Bioterror“ [http://ec.europa.eu/research/fp6/ssp/crop\\_bioterror\\_en.htm](http://ec.europa.eu/research/fp6/ssp/crop_bioterror_en.htm) durchgeführt (Latzague et al., 2007).

Im Rahmen dieses Projektes wurde zunächst eine Liste potentiell gefährlicher Schadorganismen an Pflanzen für Europa auf Basis relevanter Listen weltweit, erstellt.

Für 50 aufgrund ihrer regionalen und als Quarantäneschadorganismen relevanten Bedeutung ausgewählte Schaderreger (direkt schädigend und indirekt schädigend z.B. durch Mykotoxine) wurden mögliche agroterroristische Szenarien ausgearbeitet und analysiert. Daneben wurde ein adaptiertes PRA Schema, ein sog. RES = Risk Evaluation Scheme entwickelt (Stack & Suffert, Gullino, 2010) und bei Schlüsselpathogenen angewendet. Insgesamt wurden 9 Szenarien aus den Kombinationen BioWarfare, BioTerrorismus und BioCrime mit Auswirkungen auf die Produktion, den Handel und die Gesellschaft getestet. Die aggregierten Risikoprofile für 3 pilzliche Schaderreger ergaben für *Tilletia indica* (Indischer Weizensteinbrand) und den Septoria-Krebs (*Mycosphaerella populorum*) der Pappel ein hohes Risiko, hingegen für den Sojabohnenrost (*Phakopsora pachyrhizi*) eine mittlere Risikoeinstufung (Suffert et al., 2008).

Um die bisher dargestellten Risiken in geeigneter Form und Wirksamkeit lenken zu können, ist die Einhaltung wesentlicher Schritte des **wissenschaftsbasierten Risikomanagements** erforderlich. Die umfassen wie z.T. schon beschrieben

- die **Risikoanalyse** (PRAs)
- die **Prävention** der **Einschleppung**

- eine **rasche** und **zuverlässige Detektion & Diagnose** der **Schadorganismen**.  
Dazu sind ein Erhalt bzw. die Schaffung entsprechender Infrastruktur sowohl in Bezug auf die technischen Einrichtungen, als auch auf die personelle Expertise notwendig. Zur Charakterisierung von potentiellen Erregern wird die verstärkte Anwendung neuer Technologien („omics“), sowie die Entwicklung von transportablen und multiplen Diagnoseeinheiten für Vor-Ort-Bestimmungen, von effizienteren Screening-Methoden für Massenuntersuchungen und von schnellen, nicht-invasiven bzw. nicht-destruktiven Detektionsmethoden erforderlich sein. Aufgrund neuer hochsensitiver Methoden für die Diagnose der Schaderreger an Pflanzen spielt die Einhaltung einer möglichst geringen Zeitspanne zwischen Probenahme eine entscheidende Rolle; daher sind regionale Labors zur Durchführung zuverlässiger Diagnosen unbedingt erforderlich, besonders auch im Hinblick auf die Nachverfolgbarkeit.
- eine **umfassende Überwachung** (Surveillance) des **Auftretens von Schaderregern**,  
die sich häufig wegen der großen Flächen als zu aufwendig erweist und dazu führt, dass Erreger oft schon mehrere Jahre in einem Gebiet vorhanden sind und sich lokal ausbreiten konnten, bevor sie entdeckt werden; die Überwachung könnte erleichtert und systematisiert werden, indem web-basierte Informationsauswertungssysteme genutzt werden.
- **Eindämmungsmaßnahmen** (containment)
- **Bekämpfungsmaßnahmen bei Ausbruch**  
(auch die Bedeutung der Öffentlichkeitsarbeit – Medien)
- **Monitoring & Erfolgskontrolle** zur Rückkopplung der gesetzlichen Maßnahmen
- **nationale Strategie & pro-aktive Maßnahmen**
- **verstärkte Kooperation** (und Ausbildung) zwischen Wissenschaft, Behörden, Industrie und Öffentlichkeit ist sowohl national, als auch international erforderlich. Bestehende Internationale Kooperationen bzw. Konsortien sind u.a.: CROP BIOTERROR, TOOLS FOR CROP BIOSECURITY, BIOSEC, WATERSAFE, AEROBACTIS, BIOSAFENET, EPIZONE.

## **Schlussfolgerungen und Ausblick**

Derzeitige Analysen zeigen, dass sowohl die Zuwachsrate der Einschleppung und Etablierung von neuen Schaderregern an Kulturpflanzen als auch die Anfälligkeit von Agroökosystemen für die Etablierung von Schaderregern zunimmt. Pflanzenbauliche Produktionssysteme weisen eine relativ hohe Vulnerabilität gegenüber Agroterrorismus aufgrund der intrinsisch niedrigen

Sicherheit landwirtschaftlicher Ziele, der leichten Herstellung und Verbreitung von Schaderregern und den relativ großen ökonomischen Auswirkungen auf (Wheeler, Casagrande, Madden, 2009; Latxague et al., 2007) und gelten als „soft targets“.

Außerdem könnten erwünschte technologische Entwicklungen auf dem Gebiet der Herstellung von z.B. Mikroorganismen, des Transportes und der Kommunikation für agroterroristische Zwecke verwendet werden („Dual Use“ Problem).

Nur wenige der derzeit als Quarantäneschaderegner an Pflanzen gelisteten Schaderegner würden auf die Ernährungssituation in industrialisierten Staaten wie z.B. Österreich direkt starke Auswirkungen haben, könnten aber indirekte ökonomische und soziale Auswirkungen verursachen. In Staaten mit einem hohen Anteil der erwerbstätigen Bevölkerung in der Landwirtschaft und einem hohen Anteil der landwirtschaftlichen Produktion am BIP könnten allerdings dramatische Folgen hervorgerufen werden.

Zur Erstellung von Managementkonzepten für die biologische Sicherheit sind jedenfalls holistische Ansätze notwendig.

Im Wesentlichen wird die zukünftige Entwicklung der biologischen Sicherheit von 3 Trends beeinflusst (Waage & Mumford, 2009):

1. Regionale Handels- und Wirtschaftsabkommen reduzieren die nationalen Kontrollen von Risiken für die biologische Sicherheit weiter, d.h. das Interesse am freien Warenverkehr schränkt die Bedeutung von Handelsbeschränkungen als Maßnahme zum Schutz der biologischen Sicherheit ein.
2. Maßnahmen zum Schutz der landwirtschaftlichen biologischen Sicherheit werden nur mehr im Einklang mit jenen für den Schutz der biologischen Sicherheit der Umwelt- und der Gesundheit gesetzt werden können, auch wenn es möglicherweise zu Ziel-Konflikten zwischen den Erfordernissen der verschiedenen Sektoren kommen kann.
3. Die Kostentragung für die Maßnahmen wird zukünftig auch z. T. über die Wirtschaft erfolgen müssen.

Daraus ergeben sich als zukünftige Aufgaben

- die Zusammenführung der Systeme für biologische Sicherheit verschiedener Sektoren zu einem gemeinsamen System.  
Dabei sollen „best practice“ Instrumente und Maßnahmen eingesetzt werden zur Evaluierung von:
  - indirekten Effekten (quantitativ, qualitativ)
  - Wahrnehmung von Risiken
  - Unsicherheiten und deren Messbarkeit
- eine verstärkte internationale Kooperation zur:

- Identifikation der Haupt-Verbreitungswege
- Verbesserte internationale (Schnell)Warnsysteme
- Entwicklung internationaler Eradikationsprogramme
- Aufbau eines „elastischen“ Systems (ökologisch & ökonomisch)
  - Zucht resistenter Kulturpflanzen
  - Integrierte Produktionskonzepte (Fruchtwechsel etc.)
  - Diversifikation lokaler Produktion

Für Österreich wären u.a. folgende Fragen und Problemstellungen zu bearbeiten:

- Welche landwirtschaftlichen/gartenbaulichen/forstlichen Kulturen in Österreich wären von welchen Schaderregern (Agroterrorismus-Agenzien) potentiell betroffen?
- Welche Auswirkungen auf landwirtschaftliche/gartenbauliche/forstliche Kulturen wären zu erwarten?
- Das im Rahmen der European Concerted Action „Crop Bioterror“ neu entwickelte RES (RisikoEvaluierungsSchema) müsste im Rahmen einer transdisziplinären Kooperation für ausgewählte Fallbeispiele für Österreich validiert werden.
- Wie können derzeit noch nicht durch einschlägige gesetzliche Regelungen erfasste Schaderreger, die verschiedene Sektoren betreffen (z.B. Tigermücke als Vektor menschliche Erkrankung und Einschleppung über Pflanzenimporte), erfasst werden?
- Wird die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln wie nach derzeitigem Kenntnisstand prognostiziert stärker durch andere Faktoren als Agroterrorismus wie z.B. den Klimawandel beeinflusst?
- Welche Risiko-Kommunikationsstrategie soll angewendet werden?
- Wer trägt die Kosten für die Risikoanalyse und Prävention?

## **GLOSSAR**

- COUNCIL DIRECTIVE 2000/29/EC of 8 May 2000 on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the Community
- IPPC: International Plant Protection Convention, as deposited with FAO in Rome in 1951 and as subsequently amended [ISPM No. 5]
- ISPM: International Standard on Phytosanitary Measures; an international standard adopted by the Conference of FAO, the Interim Commission on phytosanitary measures or the Commission on phytosanitary measures, established under the IPPC [ISPM No. 5]

- SPS: WTO agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary measures
- CP: Cartagena Protocol on Biosafety
- CBD: Convention on Biological Diversity
- LMOs: Living modified Organisms