Dokumentation der Tagung:

Auswirkungen der grünen Gentechnik auf die Biodiversität

Anforderungen an eine ökologische Sicherheitsforschung

2. Dezember 2004, Berlin

1. Zusammenfassung der Vorträge
2. Programm der Tagung
3. Teilnehmerliste
4. NABU-Hintergrundpapier: Anforderungen an eine Ökologische Sicherheitsforschung

1 Vorträge der Referenten

A. Ökologischer Schaden: 1. Thomas Potthast

2. Dr. Arnold Sauter

B. GVO und Biodiversität: 1. Gertrud Menzel

2. Dr. Markus Raubuch

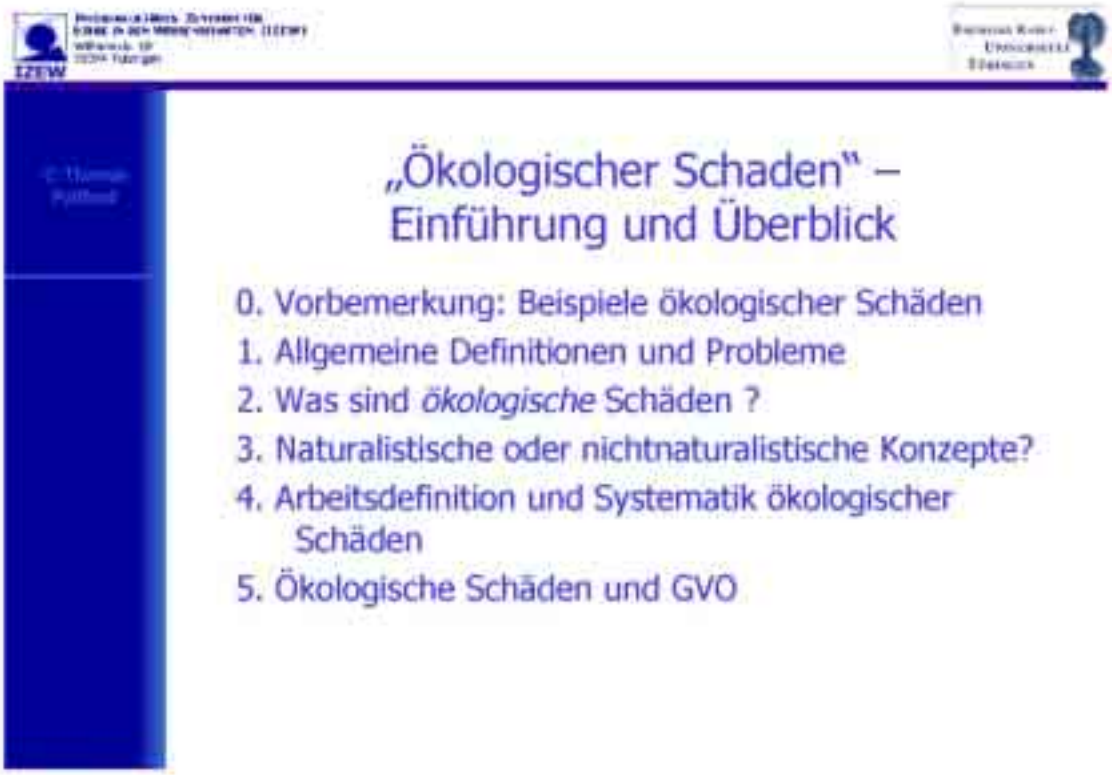
3. Dr. Wolfgang Büchs (siehe unter www.biosicherheit.de)

4. Ruth Brauner

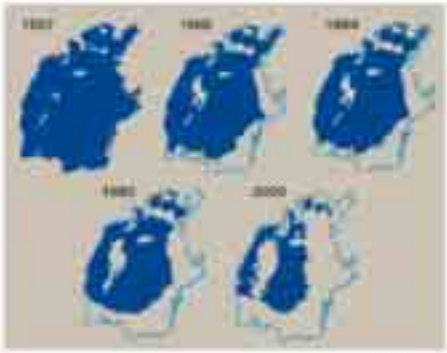
C. Ökologische Sicherheitsforschung:

1. Armin Benzler

A. Ökologischer Schaden



Ökologischer Schaden Beispiel 1: Austrocknung des Aralsees



3

Ökologischer Schaden Beispiel 2: Unerwünschte Ausbreitung Neobiota

Wasserhyazinthe (*Eichhornia crassipes*) bei Massenvermehrung:

- Zusammenbruch der lokalen aquatischen Biodiversität
- Zusammenbruch entsprechender Nutzungen (Fischfang, Schiffsverkehr)

4

Ökologischer Schaden Beispiel 3: Ausbreitung GVO und Transgene (?)

- Verlust / Verdrängung lokaler (Agro) Biodiversität ?
- Zusammenbruch bestimmter Nutzungsoptionen (GVO-freie Landwirtschaft) ?
- ...

5

1. Definitionen und ihre Grenzen

Bestimmte Begriffe sind wie GVO: sie sind

in ihrer Ausbreitung letztlich nicht steuerbar

Einmal in den Diskurs eingebracht, bleiben populäre Begriffe wie „Biodiversität", „Gen", „Ökosystem", oder „Risiko"

nicht auf eine bestimmte Bedeutung oder Definition beschränkt: sie werden unterschiedlich verwendet.

Dennoch

ist für fachliche und – insbesondere – rechtliche Kontexte eine *Klarstellung* unverzichtbar

Trotzdem

Begriffe bleiben *notwendig* einer Interpretation unterworfen, sie erfordern stets „*Urteilskraft*"

1.1. Risiko

Definition(en)

- Funktion F (Gefährdung, Exposition)
- Produkt P (Wahrscheinlichkeit des Eintritts) x (Schadenshöhe)

=> Bezug auf im Prinzip „sicheres Wissen",
d.h. *quantifizierbar* im Sinne von Wahrscheinlichkeitsaussagen
im Gegensatz zu verschiedenen Formen der „Unsicherheit" i.e.S.

Struktur

- Hybridbegriff: Deskriptive *und* normative Elemente

Implikationen

⇒ weder „rein" wissenschaftlicher noch „rein" politischer Begriff

⇒ Entscheidungen über Risiko stets im Rahmen einer Abwägung möglicher Nutzen bzw. Nachteile, möglichst unter Bezug auf vergleichbare Situationen

1.2 Gefahr

Definition

- Situation, in der ein Schadenseintritt zu erwarten ist, wenn keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden

=> Bezug auf im Prinzip „sicheres Wissen"
d.h. *quantifizierbar* im Sinne von Wahrscheinlichkeitsaussagen
im Gegensatz zu „Unsicherheit" (die nicht berechenbar ist)

Struktur

- Hybridbegriff /gemischter Begriff: Deskriptive *und* normative Elemente

Implikationen

⇒ Implizite Handlungsaufforderung zu Gegenmaßnahmen

⇒ Ausgerichtet an Handlungsalternativen mit Bezug auf Praktikabilität

1.3 Schaden

Definition

- Verlust oder Beeinträchtigung eines Schutzguts

⇒ Bezug auf im Prinzip „sicheres Wissen "
evaluierbar im Sinne monetärer oder nicht-monetärer Verluste
(„Unsicherheit" kann über Eintrittswahrscheinlichkeit bestehen)

Struktur

- Evaluatives und normatives Konzept
- Nicht per se beruhend auf intersubjektivem Konsens über Schutzgüter -> strittige Schutzgut*festlegung und -konkretion*

Implikationen

⇒ Bevorzugung der Vermeidung oder zumindest der Kompensation

⇒ Notwendiger Bezug auf Schutzgüter

⇒ Ausweisung der Schutzgüter als Gegenstand öffentlicher Debatten, politischer und rechtlicher Kodifizierung

1.4 Schutzgut

Definition

- Gegenstandsbereich zu erhaltender Güter (materielle und nicht-materielle Güter), der durch geeignete Maßnahmen vom Eintritt unerwünschter Veränderungen frei zu halten ist. *Beispiele* sind:
  - menschliche Gesundheit und Wohlergehen
  - Eigentum
  - Naturhaushalt und seine Leistungsfähigkeit
  - Biologische Vielfalt

⇒ Schutzgüter ergeben sich aus der Rechtsordnung (Gesetze)

aber /und

⇒ Schutzgüter sind oftmals – politisch und moralisch – strittig

⇒ Wer legt Schutzgüter fest und wer interpretiert eine mögliche Schädigung bzw. stellt deren Eintritt(swahrscheinlichkeit) fest?

1.5 Politik des Nutzens und Schadens

Nutzens- und Schadensdefinitionen sind nicht naturgesetzlich, sondern interessenabhängig. Des einen Schaden kann sehr wohl des anderen Nutzen sein. Deshalb ist die Diskussion im kleinen Zirkel der Fachspezialisten nicht sachgerecht.

(Christine von Weizsäcker)

⇒ Alles beliebig allein gemäß Interessen ?
⇒ Rolle des Naturgesetzlichen ?
⇒ Überwindung der Fachdebatte ?

2.1 Schäden und „Ökologische" Schäden

- [Schäden für] Menschen und menschliche Gesundheit
- Ökonomische Schäden
- Schäden an gesellschaftlichen Institutionen
- Ökologische Schäden
- [Beeinträchtigung der] Lebensqualität.

2.2 „Ökologische“ Schäden ?

a) Doppelbedeutung / Ambivalenz / Verwirrung im Begriff des „Ökologischen“

Ökologie als Naturwissenschaft

versus

‚Ökologie‘ als politisches Naturverhältnis

b) Schadensbegriff per se zwischen Naturwissenschaft, Politik, Recht

⇒ Ökologischer Schaden als

a) ambivalenter Begriff und b) stets als Hybridbegriff

3. Naturalistische versus nicht-naturalistische Konzepte von Schutzguts und Schaden

3.1 Naturalistische Konzepte

- Ein bestimmter Zustand der Natur ist das Schutzgut

=> Ökologischer Schaden als Veränderung dieses Zustands
Wiederherstellung des Status *ante quo* als Ziel

- Eine bestimmtes Spektrum natürlicher Schwankungsbreite ist das Schutzgut (SRU 1987)

⇒ Schaden: alles jenseits der natürlichen Schwankungsbreite
Wiederherstellung des Spektrum *ante quo* als Ziel

Kritik aufgrund empirischer und normativer Unsicherheit:

⇒ Ökologische Schäden können nicht NUR mit Bezug auf ökologische Zustände oder Schwankungsbreiten definiert werden

3. Naturalistische versus nicht-naturalistische Konzepte von Schutzguts und Schaden

3.2 Nicht-naturalistische Konzepte

- Notwendiger Vorab-Bezug auf eine Liste gesellschaftlich akzeptierter Schutzgüter
- Ökologische Schäden letztlich als Verlust *sozialer* Güter

Kritik

- Schutzgüter verweisen notwendig auf Zustände oder Dynamiken (in) der Natur

⇒ Ökologische Zustände können nicht ohne Bezug zu Naturstücken und damit letztlich auch nicht ohne ökologische Variablen oder Kriterien definiert werden

3.3 Naturalistische *und* nicht-naturalistische Konzepte von Schutzguts und Schaden

Stets anzugeben

- Identifikation dessen, was erhalten werden soll bzw. potenziell geschädigt wird: Schutzgut ausweisen
- Gründe für die Erhaltung bzw. Unerwünschtheit des Schadens: ethisch, politisch, rechtlich zu bestimmen
- ökologische Ereignisse: konkret naturwissenschaftlich zu bestimmen

3.4 Empirische und theoretische Schwierigkeiten (1)

A) Grundlegende Aspekte

- Inter- und transdisziplinäre Ansätze
- Unvermeidbare Verbindung hybrider deskriptiv-normativer Begriffe
- Verschiedene Ebenen von Wahrscheinlichkeiten und Unsicherheiten

B) Wahrscheinlichkeiten

⇒ „Getting the numbers straight"

⇒ *Lege artis* Forschung (Natur-, Sozial-, Geisteswissenschaften)

⇒ Festlegung von Bereichen,in denen Unsicherheiten bestehen

3.4 Empirische und theoretische Schwierigkeiten (2)

c) Unsicherheiten

1. Ebene: Unsicherheit über Verlässlichkeit der Resultate (Irrtum, Fehler, Betrug)

2. Ebene: Unsicherheit über systematische Begrenzung der Aussagekraft (Fehler 2. Ordnung, systematische Fehler)

3. Ebene: Unsicherheit über Gültigkeit allgemeiner Erklärungsmodelle, mögliche unerwartete Ereignisse (Allgemeine Kontingenz)

4. Ökologische Schäden - Arbeitsdefinition

Der Begriff des ökologischen Schadens bezieht sich auf unfreiwillige Veränderungen in ökologischen Systemen, die ein Umweltgüter betreffen; er umfasst unerwünschte Veränderungen von Zuständen bzw. der Dynamik des ökologischen Wirkungsgefüges, die ein Schutzgut oder Schutzgüter nachteilig beeinflussen sowie einen aktuellen bzw. potenziellen Nutzen mindern (können). Schutzgüter müssen als Resultat einer politischen Diskussion auf interdisziplinärer Basis begründet ausgewiesen und letztlich rechtlich kodifiziert werden.

4.1 Eine Taxonomie ökologischer Schäden

Definitionstypen

- Ökologischer Fokus
- Fokus auf Nutzen
- Umweltrechtlicher Fokus

4.2 „Ökologischer-" versus Umweltschaden ?

„Ökologischer Schaden" allein als

„jede erhebliche und nachhaltige Beeinträchtigung der Naturgüter, die nicht zugleich einen individuellen Schaden darstellt" (Kokott et al. 2003, 11, SRU 2004)

Hintergrund: Verschwinden rechtlich und ökonomisch nicht geschützter allgemeiner (Umwelt)Güter jenseits von individuellem Besitz (*tragedy of the commons*)

=>

- Umweltschaden: (nur) Individualrechtsgüter

versus

- Ökologischer Schäden: (allein) jenseits der Individualrechtsgüter

Ökologische Schäden (1)

Ökologische Perspektive:

Schäden können auf Ebenen-übergreifenden Wirkungszusammenhängen basieren.

Ökologische bzw. Umweltschäden müssen sich nicht notwendig auf einfache Zielgrößen beziehen. Schädliche Entwicklungen, Beeinträchtigungen von Schutzgütern können auf Ebenen-übergreifenden Wirkungszusammenhängen basieren und verschiedene Ebenen des ökologischen Gefüges gleichzeitig bzw. in unterschiedlicher, aber zusammenhängender Weise betreffen.

Ökologische Schäden (2)

Begründungen der Schutzgüter:

Anthropozentrische und ökozentrische Begründungen für Schutzgutbestimmungen sind vor dem Hintergrund des Vorsorgeprinzips weit gehend konvergent.

Eine anthropozentrische Sichtweise steht in weitem Umfang in praktischer Hinsicht nicht im Widerspruch zu einer ökozentrischen Sichtweise, die aufgrund von Selbstwerten der Natur Schutzgüter definiert. Dies wird insbesondere durch das (anthropozentrisch begründete) Vorsorgeprinzip vermittelt: Da Nutzungsinteressen an ökologischen Gütern für die Zukunft unabsehbar variabel sind, da schon die Grenzen des Erkenntnisvermögens eine prinzipielle Reduktion von Ungewissheiten unmöglich machen, ist auch aus *anthropozentrischer* Perspektive die Wahrung einer selbstorganisierten (*ökozentrisch betrachtbaren*) Erhaltung ökologischer Systeme (nachhaltig genutzter ebenso wie wenig anthropogen beeinflusster „natürlicher") einschließlich aller Bestandteile konstitutiv.

Ökologische Schäden (3A)

Schutzgutspektrum:

Der Verantwortungsbereich für Handlungsfolgen umfasst einen weiten Gegenstands-, Zeit- und Raumbezug; dieses Spektrum wird nicht hinreichend im Umweltrecht, insbesondere im Umwelthaftungsrecht abgedeckt.

A - Da ökologische Systeme auch bei anthropogener Beeinflussung noch zu einem großen Teil selbstorganisiert ist, besitzen auch Ereignisse wie ökologische bzw. Umweltschäden einen potenziell weiten Ausbreitungshorizont. Insbesondere dort, wo Schäden mit der Fortpflanzungs- und Selbstorganisationsfähigkeit in direktem Zusammenhang stehen, erstreckt sich die zu berücksichtigende zeitliche und räumliche Verantwortung auf große Skalenbereiche.

Ökologische Schäden (3B)

Schutzgutspektrum:

Der Verantwortungsbereich für Handlungsfolgen umfasst einen weiten Gegenstands-, Zeit- und Raumbezug; dieses Spektrum wird nicht hinreichend im Umweltrecht, insbesondere im Umwelthaftungsrecht abgedeckt.

B - Soweit die Folgen von Eingriffen reichen, reicht auch prinzipiell die Verantwortung für die implizierten Wirkungsketten. Das Umweltrecht fasst Schäden dagegen sehr viel restriktiver. Insbesondere das Umwelthaftungsrecht definiert die Schäden aus rechtssystematischen Gründen eng und schließt unter anderem Individualrechtsgüter aus. Ungeachtet dessen sollte der umweltpolitische Verantwortungsbereich für Schäden im oben beachteten umfassenden Sinne des Schutzgutspektrums verstanden werden.

5. Ökologische Schäden und GVO

Welche Fragen und Aspekte müssen berücksichtigt werden?

1. Diskussion bereits auf der Ebene der Problemlösung und möglicher Alternativen: GVO sind die Antwort, aber was genau waren/sind Fragen und übergreifenden Ziele?
2. Nutzen *und* Schäden von GVO sowie alternativer Strategien
3. Frage nach "Koexistenz" von GVO-, konventionellem und „ökologischem" Landbau auf allen Skalenebenen: Von den Genen(Allelen) bis zur Landschaft
4. Transformation der Unsicherheit in Wahrscheinlichkeiten
5. Aber ebenso: Unsicherheiten erst nehmen als Begrenzung der Reichweite naturwissenschaftlich behandelbarer Fragen

⇒ Analyse ökologischer Schäden nicht allein als Naturwissenschaft

⇒ Ökologische Risikoforschung / Monitoring als Teil einer gesellschaftlichen Debatte

6. Literatur

Grundlage der Darstellung:

Potthast, T. 2004: Ökologische Schäden – eine Synopse begrifflicher, methodologischer und ethischer Aspekte. In: Potthast, T. (Hrsg.) 2004: Ökologische Schäden. Begriffliche, methodologische und ethische Aspekte, Theorie in der Ökologie, Band 10, Peter Lang, Frankfurt am Main: 189 – 209.

Breckling, B. & Potthast, T. 2004: Der ökologische Schadensbegriff – eine Einführung. In: Potthast, T. (Hrsg.) 2004: Ökologische Schäden. Begriffliche, methodologische und ethische Aspekte, Theorie in der Ökologie, Band 10, Peter Lang, Frankfurt am Main: 1 – 15.

Hintergrund

Kokott, J., Klaphake, A. & Marr, S. 2003: Ökologische Schäden und ihre Bewertung in internationalen, europäischen und nationalen Haftungssystemen – eine juristische und ökonomische Analyse. Umweltbundesamt (Hrsg.) 2003: Berichte. Band 3/03. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 455 S.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) 1987: Umweltgutachten 1987, Kohlhammer-Verlag, Stuttgart.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) 2004: Umweltgutachten 2004. Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern, Drucksache 15/3600. Bundesanzeiger, Köln, 665 S.

Ökologische Risiken der 2. und 3. Generation transgener Pflanzen

Dr. Arnold Sauter, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), Berlin

1.1.1.1 Fragestellungen des Beitrags

– Transgene Pflanzen in der Pipeline – Kategorien/Beispiele

– Mögliche (neuartige?!) umweltrelevante Wirkungsketten

– Dimensionen der Wissenslücken

– Mögliche Konsequenzen für Sicherheitsforschung, Erprobungsanbau und Nachzulassungs-Monitoring

1.1.1.2 Projekte des TAB zur Grünen Gentechnik

– laufend: „Grüne Gentechnik – transgene Pflanzen der 2. und 3. Generation“ (Abschluss: Mai 2005)

– Sachstandsbericht „Risikoabschätzung und Nachzulassungs-Monitoring transgener Pflanzen“: TAB-Arbeitsbericht Nr. 68 (November 2000)

– TA-Projekt „Gentechnik, Züchtung und Biodiversität“: TAB-Arbeitsbericht Nr. 55 (April 1998) [Meyer/Revermann/Sauter: Biologische Vielfalt in Gefahr? Gentechnik in der Pflanzenzüchtung. Edition sigma, Berlin]

1.1.1.3 Vorliegende Teilgutachten der ersten Projektphase

– „Gentechnisch veränderte Pflanzen mit neuen oder verbesserten Qualitäts- und Nutzungseigenschaften: Futtermittel- und rohstoffliefernde Nutzpflanzen, Pflanzen zur Bodensanierung und Zierpflanzen“. PD Dr. Thomas Pickardt, Dr. André de Kathen; BioTechConsult, Berlin

– “Next Generation of Risks? Stand der internationalen Diskussion zu Konzepten der Sicherheitsprüfung und -bewertung bei gentechnisch veränderten Pflanzen der 2. und 3. Generation“. Dr. Armin Spök, Sandra Karner, Manfred Hall; Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur (IFF/IFZ), Graz

– „Transgene Bäume –Stand von Forschung und Entwicklung“ u. „Risiken bei Entwicklung und Einsatz gentechnisch veränderter Bäume“. Marcel Robischon; Universität Cambridge

– „Gentechnisch veränderte Pflanzen als Produktionssysteme für pharmazeutische Wirkstoffe“. Dr. Bärbel Hüsing; Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe

1.1.1.4 Definitionen – Kategorien

2. und 3. Generation: „Pipeline“ (= Kommerzialisierung im Lauf der nächsten 5 Jahre?) und frühes FuE-Stadium (= Kommerzialisierung im Lauf der nächsten 10–15 Jahre??) – daraus *im TAB-Projekt GVP mit neuen „Output-Traits“:*

– verbesserte(r) Inhaltsstoffe/Geschmack in Nahrungsmittel liefernden Pflanzen

– verbesserte Inhaltsstoffe in Futtermittel liefernden Pflanzen

– optimierte/veränderte Nutzpflanzen für die industrielle Stoffproduktion („PMIs“ = Plant Made Industrials)

– Produktion therapeutischer/diagnostischer Substanzen für die Human- und Tiermedizin („PMPs“ = Plant Made Pharmaceuticals)

– Pflanzen für die sog. Phytosanierung bzw. Phytoremediation

– Modifizierte Zierpflanzen (Blütenfarbe, Haltbarkeit)

1.1.1.5 Folgen: spezifisch – neuartig?

Im Rahmen einer Risikoabschätzung und –bewertung muss gefragt werden, ob die möglichen Folgen bzw. die daraus resultierenden Schäden nicht nur spezifisch für das transgene Merkmal, sondern auch spezifisch für seine „gentechnische Herkunft“ sind – oder ob sie auch durch vergleichbare nicht-transgene Pflanzensorten hervorgerufen werden können.

Dies bedeutet nicht automatisch eine Zulassung bei vergleichbarem Risiko! Es resultiert m.E. viel eher die Forderung nach einer Risikoabschätzung auch für nicht-transgene Sorten.

Mit Blick auf die 2./3. Generation drängt es sich auf zu fragen, ob bzw. welche der jeweiligen möglichen Folgen neu bzw. neuartig gegenüber der 1. Generation sind.

1.1.1.6 Beispiel: „Verbesserte“ Lebens- und Futtermittelpflanzen

Das heißt: gezielt geänderte Inhaltsstoffe, die verzehrt werden sollen (Fettsäurezusammensetzung, Vitamingehalt, essentielle Aminosäuren) oder Entfernung/Reduzierung von Allergenen oder verdauungsstörenden Stoffen;
im Vordergrund der Risikodiskussion: gesundheitliche Sicherheit:

– Ernährungsphysiologie (prinzipiell Gentechnik-unabhängig; z.B. das ganze Konzept „funktioneller Lebensmittel“)

– Sekundäreffekte bei komplexeren Eingriffen (substanzielle Äquivalenz!)

Ökologisch: Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen, damit Effekte entlang der gesamten betroffenen Nahrungskette möglich; wenig Substanzielles, eher im Stadium von Szenarien (z.B. veränderte Qualität des Öls in Pflanzensamen ⇨ Mikroorganismen ⇨ Insekten und Vogelpopulationen; oder auch Einfluss auf Schädlingspopulationen, falls die zusätzliche Inhaltsstoffe ernährungsphysiologisch positiv auf diese wirken). Das mögliche Schädigungspotenzial wird bei Nahrungsmittelpflanzen grundsätzlich als nicht so hoch angesehen; Befürchtungen werden bislang eher und spezifischer formuliert zu der folgenden Gruppe möglicherweise kommender transgener Pflanzen.

1.1.1.7 Beispiel: Molecular Farming – PMPs und PMIs

Sehr heterogen bzw. vielfältig; ökonomisch evtl. besonders attraktiv, weil hier die Frage der Bewertung als Lebensmittel entfällt. Der ganze Bereich wird auch ein wichtiges Schwerpunktthema des kommenden TAB-Berichtes bilden. *Plant Made Industrials*: Öle/Fettsäuren, Stärkemodifikation, industriell nutzbare Enzyme, Polymere auf pflanzlicher Basis; *Plant Made Pharmaceuticals*: rekombinante Antikörper, Impfstoffe, Blutproteine, therapeutische Enzyme, pflanzliche Sekundärmetabolite

– bei PMPs: pharmakologische Effekt sind per se risikobehaftet

– Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen (einerseits die „näheren“ Verwandten des Menschen, also Säuge- oder zumindest Wirbeltiere; einige sehr „vielseitige“, multifunkionelle Proteine, z.B. Avidin u. Aprotinin, wirken auch stark insektizid)

– daher vielerorts erhobene Forderung: dauerhafte Separation von Lebensmittelpflanzen (in Anbau und Verarbeitung); wo möglich: Gewächshausanbau

– Feldanbau: Anreicherung, Persistenz und Verbreitung der Gene und ihrer Produkte im Ökosystem evtl. besonders kritisch
– transiente Expression öffnet das „Fass“ Gefahren von Virussequenzen
– bei PMIs: Kohlenhydrate und Fettsäuren besetzen zentrale Punkte im Stoffwechsel ⇨ vielfältige Sekundäreffekte liegen nahe

1.1.1.8 Ansätze gentechnischer Veränderung bei Obst- und Forstbäumen

Obstbäume	*Forstbäume*
– Virusresistenz	– Krankheitsresistenzen
– Pilzresistenz	– Insektenresistenz
– Bakterienresistenzen	– Kälteresistenz
– Insektenresistenzen	– Toleranz gegen Salinität und Trockenheit
– Kälteresistenz	– Verbesserung der Wurzeleigenschaften
– Herbizidresistenzen	– Rekultivierung von Böden
– Toleranz gegen Salinität und Trockenheit	– Phytosanierung
– Veränderung von Eigenschaften der Früchte (Geschmacks, Haltbarkeit)	– Verändertes Blühverhalten, Sterilität
– Veränderung der Wuchsform	– Verkürzung der Juvenilphase
– Verkürzung der Juvenilphase	– Veränderte Holzqualität (Ligningehalt, Zellulosefasern, Resistenz gegen Verrotten)

Quelle: Robischon 2004

1.1.1.9 Beispiel: Transgene Bäume – besonders …

– Langlebigkeit; hohes Reproduktionspotenzial über Dekaden
– teils sehr effektive vegetative Vermehrung (Pappeln!)
– kreuzungskompatible Arten häufig vorhanden
– manche als zweihäusige Arten reine Fremdbestäuber
– zum Teil extrem weite Verbreitung sowohl des Pollens (bei Kiefern bis mehrere hundert km) als auch der Samen (bei Kombination aus Windbestäubung, großer Wuchshöhe und morphologischen Eigenschaften der Samen – Gewicht/Form)
– plus: Größe der Bestände (Wälder/Plantagen) sowie geringe züchterische Bearbeitung/Domestikation

1.1.1.10 Beispiel: Transgene Bäume – … riskant?

Allein wegen der langen Generationszyklen: Sicherheitsforschung enorm schwierig; plus komplexe Physiologie und z.B. Symbionten;
direkte Wirkungen: vertikaler und horizontaler Gentransfer sowie Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen; einige „baumspezifische“ Wirkungsketten:

– besonders relevant, weil basal: veränderte Ligninstruktur?
– spezielles Thema: Sterilität & Transgenstabilität

– ebenso: Gentransfer auf Mykorrhiza und endophytische Pilze und Bakterien; + Agrobakterien persistieren und werden ebenfalls freigesetzt (Bedeutung unklar)

– Nicht-Zielorganismen: Pilzresistenz! Auf die genannten + Ameisen etc.

indirekte Wirkungen: v.a. (Ausdehnung der) Plantagenwirtschaft

1.1.1.11 Beispiel: Phytoremediation (Entgiftung belasteter Böden durch Pflanzen)

Zum Beispiel Schwermetalle aus Bergbau, Hüttenindustrie, militärischer Nutzung; „natürlich“ selektierte „Hyperakkumulatoren“: bis zu 1000fache Aufnahmekapazität vs. „normale“ Pflanzen; aber: oft kleinwüchsig, nur für spezielle Standorte geeignet; Physiologie ist komplex;
seit über 10 Jahren Versuche mit gv Pflanzen:

– Klärung der biologischen Eigenschaften

– Erhöhung der Fähigkeit zur Schwermetallaufnahme

– schneller wachsende, anpassungsfähige Arten, große Biomasse

Beispiel: Pappel der Fa. Applied Phytogenetics (APGEN) (freigesetzt; Vermarktung 2010?); mit Bakteriengenen für Methyl-Hg ⇨ elementares Hg ⇨ Atmosphäre; Risikodiskussion hierzu: Konzentration in bestimmten Gebieten?

1.1.1.12 Phytoremediation – Risiken

Entsorgung der Pflanzen:

– Extraktion der gespeicherten Schwermetalle (z.B. Cu)?

– Verbrennung nötig oder Papierherstellung möglich?

– Sammlung des Herbstlaubs nötig?

– Überflutungsgefahr?

Nicht-Zielorganismen: über Tierfraß in Nahrungskette? Aber: Abwägen gegen „unbehandelte“ Situation nötig!
Fitnessvorteile: Evtl. auch auf nur leicht belasteten Böden

1.1.1.13 Eine vorläufiges Resümee: Neue Risiken …

2./3. Generation von GVP generiert neue bzw. neuartige mögliche Risiken v.a. dann, wenn

– eine bio/pharmakologische Wirkung angezielt wird,

– die Fitness der GVP auch außerhalb landwirtschaftlicher Habitate erhöht wird (gezielt oder beiläufig),

– züchterisch wenig bearbeitete Arten/Sorten gentechnisch verändert werden (wie Gehölze, v.a. Bäume),

– diese auf nichtagrarischen, naturnahen Flächen ausgebracht würden (z.B. zu Zwecken der Phytoremediation)

– und sie (wie viele Bäume) ein hohes Verbreitungspotenzial

– sowie eine lange Generationsdauer aufweisen.

1.1.1.14 … und nicht zu vergessen: „alte“ Risiken

Hinzu kommen die Risiken wie bei der 1. Generation, wenn

– Anbaufrüchte und/oder Anbautechniken (ökologisch) nachteilig verändert, z.B. einseitig ausgedehnt werden oder die Arten- und Sortenvielfalt ernsthaft vermindert wird, z.B. in-

dem mono- bzw. oligopolartige Wirtschaftsstrukturen begünstigt werden, mit einseitigen Interessen z.B. an bestimmten Produktionsweisen (HR; Plantagen/Forstbäume?);

– Risikodiskussion und Risikobewertung zwar durchaus differenziert und umfänglich erfolgen, aber das Risikomanagement bzw. das Inverkehrbringen dem nicht entspricht bzw. entsprechen kann (HR; B.t.; Monitoring?!).

1.1.1.15 Und das Nachzulassungsmonitoring?

Die Auflage eines Nachzulassungs-Monitoring bedeutet nichts Geringeres als die Abkehr von bzw. die *Erweiterung der bisher verfolgten und vertretenen Sicherheitsstrategie* im Umgang mit transgenen Pflanzen – weil die prospektive Risikobewertung nicht garantieren kann, dass nicht doch langfristige, möglicherweise indirekte oder unerwartete negative Auswirkungen auf Menschen und Umwelt auftreten können. Dabei ergeben sich zwei nach wie vor ungelöste Kernaufgaben:

– Abgrenzung des Monitoring nach Inverkehrbringen zur Sicherheitsforschung und Risikobewertung vor Inverkehrbringen

– Entwicklung eines Bewertungskonzeptes für die Monitoring-Resultate (um „Gegenmaßnahmen“ zu begründen)

Mit Blick auf die *gesamtgesellschaftliche Risikokommunikation*: Es ist schwierig, der Öffentlichkeit erfolgreich zu vermitteln, dass Pflanzen räumlich und mengenmäßig unbegrenzt in Verkehr gebracht werden, deren indirekte und langfristige Auswirkungen nicht hinreichend abgeschätzt werden können.

1.1.1.16 Ein „alter“ Vorschlag …

Etablierung einer freiwilligen rigiden Anbaubeschränkung bzw. Durchführung eines mehrjährigen Erprobungsanbaus als Zwischenschritt vor generellem Inverkehrbringen:

– in der Größenordnung von eher 10 als 3 Jahren (darin: umfassende Begleitforschung zur Füllung von Erkenntnislücken und Behebung von Forschungsdefiziten)

– sachlich erweitert: intensiver als bisher Untersuchung und Beobachtung nicht-transgener Pflanzensorten (auch als Referenz für Risikobewertung und Monitoring)

– Entwicklung des Monitorings unter Einbindung aller Interessengruppen und Meinungsführer (gewisses Vorbild: der Verständigungsprozess zur FAO-Konferenz zu Pflanzengenetischen Ressourcen 1996 in Leipzig)

1.1.1.17 … könnte angepasst werden

Freisetzungsrichtlinie ist novelliert, deutsches GenTG auch; aber: anhaltende politische und gesellschaftliche Kontroverse sowie mangelnde ökonomische Anreize (vielmehr: Risiken) lassen m.E. „echten“ GVP-Anbau eh nicht erwarten – auf Jahre!

– Zeitrahmen: Erprobungsanbau evtl. 3-5 Jahre für bereits anderweitig angebaute Sorten (Erfahrungen aus U.S., UK); die 2. Generation kommt erst dann, die 3. noch später

– Untersuchungsthemen: insbesondere der derzeitige Ausgangszustand (vgl. SRU 2004)! Wichtig: Fächer, Ressorts und Perspektiven übergreifend und integrierend!

– Partizipation: egal, wie unrealistisch es nach *[– beliebige Bemühungen, Diskurse, Initiativen einsetzen –]* klingt – ein weiterer Versuch eines Verständigungsprozesses zwischen (fast) allen Beteiligten ist alternativlos! Zentral (?!) für einen potenziellen Erfolg: Zielvereinbarung & -einhaltung.

1.1.1.18 Zum Schluss – ein appelativer Ausblick

Zumindest für die 3. Generation von GVP wäre es noch früh genug, um

- einen zielorientierteren Verständigungsprozess zu starten,
- umfassende Sicherheitsforschung durchzuführen,
- d.h. zu klären, was vor einem Erprobungsanbau erforscht werden kann und muss,
- dabei die „konventionellen“ Referenzdaten zu erheben,
- um dann einen gut durchdachten Erprobungsanbau
- sowie später ein sinnvolles Monitoring durchführen zu können (einschließlich Bewertungs- & Abbruchkriterien).

Zwei große, immer zu bedenkende Hemmnisse: Interessen und Überzeugungen.

B. GVO und Biodiversität

Abstandsregelungen beim Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen (GVP) in der Nähe von Schutzgebieten

Gertrud Menzel, Universität Bremen

Menzel, G.; Lünsmann, I.; Middelhoff, U.; Breckling, B.; Schmidt, G.; Tillmann, J.; Windhorst, W.; Schröder, W.; Filser, J.& Reuter, H. 2005: Gentechnisch veränderte Pflanzen und Schutzgebiete. Wirksamkeit von Abstandsregelungen. Naturschutz und Biologische Vielfalt Band 10. Bundesamt für Naturschutz, Bonn (gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz, FKZ 803 89 010).

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts „Abstandsregelungen beim Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen (GVP) in der Nähe von Schutzgebieten“ wurde untersucht, inwiefern Schutzgebiete von den Auswirkungen des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen betroffen sind und Maßnahmen evaluiert, die die Auswirkungen des Anbaus von GVP auf Schutzgebiete mindern oder verhindern können.

Bei den derzeit für eine Marktzulassung genehmigten oder sich im Genehmigungsverfahren befindenden GVP handelt es sich um Arten mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften bzw. Eigenschaftskombinationen. Hierzu gehören u.a. Resistenzen gegen verschiedene herbizide Wirkstoffe, gentechnisch vermittelte Insekten- und Virusresistenzen sowie Veränderungen von Inhaltstoffen.

Die Analyse potenzieller Umweltwirkungen transgenen Pflanzen erfolgte durch die Fortschreibung des hypothesengeleiteten Ansatzes von ZÜGHART & BRECKLING (2003), der in Bezug auf Implikationen zu Schutzgebieten spezifiziert wurde. Es ist davon auszugehen, dass Schutzgebiete und Schutzziele durch den GVP-Anbau betroffen werden, da dessen Effekte auf vielfältigen systemaren Organisationsebenen von molekularen Prozessen über Individuen und Populationen bis zur Landschaftsebene wirken und sich nicht auf die Anbauflächen beschränken lassen.

Bei Betrachtung der Umweltwirkungen in Bezug auf die im BNatSchG festgeschriebenen Ziele und Grundsätze des Naturschutzes und der Landschaftspflege, die sich prinzipiell auf das gesamte Gebiet der Bundesrepublik Deutschland beziehen, wird deutlich, dass sämtliche Schutzgebietstypen durch den GVP-Anbau betroffen sein können. Primär erscheint der Schutz der Biodiversität, der u.a. den Schutz der genetischen Vielfalt und den Artenschutz beinhaltet, besonders gefährdet.

Eine Differenzierung und Hierarchisierung der Schutzgebietstypen erfolgt aufgrund ihrer Bedeutung für den Naturschutz. Danach sind Naturschutzgebiete, die Kernzonen von Nationalparken und Biosphärenreservaten sowie geschützte Biotope und die nach europäischem Recht geschützten Natura 2000 Gebiete potenziell besonders betroffen.

Ausgehend von aktuellen Anwendungsbereichen von Abstandregelungen, z.B. Isolationsdistanzen bei der Saatgutproduktion, wurden abstandrelevante raumbezogene ökologische Interaktionen und Eigenschaften gentechnisch veränderter Pflanzen sowie Veränderungen in der landwirtschaftlichen Praxis aufgrund des GVP-Anbaus analysiert. Das Verbreitungsgebiet einer gentechnisch veränderten Art und ihrer potenziellen Kreuzungspartner, ihr Ausbreitungs-

potenzial sowie die Wirkungsbereiche und Reichweiten artfremder Inhaltsstoffe und deren Konzentrationen geben erste Anhaltspunkte zur Abschätzung möglicher Abstände. Darüber hinaus müssen die Aktionsradien geschützter Arten, die nicht auf die unter Schutz stehenden Flächen beschränkt sind, sowie Veränderungen in der landwirtschaftlichen Praxis aufgrund des GVP-Anbaus betrachtet werden.

Auf der Basis raumzeitlicher Interaktionen wurden je nach Art und genetischer Modifikation unterschiedliche GVP-Typen definiert, deren Charakteristika bei der Ermittlung von Abständen helfen können:

- Eine erste Gruppe besteht aus GVP, deren ökologische Auswirkungen sich auf die Anbauflächen beschränken und darüber hinaus kein Gefährdungspotenzial bergen. Sie sind beispielsweise männlich steril oder gelangen in Mitteleuropa nicht zur Blüte, sind Frost empfindlich und entfalten keine toxischen Wirkungen. Diese Arten des sogenannten **Invarianztyps** erscheinen aus Naturschutzsicht unproblematisch.

- Als wenig problematisch sind auch die Arten des **Persistenztyps** (z.B. *Amf.*- Kartoffeln) anzusehen, die ebenso wie ihre Wirkungen auf die Ackerflächen beschränkt sind und sich praktisch nur vegetativ vermehren. Sie sind wenig Frost empfindlich, persistieren über längere Zeit auf den Anbauflächen und treten potenziell über Jahre hinweg als Durchwuchs in Erscheinung.

- Eine weitere Gruppe bilden diejenigen Arten, deren Anbau ein potenzielles Risiko für den Naturhaushalt außerhalb der Anbauflächen darstellt, das aber räumlich begrenzt ist. Sie werden hier als **Emissionstyp** bezeichnet. Wesentliche Charakteristika dieses Typs sind zum einen ähnlich wie bei Pflanzen des Persistenztyps. Zum anderen erfolgt jedoch eine Abgabe von potenziell toxisch wirkenden Substanzen an die Umgebung, deren Konzentrationen mit der Entfernung zur Quelle abnehmen oder sich auf spezifischen Pfaden verfolgen lassen.

- Als besonders problematisch sind Arten des **Dispersionstyps** einzustufen, da sie aufgrund ihrer eigendynamischen Vermehrung und Ausbreitung nicht eingegrenzt und kontrolliert werden können. Sie lassen sich in ihren Umweltwirkungen nicht durch Abstandregelungen begrenzen.

Die dargestellte Typisierung versteht sich als Ausgangspunkt zur ersten Beurteilung des Gefährdungspotenzials von GVP und sollte der Analyse von Auswirkungen auf Schutzgebiete zusammen mit einer artspezifischen Einschätzung der Umweltinteraktionen zu grundgelegt werden.

Anhand der Fallbeispiele *B.t.*-Mais und HR-Raps wurden die vorrangestellten Überlegungen konkretisiert. Bei *B.t.*-Mais ist das primäre Gefährdungspotenzial in der sortenspezifischen Emission von auf Insekten toxisch wirkenden Pollen zu sehen. HR-Raps dagegen verfügt über ein Ausbreitungs- und Auskreuzungspotenzial, das weit über die Anbauflächen hinaus reicht.

Da der Fokus des Projekts auf der Untersuchung der Zweckmäßigkeit von Abstandsregelungen lag, wurde die räumliche Konfiguration von Schutzgebieten in Relation zu Umweltfaktoren, zur Landschaftsstruktur und agrarischen Nutzung der umgebenden Pufferzone in die Evaluierung einbezogen. Diese, in einem Geografischen Informationssystem (GIS) durchgeführte, geostatistische Analyse ist eine Grundlage der exemplarischen Modellanwendungen an ausgewählten Schutzgebieten in Schleswig-Holstein, um die raum-zeitliche Ausbreitung von Rapstransgenen in Abhängigkeit unterschiedlich breiter Schutzzonen zu untersuchen.

Da die große Anzahl deutscher Schutzgebiete die Betrachtung jedes einzelnen Schutzgebietes unter dem Gesichtspunkt möglicher ökologischer Folgewirkungen des GVP-Anbaus verhindert, ist es nötig, Gebiete mit ähnlichem Gefährdungspotenzial zu lokalisieren. Dazu wurden auf Grundlage der Reichweiten ökologischer Interaktionen und der verfügbaren Daten zu Schutzgebieten Kriterien abgeleitet, welche mit Einsatz eines Geographischen Informationssystems (GIS) zur deutschlandweiten Lokalisierung, zunächst exemplarisch von Naturschutzgebieten, mit ähnlichem Gefährdungspotenzial durch den Anbau von *B.t.*-Mais und HR-Raps führen. Ausgehend von der Annahme, dass Naturschutzgebiete mit zunehmendem GVP-Anbau in der Umgebung zunehmend von potenziellen Umweltwirkungen betroffen sind, wurden alle Naturschutzgebiete entsprechend ihrer regionalen landschaftsökologischen Situation und der Anbauflächen von Raps (Abstandsweite 4000 m) und Mais (Abstandweite 800 m) 9 repräsentativen Modellraumklassen (MRK) zugeordnet. Die MRK ergeben sich aus Kombination der Faktoren Fläche/ Grenzlänge eines Naturschutzgebietes (Geometriefaktor) und der Anbaudichte von Mais bzw. Raps (Anbaudichtefaktor) in der Umgebung. Die Merkmale der Raps-Modellraumklassen lieferten die Rahmenbedingungen für die Modellierung der Transgenausbreitung für repräsentative Modellräume in Schleswig-Holstein.

Bei den modellgestützten Szenariorechnungen mit Abstandsweiten von 1.000 m bzw. 4.000 m um NSG wurde ein Zeitraum von 20 Jahren berücksichtigt und von einem 10 %igen GV-Rapsanbauanteil in den ersten 5 Jahren und einem 50 %igen in den folgenden Jahren ausgegangen. Den Berechnungen liegt die Annahme zugrunde, dass keine regionale Trennung zwischen GV- und konventionellem Rapsanbau erfolgt und konventionelles Saatgut bis zu bestimmten Schwellenwerten mit Transgenen vermischt ist. Entsprechend sind GV-Verunreinigungen in konventionellem Rapssaatgut als wesentliche Quelle von GV-Rapseinträgen in NSG neben dem Ferntransport von Rapspollen, dem Samentransfer aus Transportverlusten oder anderen Aktivitäten von Mensch und Tier anzusehen.

Entsprechend der in den NSG in Schleswig-Holstein vorliegenden Rapsanbauflächen und anderen Ackernutzungen sowie potenzieller Ruderalflächen ergeben sich aus den Berechnungen unabhängig von der Einrichtung von Sicherheitszonen im Mittel mehr als 1000 GV-Pflanzen in einzelnen NSG. Hybridisierungen zwischen Raps und Kreuzungspartnern sind in etlichen der NSG wahrscheinlich, wobei die Anzahl der Kreuzungsereignisse mit der Nähe zu GVP-Anbauflächen zunehmen wird.

Die Ergebnisse der Berechnungen wurden in einem weiteren Bearbeitungsschritt auf Grundlage der Modellraumklassifikation per GIS-gestütztem Analogieschluss auf den gesamtdeutschen Raum übertragen.

Die gewonnenen Ergebnisse führen zu dem Schluss, dass Abstandsregelungen bei Pflanzen wie Raps, die dem Dispersionstyp zuzuordnen sind, keine zielführende Maßnahme darstellen. Auch andere Maßnahmen zur Eindämmung des Pollenaustrags sind nicht ausreichend, um die Verbreitung von Transgenen wirkungsvoll zu verhindern. Wenn es nicht gelingt, das Saatgut frei von gentechnischen Verunreinigungen zu halten, sollte in den Schutzgebieten wie auch in den Sicherheitszonen kein konventioneller Anbau von Arten erfolgen, die als GVP außerhalb von Schutzgebiet und Sicherheitszonen kultiviert werden. Selbst große gentechnikfreie Regionen können den Eintrag von transgenen in Schutzgebiete nur zeitlich verzögern, aber nicht verhindern. Aus naturschutzfachlicher Sicht ist das Inverkehrbringen derartiger GV-Pflanzen als sehr problematisch anzusehen.

Bei Pflanzen des Emissionstyps, wie *B.t.*-Mais, ist die Einrichtung von Sicherheitszonen sinnvoll, um nachteilige Effekte von Schutzgebieten fern zu halten. Die Pollendepositionen nehmen in der Regel relativ schnell mit der Entfernung vom Feldrand ab. Die über den Nahbe-

reich hinaus verdrifteten Pollenpakete können als Einzelereignisse gewertet werden. Da die Datenlage in Bezug auf Pollendepositionen in Abhängigkeit von Distanzen zu Pollenquellen sowie Schadwirkungen auf Nichtzielorganismen insgesamt noch sehr unvollständig ist, sollten ausreichend große Sicherheitsfaktoren in die Berechnungen konkreter Abstände einfließen. In den Umgebungsstrukturen von *B.t.*-Mais-Feldern (*B.t*-176) wurden bis in 40 m Abstand auf Insektenlarven tödlich wirkende Pollenmengen gefunden. Unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors von 10 erscheint ein Abstand von mindestens 400 m zwischen *B.t.*-Maisanbauflächen und Schutzgebieten notwendig. Dabei werden einzelne, kleinräumige, potenziell für Insektenlarven tödliche Konzentrationen im weiteren Umfeld vernachlässigt. Ebenso bleiben die Aktionsradien von geschützten Arten auf Grund der mangelhaften Datenlage unberücksichtigt. Durch Pollenbarrieren könnte die Schutzwirkung der Sicherheitszone eventuell weiter unterstützt werden, allerdings muss dies noch durch Untersuchungen abgesichert werden.

Vor der Konkretisierung und Umsetzung möglicher Maßnahmen ist eine politische bzw. gesellschaftliche Bewertung bezüglich der Beeinträchtigungen und Veränderungen der gesetzlich festgelegten Schutzgüter, die toleriert werden sollen, erforderlich.

Abbauverhalten von Bt-Mais im Boden

PD Dr. Markus Raubuch, Universität Kassel

Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden im Rahmen eines vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und dem Land Hessen geförderten Vorhaben zur Methodenentwicklung für das Monitoring von Umwelteffekten transgener Organismen erarbeitet. An der Betreuung des Vorhabens waren bzw. sind das Regierungspräsidium Gießen, das Umwelt-bundesamt und das Bundesamt für Naturschutz beteiligt. Die oberirdischen Teile (ohne Kolben) von zwei transgenen Bt-Maissorten Novelis (Event Mon 810) und Valmont (Event Bt 176) und von zwei zugehörigen konventionellen Isolinien Nobilis und Prelude wurden zur Erntezeit im Oktober gesammelt und homogenisiert. Ziel des Vorhabens war es, Methoden zu erproben, die langfristige Veränderungen des Humusgehaltes oder kurzfristig auftretende Effekte auf den Streuabbau und die mikrobiellen Zersetzergemeinschaften erfassen lassen.

Unterschiede in Qualität und Zusammensetzung

Der Humusgehalt, also der Gehalt an organischer Substanz im Boden, ist ein entscheidender Faktor für die Bodeneigenschaften. Er bestimmt maßgeblich die Nährstoffspeicherung, die Wasserhaltefähigkeit des Bodens und das Bodenleben. Dem Eintrag, Umsatz und den Verlusten an organischer Substanz im Boden kommt damit eine zentrale Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit zu. Eine wichtige Form des Eintrages ist die Einarbeitung von Ernteresten, wobei neben der Menge der damit eingebrachten organischen Substanz vor allem deren Qualität, also deren Zusammensetzung, die Geschwindigkeit und die Richtung des Umsatzes steuert. Eingebrachtes organisches Material kann zu Humus transformiert oder durch Mineralisation als CO2 freigesetzt werden und damit verloren gehen. Auch bereits vorhandener Humus kann abgebaut werden, wenn, wie im Fall von Stroh, dem Boden einseitig große Mengen Kohlenstoff zugeführt werden und andere Nährstoffe durch den Abbau des bereits vorhandenen Humus bezogen aber nicht zugeführt werden.
Die transgenen Sorten enthielten das Bt-Toxin, unterschieden sich aber nicht grundsätzlich in Kohlenstoff- und Stickstoffgehalten von den konventionellen Vergleichssorten. Auch die in der Literatur berichteten pleiotropen Effekte (nicht beabsichtigte Effekte des gentechnischen Eingriffs) in Form von erhöhten Ligningehalten oder erhöhten Gehalten an löslichen Zuckern konnten wir nicht finden. Gleichwohl können pleiotrope Effekte nicht ausgeräumt werden, da weitergehende Analysen der Inhaltstoffe im Rahmen dieses Vorhabens nicht vorgesehen waren.

Monitoring langfristiger Wirkung und Nachhaltigkeit
Humusaufbau und Humusabbau sind langwierige Prozesse, die sich erst nach Jahren bzw. Jahrzehnten bemerkbar machen. Die Bewahrung bzw. Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit durch Erhalt und Aufbau von organischer Substanz im Boden sind deshalb wichtige Kriterien einer nachhaltigen Landwirtschaft und somit auch wichtige Elemente eines Monitoringprogrammes.
Versuche zum Abbauverhalten von Bt-Mais und zur Kohlenstoff- und Stickstoffmineralisation wurden im Labor und im Freiland durchgeführt. Im Labor konnte nach einer Inkubation bei 5 °C nach 49 Tagen eine erhöhte spezifische Abbaurate der Bt-Maissorten (mittels stabiler Isotope) gefunden werden. Dieses Ergebnis ließ sich aber nicht bei höheren Inkubationstemperaturen (bei 15 °C und 25 °C) reproduzieren. Die Ergebnisse des einjährigen Versuches zum Abbauverhalten im Freiland stehen noch aus. Es konnte gezeigt werden, dass die Methoden

empfindlich genug waren, um sortenspezifische Unterschie-de im Abbauverhalten nachzuweisen. Eine spezifische Beeinflussung des Um-satzes organischer Substanz durch den Anbau transgener Bt Sorten kann nach den bisher vorliegenden Ergebnissen noch nicht ausgeschlossen werden.

Monitoring von kurzfristig auftretenden Effekten

Der Umsatz organischer Substanz ist ein biologischer Prozess, der von den Zersetzergemeinschaften gesteuert wird. Innerhalb der Zersetzergemein-schaften im Boden dominieren die mikrobiellen Zersetzer (Pilze und Bakterien) und bilden damit eine Schlüsselgruppe. Ihr Anteil an der Bodenatmung beträgt über 90%. Da sie schnell auf die Veränderung von Lebensbedingungen reagieren können, eignen sich mikrobielle Indikatoren um auch kurzfristig auftretende Umweltveränderungen zu untersuchen. Es ist bekannt, dass ungünstige Lebensbedingungen und toxische Substanzen die Atmung der mikrobiellen Lebensgemeinschaft im Boden erhöhen können, ohne das die mikrobiellen Zersetzer davon durch Wachstum profitieren können. In der Ökosystemtheorie spricht man von einer Erhöhung der Erhaltungsatmung, wie wir sie auch bei uns selbst in Stress- oder Belastungssituationen kennen. Deshalb sind das Verhältnis von Atmung zur Biomasse (Metabolischer Quotient) und die Effizienz der Substratnutzung in Form von Energie-speicherung und Wachstum gute Indikatoren für den Einfluss von Umwelt-bedingungen auf den physiologischen Zustand der Mikroorganismen.

Die Zugabe von transgener Maisstreu stimulierte spezifisch die Atmung der Zersetzergemeinschaften innerhalb der ersten Tage nach Zugabe (im Freiland und im Labor bei 5 °C, 15 °C und 25 °C). In weiteren Experimenten konnte gezeigt werden, dass die Atmung nicht für einen höheren Energiegewinn oder ein höheres Wachstum genutzt werden konnte. Der erhöhte metabolische Quotient und die geringere Effizienz weisen auf eine Stresssituation für die mikrobiellen Zersetzer hin. Die schnelle Abnahme des Atmungsschubs kann möglicherweise damit erklärt werden, dass Bt als lösliches Protein schnell abgebaut oder adsorbiert und damit in beiden Fällen inaktiviert wird. Aber auch andere, bisher nicht erfasste Veränderungen bei den Inhaltsstoffen können für die Reaktion der mikrobiellen Zersetzer verantwortlich sein. Es konnte aber gezeigt werden, dass die Methoden geeignet waren kurzfristig auftretende Veränderungen sortenspezifisch zu erfassen. Die Veränderung ist auch für die Betrachtung von Nahrungsnetzen interessant, da die Mikroorganismen am Beginn der Nahrungskette stehen.

Literatur

Escher, N., Käch, B., Nentwig, W., 2000. Decomposition of transgenic Bacilllus thuringiensis maize by microorganisms and woodlice Parcillio scaber (Crustacea: Isopoda). Basic and Applied Ecology 1, 161-169.

Saxena, D., Stotzky, G., 2001. Bt corn has higher lignin content than non-Bt corn. American Journal of Botany 88, 1704-1706.

Raubuch, M., Behr, K., Roose, K., 2004. Specific impacts of transgenic Bt- and conventional maize on substrate efficiency of microbial biomass. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 34, 279

Crecchio, C., Stotzky, G., 1998. Insecticidal activity and biodegradation of the toxin from Bacilllus thuringiensis subsp. kurstaki bound to humic acids from soil. Soil Biol. Biochem. 30, 463-470.

Stotzky, G., 2000 Persistence and biological activity in soil of insecticidal proteins from Bacillus thuringiensis and of bacterial DNA bound on clays and humic acids. J. Environ. Qual. 29, 691-705.

Danksagung

Ich bedanke mich bei Prof. Dr. Schuphan (Koordinator) und dem BMBF Verbundvorhaben “Methodenentwicklung für ein anbaubegleitendes Monitoring von GVP im Agrarökosystem” für die Erlaubnis Pflanzenmaterial vom Versuchsfeld entnehmen zu dürfen.

Fachgebiet Bodenbiologie und Pflanzenernährung, Universiät Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, E-mail: raubuch@wiz.uni-kassel.de

C. Ökologische Sicherheitsforschung

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

www.oeko.de

Überblick zu bereits beobachteten Effekten von GVP auf die Biodiversität

Ruth Brauner

NABU-Tagung: Auswirkungen der ‚Grünen Gentechnik' auf die Biodiversität

Berlin, 02. Dezember 2004

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

www.oeko.de

Überblick zu bereits beobachteten Effekten von gentechnisch veränderten Pflanzen auf die Biodiversität

Grundsätzliche Überlegung:

- „beobachtete Effekte"
  setzt voraus, dass beobachtet wird
- „Effekte von GVP"
  setzt voraus, dass Effekte eindeutig einer Ursache zuzuordnen sind

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Überblick zu bereits beobachteten Effekten von gentechnisch veränderten Pflanzen auf die Biodiversität

Themenfelder:

- Gen-Transfer
- Effekte auf Organismen, die GVP konsumieren
- Auswirkungen veränderter Bewirtschaftungsformen, die durch transgene Pflanzen möglich werden

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

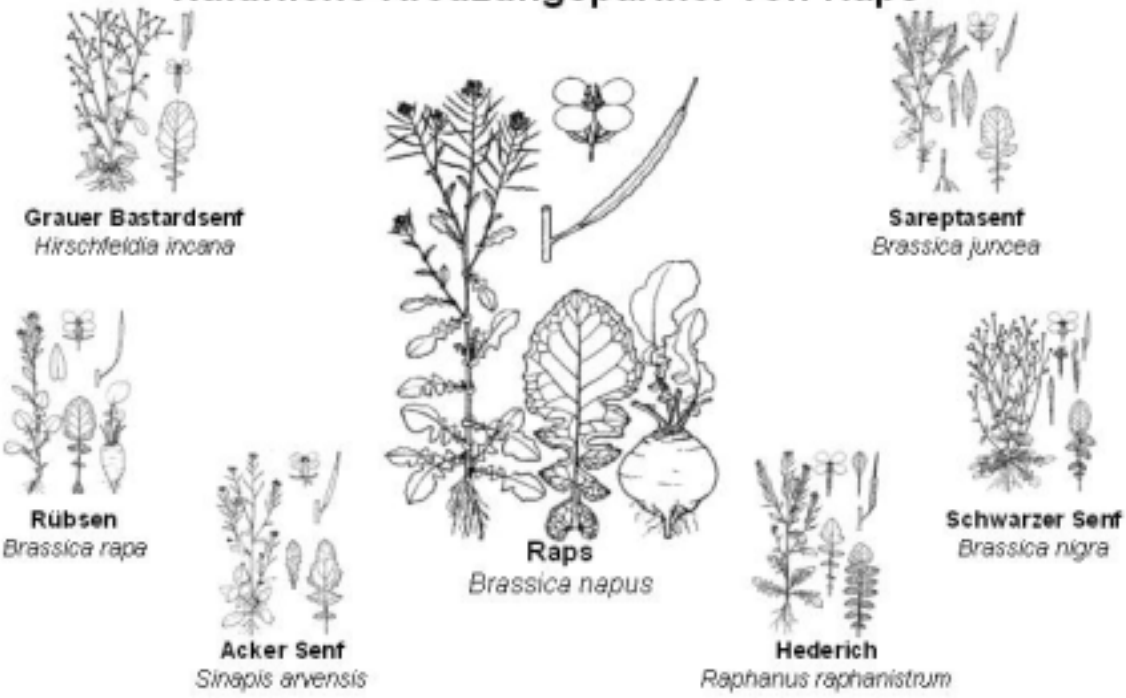
Gen-Transfer: Hybridisierungspotential

- In Großbritannien und Nordirland können von 31 betrachteten Nutzpflanzenarten ein Drittel spontan mit Wildpflanzen vor Ort hybridisieren.
  (Raybould & Gray 1993)
- In den Niederlanden ist dies bei einem Viertel der dort betrachteten 42 Arten der Fall.
  (de Vries et al. 1992)

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Natürliche Kreuzungspartner von Raps



www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Gen-Transfer: Kosten oder Nutzen?
Ergebnisse zur Sonnenblume:

- Im Westen und Mittleren Westen der USA ist Hybridisierung zwischen kultivierten Sonnenblumen und wilden Sonnenblumen (beide *Helianthus annuus*) üblich.
  Wilde Sonnenblumen sind ein häufig auftretendes Ackerbeikraut.
- Hybride zwischen transgenen Bt-Sonnenblumen und Wild-Sonnenblumen produzierten unter Schädlingsdruck 14 beziehungsweise 55 % mehr Samen und zeigten weit weniger Schäden durch Insekten, als Kontrollpflanzen.
- Die Hinzufügung des Bt-Gens beeinträchtigte die physische Fitness der Bt-Hybride nicht, selbst wenn die Sonnenblumen mit Wasser und Nährstoffen unterversorgt wurden. Negative Effekte des Transgens auf die Überlebensmöglichkeiten der Hybridpflanzen konnten somit nicht festgestellt werden.
  (Pilson et al. 2002, Snow et al. 2002)

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Effekte auf Organismen, die GVP konsumieren

Schäden wurden beispielsweise festgestellt bei:

- Raupen des Monarchfalters (*Danaus plexippus*), die Blätter mit Bt-Toxin-haltigem Maispollen fraßen (Losey et al. 1999, Hansen Jesse & Obricki 1999, Hansen Jesse et al. 2000);
- Larven des Schwalbenschwanzes (*Papilio polyxenes*) aufgrund der Fütterung von Bt-176 Pollen (Wraight et al. 2000);
- Florfliegenlarven (*Chrysoperla carnea*) nach der Verfütterung von Maiszünslern (*Ostrinia nubilalis*), die durch den Genuss von Bt-Mais abgetötet worden waren (Hilbeck et al. 1998);
- Florfliegenlarven nach der Fütterung des afrikanischen Baumwollwurms (*Spodoptera littoralis*), wenn dieser zuvor Bt-Mais gefressen hatte (Hilbeck et al. 1999);
- Marienkäfern (*Adalia bipunctata*), die Blattläuse fraßen, die auf Lektin-Kartoffeln überlebten (Birch et al. 1997).

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Effekte auf Bodenorganismen

- Bei Laboruntersuchungen zu Bt-Mais wurden negative Effekt auf Springschwänze festgestellt, die für die Streuzersetzung eine erhebliche Rolle spielen. Das Bt-Mais Endotoxin wirkte in hoher Konzentration (LD50 250 mg Blattprotein/kg Boden) toxisch auf die Springschwanzart *Folsomia candida* (EPA 1995).
- Donegan et al. (1997) stellten bei Labor-Verrottungsversuchen eine Beeinträchtigung von Springschwänzen durch transgene Proteinase-Inhibitor-exprimierende Tabakpflanzen fest. Die Menge an Springschwänzen war im Vergleich zur Kontrolle deutlich verringert, die Nematodendichte hingegen war signifikant erhöht.
- In Laborstudien wurde festgestellt, dass nach 200 Versuchstagen das relative Gewicht von adulten Regenwürmern (*Lumbricus terrestris*), die sich von Bt-Mais-Streu ernährten, im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, die nicht-Bt-Mais-Streu fraß, geringer war (Zwahlen et al. 2003).

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Verschiebungen in den Bestandszahlen von Arten

- Im Vergleich von konventionellen Kartoffelfeldern mit Bt-Kartoffelfeldern in den USA, in denen der Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*) von den Bt-Pflanzen dezimiert wurde, nahm der Bestand einer Zwergzikadenart (*Empoasca fabae*) in den Bt-Feldern zu.

  Dies kann am verminderten Pestizideinsatz oder an der verminderten Konkurrenz mit den Kartoffelkäfern gelegen haben (Riddick et al. 1998).

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Auswirkungen veränderter Bewirtschaftungsformen, die durch transgene Pflanzen möglich werden I

Studien aus China berichten beim Anbau von Bt-Baumwolle von Vorteilen für bestimmte Organismen gegenüber dem Anbau konventioneller Baumwolle. In verstärktem Maße traten verschiedene Marienkäfer (*Coccinella septempunctata*, *Leis axyridis* und *Propylaea japonica*), Florfliegen (*Chrysopa sinica*, *Chrysopa septempunctata*, *Chrysopa shansiensis* und *Chrysopa formosa*), Spinnen (*Erigonidium graminicolum* und *Misumenopos tricuspidata*) und Blumenwanzen (*Orius similis*) auf.

Dafür verantwortlich könnte ein veränderter Insektizideinsatz in den transgenen Baumwollfeldern sein (Wu et al. 2002).

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Auswirkungen veränderter Bewirtschaftungsformen, die durch transgene Pflanzen möglich werden II

- Gleichzeitig scheinen in China beim Anbau von Bt-Baumwolle Wanzen und andere Schädlinge, infolge des veränderten Insektizideinsatzes in den Bt-Baumwollfeldern, problematische Befallsraten zu erreichen.

  Vermutlich wird mittelfristig der Einsatz zusätzlicher Insektizide beim Anbau von Bt-Baumwolle nicht zu vermeiden sein (Wu et al. 2002, Xue 2002).

- Auch aus Indonesien und Indien liegen Berichte über Bt-Baumwollfelder vor, in denen bislang sekundäre Schädlinge verstärkt aufgetreten sind (Ching 2004).

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Auswirkungen veränderter Bewirtschaftungsformen, die durch transgene Pflanzen möglich werden III: Die Farm Scale Evaluations mit HR-Pflanzen

- Die Ergebnisse der Farm Scale Evaluations zeigen, dass der Einsatz von Breitbandherbiziden vor allem die Diversität von Ackerwildkräutern dezimiert, was letztlich auch das Ziel von Breitbandherbiziden ist (Heard et al. 2003a, Heard et al. 2003b).

- Die Ergebnisse bezogen sich sowohl auf die Ackerflächen, als auch auf deren Feldränder (Roy et al. 2003).

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Farm Scale Evaluations II

- Bei den Untersuchungen wurden in den Feldern mit HR-Raps und HR-Rüben weniger Arthropoden (Gliederfüßer) nachgewiesen. Diese Verschiebung im Arthropoden-Bestand ist vermutlich ein indirekten Effekt, da Ackerwildkräuter die Lebensgrundlage für viele bodenlebende Wirbellose darstellen (Brooks et al. 2003).
- Schmetterlinge traten in HR-Rüben- und HR-Rapsfeldern über die gesamte Vegetationsperiode hinweg seltener auf (Haughton et al. 2003).
- Auch Bienen und Wanzen traten in HR-Rübenfeldern (für Wanzen ein wichtiges Habitat) reduziert auf (Haughton et al. 2003).

  Wanzen wiederum sind eine wichtige Nahrungsquelle für Prädatoren, insbesondere für an Ackerhabitate gebundene Vögel.
- In HR-Rapsfeldern waren auch weniger Spinnen nachweisbar (Haughton et al. 2003).

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

www.oeko.de

Anforderungen an das Monitoring der Auswirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen

Armin Benzler, Bundesamt für Naturschutz, FG I 1.3 Monitoring

1.1 Gesetzliche Grundlagen und Ziele des Monitorings der Auswirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen

Die gesetzliche Grundlagen für das Monitoring nach Inverkehrbringen von GVO sind in der EU-Richtlinie2001/18/EG niedergelegt und in der Entscheidung des Rates 2002/811/EG konkretisiert:

Art. 13 (2) e) *Freisetzungsrichtlinie*: Die Anmeldung [zum Inverkehrbringen] muss folgendes enthalten:

- einen Überwachungsplan gemäß Anhang VII

Anhang VII sieht vor:

- Eine allgemeine überwachende Beobachtung auf unerwartete potenziell schädliche Auswirkungen hin
- Eine fallspezifische Beobachtung, in deren Mittelpunkt die in der Umweltverträglichkeitsprüfung ermittelten potenziell schädlichen Auswirkungen stehen

Die fallspezifische Überwachung sollte über einen ausreichend langen Zeitraum hinweg erfolgen, damit sofortige und direkte sowie gegebenenfalls auch spätere oder indirekte potenzielle Auswirkungen, die bei der Umweltverträglichkeitsprüfung ermittelt wurden, erfasst werden können.

Bei der überwachenden Beobachtung könnte gegebenenfalls von bereits bestehenden routinemäßigen Überwachungspraktiken Gebrauch gemacht werden wie z. B. der Überwachung landwirtschaftlicher Kulturformen, des Pflanzenschutzes, des Natur- und Umweltschutzes.

Artikel 20 (4): „*Um die Transparenz der Überwachung sicherzustellen, werden die Ergebnisse der Überwachung gemäß Teil C [d.h. Überwachung bei Inverkehrbringen] der Öffentlichkeit bekanntgegeben*“.

Leitlinien zum Monitoring (Entscheidung des Rates 2002/811/EG) sollen die Ziele, Grundprinzipien und den Aufbau des Überwachungsplans genauer festlegen. Wichtige Aspekte der Leitlinien sind:

- Der Überwachungsplan muss auf den Einzelfall zugeschnitten sein.
- Die Art der zu messenden Auswirkung und der Variablen ist zu definieren. Die zu ihrer Messung erforderlichen Instrumente sind festzulegen.
- Die Verfahren sollten vor Beginn des Überwachungsprogramms festgelegt sein.
- Die Überwachung kumulativer und langfristiger schädlicher Auswirkungen soll ein zwingendes Element des Überwachungsplans darstellen.
- Der Einbezug von mittelbaren Auswirkungen ist vorgeschrieben.
- Die frühzeitige Feststellung von schädlichen Auswirkungen muss möglich sein.

- Regionale Besonderheiten (Klima, Böden etc.) sind zu berücksichtigen.
- Einbezug von laufenden Beobachtungsprogrammen
- Beschreibung des Ausgangszustands ist eine wichtige Voraussetzung oder aber vergleichende Beobachtung von GVO-Gebieten und GVO-freien Gebieten

Das Monitoring von GVO soll also direkte, indirekte sofort und langfristig auftretende sowie kumulative potenziell schädliche Auswirkungen erfassen und bewerten.

Damit soll möglich werden:

- Die Überprüfung von getroffenen Entscheidungen anhand der Realität
- Die Erhöhung der Prognosesicherheit
- Mit dem Monitoring wird eine zusätzliche Sicherheitsstufe neben Sicherheitsbewertung in Labor und eingegrenzten Freisetzungsversuchen eingeführt.

1.2 Konzeptentwicklung

Für die Entwicklung einer fachlich soliden Monitoringkonzeption wurden verschiedene Arbeiten unternommen und berücksichtigt:

1. Die B/L-AG „Monitoring der Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen“ (BLAG) hat unter Federführung des UBA ein Rahmenkonzept erstellt, welches die Anforderungen der Freisetzungsrichtlinie aufnimmt, inhaltlich konkretisiert und Vorschläge für den organisatorischen Rahmen macht (BLAG 2003). Es bildet damit eine Basis für unsere Arbeiten.
2. Fachliches Kernstück dieses Konzepts ist die Darstellung von Zielen und Handlungsfeldern für ein Monitoring gentechnisch veränderter Pflanzen und daraus abgeleitet relevante Prüfpunkte, welche Gegenstand des Monitorings sein müssen.
3. Das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Konzeptionelle Entwicklung eines Monitorings von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen“ (Züghart & Breckling 2003) bildet die fachliche Grundlage für das Konzept der Bund-Länder-AG, indem es Wirkungshypothesen zu bestimmten Modell-GVP erarbeitet und die Anbindungsmöglichkeiten an bestehende Programme der Umwelt- und Naturschutzbeobachtung auslotet.
4. Flankierend wurden bzw. werden vom UBA bzw. BfN Forschungsprojekte in Auftrag gegeben, welche der Methodenentwicklung, der Anpassung von Erhebungsmethoden an die Anforderungen des GVP-Monitorings, der Methodenstandardisierung und der Bewertung von Indikatoren dienen (z.B. die sog. Modellprojekte, welche von Bund und einzelnen Ländern kofinanziert wurden).

Die konzeptionellen Arbeiten an einem GVO-Monitoring sind geprägt von unzureichendem Wissen zu den Eigenschaften von GVO. Labor-, Gewächshaus- und Feldversuchen sind zeitlich eng befristet, häufig nicht auf die Ermittlung von Umweltwirkungen ausgerichtet, und wenn doch, oft nicht ausreichend übertragbar auf die Situation beim großflächigen Anbau.

Rand- und pleiotrope Effekte können leicht übersehen werden. Risikoforschung, welche weitergehende ökologische Aspekte einbezieht, ist selten, weil teuer.

Darüber hinaus zeigt sich nun, dass auch unser Wissen zu ökologischen und ökosystemaren Gegebenheiten insbesondere in der Normallandschaft oft nicht ausreicht, um alle Sicherheitsaspekte beim Anbau von GVP zu überprüfen. Die Neuartigkeit der Grünen Gentechnik bewirkt, dass Aspekte, die bisher als eher nebensächlich bewertet wurden, nun an Bedeutung gewinnen.

Die Ausgestaltung eines Monitorings hängt immer von der Art der zu erwartenden Umweltwirkungen ab. Unsere Vorgehensweise bei der Entwicklung einer Monitoringkonzeption war daher folgende:

In einem ersten Schritt wurden Wirkungshypothesen fallspezifisch für bestimmte GVO formuliert. Hierzu wurden zum Einen

- die verfügbaren Forschungsergebnisse zu Wirkungen von transgenen Organismen ausgewertet und
- zum Andern mögliche Umnweltwirkungen auf der Grundlage des vorhandenen ökologischen und ökosystemaren Kenntnisstands abgeleitet.

Ergebnis war eine sehr breite Palette von Wirkungshypothesen. In einem zweiten Schritt wurde diese Palette gefiltert nach folgenden Kriterien:

- Ökologische Relevanz (d.h. wie bedeutend ist der postulierte Effekt hinsichtlich des Natur- und Umweltschutzes)
- Plausibilität für ein Monitoring nach Marktzulassung (ist der postulierte Effekt mit vertretbaren Mitteln beobachtbar, eindeutig zuordenbar usw.)

Der dritte Schritt besteht darin, für die verbliebenen Wirkungshypothesen die geeigneten Mess-Parameter zu identifizieren, ihr Indikationspotenzial auszuloten und ein Erhebungsdesign zu erarbeiten. Hier dauern die Arbeiten derzeit noch an (Hilbeck & Meier in prep).

Im Ergebnis erhalten wir ein Konzept, welches 2 bedeutende Hauptaspekte enthält:

- das Monitoring der Persistenz und Verbreitung der Transgene in Organismen und Umweltmedien
- das Monitoring der potenziellen Umweltwirkungen von GV-Kulturpflanzen.

1.3 Was soll nach derzeitigem Kenntnisstand beobachtet werden (Prüfpunkte)

- Persistenz und Etablierung der transgenen Kulturpflanze in der Umwelt (landwirtschaftliche und nichtlandwirtschaftliche Lebensräume und Biotope, Durchwuchs)
- Auskreuzung der Transgene in Wildpflanzen; Etablierung von Hybriden außerhalb der Anbauflächen; Auskreuzung in Kulturpflanzenbestände
- Auswirkungen des Anbaus von GVP auf Ackerbegleitvegetation und Flora des Ackerrains
- Auswirkungen auf phytophage Wirbellose, deren Antagonisten und das weitere Gefüge des Nahrungsnetzes

- Auswirkungen auf die herbivoren Kleinsäuger und Vögel
- Auswirkungen auf die Bodenfauna und –flora
- Auswirkungen auf Gewässerorganismen
- Auswirkungen auf die Bodenfunktionen und Erosion
- Auswirkungen auf die Mikroflora der Böden
- Auswirkungen auf die Vielfalt an Tier- und Pflanzenarten, Lebensräume und Mikrohabitate
- Verbreitung und Persistenz von Fremdgenkonstrukten in Umweltmedien.

1.4 Anforderungen an die Parameter

- Die Parameter müssen einen entsprechend hohen Indikationswert haben und sollte möglichst einen großen Mitnahmeeffekt zeigen (repräsentativ für eine Gruppe von Organismen).
- Exposition: Um einen Parameter erfassen zu können muss die Exposition des Indikators (z.B. ein Indikatororganismus, welcher erfasst wird), dem GVO bzw. dessen Wirkung gegenüber gesichert sein. So müssen sich z.B. die Zeitfenster der Wirkungen des GVO und der Aktivität des Indikatororganismus zu einem möglichst großen Teil decken.
- Erfassbarkeit: Der Indikator muss mit vertretbaren Mitteln erfassbar und eindeutig identifizierbar sein.
- Definierbare räumliche Repräsentativität

Ziel: mit den Parametern müssen zentrale Wirkungszusammenhänge erfasst werden können.

1.5 Wichtige Instrumente und Hilfsmittel für das GVO-Monitoring

- Ein flächenscharfes Standortregister ist wichtig, um z.B. Intensitäten und Quantitäten einer Wirkung abschätzen zu können oder den Wirkungsdruck auf sensible Flächen einschätzen zu können. Treten unerwünschte Effekte auf, erleichtert das Register die geographische und regionale Eingrenzung des Problems. Außerdem kann die Information zu Anbaugebieten dazu dienen, das Probenahmedesign entsprechend auszuweiten oder einzuschränken, so dass der Aufwand auf das Notwendige beschränkt bleibt (ökonomisches Erhebungsdesign)
- Landschaftsökologische Grundlageninformationen wie die geographische Information einer Gliederung Deutschlands nach standörtlich homogenen Räumen
- Lebensraumökologische Grundlagendaten zum Vorkommen von Tier- und Pflanzenarten in den verschiedenen Lebensräumen und Habitaten in der Agrarlandschaft und angrenzenden Lebensräumen
- Naturschutz- und Umweltdaten, insbesondere geographische Daten für entsprechende Analysen wie Abstandsanalysen etc., Exposition von Schutzgebieten

- Agronomische Daten wie z.B. Anbauintensität, Hauptanbaugebiete für bestimmte Kulturpflanzen, landwirtschaftliche Flächenstrukturen (kleinparzelliert, kleinstrukturiert oder flächendeckende Monokulturen)
- Ergebnisse gezielter Forschung (gezielt organismische Forschungen notwendig, Nahrungsketteneffekte im Raum, Forschungen zum horizontalen Gentransfer, zur Anreicherung und Persistenz von Transgenen und transgen erzeugten Toxinen in Umweltmedien, auch grundlegende Studien zur Struktur von Nahrungsnetzen und ökosystemaren Funktionen im Agrarökosystem)
- Methodenentwicklung, (neue Erfassungs- und Analysemethoden erforderlich, Methodenanpassungen an bestimmte Fragestellungen)

1.6 Nutzbare Programme

In der Richtlinie und den Leitlinien erwähnt und angesichts ökonomischer Zwänge erforderlich ist die Einbeziehung bestehender Monitoringprogramme aus Umwelt- und Naturschutz. Daher wurde – wie schon erwähnt - eine Evaluierung laufender Programme und bestehender Konzepte mit Bezug zum Natur- und Umweltschutz vorgenommen.

Hier kommt ein altes Problem des Naturschutzes aufgrund unserer förderalen Struktur zum Tragen, dass die Länderprogramme der naturschutzorientierten Umweltbeobachtung sehr heterogen sind und nur ungenügend bzw. nicht auf Bundesebene zusammengeführt werden können. Im abiotischen Bereich der Umweltbeobachtung sind dagegen verschiedentlich Programme von den Ländern standardisiert worden und sind auf Bundesebene auswertbar.

Im Ergebnis zeigte sich, dass es keine Programme gibt, die alle Anforderungen eines GVO-Monitorings einzeln oder gemeinsam ausreichend erfüllen würden. Dies liegt daran, dass das GVO-Monitoring eine Querschnittsaufgabe darstellt, die Umweltbeobachtungsprogramme jedoch sektoral angelegt sind. Es gibt aber durchaus Teilaspekte in verschiedenen Programmen, welche durch bestezhende Umweltbeobachtungsprogramme abgedeckt werden können. Dazu gehört insbesondere der Aspekt der baseline-Erfassung.

Die aus unserer Sicht wichtigsten laufenden bzw. fertig konzipierten (und noch nicht umgesetzen) Programme, die bundesweit laufen und für das GVO-Monitoring nutzbar sind:

Die Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF): hier sind insbesondere die Erhebungen zur Bodenzoologie, aber auch bodenchemische und –physikalische Parameter sowie die Bodenmikrobiologie von Interesse; die Erfassung der Parameter ist weitgehend standardisiert. Inhaltlich ist dieses Programm v.a. unter den Aspekten baseline-Erfassung und Referenzflächen interessant. Für eine Zusammenführung auf Bundesebene sind jedoch noch weitere Schritte der Harmonisierung erforderlich (Huschek & Krengel 2004).

Umweltprobenbank: Möglichkeit des Screenings von Umweltmedien, wertvolle Archivfunktion /retrospektive Analysen möglich

Biodiversitätsmonitoring: Bisher eine bedeutende Fehlstelle im Naturschutz in Deutschland; Ziel: Erkennen von Veränderungen aufgrund von Nutzungseinflüssen. Moderner Naturschutz kommt nicht ohne ein Biodiversitätsmonitoring aus und um Effekte am Schutzgut Biodiversität zu erkennen, muss es beobachtet werden.

Konzepte hierzu wurden nach dem Vorbild des britischen Country Side Survey erstellt und liegen umsetzungsreif bereit. Die Umsetzung ist bisher an den unterschiedlichen Auffassungen von Bund und Ländern bezüglich der Verantwortlichkeiten gescheitert.

Das Monitoring der Biodiversität könnte einen wertvollen Beitrag für die Zwecke des GVO-Monitorings leisten.

Vogelmonitoring: Ein vom BfN über ein Forschungsvorhaben unterstütztes Vogelmonitoring, welches über ein eigenes Modul für die Normallandschaft verfügt, erlaubt die Erfassung von Brutvögeln in der Agrarlandschaft (Dröschmeister 2003; Sudfeldt et al. 2003). Sollte dieses Vogelmonitoring dauerhaft etabliert werden, wird eine solide Datenbasis geschaffen, welche insbesondere die Erfassung von Wirkungen des Inverkehrbringens von GVO auf höherer Stufe der Nahrungsnetze erlaubt.

Monitoring gemäß FFH-Richtlinie: Dass Arten oder Lebensräume der Anhänge der FFH-Richtlinie aufgrund des Inverkehrbringens von GVO in Mitleidenschaft gezogen werden können, liegt nahe. Besonders relevant wird dies, wenn transgene Gehölzarten forstlich genutzt werden. Die Entwicklung eines Monitorings gemäß FFH-Richtlinie ist noch nicht soweit fortgeschritten, dass die Einbindungsmöglichkeiten in ein GVO-Monitoring geprüft werden könnten.

Luftmessnetze (Pollensammler als Detektoren für die Verbreitung von Transgenen: Nachvollziehen von Verbreitungswegen)

1.7 Ungeklärte Fragen

Bisher sind auch zahlreiche Aspekte noch ungeklärt:

- Baseline-Erfassung; wie ist sie zu realisieren?
- Zuständigkeiten für die Datenerhebung, grundsätzlich ist der Anmelder verantwortlich für das Monitoring, aber wie kann er Daten aus verschiedenen Beobachtungsprogrammen zusammenführen; wie sieht es aus, wenn die europäischen Genehmigungen aus unserer Sicht unzureichende Monitoringpläne enthalten
- Finanzierung: Bedingungen für die Nutzung von bestehenden Programmen der öffentlichen Hand durch Antragsteller
- Festlegung von Erheblichkeitsschwellen bei negativen Auswirkungen von GVO

1.8 Ausblick

Hier wurden die Aufgaben eines GVO-Monitorings aus dem Blickwinkel des Naturschutzes wiedergegeben. Die gesetzlichen Formulierungen bleiben, sowohl was die EU-Freisetzungsrichtlinie als auch die Leitlinien des Rates angeht, ausreichend unkonkret, dass ein erheblicher Interpretationsspielraum bleibt. Es existieren auf EU-Ebene 2 Arbeitsgruppen, welche sich mit dem GVO-Monitoring befassen. Zum Einen handelt es sich um eine AG, die auf Initiative der Zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten unter Leitung der Kommission gebildet wurde, zum Andern um eine geschlossene AG der europäischen Lebensmittelbehörde (EFSA), bestehend aus Mitgliedern des GMO-Panel der EFSA. Beide AGs bemühen sich um eine Harmonisierung des Monitorings auf EU-Ebene. Die EFSA ist als Zulassungsbehörde im Rahmen der Novel Food/Feed Verordnung bemüht, über die Formulierung von Guidance Notes Standards zu setzen und tendiert dazu, Monitoringauflagen möglichst gering zu halten. Dies ist bei den

Mitgliedstaaten zum Teil umstritten und auch nach unserer Auffassung wird Umweltbelangen derzeit bei der EFSA eine zu geringe Bedeutung eingeräumt. Es wird jedoch vom Ausgang der Diskussionen auf EU-Ebene abhängen, welche Qualität und Effektivität das Monitoring der Auswirkungen inverkehrgebrachter Organismen in der EU und damit auch in Deutschland in Zukunft haben wird.

1.9 Literatur

Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Monitoring der Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen“ (BLAG) (2003): Entwurf eines Konzepts für das Monitoring von gentechnisch veränderten Organismen (GVO). UBA-Texte 23/03, 169-209.

Dröschmeister, R. (2003): Bausteine zum bundesweiten naturschutzbezogenen Monitoring. In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Medienübergreifende Umweltbeobachtung. Stand und Perspektiven. S. 23-27.

Huschek, G. & Krengel, D. (2004): Länderübergreifende Auswertung von Daten der Boden-Dauerbeobachtung der Länder. UBA-Texte 50/04. Berlin. 104 S.

Sudfeldt, Ch., Mitschke, A. & J. Wahl (2003): Perspektiven des Monitorings von Vogelarten in Deutschland. Berichte zum Vogelschutz 40, 169-175.

Züghart, W. & Breckling, B. (2003): Konzeptionelle Entwicklung eines Monitoring von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen, Teil 1 und Teil 2. UBA-Texte 50/03. 543 S.

Aktualisiertes Programm

Thema	Referent/in	Uhrzeit
Begrüßung	Olaf Tschimpke, NABU-Präsident	10.00 Uhr
Grußwort	Prof. Herta Däubler-Gmelin, Vorsitzende des Verbraucherausschusses im Bundestag	10.05 Uhr
Einführung ins Thema	Prof. Hartmut Vogtmann, Präsident des BfN	10.15 Uhr
Block 1: Ökologischer Schaden **Welche Definitionen gibt es? Was müssen wir für zukünftige Entwicklungen beachten?**		
Übersichtsvortrag	Dr. Thomas Potthast, IZEW	10.35 Uhr
Mögliche Schäden der 2.+3. Generation	Dr. Arnold Sauter, TAB Büro, Berlin	11.00 Uhr
Pause		11.20 bis 11.40 Uhr
Block 2: Auswirkungen der GVO auf die Biodiversität **Gibt es konkrete Hinweise auf ökologische Schäden?**		
Ökologische Risiken durch „gene scrambling“?	Dr. Jens Freitag, GABI, MPI Golm	11.40 Uhr
Abstandsregelungen für GVO in der Nähe von Schutzgebieten	Getrud Menzel, UFT Bremen	12.00 Uhr
Abbauverhalten von Bt-Mais im Boden	PD Dr. Markus Raubuch, Universität Kassel	12.20 Uhr
Auswirkungen des Bt-Mais auf die Nahrungskette dargestellt am Beispiel von Zersetzern und ihren Prädatoren	PD Dr. Wolfgang Büchs, BBA Braunschweig	12.40 Uhr
Mittagspause Pressegespräch (Raum 407)		13.00 bis 14.00 Uhr
Block 3: Kritische Analyse der Biologischen Sicherheitsforschung		
Überblick zu bereits beobachteten Effekten der GVO auf die Biodiversität	Ruth Brauner, Öko-Institut Freiburg	14.00Uhr
Bedarf für Monitoring und Risikoabschätzung	Dr. Beatrix Tappeser, BfN	14.20 Uhr
Diskussion der Vortragsergebnisse Moderation: Dr. Steffi Ober	Diskussion mit Publikumsbeteiligung TeilnehmerInnen: Dr. Beatrix Tappeser Ruth Brauner Dr. Arnold Sauter	15.00Uhr
Zusammenfassung der Ergebnisse, Abschlussstatement des NABU		16.15Uhr
Ende		16.30 Uhr

Teilnehmerliste

NABU-Infoseminar: Auswirkung der grünen Gentechnik auf die Biodiversität – Anforderungen an eine ökologische Sicherheitsforschung

Mittwoch, 02.Dezember 2004

Ort: Berlin, Heinrich-Böll-Stiftung, Rosenthaler Str. 40/41, 10178

Nr.	Name	Organisation, Institution, Medium
1	Friedrich Ostendorff	MdB B90/ Die Grünen
2	Jens Freitag	GABI c/o MPI –MP
3	Simone Müller	NABU Oberbarnim
4	Patrik Viter	TU München
5	Ulrich Lenzen	NABU Untermosel
6	Sabine Dickscheid	NABU Untermosel
7	Frank Berhorn	BfN Bonn
8	Ina Rust	WZU Augsburg
9	Sebastian Striegel	MdB Kurth B90/ Die Grünen
10	Heiko Strobel	Naturpark Stechlin-Ruppiner Land
11	Barbara Niedeggen	BfN Bonn
12	Bernd Niller	Misereor
13	Almuth Ostermeyer-Schröder	BMU
14	Dr. Heike Esch	Beratung Life Science
15	Dr. Arnold Sauter	TAB
16	Thomas Meise	BfN
17	Doris Pickel	Uni Kassel
18	Dr. Achim Gathmann	RWTH Achen
19	Jenny Rust	FH Eberswalde
20	Dr. Anita Idel	Projektkoordination Tiergesund-heit&Agrobiodiverstität
21	G. Goldammer	Büro Happach - Kasan
22	Heike Moldenhauer	BUND
23	Annette Zimmermann	BASF AG
24	Eckhard Engert	BMVEL
25	Thomas Dantes	Diplom-Politologe
26	Gabriele Weiß	EcoStat, GmbH
27	Ralph Rabes	Umweltministerium MV
28	Cristel Kraus	Umweltministerium MV

29	Harald Stegemann	Umweltministerium MV
30	Oliva W.	BUND
31	Horst Backhaus	BBA – PS
32	Hans G. Starck	Umweltministerium ST
33	Elvira Drobinski-Weiß, MdB	SPD-Bundestagsfraktion
34	Hartmut Meyer	GENET
35	Bärbel Ostermann	Gäa-Sachsen-Anhalt e. V.
36	Ira Kriesche	MdB-Büro Drobinski-Weiß
37	Tina Loeffelbein	Greenpeace
38	Benny Härlin	ZSL
39	Ramona Schmied	Umweltministerium
40	Annegret Falter	VDW
41	Katharina v. Guenther	Gut Breite
42	Sabine Riewenherm	Fraktion Bü90/Grüne
43	Armin Benzler	BfN
44	Antonius Gockel-Böhmer	Naturschutzzentrum Ökowerk
45	Brandt	NABU Gegendorf
46	Frank Beyersdorf	PDS
47	Christof Potthof	Gen-ethisches Netzwerk
48	Wolfgang Müller	Freier Publizist
49	Tom Kirschey	NABU LV Brandenburg

Stand: Dezember 2004

Hintergrund:

Grüne Gentechnik und biologische Vielfalt

NABU zu den zentralen Fragen der ökologischen Risikobewertung

Der Naturschutz verfolgt grundsätzlich das Ziel, die Artenvielfalt, die Vielfalt der Lebensräume und die Erholungsqualität der Landschaft für den Menschen zu erhalten und weiter zu entwickeln. Der kommerzielle, großflächige Anbau von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) gefährdet diese Ziele auf mannigfaltige Weise, so dass eine ökologische Sicherheitsforschung zur Abwägung der Risiken notwendig ist.

Das neue Gentechnikgesetz stellt das Vorsorgeprinzip vorne an. Mögliche Risiken und ökologische Schäden sollen laut Gesetz jeweils nach dem neuesten Stand der Wissenschaft beurteilt werden, so dass im Schadensfalle der Anbau eines gentechnisch veränderten Organismus gestoppt werden kann. „Risikovorsorge bedeutet, auch solche Schadensmöglichkeiten in Betracht zu ziehen, die sich nur deshalb nicht ausschließen lassen, weil nach dem derzeitigen Wissensstand bestimmte Ursachenzusammenhänge weder bejaht noch verneint werden können und daher insoweit noch keine Gefahr, sondern nur ein Gefahrenverdacht oder ein Besorgnispotenzial besteht.“ Dies schreiben nicht etwa NGOs den Regierungen ins Stammbuch, sondern die Europäische Umweltagentur (EEA) in ihrem Bericht “Late lessons from early warnings: Environmental issue report No 22 02/2002“. Hohe Produktsicherheit würde oftmals nicht als Chance einer innovativen und hoch technisierten Entwicklung, sondern als wirtschaftliche Bedrohung begriffen, so der Bericht. „Zögerlichkeit, Unentschlossenheit und bereitwillige Nachgiebigkeit gegen Lobbyinteressen haben in vielen Fällen zu horrenden volkswirtschaftlichen Schäden geführt.“ Asbest, PCB und BSE sind klassische Beispiele hierfür. Die Risikoabschätzung der europäischen Vorschriften zu GVO unterliegen nach Ansicht der EEA strukturellen Einschränkungen, sie haben einen überzogen minimalistischen und einengenden Charakter. Einzig die US-Behörden sind imstande, das noch zu übertrumpfen, in dem sie die Risikoabwägung der EU-Behörden ihrerseits als „irrational“ ansehen. Dabei formulieren die EU-Behörden ihre Fragestellungen zu den Risiken der GVO bereits so, als ob sie mit dem vorhandenen Wissen überschaubar und lösbar wären. Sie verleugnen völlig die Erkenntnis, dass sie eigentlich nicht in der Lage sind, die Folgen vorher zu sagen. Antiwissenschaftlich ist derjenige, der sich solch offenen Fragen verweigert. Der Wissensanspruch an sich hat nichts Wissenschaftliches an sich, meint die EEA.

Eine umfassende ökologische Sicherheitsforschung müsste theoretisch eine Vielzahl von Parametern erfassen und mit einer hinreichenden Systematik alle Organisationsebenen von der molekularen bis zur ökosystemaren mit allen Folge- und Nebenwirkungen betrachten. Praktisch ist es allerdings unmöglich, alle Parameter über einen ausreichend langen Zeitraum in ihrer Vernetzung und Komplexität zu erfassen. Notwendigerweise muss sich daher die Betrachtung des Phänomens auf eine Auswahl der Kriterien beschränken. Ungewisshei-

ten spielen eine wichtige Rolle und sind in die Bewertung mit einzubeziehen. Dies wissend sollten jedoch die Regelungen, die aus der ökologischen Sicherheitsforschung folgern, den aktuell eher dürftigen Stand der Wissenschaft und auch unerwartete Ereignisse ausreichend berücksichtigen. Zu diskutieren wäre an dieser Stelle, ob bereits eine Ansammlung von „Altlasten“ und damit jeglicher Eintrag von GVO in die Umwelt nicht mehr toleriert werden kann.

Wie lässt sich vor diesem Hintergrund eine angemessene Risikoforschung und -bewertung organisieren? Die folgenden Fragen sind dabei von zentralem Interesse:

- Welchen potenziellen Nutzen kann die Gesellschaft durch die Gentechnik haben und welcher Schaden droht? Wie kann der kommerzielle GVO-Anbau mit einer nachhaltigen Landwirtschaft vereinbart werden?
- Welchen Kenntnisstand haben wir über mögliche ökologische Risiken und mit welcher Expertise wurde bislang die Sicherheitsbewertung durch die Zentrale Kommission für biologische Sicherheit (ZKBS) beurteilt? Wurde der Umweltaspekt genügend erforscht?
- Welche Fragen werden auf der europäischen Ebene bei der vorgeschriebenen Umweltverträglichkeitsprüfung gestellt und welche werden nicht betrachtet? Wie wird dort mit ungeklärten Fragen umgegangen?
- Welche Fragen wurden bislang von welcher Seite in den Projekten zur biologischen Sicherheitsbetrachtung (koordiniert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)) gestellt und wie wird dort mit den offenen Fragen und dem nicht vorhandenen Wissen umgegangen? Wo werden die Folgen für die Umwelt betrachtet? Wie werden die Ergebnisse der Forschung kommuniziert?
- Arzneipflanzen (Pharma-Crops) und auf die Bedürfnisse der Industrie zugeschnittene Pflanzen (Nachwachsende Rohstoffe) bringen völlig unbekannte Risiken für die Umwelt und Natur mit sich, die mit den bisherigen Konzepten unzureichend erfasst werden können. Wie muss eine ökologische Sicherheitsforschung aussehen, die den Risiken der GVO der zweiten und dritten Generation gerecht wird?

Der NABU sieht folgende Schwachstellen im bisherigen Konzept und fordert dringend Veränderungen ein:

Strukturell:

- Die ökologische Sicherheitsforschung muss finanziell unabhängig von der Industrie sein. Es geht nicht an, dass diejenigen, die einen ökonomischen Nutzen haben, auch über die Erforschung und Bewertung der Risiken entscheiden.
- Die Information zur ökologischen Sicherheitsforschung muss unabhängig von Industrieeinflüssen und Interessen sein. „Unabhängige Informationseinrichtungen, ausgestattet mit entsprechenden Rechten, Mitteln und Verantwortlichkeiten sind somit ein wesentliches Element wahrer Unabhängigkeit der Behörden und von unbeeinflussbarer Führung und Urteilskraft“, fordert der EA-Bericht als Resümee nach der Betrachtung von Umweltschäden aus den letzten 100 Jahren und der Analyse von zwölf Fällen, in denen das Vorsorgeprinzip völlig versagt hat (Asbest, BSE,FCKW etc.).
- Die ökologische Sicherheitsforschung muss im BMBF als zuständigem Bundesministerium einen eigenen Zuschnitt bekommen. Momentan stellt die Förderung der Biotechnologie nach eigenem Bekunden ein Schwerpunkt des BMBF dar, das sich rühmt, weltweit hinter den USA führend in der Förderung dieser Technologie zu sein.

Das Projektzentrum Jülich Abteilung BIO spielt dabei die zentrale Rolle. Nebenbei gibt es jedoch im BMBF noch eine Abteilung für nachhaltige Landnutzung. Dies wäre die Fachabteilung für die ökologischen Fragen zu dieser Technologie, nicht die Pflanzenzüchter.

Inhaltlich:

- Ökologische Sicherheitsforschung muss eine langfristige Umweltüberwachung sowie Forschung durchführen, die Frühwarnungen aufnimmt und ihnen nachgeht. Immer noch schließt die BMBF-Ausschreibung zur biologischen Sicherheitsforschung alles aus, was nicht ihrem engen Focus entspricht. Im Wortlaut heißt es: „Hypothesenunspezifische Untersuchungsansätze zu möglichen Auswirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen auf Nahrungsketten, Artenvielfalt oder Lebensgemeinschaften sowie allgemeine Umweltbeobachtungen, in denen nach unbekannten und unerwarteten Auswirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen gesucht wird, sind dagegen nicht Gegenstand dieser Förderrichtlinien“. Dies ist Aufgabe des Bundesumweltministeriums sowie des Bundesamtes für Naturschutz (BMU bzw. BfN), die mit einem Bruchteil der finanziellen Mittel auskommen müssen. Das BfN muss in die Planung und Durchführung der ökologischen Sicherheitsforschung eine größere Rolle erhalten.
- Persistenz und Bioakkumulation sind als Prüfgrößen für unbekannte, aber mögliche Auswirkungen heran zu ziehen, so dass keine nachhaltigen Schäden der biologischen Vielfalt entstehen können. „Altlasten“ durch den Eintrag von GVO in das genetische Potenzial der Natur sind auf jeden Fall zu verhindern.
- GV-Bäume haben ein unkalkulierbares ökologisches Risiko, das weder absehbar noch umkehrbar ist. Pharma-Crops, die aus Nahrungsmittelpflanzen, wie Mais, Raps, Weizen, Reis etc., gezüchtet werden sind aus ökologischer und ethischer Sicht mehr als zweifelhaft. Wo bleibt die Forschung nach Alternativen?
- Probleme und offene Fragen müssen zielgerichtet analysiert und geklärt werden. Ein falsches Sicherheitsgefühl entsteht, wenn zu bereits geklärten Fragestellungen weiter geforscht wird. Der politische Wille sollte bestehende Erkenntnisse umsetzen. Dies gilt zum Beispiel für GV-Raps und Sonnenblumen, die nicht koexistenzfähig sind. Die Risiken für die Umwelt dieser GV-Pflanzen sind bekannt und andere Länder, wie Großbritannien oder Dänemark, haben daraus längst die Konsequenzen gezogen.

Die Europäische Umweltagentur fordert, eine Anzahl alternativer Möglichkeiten zur Befriedigung von Bedürfnissen neben der zu beurteilenden Option zu bewerten und stabilere, vielfältigere und anpassungsfähigere Technologien zu fördern, so dass die Kosten unangenehmer Überraschungen minimiert und die Vorteile von Innovationen maximiert werden.

Stand der Dinge

Die Bundesregierung hat die biologische Sicherheitsforschung seit 1997 mit fast 80 Millionen Euro gefördert. Prägend für die Diskussionen war die Bewertung der ZKBS, die vorwiegend von Genetikern, Virologen und Mikrobiologen besetzt wurde. „Populationsökologische Fragestellungen, die Freilandverhältnisse betreffen, sind in vergleichsweise geringem Maße abgedeckt“, heißt es in einem kürzlich erschienenen Bericht des Umweltbundesamtes (UBA). Die vom BMBF geförderten Forschungsvorhaben decken verschiedene Bereiche ab, wie Optimierung der Transformationsmethoden und agronomische Eigenschaften. Einzig ein Projekt

(GenEERA) beschäftigt sich mit dem Ausbreitungsverhalten von Raps in ökologischen Zusammenhängen.

Die ökologische Sicherheitsforschung untersucht mit einem breiten Spektrum an biogeographischen, ökologischen, physiologischen und biochemischen Methoden das Umweltverhalten gentechnisch veränderter (GV-) Pflanzen. Die Vielfalt der molekularen Abläufe in einer Zelle sind in ihrer Gesamtheit weder bekannt noch verstanden. Trotzdem können Gensequenzen anderer Organismen (Mikrobakterien, Viren etc.) mit den dazu gehörenden weiteren Bestandteilen wie Start- und Stoppsignale eingefügt werden. Oftmals werden zusätzlich Marker eingefügt, wie Antibiotika- oder Herbizidresistenzen, die ihrerseits problematisch sind. Unerwartete Wechselwirkungen führen zu erheblichen kommerziellen Einbußen. So entwickelt Baumwolle unter Klimastress missgebildete Kapseln, und Sojapflanzen zeigen sich anfällig für hohe Temperaturen. Die ökonomischen Folgen für die Bauern sind ruinös, da sie teures Saatgut, teure Spritz- und Düngemittel zahlen müssen, ohne einen Mehrerlös zu haben.

Die Überprüfung der GV-Pflanzen findet zuerst unter Laborbedingungen und danach im Freiland statt. Großräumige Untersuchungen wie die Farm Scale Evalutation in England, die realistisch einen großflächigen Anbau mit komplexen Umweltbeziehungen betrachtet, gibt es außer dieser Studie nicht. Hier besteht eine Lücke zwischen dem so genannten Versuchsanbau, der im besten Fall den Blick auf die direkten Nachbarfelder wirft, und nicht die nötigen Untersuchungen zu Wechselwirkungen mit dem agrarisch und nicht agrarisch genutzten Räumen vorsieht und einem sachgerechten und aussagekräftigen Probeanbau. Dabei beeinflusst der Anbau eines Transgens das ökologische Gefüge entweder direkt über Gentransfer, Auskreuzen, Verwildern, Resistenzen etc., oder auch indirekt über eine Veränderung der Anbaupraxis. So führt der Anbau von herbizidresistentem Raps zu einer dramatischen Verschlechterung des Futterangebotes für viele bedrohte Vögel – die daraus resultierenden Folgen lassen sich im Labor nicht erkennen. Der NABU fordert einen Probeanbau, der die ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekte umfassend betrachtet. Er muss Fragen nach der Veränderung der Anbaupraxis klären und die Folgen einer Verschärfung der industriellen Landwirtschaft für die ökologische Vielfalt untersuchen. Der NABU fordert, dass bei Versuchsplanung und Auswertung das BfN und nach Möglichkeit die Naturschutz- und Umweltverbände (wie der RSPB in GB) mit einbezogen werden.

Die transgenen Pflanzen selbst lassen immer wieder unerwartete Änderungen im Verhalten erkennen, sei es hinsichtlich der Fortpflanzungsfähigkeit oder der Überlebensfähigkeit. So reagierte eine mit einer Insektizidresistenz versehene Sonnenblume überraschend mit einer erhöhten Samenproduktion, die ihre Überlebens- und Kreuzungsfähigkeit in der Umwelt erhöht.

GenTransfer

Laut UBA-Bericht zweifeln norwegische Wissenschaftler an den Techniken zum Aufspüren des horizontalen Gentransfers zwischen gentechnisch veränderter Pflanze und Bodenorganismen. Gentransfer findet deutlich seltener statt, als in der aktuellen Literatur zur Risikoabschätzung angenommen wird. Gentransfer kann nichtsdestotrotz nicht vernachlässigbare Wirkungen für die Umwelt nach sich ziehen.

Pharma-Crops

Das Biotechnologie-Unternehmen Ventria aus den USA möchte den kommerziellen Anbau einer gentechnisch veränderten Reispflanze, die zwei menschliche Proteine produziert, vorantreiben. Die von Ventria entwickelten Reispflanzen sind mit zwei menschlichen Genen ausgestattet, die der Produktion der beiden Proteine Lactoferrin und Lyszym dienen. Die beiden Proteine hemmen Krankheitserreger und stärken die Abwehrkraft des Menschen. Seit mehr als zehn Jahren findet in den USA eine Arzneimittelproduktion in dieser Form statt, wobei in erster Linie Reis, Mais und Gerste gentechnisch verändert werden. Aus diesem Vorgehen erwachsen potenzielle Gefahren für die Umwelt. So können antibakterielle und fungizide Eigenschaften auf verwandte Pflanzen übertragen werden, wie z.B. auf den wilden roten Reis. Dieser hätte dann unbeabsichtigt einen Selektionsvorteil gegenüber den restlichen wilden Reispflanzen. Wildpflanzen können wiederum die Funktion einer genetischen Brücke übernehmen. Die Folge ist eine genetische Kontamination von Nahrungsmittelreis.

Von der Entwicklung neuer Pharma-Crops erhoffen sich Wissenschaftler und Industrie gute Geschäfte. Am 12. Juli dieses Jahres hat die EU angekündigt, Wissenschaftlern in der EU und Südafrika zwölf Millionen Euro für die Forschung mit Pharma-Pflanzen zur Verfügung zu stellen.

GV-Bäume

Anders als bei Nahrungsmitteln hat sich die Gentechnik bei Bäumen jenseits der kritischen Öffentlichkeit entwickelt. Bäume sind kein Thema für den Verbraucherschutz und die Gefahren daher nicht unmittelbar für jedermann einsichtig. Vorrangig sind wirtschaftliche Interessen. Konzerne wie Shell und Toyota haben eigene Biotechnologiezentren, in denen an Bäumen geforscht wird. Die USA und andere Länder planen, sich mit GV-Bäumen als „CO_2-Senken“ im Klimaschutz zu verbessern. Diese Bäume sollen steril sein, um den Gentransfer auf andere Bäume über Pollenflug zu verhindern, doch die Auswirkungen des Gentransfers auf fremde Organismen wie Bodenlebewesen, Pilze oder Mikroorganismen ist ungeklärt, ebenso wie die Auswirkungen auf das komplexe Ökosystem Wald.

Literatur:

Breckling B. et al. (2004): Fortschreibung des Konzeptes zur Bewertung von Risiken bei Freisetzungen und dem In-Verkehr-Bringen von gentechnisch veränderten Organismen UBA Bericht 3/04

Europäische Umweltagentur: “Late lessons from early warnings, Environmental issue report No 22 02/2002