



Welternährung, Biodiversität und Gentechnik

Kann die Agro-Gentechnik zur naturverträglichen und nachhaltigen Sicherung der Welternährung beitragen?

Positionspapier des



Stand: Dezember 2008

Herausgeber:
Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Konstantinstraße 110
53179 Bonn

Redaktion und Bearbeitung:
II 2.3 Gentechnik / II 2.1 Agrar- und Waldbereich
Beatrix Tappeser, Thomas Meise, Andreas Kärcher, Sabine Stein

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Landwirtschaft und biologische Vielfalt – lessons learnt?.....	2
2.1	Intensivierung der Landwirtschaft	2
2.2	Ausweitung der Produktion auf Minderertragsstandorte und Umwandlungsflächen.....	3
3	Versprechen und Realität Der Einsatz transgener Pflanzen zur Lösung der Welternährungsprobleme	4
3.1	Stand der Entwicklung	4
3.2	Ertragssteigerungen	4
3.3	Naturverträglicher Anbau von GVP?	5
3.3.1	Pestizideinsatz.....	6
3.3.2	Auskreuzungs- und Invasionsrisiko	7
3.3.3	Auswirkungen auf Nichtziel-Organismen.....	8
3.3.4	Indirekte Auswirkungen auf die Agrarlandschaften und die Agrobiodiversität.....	9
3.4	Sozioökonomische Auswirkungen	9
3.5	Lösungsvorschläge des Weltagrarrates.....	10
3.6	Nahrungssicherung durch eine ökologische Landwirtschaft?	10
4	Fazit	12
5	Zusammenfassung: Position des BfN	13
6	Literatur	14

1 Einleitung

Durch die im Frühjahr 2008 weltweit dramatisch angestiegenen Nahrungsmittelpreise hat die Diskussion um angemessene und nachhaltige Wege der landwirtschaftlichen Produktion eine neue Dynamik erhalten. Als Gründe für den Preisanstieg wurden unter anderem die erhöhte Nachfrage aus Schwellenländern, die Produktion von erneuerbaren Energien, Missernten und Spekulationen genannt. Hinzu kommt mittelfristig noch die Klimaproblematik. Sie trifft die Landwirtschaft in doppelter Weise. Durch zunehmende Wetterextreme werden die Bedingungen, unter denen Erträge erwirtschaftet werden müssen, immer schwieriger; gleichzeitig soll die Landwirtschaft neben der Sicherstellung der Nahrungsmittelversorgung einen deutlichen Beitrag zur Energieerzeugung und damit Reduktion klimawirksamer Gase leisten.

Bei wachsender Weltbevölkerung und den erkennbaren Änderungen der Ernährungsgewohnheiten in den Entwicklungs- und Schwellenländern ist es erforderlich, in Zukunft mehr Nahrungsmittel naturverträglich zu produzieren, diese müssen gleichzeitig gerechter als bisher verteilt werden.

Um den erhöhten Nahrungsmittel und Energiebedarf zu decken, müssten:

- **höhere Erträge pro Hektar landwirtschaftliche Fläche erzielt werden.**
Die klassischen Ansätze (z.B. erneute „Grüne Revolution“) sind die Züchtungen weiterer Hochertragsorten, der verstärkte Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, die Steigerung der Düngung und die weitere Mechanisierung und Optimierung von Bewirtschaftungsmaßnahmen wie Aussaat, Düngung und Ernte.
- **der Anbau auf neue Flächen, in der Regel bisher Minderertragsstandorte, ausgeweitet werden.**
In Ländern des Südens sollen besonders trockene und salzhaltige Standorte genutzt werden. Die konventionelle Züchtung hat bereits Sorten für Extremstandorte entwickelt. Durch die Methoden des „smart-breeding“, d.h. markergestützten Züchtungen, ist in den nächsten Jahren mit einer Ausweitung des Sortenspektrums zu rechnen. In Industriestaaten wie Deutschland werden vor allem bisher aus der Bewirtschaftung herausgenommene Flächen (Stichwort Flächenstilllegung) wieder aktiviert.
- **die weitere Vernichtung und Umnutzung landwirtschaftlichen Bodens umgehend gestoppt werden.**

Um diese Ziele zu erreichen wird von interessierter Seite (z.B. croplife 2008a, b, AgBioWorld 2008) auch der Einsatz von transgenen Pflanzen, als ein wesentlicher Beitrag zur Ertragssteigerung und damit Sicherung der Welternährung, gefordert.

Das vorliegende Papier legt dar, in wieweit transgene Pflanzen heute und in Zukunft einen Beitrag zur Sicherung der Welternährung leisten können und welche Risiken aus Naturschutzsicht damit verbunden sind. Weiterhin werden alternative Lösungsansätze zur naturverträglichen und nachhaltigen Ertragssteigerung und -sicherung kurz umrissen.

2 Landwirtschaft und biologische Vielfalt – lessons learnt?

Trug die Landwirtschaft in Mitteleuropa bis etwa 1850 noch zur Erhöhung der Artenvielfalt bei, ist mit deren Intensivierung seit ca. 1950 ein stetiger Artenrückgang und Rückgang der Vielfalt der Kulturlandschaft zu verzeichnen (VAN ELSEN 2000). Die Gründe für den Verlust von Agrobiodiversität (die neben allen Komponenten der biologischen Vielfalt, die für Ernährung und Landwirtschaft von Bedeutung sind, auch die gesamte biologische Vielfalt in Agrarlandschaften einschließt) sind vielfältig.

2.1 Intensivierung der Landwirtschaft

Die derzeitige High-Input Hohertrags-Landwirtschaft hat durch Intensivierung, Rationalisierung, Spezialisierung und Konzentration der Produktion maßgeblich zum Rückgang der biologischen Vielfalt geführt. Wirkungen auf die biologische Vielfalt gehen dabei besonders von den Veränderungen bei Düngung, Pflanzenschutz und Fruchtfolgen und den Veränderungen der Kulturlandschaften aus. Besonders die hohe Intensität, die Nivellierung der Anbausysteme sowie der Einsatz von einigen wenigen Hochleistungssorten und -rassen führen zu Biodiversitätsverlusten (BfN 2008a). Auch die innerartliche Vielfalt ist gefährdet. Es wird davon ausgegangen, dass weltweit mittlerweile 75 % der genetischen Vielfalt bei Kulturpflanzen verloren gegangen ist (Generosion) (TAB 1998). Dabei sind Sorten- und Rassenvielfalt nicht nur Kulturgut und Basis für vielfältige Geschmackserlebnisse, sie sind auch eine wichtige Grundlage für jede weitere Entwicklung und Züchtung. Jeder weitere Verlust schränkt diese Basis zusätzlich ein und gefährdet so die Sicherung unserer Ernährungsgrundlage. Sorten, die nicht mehr genutzt und in der Folge nicht angebaut werden, laufen Gefahr unwiederbringlich verloren zu gehen. Gleiches gilt für die Nutzierrassen.

Welche Auswirkungen die Intensivierung der Landwirtschaft im globalen Maßstab hat, zeigen die Folgen der „Grünen Revolution“, also des Versuchs der Armuts- und Hungerbekämpfung in Schwellen- und Entwicklungsländern seit den 1960ern durch den Einsatz damals als „modern“ geltender Landwirtschaft.

Zwar konnten Ertragssteigerungen durch die Umstellung auf Monokulturen und gezielte Kreuzungszüchtung (Hybridisierung) verschiedener Getreidearten realisiert werden. Dies führte allerdings zu einem höheren Inputbedarf an Dünger, Wasser und Pflanzenschutzmitteln. Die Zahl der angebauten Sorten ging stark zurück. So sank z.B. in Indien die Zahl der Reissorten von etwa 50.000 in den 60er Jahren auf

etwa 50 gegen Ende der 90er Jahre (GÖRG 1998).

Auch aus ökologischer Sicht hatte die Grüne Revolution negative Auswirkungen. Der verbreitete Einsatz von Monokulturen weniger Sorten gefährdete die Biodiversität. Die Anfälligkeit für Schädlinge und Krankheiten erhöhte sich drastisch. Die angewandten Methoden belasteten Natur und Umwelt und zerstörten ökologische Abläufe, die z.B. zukünftige Bodenfruchtbarkeit und nachhaltige Nahrungsproduktion garantieren. Es kam zu einem enormen Anstieg des Wasserbedarfs, so dass sich innerhalb weniger Jahre u.a. wasser- und bodenrelevante Probleme einstellten (Süßwasserverknappung, Grundwasserabsenkung, Versalzung, Wasserverschmutzung, Erosion).

Die eingesetzten Methoden waren für Kleinbauern häufig zu teuer und zu aufwändig und deshalb war der Einsatz nur in größeren wirtschaftlichen Einheiten möglich. Zudem gerieten die Kleinbauern in eine finanzielle Abhängigkeit von multinationalen Chemie- und Agrarkonzernen.

2.2 *Ausweitung der Produktion auf Minderertragsstandorte und Umwandlungsflächen*

Die hohen Preise für landwirtschaftliche Produkte lassen nicht nur die intensive Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte ökonomisch attraktiver werden, sie erhöhen auch den Druck auf bisher extensiv oder nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen. Insbesondere in Mitteleuropa ist eine Ausdehnung landwirtschaftlicher Flächen nur sehr begrenzt möglich. Daher findet eine Intensivierung auch auf ertragsschwachen bis ungeeigneten Standorten statt, z.B. auf Flächen in Überschwemmungsgebieten und in Natura 2000 Gebieten statt, die vormals artenreich und naturschutzfachlich wertvoll waren (BfN 2008b).

Um die gestiegene Nachfrage nach Nahrungsmitteln, aber auch nach Biokraftstoffen zu stillen, werden weltweit nach wie vor riesige Waldflächen – oftmals Primärwaldflächen – abgebrannt oder gerodet und landwirtschaftlich genutzt. Da diese Nutzung in der Regel nicht nachhaltig erfolgt, schreitet die Vernichtung immer weiterer Wälder stetig voran. Sowohl aus Naturschutz- als auch aus Klimaschutz-, Wasserschutz- und Bodenschutzgründen wird im Rahmen internationaler Prozesse (z.B. REDD - Reducing Emissions from Deforestation and Degradation) versucht, diese Entwicklung zu stoppen. Dass dies auch ökonomisch Sinn macht, führt der 2006 erschienene sog. Stern-Report (STERN REVIEW 2006) aus.

Erfahrungen aus der Vergangenheit haben gezeigt, dass die Intensivierung der Landwirtschaft zu negativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und u.a. Verlusten der Bodenfruchtbarkeit geführt hat. Aus Naturschutzsicht besteht die Gefahr, dass die Fehler der Vergangenheit aufgrund des großen wirtschaftlichen Drucks wiederholt werden.

3 Versprechen und Realität Der Einsatz transgener Pflanzen zur Lösung der Welternährungsprobleme

Die großen Life Science Unternehmen sehen in der Entwicklung und Nutzung von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) ein großes Potenzial zur Lösung der Nahrungsmittelkrise. Versprochen wird eine

- naturverträglichere Ertragssteigerung durch den Einsatz für die Umwelt unschädlicher Pestizide und die Verringerung der Pestizidmengen.
- Ertragssteigerung durch gentechnische Veränderung der Ertragsleistung.
- Ausweitung der Anbauflächen durch stressresistente Sorten.

3.1 Stand der Entwicklung

Die derzeit auf dem Markt befindlichen vier gentechnisch veränderten Pflanzenarten sind Soja, Mais, Baumwolle und Raps mit zwei Eigenschaftsveränderungen - Herbizidresistenz (ca. 70 %) und Insektenresistenz (ca. 30 %). Insbesondere die herbizidresistenten (HR-)Pflanzen stehen dabei für eine Verstärkung des Trends der weiteren Rationalisierung und Konzentration der Produktion auf wenige ertragreiche Sorten, da sie das pflanzenbauliche Management durch den nun möglichen Einsatz von Breitband- oder Totalherbiziden deutlich vereinfachen.

Pflanzen der 2. und 3. Generation sollen durch die angestrebte Trockentoleranz und Salztoleranz einen Anbau an extremen Standorten und damit eine Ausweitung der Anbaufläche ermöglichen.

Stressresistente Pflanzen bzw. Pflanzen mit höheren Erträgen sind allerdings auch nach 15 Jahren intensiver Forschung noch nicht bis zur Marktreife geführt, da für die Stresstoleranz und den Ertrag in der Regel ein Komplex gemeinsam regulierter Gene verantwortlich ist. Die komplexe Regelung des Ertrages ist bisher nur teilweise verstanden und kann mit den heutigen zur Verfügung stehenden gentechnischen Verfahren nur schwer gezielt verändert werden.

3.2 Ertragssteigerungen

Die Studie der ISAAA (International Service for the Acquisition of Agro-Biotech Applications) „GM Crops: The First Ten Years“ (BROOKES & BARFOOT 2006) wird häufig als Beleg für die hohen Gewinne und Ertragssteigerungen durch die Agro-Gentechnik herangezogen. Das TAB-Büro (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) hat die Studie von BROOKES & BARFOOT untersucht und festgestellt, dass die Aussagen auf statistisch sehr kleinen, nicht repräsentativen Stichproben und Modellierungen beruhen und daher insgesamt wenig belastbar sind (TAB 2007).

Im Gegensatz dazu schätzt der Bericht des Weltagarrates (International

Assessment of Agricultural Science and Technology for Development, IAASTD 2008) die Lage so ein, dass zwar einige Daten für bestimmte GV-Nutzpflanzen und Regionen auf Ertragssteigerungen (zwischen 10 und 33 %) hindeuten, in anderen Regionen aber Ertragsrückgänge zu verzeichnen waren.

Gleichzeitig zeigen verschiedene Studien, dass die wichtigste genutzte Herbizidresistenz gegen das Herbizid Round Up mit dem Wirkstoff Glyphosat durch Bindung von Mikronährstoffen deutliche Ertragsverluste verursachen kann. Dies trifft insbesondere für Sojakulturen zu (GORDON 2007; EKER et al. 2006).

Vergleichende Untersuchungen im Feld zeigen bei Baumwolle je nach Sorte und Anbaumanagement einen höheren Gewinn durch den Anbau von konventioneller Baumwolle im Vergleich zu GV-Baumwolle. Auch bei den Erträgen zeigte die konventionelle Sorte eine Leistung, die den meisten GV-Sorten überlegen war (JOST et al. 2008).

Bt-Mais ist nur in Gebieten mit einem hohen Schädlingsbefall wirtschaftlich, da dieser aber jährlich schwankt, sind auch hier Gewinne nicht vorhersagbar. Viele an die regionalen Bedingungen angepasste konventionelle Sorten können außerdem Schäden durch den Schaderreger durch ihren, den GV-Sorten übersteigenden, höheren Ertrag ausgleichen.

Neue Methoden wie das markergestützte Züchten („smart breeding“) ermöglichen eine deutlich schnellere Auswahl ertragreicher und krankheitsresistenter Sorten, so dass auch hier mit hohen Erträgen ohne die spezifischen Risiken der Gentechnik zu rechnen ist. Der Ertrag einer Pflanze hängt in der Regel nicht monokausal von einem Gen ab und wird daher auch in den nächsten Jahren nur schwer durch gentechnische Veränderungen zu beeinflussen sein.

Weiterhin ist der Ertrag von klimatischen und ökologischen Bedingungen (u.a. Boden) abhängig. Gerade in den Tropen und Subtropen sind andere Faktoren für eine Ertragssteigerung limitierend als in den gemäßigten Klimaten, für die die bisherigen transgenen Pflanzen produziert wurden. So ist in den feuchten Tropen die Bodenqualität ein begrenzender Faktor für die Ertragssteigerung. Der hohe Nährstoffbedarf von ertragreichen Sorten lässt sich in diesen Gebieten aufgrund der schnellen Umsetzung und Auswaschung von Nährstoffen nicht durch chemische Düngung ausgleichen. Eine nachhaltige Ertragssteigerung ließe sich hier durch die Anreicherung von Huminstoffen und anderen absorptionsfähigen Kationenbindern erreichen, wie es der ökologische Landbau anstrebt.

3.3 Naturverträglicher Anbau von GVP?

Die Risiken von GVP auf die biologische Vielfalt können je nach Kulturart und den gentechnisch veränderten Eigenschaften sowie der Umwelt, in die die Pflanzen eingebracht werden, sehr unterschiedlich sein. Die in den USA und Europa

durchgeführten Risikobewertungen beziehen sich vorwiegend auf gemäßigte Klimate und sind nicht einfach auf andere Regionen, Naturgegebenheiten und klimatische Bedingungen zu übertragen.

3.3.1 Pestizideinsatz

Ein wesentliches Argument für den Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) ist, dass damit eine naturverträglichere Bewirtschaftung durch einen geringeren Pflanzenschutzmitteleinsatz ermöglicht werden könnte. Über den tatsächlichen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in Zusammenhang mit transgenen Pflanzen wird in der Fachliteratur kontrovers diskutiert.

Je nach Vergleichsparameter wurden für die USA eine Reduzierung des Pestizideinsatzes (z.B. FERNANDES-CORNEJO & CASWELL, 2006) als auch eine Erhöhung (z.B. BENBROOK 2005) ermittelt. Festzustellen ist aber, dass ein Teil der Pestizidanwendungen erst durch den großflächigen Anbau in Monokulturen notwendig wird. Eine Umstellung der Landwirtschaft auf ökologische und nachhaltige Bewirtschaftung würde den Pestizideinsatz in wesentlich stärkerem Maße reduzieren.

Bt-Mais kann zwar in starken Befallsgebieten, bei denen keine wendende Bodenbearbeitung möglich ist, zu einer Reduktion des Insektizideinsatzes führen. In Deutschland werden allerdings bisher nur auf 2 % der Anbaufläche für Mais Insektizide überhaupt eingesetzt. Ein entsprechendes Fruchtfolgemanagement könnte die Schadwirkungen des Maiszünslers entscheidend und wesentlich naturverträglicher minimieren.

In diesem Zusammenhang ist oft ein Ansatz, der für die verschiedenen Regionen angepasste Lösungen entwickelt, zielführender als der Einsatz einer nicht angepassten Hochtechnologie. In Afrika z.B. ist der Befall mit Stengelbohrern ein Problem der Ertragssicherung. Dieser Schädling kann zwar grundsätzlich mit Bt-Maispflanzen bekämpft werden. Für Afrika befinden sich solche Sorten allerdings erst in der Erprobung. Die Alternative dazu soll hier kurz und beispielhaft skizziert werden: Das internationale Insekten-Forschungsinstitut ICIPE (International Centre of Insect Physiology and Ecology) schlägt eine so genannte Push-Pull-Methode vor. Zwischen die Maispflanzen wird das Bohnengewächs *Desmodium* angebaut. *Desmodium* gibt einen Duftstoff ab, der die Stengelbohrer abstößt (push). Durch den Einsatz des Napiergrases, das um die Maisfelder angebaut wird, wird der Stengelbohrer zusätzlich aus dem Mais herausgelockt (pull) und verendet auf den klebrigen Blättern. Vorteil dieser Methode ist, dass die regional vorhandenen und angepassten Maissorten weiterverwendet werden können, die Methode preiswert und einfach anzuwenden ist sowie durch die Kombination zusätzlich hochwertiges Viehfutter erzeugt werden kann. Gleichzeitig ist die Methode frei zugänglich und sofort einsetzbar (ICIPE). Ein Pestizideinsatz ist hierbei nicht erforderlich und in der

Summe ist diese Alternative wesentlich zielführender als der Einsatz des GVO.

3.3.2 Auskreuzungs- und Invasionsrisiko

Gelangen gentechnisch veränderte Pflanzen in die Umwelt, so können sie auskreuzen, sich verbreiten, sich dauerhaft ansiedeln und ggf. nachfolgend Schäden anrichten. Ökologische Auswirkungen treten, wie z.B. aus der Problematik von invasiven Pflanzenarten bekannt, oft erst mit einer erheblichen Zeitverzögerung (> 10 Jahre) auf.

Insbesondere die - sich allerdings erst in der Erprobung befindlichen - gentechnisch veränderten stressresistenten Eigenschaften wie Hitze- und Trockentoleranz können zu einem Fitness-Vorteil von GV-Pflanzen führen und das Eindringen dieser Pflanzen in besonders sensible Ökosysteme ermöglichen.

Herbizidresistente Pflanzen wiederum können leicht selbst zu Unkräutern werden, die aufgrund ihrer Resistenz gegen Spritzmittel schwer zu bekämpfen sind. Zudem kann durch den ständigen einseitigen Einsatz des Herbizids die Entwicklung von gegen den Wirkstoff resistenten Unkräutern befördert werden. Diese so genannten „Superunkräuter“ erfordern wiederum einen erhöhten Einsatz von anderen Herbiziden. Es kann also eine Entwicklung eintreten, in der sich Resistenzen und Herbizideinsatz schrittweise gegenseitig hochschaukeln. Es ist also stets auf den Gesamtkomplex möglicherweise eintretender Auswirkungen (direkte Wirkungen und Folgewirkungen), auch langfristig zu achten, um einen GV-Einsatz oder entsprechende Alternativmethoden im Hinblick auf ihre Naturverträglichkeit zu beurteilen.

Dafür soll ein Beispiel aus Kanada kurz dargestellt werden: Hier führte der großflächige Anbau von transgenem herbizidresistenten Raps dazu, dass dreifach herbizidresistenter Raps aufgefunden wurde. (Beckie et al. 2003). Neben dem damit verbundenen Problem der Durchwuchskontrolle, mit einem erhöhten Herbizideinsatz, musste als Folge der Anbau von Bioraps oder zertifiziertem gentechnikfreien Raps in Kanada eingestellt werden (Phillips 2003). Raps besitzt zusätzlich ein hohes Invasionspotenzial, da die Samen lange überdauern können.

Mais und Kartoffeln werden in Europa und USA aufgrund der klimatischen Bedingungen zwar nicht als invasiv eingeschätzt. Unter anderen klimatischen Bedingungen und in ihren Herkunftsgebieten ist diese Risikobewertung allerdings nicht mehr aufrecht zu erhalten und das Risiko muss neu bewertet werden.

Die Einkreuzung von Transgenen in Kulturpflanzen derselben Art ist - neben dem Koexistenzaspekt, d.h. der Vermeidung von Verunreinigung von konventionellen und ökologischen Lebens- und Futtermitteln, bedeutsam unter dem Aspekt der Erhaltung der agrargenetischen Ressourcen und zwar insbesondere dort, wo die Ursprungszentren dieser Arten und die sekundären Zentren ihrer biologischen

Vielfalt liegen.

In Mexiko konnten Einkreuzungen von transgenem Mais in lokalen Landrassen nachgewiesen werden, obwohl zu dem Zeitpunkt ein Anbauverbot in Mexiko galt (QUIST & CHAPELA 2001; PEARCE, 2002). Es besteht die Gefahr, dass dadurch Landrassen und damit genetische Informationen für die Züchtung verloren gehen.

All diese Beispiele zeigen, dass die Bewertung der GVO-Technologie sorgsam und mit Blick auf Folgewirkungen langfristig erfolgen muss. Eine entsprechende Risikobewertung, die v.a. auch Kosten-Nutzen Analysen und das Vorsorgeprinzip mit einbezieht, ist daher dringend notwendig.

3.3.3 Auswirkungen auf Nichtziel-Organismen

Schädlingsresistente Kulturen können direkte Auswirkungen auf die Natur und die Umwelt haben, wenn sie über die Schädlinge hinaus weitere Organismengruppen beeinträchtigen („non target“ oder Nichtziel-Effekte). Unter Umständen werden solche schädlichen Effekte erst langfristig sichtbar, etwa über allmähliche Anreicherungen im Boden oder durch schleichende Abnahmen von Populationsgrößen.

Die negativen Auswirkungen von Bt-Mais werden in Europa und den USA kontrovers diskutiert. So ist die Spezifität der Bt-Toxine im Hinblick auf den Maisschädling (wie z. B. den Maiszünsler oder den Maiswurzelbohrer) im Vergleich zum Einsatz eines Breitband-Pestizids positiv zu bewerten. Im Vergleich zu integrierten und nachhaltigen Bekämpfungsstrategien ist aber der während einer gesamten Vegetationsperiode wirkende Einsatz eines Toxins negativ zu bewerten. Die Resistenzentwicklung, die z.B. durch die hohen Generationswechsel in den Tropen noch beschleunigt wird, kann zu einem schnellen Verlust des Bekämpfungserfolges führen. Gleichzeitig wird Bt-haltiger Pollen auch in benachbarte Ökosysteme ausgetragen und kann dort u.a. auch geschützte Insektenarten gefährden. Neue Untersuchungen aus den USA (ROSI-MARSHALL et al. 2007) zeigen, dass z.B. Köcherfliegen in Gewässern, die transgenem Bt-Toxin ausgesetzt sind, geschädigt werden können (d.h. geringere Wachstums- und höhere Mortalitätsraten aufwiesen). Dieser Wirkungspfad war trotz der jahrzehntelangen Forschung mit transgenem Bt-Mais bisher nicht berücksichtigt worden. Eine Abschätzung des Risikos in Gebieten mit einer wesentlich höheren biologischen Vielfalt, zu denen viele Entwicklungsländer zählen, ist umso schwieriger und steht noch aus.

3.3.4 Indirekte Auswirkungen auf die Agrarlandschaften und die Agrobiodiversität

Veränderungen in den Anbautechniken können zu tiefgreifenden Veränderungen auf die biologische Vielfalt führen, wie es uns die Erfahrungen mit der „Grünen Revolution“ in den 60er und 70er Jahren zeigen.

Ein Anbau herbizidresistenter Kulturen ermöglicht durch den Einsatz von Totalherbiziden, die alle anderen Pflanzen abtöten, eine weitere Intensivierung der Produktion mit weiteren negativen Folgen für den Naturhaushalt in Agrarlandschaften. Beispielsweise kann Organismen, die im Agrar-Ökosystem leben und wichtige Funktionen ausfüllen, die Nahrungsgrundlage entzogen und ihre Population reduziert werden (FIRBANK et al., 2005). Auch insekten- oder schädlingsresistente Pflanzen können indirekte Wirkungen haben, indem durch Schädigung von Nichtziel-Organismen wiederum über die Nahrungskette weitere Auswirkungen auf die Artenvielfalt entstehen.

Spezifische Untersuchungen zu Auswirkungen auf die Umwelt von Schwellen- und Entwicklungsländern liegen bisher kaum vor. Eine Risikobewertung des Anbaus von GVO muss jeweils die regionalen Bedingungen und die Eigenschaften der Umwelt vor Ort berücksichtigen. Bisher haben aber nur wenige Entwicklungsländer bzw. Schwellenländer die Kapazität und die verwaltungstechnische Ausstattung, eine regional spezifische Risikobewertung durchzuführen.

3.4 Sozioökonomische Auswirkungen

Die hohen Forschungs- und Entwicklungskosten der Gentechnik haben in den letzten Jahrzehnten zu einer weiteren Konzentration im Saatgutmarkt geführt. Wenige Großkonzerne dominieren den Saatgut- und Pestizidhandel. Durch Patente und Lizenzverträge versuchen die Konzerne ihre hohen Investitionen rückzufinanzieren, was Landwirte in eine starke Abhängigkeit führt. Insbesondere Kleinbauern in Entwicklungsländern sind hiervon empfindlich betroffen. Am 28.04.2008 hat sich der Ausschuss für wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte des UN-Menschenrechtsausschusses auf Antrag von indischen Menschenrechtsgruppen mit dem Selbstmord von 200.000 Bauern in Indien beschäftigt (UN 2008). Die Bauern hatten sich in vielen Fällen durch den Erwerb von Saatgut und der damit verbundenen Abhängigkeit von Saatgut- und Pflanzenschutzkonzernen hoch verschuldet. Der Ausschuss stellte fest: “The Committee is particularly concerned that the extreme poverty among small-hold farmers caused by the lack of land, access to credit and adequate rural infrastructures, has been exacerbated by the introductions of genetically modified seeds by multinational corporations and the ensuing escalation of prices of seeds, fertilisers and pesticides, particularly in the cotton industry.”

In anderen Fällen führen vertragliche Bestimmungen der Saatgutkonzerne sowie das fast ausschließliche Angebot von Hybridpflanzen dazu, dass Saatgut immer wieder neu erworben werden muss und der Nachbau, d.h. der Rückbehalt eines Teils der Ernte für die Aussaat im nächsten Jahr, unterbunden wird. Agro-Gentechnik-Konzerne versuchen verstärkt, auch in gesetzlichen Bestimmungen den Nachbau verbieten zu lassen (GRAIN 2007). Kleinbäuerliche Strukturen, die auf gegenseitige Hilfe und Austausch angelegt sind, werden auf diese Weise beeinträchtigt.

Diese Beispiele zeigen, dass auch sozioökonomische Folgen der Agro-Gentechnik (Stichwort Kosten-Nutzen-Analyse, Auswirkungen auf kleinbäuerliche lokale Betriebsstrukturen) bedacht und untersucht werden müssen.

3.5 Lösungsvorschläge des Weltagrarrates

Der Weltagrarrat (IAASTD) tritt in seinem Bericht (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development 2008) für eine deutliche Wende weg vom bisherigen Paradigma der landwirtschaftlichen Produktion ein. Er schlägt vor, dass die Förderung der landwirtschaftlichen Produktion und entsprechende Forschungsansätze das Hauptaugenmerk auf die lokale und regionale Ebene legen, eine darauf ausgerichtete Ressourcennutzung und angepasste Sortenentwicklung unterstützen und damit die kleinbäuerliche Produktion stabilisieren und steigern. Der Weltagrarrat fordert auch, neben den sozialen Aspekten insbesondere auf Umwelt- und Naturschutzanforderungen zu achten. Die Erhaltung der biologischen Vielfalt wird als ein zentrales Element einer nachhaltigen Landwirtschaft charakterisiert. Als positives Beispiel für eine regional angepasste Strategie des landwirtschaftlichen Anbaus kann die Push-Pull-Methode des ICIPE zur Bekämpfung von Schaderregern gelten (s.o., ICIPE).

3.6 Nahrungssicherung durch eine ökologische Landwirtschaft?

Mit der Begründung, die Erträge lägen deutlich unter denen konventionell angebaute Pflanzen, wird der ökologischen Landwirtschaft häufig nicht zugetraut, ausreichende Nahrung für die Weltbevölkerung liefern zu können. Die geringeren Erträge sind für bestimmte Feldfrüchte (u.a. Kartoffeln) im Vergleich mit einer High-Input Landwirtschaft zutreffend, lassen sich aber nicht auf den globalen Maßstab übertragen. So konnte eine Reihe von Studien aus den letzten Jahren belegen, dass die Erträge einer ökologischen Landwirtschaft bei gutem Management nach einer fünfjährigen Umstellungsphase insgesamt denen einer konventionellen Landwirtschaft entsprechen (PRETTY et al. 2006; PIMENTEL et al. 2005); dies gilt auch für die Industrieländer. Die FAO¹ erwartet nach einer Studie von BADGLEY et al. (2007) sogar, dass eine nachhaltige Produktionssteigerung durch ökologischen Landbau insbesondere in Entwicklungsländern im Durchschnitt zu höheren Erträgen

Ermittelt in langjährigen Vergleichsuntersuchungen in GB
(FAO 2007 Organic Agriculture and Food Security)

von bis zu 130 % bei gleichzeitiger Ressourcenschonung führen kann und ausreichend ist, um die wachsende Weltbevölkerung zu ernähren. Dies lässt sich dadurch erzielen, dass bereits wenige Verbesserungen, wie z.B. bei der Düngung, zu dramatischen Ertragssteigerungen führen.

Gleichzeitig bietet die ökologische Landwirtschaft im Gegensatz zur High-Input-Landwirtschaft eine höhere Ertragsicherheit, da die Pflanzen robuster gegenüber veränderten klimatischen Bedingungen und weniger krankheitsanfällig sind. Auch beim Klimaschutz ist der Ökolandbau dem konventionellen, vor allem durch den Verzicht auf mineralische Dünger sowie die stärkere Kohlenstoffbindung, und damit Humusanreicherung im Boden, überlegen. Auf Flächen des ökologischen Landbaus kommen zudem deutlich mehr Pflanzen- und Tierarten als auf konventionellen Flächen vor (SOIL ASSOCIATION 2000). Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel und leichtlösliche mineralische Stickstoffdünger eingesetzt werden, zum anderen sind aber auch die Fruchtfolgen vielfältiger, die Bodenfruchtbarkeit ist höher und es wird eine standortangepasste Tierhaltung angestrebt.

4 Fazit

- Das Ertragspotenzial einer Sorte wird von vielen Genen gesteuert und ist von einem Komplex klimatischer und standörtlicher Bedingungen (u.a. Boden) abhängig. Gentechnisch basierte Ertragssteigerungen lassen sich somit im Regelfall nicht mit der Übertragung einiger weniger Gensequenzen erzielen.
- Komplexe Eigenschaften wie Salztoleranz oder Trockentoleranz beruhen ebenfalls auf gemeinsam regulierten Genkomplexen.
- Die hohen Forschungs- und Entwicklungskosten haben zu einer Marktkonzentration bei den Saatgutherstellern geführt und zudem eine Konzentration auf wenige Pflanzenarten bewirkt, die insbesondere für den globalen Futtermittelmarkt (Soja, Mais) oder als nachwachsende Rohstoffe (Baumwolle, Raps) von Bedeutung sind.
- Die bestehenden Patente und anfallende Lizenzgebühren sind für Kleinbauern eine hohe Markthürde und führen zu großen Abhängigkeiten und Verschuldungen.
- Andere Züchtungsansätze (wie v.a. die markergestützte Züchtung, „smart breeding“) und lokal angepasste Weiterentwicklungen der landwirtschaftlichen Produktion versprechen schnellere und preisgünstigere Lösungen.
- In vielen Regionen der Erde liegen die Hauptprobleme der Nahrungsmittelversorgung im Zugang zu Land und zu ausreichenden Produktionsmitteln. Eine Lösung ist hierbei nicht alleine durch eine Senkung der Nahrungsmittelpreise oder durch hohe Investitionen erfordernde Ertragssteigerungen zu erreichen.
- Alternative naturverträgliche und nachhaltige Lösungsansätze stehen vielfach bereits zur Verfügung und sollten weitere Unterstützung in Forschung, Ausbildung und Politik erhalten.

5 Zusammenfassung: Position des BfN

Das BfN unterstützt,

- die Suche nach und Durchführung von sozial und ökologisch angepassten Lösungen vor Ort. Dazu gehören insbesondere eine klare Priorisierung der Versorgung der Menschen vor Ort u.a. durch eine problemlösungsorientierte Weiterentwicklung der regionalen und örtlichen Landwirtschaft, Saatgut, das frei zur Verfügung steht, eine Landverteilung, die ausreichend Landwirtschaft zur Sicherung der eigenen Versorgung ermöglicht sowie ein Ausbau der lokalen Infrastruktur.
- die Förderung des Einsatzes schon heute verfügbarer Methoden einer naturverträglichen und nachhaltigen Ertragssicherung und -steigerung. Hierzu zählen z.B. der ökologische Landbau, Agroforestry-Ansätze, Low Input Systeme, markergestützte Züchtungsverfahren („smart breeding“) und biologische oder mechanische Pflanzenschutzmaßnahmen.

Das BfN fordert, dass

- 1) eine Unterstützung von Nahrungsmittelproduktionssystemen in den Schwellen- und Entwicklungsländern nur im Rahmen einer nachhaltigen naturverträglichen und standortangepassten Entwicklung erfolgen sollte (Entwicklungshilfe auf naturverträgliche landwirtschaftliche Produktionssysteme konzentrieren, Produktivitätssteigerungspotenziale naturverträglich realisieren).
- 2) bei der Mobilisierung von derzeit nicht genutzten landwirtschaftlichen Flächen die ökologischen Leistungen und Funktionen („ecosystem services“) dieser Flächen in die Bewertung der Wirtschaftlichkeit einbezogen werden müssen.
- 3) auf den Einsatz von transgenen Pflanzen solange verzichtet wird, bis der Nutzen für eine nachhaltige Ertragssteigerung und die Naturverträglichkeit der Anbausysteme (Kosten-Nutzen-Analysen) nachgewiesen worden ist sowie in den betroffenen Ländern Strukturen aufgebaut wurden, die eine regional angepasste Risikobewertung ermöglichen.
- 4) die Forschungsförderung auf Projekte konzentriert werden sollte, die auf eine naturverträgliche und nachhaltige Ertragssicherung und Ertragssteigerung auf lokaler und regionaler Ebene ausgerichtet sind. Hierbei sollten eine darauf ausgerichtete Ressourcennutzung, eine angepasste Sortenauswahl und -entwicklung, eine Weiterentwicklung traditioneller Landbauverfahren sowie die Stabilisierung einer kleinbäuerlichen Produktion im Vordergrund stehen.

6 Literatur

- AGBIOWORLD (2004): Genetic engineering can help solve food crisis: US expert.
http://www.gmofoodforthought.com/2008/07/genetic_engineering_can_help_s.html. Abgerufen am 17.12.2008.
- BADGLEY, C., MOGHTADER, J., QINTERO, E., ZAKEM, E., CHAPPELL, M. J. AVILÉS-VÁZQUEZ, SAMULON, A. & PERFECTO, I. (2007): Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22 (2): 86-108.
- BENBROOK, C.M. (2005) Harvest at risk - Impacts of Roundup Ready wheat in the Northern Great Plains, Hrsg. Western Organization of Resource Councils - WORC (USA), BioTech InfoNet: 1-62.
- BfN (2008a): http://www.bfn.de/0313_agrobiodiv.html. Abgerufen am 17.12.2008
- BfN (2008b): Where have all the flowers gone? - Positionspapier des BfN zur Situation des Grünlandes. <http://www.bfn.de/positionspapiere.html>
- BUND ÖKOLOGISCHE LEBENSMITTELWIRTSCHAFT (BÖLW) 2006: Nachgefragt: 25 Antworten zum Stand des Wissens rund um den Ökolandbau. http://www.bfn.de/0313_agrobiodiv.html. Abgerufen am 17.12.2008.
- BROOKES, G. & BARFOOT, P. (PG ECONOMICS) (2006): GM Crops: The first ten years – Global socio-economic and environmental impacts. ISAAA BRIEF 36, ITHACA, NY.
- CROPLIFE (2008a): The next generation 'Green Revolution'. <http://www.croplife.org>.
- CROPLIFE (2008b): Science and Technology are Key to Growing More Food, Press release, 15. April 2008. <http://www.croplife.org>. Abgerufen am 17.12.2008.
- EKER, S., OZTURK, L., YAZICI, A., ERENOGLU, B., ROMHELD, V. & CAKMAK, I. (2006): Foliar-Applied Glyphosate Substantially Reduced Uptake and Transport of Iron and Manganese in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Plants. – *Journal of agricultural and food chemistry*, 54 (26): 10019-10025.
- FAO (2006): www.fao.org/ag/magazine/0612sp1.htm. Abgerufen am 25.09.2008.
- FAO (2007): International Conference on Organic agriculture and food security, 03.-05. Mai 2007, FAO, Italy, <ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/OFS-2007-5.pdf>. Abgerufen am 24.09.2008
- FERNANDES-CORNEJO, J. & CASWELL, M. (2006): The First Decade of Genetically Engineered Crops in the United States. United States Department of Agriculture. Economic Information Bulletin, 11: 1-30.
- FIRBANK, L. G., ROTHERY, P., MAY, M. J., CLARK, S. J., SCOTT, R. J., STUART, R. C., BOFFEY, C. W. H., BROOKS, D. R., CHAMPION, G. T., HAUGHTON, A. J., HAWES, C., HEARD, M. S., DEWAR, A. M., PERRY, J. N. & SQUIRE, G. R. (2005) Effects of genetically modified herbicide-tolerant crop-ping systems on weed seedbanks in two years of following crop. *Biology Letters of the UK Royal Society*, published online: www.journals.royalsoc.ac.uk.
- GÖRG, C. (1998): Die Regulation der biologischen Vielfalt und die Krise gesellschaftlicher Naturverhältnisse. In: Flitner, Heins und Görg (Hrsg.) (1998): *Konfliktfeld Natur*, Opladen: 39-62.
- GRAIN (2007): The end of farm-saved seed? Grain briefing February 2007, http://www.grain.org/briefings_files/upov-2007-en.pdf. Abgerufen am 17.12.2008.
- GORDON, B. (2007): Manganese Nutrition of Glyphosate-Resistant and Conventional SOYBEANS. *BETTER CROPS*, 91 (4): 12- 13.
- ICIPE (International Centre of Insect Physiology and Ecology)
<http://www.icipe.org/home/52?task=view>. Abgerufen am 21.11.2008.
- IAASTD (2008) (The International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development): Executive Summary of the Synthesis Report of the IAASTD.
http://www.agassessment.org/docs/SR_Exec_Sum_210408_Final.pdf. Abgerufen am 27.05.2008
- JOST, P., SHURLEY, D. & CULPEPPER, S. (2008): Economic comparison of transgenic and nontransgenic cotton production systems in Georgia. *Agronomy Journal*, 100 (1): 42-51.

- PEARCE, F. (2002) The great Mexican maize scandal. *New Scientist*, 174: 14-16.
- PHILLIPS, P. W. B. (2003) The economic impact of herbicide tolerant canola in Canada. In: *The economic and environmental impacts of Agbiotech: A global perspective*. Kalaitzandonakes, N.G., (ed.), New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, pp 119-139.
- PRETTY, J. N., NOBLE, A. D., BOSSIO, D., DIXON, J., HINE, R. E., PENNING DE VRIES, F. W. T. & MORISON, J. I. L. (2006): Resource-Conserving Agriculture Increasing Yields in Developing Countries. *Environmental Science & Technology*, 40 (4): 1114-1119.
- PIMENTEL, D., HEPPERLY, P., HANSON, J., DOUDS, D. & SEIDEL, R. (2005): Environmental, Energetic and Economic Comparisons of Organic and Conventional Framing Systems. *BioScience*, 55 (7): 573-582.
- QUIST, D. & CHAPELA, .H. (2001) Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature*, 414: 541-542.
- ROSI-MARSHALL, E.J., TANK, J.L., ROYERS, T.V., WHILES, M.R., EVANS-WHITE, M., CHAMBERS, C., GRIFFITHS, N.A., POKELSEK, J. & STEPHEN, M.L. (2007): Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems. *PNAS*, 104 (41): 16204-16208.
- Soil Association (2000): The Biodiversity benefits of organic farming. http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/biodiversity_benefits.pdf. Abgerufen am 17.12.2008.
- STERN REVIEW REPORT ON THE ECONOMICS OF CLIMATE CHANGE (2006). http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm. Abgerufen am 17.12.2008.
- TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (1998): *Gentechnik, Züchtung und Biodiversität*. TAB-Arbeitsbericht Nr. 55, Bonn, 304 S.
- TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (2007): *Transgenes Saatgut weltweit – Eine Frage des Nutzens?* TAB-Brief 32: 28-31.
- UN (2008) Consideration of reports submitted by states parties under articles 16 and 17 of the conenant, concluding observations of the committee on Economic, social and cultural Rights-India-Fortieth session of the committee on economic, social and cultural rights 28.04-16.05.2008, <http://www2.ohchr.org/english/bodies/cescr/docs/co/E.C.12.IND.CO.5.doc>. Abgerufen am 17.12.2008.
- VAN ELSSEN, T. & DANIEL, G. (2000): *Naturschutz praktisch. Ein Handbuch für den ökologischen Landbau*, 108 S.