

Biodiversität: die Bedeutung der Biotechnologie

- *Biodiversität und Bevölkerungswachstum*
- *Verlust an Biodiversität und Strategien zu deren Erhaltung*
- *Die Konvention über die Biologische Vielfalt & das Biosicherheits-Protokoll*
- *Ökonomische und politische Überlegungen*

Biodiversität ist aus vielen, sehr unterschiedlichen Gründen wichtig. Da sind der Eigenwert der in freier Wildbahn lebenden Arten und die vielen Sorten von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen, die weltweit in der Landwirtschaft und für andere Aktivitäten des Menschen genutzt werden - als genetische Ressourcen in der Gesundheitsfürsorge, der Landwirtschaft und der Nahrungsmittelproduktion oder auch aus ästhetischen Gründen und zur Freizeitgestaltung.

Diese Informationsschrift fasst die verschiedenen Aspekte der Biodiversität im Zusammenhang mit der Biotechnologie zusammen. Die Biotechnologie - obgleich umstritten insbesondere bei landwirtschaftlichen Anwendungen - hat das Potential, die Nachhaltigkeit auf vielen Wegen zu verbessern. Es wird daher erwartet, dass sie dazu beiträgt, die natürliche sowie die landwirtschaftliche Biodiversität zu erhalten. Diese Informationsschrift resultiert aus den miteinander verknüpften Beiträgen von Wissenschaftlern, Vertretern von Industrie, Regierungs-Organisationen und anderen Organisationen aus ganz Europa. Der Zweck dieser Schrift ist, Informationen zur Verfügung zu stellen; sie repräsentiert nicht die Ansichten oder Politik der Europäischen Föderation Biotechnologie oder einer anderen Gruppe. Ziel ist vielmehr, ausgewogene Informationen bereitzustellen und die öffentliche Debatte zu fördern.

Das Wesen der Biodiversität

Die heutige Biodiversität ist das Ergebnis von 3,5 Milliarden Jahren Evolution. Alle Lebewesen, die wir heute kennen, sowie alle, die jemals vorher lebten, haben sich aus einem Ur-Mikroorganismus durch Mutations- und Selektionsprozesse entwickelt. Separate Arten entstanden, wenn Mutationen bei Verwandten keine Kreuzungen untereinander mehr erlaubten, zum Beispiel nach geographischer Trennung. Die überwiegende Mehrzahl der entstandenen Arten, wahrscheinlich mehr als 99%, verschwanden wieder. In der Langzeit-Beobachtung hat es so etwas wie Nachhaltigkeit nicht gegeben - nur den Wandel. Es ist jedoch deutlich, dass heute, durch den massiven Einfluss des Menschen, Wandel und Verlust der Biodiversität viel schneller voranschreiten als jemals zuvor - dies macht das Bemühen um Nachhaltigkeit so wichtig.

Biodiversität kann auf drei verschiedenen Ebenen betrachtet werden: Ökosysteme, Arten und Gene. Aber es gibt keine allgemein akzeptierte Definition der Biodiversität und es gibt keinen generellen Konsens, wie Veränderungen in der Biodiversität unter wissenschaftlichen, politischen und/oder normativen Gesichtspunkten beurteilt werden sollten. Die Zahl der heute lebenden Arten an Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen beträgt wahrscheinlich 10 Millionen oder mehr - davon wurden bislang nur 1,4 Millionen benannt. Praktisch alle der 40.000 Wirbeltier-Arten und die meisten der 250.000 höheren Pflanzen sind bekannt. Auf der anderen Seite gibt es wahrscheinlich mehr als je eine Million Arten von Pilzen und Nematoden (fadenförmige Würmer) und mehrere Millionen Insektenarten; erst 70.000 (Pilze), 13.000 (Nematoden) beziehungsweise 950.000 (Insekten) wurden identifiziert. Nur rund 5.000 Bakterien und Viren sind bislang identifiziert worden - dennoch mag auch hier die Anzahl höher als eine Million liegen.

Die verschiedenen Tier- und Pflanzenarten leben nicht unabhängig voneinander, sondern zusammen in spezifischen Gemeinschaften und Ökosystemen und bilden mehr oder weniger stabile Verbände. Einer dieser Verbände ist zum Beispiel der tropische Regenwald, dem man generell den höchsten Grad an Biodiversität zuspricht. Biodiversität muß sowohl unter dem Gesichtspunkt betrachtet werden, wieviele Arten vorhanden sind, als auch, wieviele Individuen jeder Art vorhanden sind. Oft wird die Anzahl der Arten in einem bestimmten Ökosystem als Maß für die Biodiversität dieses Ökosystems herangezogen, da andere Kriterien schwieriger anzuwenden sind. Zudem ist noch nicht geklärt, ob die Gesamtmenge an lebendem Material an einen bestimmten Ort - die Biomasse - generell von der Biodiversität abhängt. Einige Forscher behaupten, dass der Verlust an Arten nicht durch zusätzliches Wachstum der anderen Arten kompensiert wird und daher zu einer Reduktion der Gesamt-Biomasse führt.

In der Landwirtschaft werden weltweit rund 7.000 Pflanzenarten angebaut, aber nur 30 Arten stellen 90% unserer Kalorienaufnahme - die drei Pflanzen an der Spitze sind Weizen, Reis und Mais. Innerhalb dieser vorherrschenden Nutzpflanzen-Arten gibt es hunderttausende von Varietäten ("Landrassen"), angepasst an das

EUROPÄISCHE
FÖDERATION
BIOTECHNOLOGIE

ARBEITSGRUPPE
FÜR DIE
ÖFFENTLICHE
AKZEPTANZ DER
BIOTECHNOLOGIE



Information

Für weitere Auskünfte über die Informationsschriften und andere Veröffentlichungen sowie die Tätigkeitsbereiche der Arbeitsgruppe für die Öffentliche Akzeptanz der Biotechnologie der Europäischen Föderation Biotechnologie, wenden Sie sich bitte an:

Prof Dr Richard Braun (*Vorsitzender*)
Bio-Link
Enggsteinstraße 19
CH-3076 Worb
Tel & fax: +41 31 8320000
Email: rdbraun@bluewin.ch

Dr. David J Bennett (*Sekretär*)
Secretariat, EFB, Task Group on Public
Perceptions of Biotechnology
Oude Delft 60
NL-2611 CD Delft
Tel: +31 15 2127800
Fax: +31 15 2127111
Email: efb.cbc@tnw.tudelft.nl
<http://efbweb.org/ppb>

© Copyright EFB Task Group on Public Perceptions of Biotechnology, 2001.

Diese Informationsschrift dient Informationszwecken und gibt nicht die Ansichten der Europäischen Föderation Biotechnologie oder einer anderen Institution wieder. Sie darf nur zu Forschungs- und Lehrzwecken vervielfältigt werden und muß in diesem Fall eine entsprechende Erwähnung des Urhebers und einen diesem Abschnitt entsprechenden Hinweis bezüglich der Kopierrechte enthalten. Zu anderen Zwecken darf die Publikation auch nicht ausschnittsweise ohne die Erlaubnis des Urhebers vervielfältigt werden.

Die Arbeitsgruppe dankt der Europäischen Kommission, Generaldirektion Forschung, für die gewährte Unterstützung und Finanzierung dieser und anderer Ausgaben.



Informationsschrift

11

Oktober 2001

*Übersetzung des englischen
Originaltextes*

lokale Klima und die Anbaupraktiken. Ein großer Teil dieser beträchtlichen Nutzpflanzen-Vielfalt ist wichtig, um Ausgangsmaterial für die Züchtung zu stellen. Dennoch ist die genetische Vielfalt bei Nutzpflanzen viel weniger breit als bei Pflanzen und Tieren in freier Wildbahn. Dies zeigt die Wichtigkeit von Wildarten für landwirtschaftliche Züchtungs-Programme.

Bevölkerungswachstum

Die Weltbevölkerung ist von 2,5 Milliarden Menschen im Jahr 1950 auf heute 6 Milliarden angestiegen und wird 2050 voraussichtlich rund 9 Milliarden erreichen. 800 Millionen Menschen sind heute unterernährt. Über 90% des erwarteten Bevölkerungswachstums wird in Entwicklungsländern (less developed countries LDCs) und dort in den Städten stattfinden; es werden mehr Lebensraum, Wasser, Energie, Holz, Nahrung und Dienstleistungen benötigt. Für den Zeitraum von 1995 bis 2020 wird das größte relative Bevölkerungswachstum (80%) von 500 auf 900 Millionen Menschen in der Sub-Sahara-Region Afrikas erwartet. Ob die HIV/AIDS Epidemie in dieser Region die Populationsdynamik wesentlich beeinflussen wird, ist noch nicht klar – die meisten der heute Infizierten sind im reproduktiven Alter.

Verlust an Biodiversität

Der Verlust an Biodiversität kann durch den den Verlust einzelner Arten, Artengruppen oder die Abnahme der Anzahl von Organismen gemessen werden. Die größten Bedrohungen für die Biodiversität der Erde sind erstens der Verlust an Habitaten (vor allem durch die Ausdehnung von landwirtschaftlichen Nutzflächen, Städten und Straßen) und zweitens die Einführung exotischer Arten. Habitate können auch durch natürliche Überflutungen, Wassermangel, Klimaveränderungen usw. geschädigt werden.

Da die tropischen Regenwälder besonders reich an Biodiversität sind, ruft ihre Zerstörung überproportional hohen Schaden hervor. Man schätzt, dass nur noch die Hälfte der noch vor 100 Jahren rund 16 Millionen Quadratkilometer Regenwald übrig ist. Rund eine Million Quadratkilometer werden alle 5 bis 10 Jahre zerstört. Biodiversität ist nicht gleichmäßig verteilt, aber gerade dort gibt es Gebiete mit besonders vielfältiger Biodiversität ("Hotspots"), deren Erhaltung von besonderem Interesse ist.

Importierte Pflanzen- und Tierarten gefährden die einheimischen Arten durch höhere Wettbewerbsfähigkeit und oft durch den Mangel an natürlichen Feinden. Eins der extremsten Beispiele kann in der argentinischen Pampa beobachtet werden, einem ebenen Grasland mit gemäßigtem Klima. Dort sind nahezu alle einheimischen Gräser verschwunden und durch europäische Pflanzen ersetzt. Diese Invasion wurde durch europäische Farmer verursacht, die Tiere und Nutzpflanzen mitbrachten und dabei auch unbeabsichtigt viele verschiedene Unkräuter verbreiteten. Dies wurde bereits 1833 von Charles Darwin beobachtet. Inseln sind besonders durch Eindringlinge gefährdet; dies ist für Hawaii, Neuseeland oder die Galapagos-Inseln gut dokumentiert.

Biologische Schädlingsbekämpfungsmittel werden häufig in landwirtschaftliche Ökosysteme eingebracht mit dem Ziel,

Schädlinge oder Unkräuter zu kontrollieren, ohne zu chemischen Mitteln zu greifen. Obwohl es dabei viele willkommene Erfolge gibt, können sich solche Systeme auch fehlentwickeln. Ein Beispiel ist die Einführung des Siebenpunkt-Marienkäfers in der Absicht, in den USA die Russische Weizen-Blattlaus zu bekämpfen. Es zeigte sich, dass er ein Konkurrent des einheimischen Marienkäfers war, der daraufhin verschwand. Der Mungo, ein indisches Säugetier wurde auf mehreren Inseln (Fidschi, Mauritius, Hawaii) eingeführt, um Ratten und Schlangen unter Kontrolle zu halten. Dies führte zur Ausrottung mehrere endemischer Vögel, Reptilien und Amphibien. Es wurde beobachtet, dass eingeführte Wespen endemische Schmetterlinge töteten und möglicherweise ausrotteten.

Neigen transgene Pflanzen als solche zur Ausbreitung? Im bislang ausgedehntesten Langzeitexperiment wurden 4 verschiedene Nutzpflanzen (Raps, Kartoffel, Mais und Zuckerrübe) in 12 verschiedenen Habitaten angebaut und über einen Zeitraum von 10 Jahren beobachtet. In keinem einzigen Fall waren dabei die gentechnisch veränderten Pflanzen invasiver oder persistenter als ihre konventionellen Gegenüber. Jedoch würde man dies auch nicht erwarten, sofern die transgene Pflanze nicht ihre Fitness in freier Wildbahn gesteigert hat. Es gibt keinen plausiblen Grund, warum Nutzpflanzen, die zum Überleben jahrhundertlang auf menschliche Pflege angewiesen waren, nur durch den Einbau eines oder weniger, gut charakterisierter Gene - zusätzlich zu den vielen tausend eigenen Genen - zu Unkräutern werden sollten. Dennoch ist es erforderlich, das Monitoring transgener Nutzpflanzen über mehr als 10 Jahre weiterzuführen. Große Anbauflächen einer einzigen Sorte ohne Rotation sollten bei jeder Nutzpflanze vermieden werden, da Monokulturen für Krankheiten und Schädlingsbefall anfälliger sind.

Strategien zur Erhaltung

Erhaltung kann - abhängig vom entsprechenden Fall - *in situ* in einem mehr oder weniger natürlichen Habitat oder *ex situ* in einer zu diesem Zweck gebauten Umgebung erfolgen. *in situ* Erhaltung beinhaltet Bewahrung und Schutz natürlicher Lebensräume, während Botanische Gärten, Samenbanken und Zoos für die *ex situ* Erhaltung genutzt werden.

Die Erhaltung eines beträchtlichen Teils des tropischen Regenwaldes würde es noch ermöglichen, durch Auswahl der geeignetsten "Hotspots" rund die Hälfte der einheimischen Arten zu erhalten. Der Schutz großer Flächen stellt ein bedeutendes sozio-ökonomisches und politisches Problem dar. Es ist bei weitem nicht geklärt, wie die Wälder vor dem Übergriff hungriger Menschen auf der Suche nach Ackerland bewahrt werden können. Eine realisierbare Strategie könnte sein, nachhaltigen Lebensunterhalt für die Landbevölkerung zu finden, der mit der Erhaltung der tropischen Regenwälder vereinbar ist; dies wird mit unterschiedlichem Erfolg versucht. Überwachung allein wird bei so ausgedehnten Territorien nicht erfolgreich sein, wie auch bei der Drogenbekämpfung zu sehen ist.

Erhaltung umfasst auch die landwirtschaftliche Biodiversität in Form von Nutzpflanzensorten, "Landrassen" (lokalen Sorten), semi-domestiz-

ierten Sorten und Verwandten von Nutzpflanzen. Die Rolle einheimischer Gemeinschaften beim Erhalt der Agro-Biodiversität wird durch das "Global Biodiversity Assessment" und den "Leipziger Aktionsplan", zwei vor kurzem beschlossene, internationale Vereinbarungen, hervorgehoben.

Die Konvention über die Biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity CBD)

Die Vereinten Nationen haben die Konvention 1992 angenommen und 1993 in Kraft gesetzt. Dies ist das erste Mal, dass eine große Mehrheit der Staaten, wenngleich nicht die USA, sich auf ein rechtlich verbindliches Instrument zur Erhaltung der Biodiversität und die nachhaltige Verwendung biologischer Ressourcen geeinigt haben. Eine radikale Veränderung, die durch die CBD bewirkt wurde, ist die Anerkennung, dass Staaten ein souveränes Recht an der Biodiversität innerhalb ihres eigenen Territoriums haben; zuvor wurden Lebewesen als gemeinsames Erbe der Menschheit angesehen. Unter den Bedingungen der CBD können Lebewesen oder ihre Produkte nur unter gegenseitig vereinbarten Bedingungen ausser Landes gebracht werden. Die Umsetzung ist auf die nationale Ebene delegiert. Dies verpflichtet die Staaten, Biodiversität zu bewerten, Gesetze zu ihrer Erhaltung *in situ* und *ex situ* zu erlassen und die Gesetzgebung innerhalb der nationalen Grenzen durchzusetzen.

Die Biotechnologie wird insbesondere durch die Artikel 16 und 19 der CBD beeinflusst, da diese ein faires und gerechtes Teilen der aus der Nutzung genetischer Ressourcen hervorgegangenen Vorteile verlangen. Dies beinhaltet die Bereitstellung von Einrichtungen und finanziellen Mitteln zum Technologie-Transfer und offenen Zugang zu wissenschaftlichen und technischen Informationen.

Die CBD ist erst seit wenigen Jahren wirksam und so ist es noch zu früh, um die Langzeit-Effekte zu bewerten. Soweit es die Biotechnologie und die potenzielle "Bio-Prospektierung" betrifft, wird es noch Zeit brauchen, um reibungslose Verwaltungs-Abläufe einzuführen, die routinemäßige und enge Zusammenarbeiten erlauben. Nur wenn die Regierungen von Ländern mit reicher Biodiversität sowie pharmazeutische und andere Unternehmen die aus solchen Kooperationen erwachsenden Vorteile sehen, wird sich dieses System ausweiten. Ein Beispiel für solche gemeinsamen Anstrengungen auf dem Gebiet der "Bio-Prospektierung" ist die Suche nach speziellen aktiven Pflanzen-Inhaltsstoffen im tropischen Regenwald von Costa Rica durch die Firma MSD. Dies brachte dem Land 2 Millionen US-Dollar über einen Zeitraum von fünf Jahren ein sowie potentielle Tantiemen, wenn sich profitable Produkte ergeben.

Das Cartagena-Protokoll zur Biologischen Sicherheit

Die CBD lieferte die Basis für ein internationales Abkommen zur Regulierung der grenzüberschreitenden Bewegung lebender GMOs - im Protokoll als "lebende veränderte Organismen" bezeichnet - das nach einer langwierigen Debatte im Frühjahr 2000 in Montreal beschlossen wurde. Das Hauptziel des Protokolls ist es

sicherzustellen, dass GMOs die Biodiversität in den Empfänger-Ländern nicht gefährden. Zusätzlich behandelt es potenzielle Gefährdungen der menschlichen Gesundheit. In der Praxis wird das Protokoll vor allem Auswirkungen auf die Einfuhr von transgenem Saatgut haben. Es verlangt von dem exportierenden Land, ausreichende wissenschaftliche Informationen bereitzustellen, um dem importierenden Land zu ermöglichen, die Risiken zu beurteilen und dann - wenn das Produkt als sicher bewertet wurde - eine entsprechende Vereinbarung "Advance Informed Agreement" zu erlassen.

Ein neu eingerichtetes Clearing House zur Biologischen Sicherheit sammelt und verteilt - wie im Protokoll definiert - relevante Informationen. Basierend auf dem "Vorsorge-Prinzip" können Import-Lizenzen verweigert werden, auch wenn es keine klaren Beweise dafür gibt, dass das Produkt die menschliche Gesundheit oder die Umwelt gefährdet; solche Entscheidungen müssen aber auf einer Risikobewertung basieren. Das Protokoll ist so konstruiert, daß es gleich gewichtig ist wie die Vereinbarungen der Welt-Handels-Organisation (WTO). Diese gestatten es Ländern nicht, den Import von Produkten zu verhindern, solange es keine fundierten wissenschaftlichen Gründe gibt, die zeigen, dass das Produkt die menschliche Gesundheit schädigen könnte. Diese offensichtlich fehlende Priorität zwischen der CBD und den WTO Vereinbarungen könnte zukünftig zu einigen Schwierigkeiten führen. Das Protokoll wird einsatzbereit, wenn es von 50 Nationen ratifiziert ist, voraussichtlich in 2002.

Biotechnologie als Mittel zur Aneignung von Wissen

Die Biotechnologie kann als Werkzeug zum Erwerb wissenschaftlicher Kenntnisse genutzt werden oder um direkt in die Züchtung von Pflanzen und Tieren einzugreifen, insbesondere um genetische Information von einem anderen Organismus auf eine Nutzpflanze oder ein Nutztier zu übertragen. Die Taxonomie, eine der zum Studium der Biodiversität benötigten Wissenschaften, nutzt molekulare Marker, um einzelne Organismen-Stämme oder Arten zu identifizieren - auf fast die gleiche Weise, wie in der Forensischen Medizin Kriminelle identifiziert werden. In Samenbanken werden genetische Fingerabdrücke verwendet, um die Herkunft eines Samens oder die Verwandtschaft von Pflanzensorten nachzuweisen.

Die Biotechnologie ist auch nützlich, um genetische Marker bei der konventionellen Züchtung von Pflanzen und Tieren zu verfolgen. Durch die Analyse weniger Zellen eines neugeborenen Kalbs oder einer frisch gekeimten Nutzpflanze und den Nachweis der An- oder Abwesenheit von bestimmten Genen ist es möglich, Eigenschaften der Nachkommen vorherzusagen, die erst später zutage treten - so wie die Milcheigenschaften einer Kuh oder die erwartete Resistenz einer Nutzpflanze gegenüber einer Pflanzenkrankheit. Diese Anwendung der Biotechnologie auf Nutztiere (nicht auf den Menschen) ist kaum umstritten.

Direkter Gen-Transfer auf Nutzpflanzen und Nutztiere

Im Jahr 2000 wurden weltweit auf rund 44 Millionen Hektar kommerziell genutzte

transgene Nutzpflanzen angebaut, überwiegend in den USA, Kanada und Argentinien sowie in geringeren Mengen in China, Australien, Südafrika, Mexico und Spanien. An erster und zweiter Stelle stehen Sojabohnen und Mais mit 25,8 und 10,3 Millionen Hektar. Baumwolle und Raps bezifferten sich auf rund 5 beziehungsweise 3 Millionen Hektar, während von transgenen Kartoffeln, Kürbis und Papaya nur kleine Flächen kommerziell angebaut wurden. Herbizid-tolerante Sorten dominierten mit 74%, während der Anteil Insekten-resistenter Sorten 19% betrug. Der Anteil Virus-resistenter Nutzpflanzen war recht gering. Die Farmer in den USA haben transgene Nutzpflanzen aufgrund der damit verbundenen ökonomischen Vorteile schnell angenommen.

Der für die Farmer erkennbarste Unterschied war die Einsparung von Herbiziden. Viele stellten auch fest, dass diese neuen Nutzpflanzen weniger häufig gespritzt werden mussten und das ein Anbau "ohne Kultivierung" (ohne Pflügen und ohne Eggen) möglich war. Diese Vorteile können die höheren Anschaffungskosten für transgenes Saatgut ausgleichen. Klar ist, dass diese Überlegungen nur für Länder mit ähnlichen landwirtschaftlichen und ökonomischen Systemen wie in den USA zutreffen und nicht für Entwicklungsländer. Ob es in näherer Zukunft eine Ausdehnung oder eine Reduktion der Anbaufläche transgener Nutzpflanzen geben wird, wird von den Gesetzen des Marktes, der öffentlichen Wahrnehmung von Risiken und Nutzen und von den aufkommenden nationalen und internationalen regulatorischen Rahmenbedingungen abhängen.

Eine große Anzahl transgener Pflanzen sind im Stadium der Entwicklung, darunter viele tropische Nutzpflanzen. Die meisten werden - wenn überhaupt - erst in einigen Jahren auf den Markt kommen. Wahrscheinlich werden sie Vorteile für die Verbraucher aufweisen und einige könnten von besonderem Interesse für die Farmer in tropischen Ländern sein. Zwei Reis-Sorten, die gegenwärtig entwickelt werden, könnten zu bedeutendem gesundheitlichen Nutzen führen. Der "Goldene Reis" enthält erhöhte Mengen an Vitamin A, eine andere Sorte enthält in den Körnern mehr Eisen als gewöhnlich - ein klarer Vorteil für anämische Frauen und ihre Kinder.

Es sind mehrere Linien transgener Nutztiere erzeugt worden, aber keine davon wurde kommerzialisiert. Einige der Linien wurden für die pharmazeutische Industrie entwickelt, mit dem Ziel, Arzneimittel in der Milch zu produzieren.

Andere können eine verbesserte Resistenz gegenüber bestimmten Infektionen aufweisen oder neuartige Enzyme produzieren. Es wurde transgener Lachs entwickelt, der scheller als normal wächst. Dies hat unter Ökologen beträchtliche Bedenken hervorgerufen, insbesondere hinsichtlich dessen Potentials, mit einheimischem Lachs in freier Wildbahn zu konkurrieren. Hier müssen viele Umweltfragen noch geklärt werden.

Einheimische Biodiversität und Biotechnologie

Die Biologische Vielfalt in freier Wildbahn ist in den industrialisierten Ländern seit vielen Jahrhunderten massiv reduziert worden und rund

die Hälfte der tropischen Regenwälder wurde bereits zerstört. Wie kann nun der Rest erhalten werden, wenn gleichzeitig die Weltbevölkerung rapide ansteigt und mehr Nahrung regional produziert werden muss?

Die Ernteerträge bei Getreide sind in den LDCs in den vergangenen vierzig Jahren beträchtlich angestiegen, in erster Linie ein Ergebnis der Grünen Revolution. Dennoch ist der jährliche Anstieg der Getreideerträge in den LDCs von rund 3% in den Jahren 1967-82 auf rund 1% pro Jahr seit 1993 zurückgegangen. Dieses Absinken der Ertragssteigerungsrate bedeutet, dass die Produktivität wahrscheinlich nicht mit dem Bedarf der wachsenden Bevölkerung Schritt halten wird. Die Konsequenzen für die Biodiversität sind verheerend, da mehr Land für die Landwirtschaft benötigt wird, welches vor allem aus Gebieten mit hoher einheimischer Biodiversität stammen wird, insbesondere den tropischen Regenwäldern.

Der vielversprechendste Weg, die Habitat-Zerstörung zu verhindern, ist, die landwirtschaftlichen Erträge in einem "Zweite Grüne Revolution" genannten Prozess zu steigern. Eine Reihe von Komponenten wird hierzu benötigt, darunter Training und Ausbildung der Farmer (insbesondere der Frauen, die in den LDCs die meiste Landarbeit verrichten), ein förderlicheres ökonomisches und politisches Klima, die Verfügbarkeit von landwirtschaftlichen Kreditsystemen usw.. Zusätzlich werden technische Beiträge notwendig sein und vor allem verbessertes Saatgut, produziert entweder durch konventionelle Züchtung oder durch moderne Biotechnologie. Dabei wird man vermehrt von letzterer abhängig sein, da die traditionelle Züchtung hinsichtlich der Erträge ein Plateau erreicht zu haben scheint und langsamer, weniger präzise und nur dann anwendbar ist, wenn Kreuzungen möglich sind. So wird die landwirtschaftliche Biotechnologie, die in der öffentlichen Debatte häufig als gefährlich für die biologische Vielfalt angesehen wird, paradoxerweise wahrscheinlich zu deren Erhaltung beitragen.

Eine begrenztere Sorge, die größtenteils Nordeuropa betrifft, ist die Erhaltung von einheimischen Pflanzen und Tieren, vor allem Vögeln, in landwirtschaftlichen Gebieten. Deren Lebensräume sind Felder, Hecken, Straßenränder und brachliegende Flächen. Dort sind sie hinsichtlich des Futters abhängig von Insekten und den Samen von Unkräutern, die zwischen oder in der Nähe von Nutzpflanzen wachsen. Computermodelle legen den Schluss nahe, dass intensivere Massnahmen zur Unkrautbekämpfung zu kleineren Mengen der für Vögel verfügbaren Unkrautsamen führen können. Dies hängt weit mehr von den Massnahmen zur Unkrautbekämpfung als von den transgenen Pflanzen ab. Herbizid-tolerante Zuckerrüben erlauben es den Landwirten, Unkräuter später zu bekämpfen, indem sie behandeln, wenn die Sämlinge bereits gekeimt sind. Diese effizienteren Methoden können es ermöglichen, mehr Land stillzulegen. Die Stilllegung von mehr Ackerland erfordert finanzielle Anreize.

Landwirtschaftliche Biodiversität und Biotechnologie

Können neu eingeführte transgene Nutzpflanzen Gene auf einheimische Wildpflanzen übertragen

und dabei wichtige Eigenschaften der Wildpflanzen verändern? Gentransfer zwischen Kultur- und Wildpflanzen ist innerhalb von Artgrenzen immer vorgekommen, wenn die zwei Pflanzentypen nahe beieinander standen und gleichzeitig blühten.

Von transgenen Pflanzen kann man hier keine neuartigen Probleme erwarten, außer wenn das vom GVO auf die Wildpflanze übertragene Gen die biologische Fitness des Empfängers signifikant steigert. Generell scheint dies *a priori* unwahrscheinlich zu sein und kann und sollte durch eine Risikoabschätzung experimentell geprüft werden. Einige Menschen haben das Gefühl, dass es einen entscheidenden Unterschied gibt zwischen dem Transfer von Genen von konventionell gezüchteten Pflanzen auf Wildpflanzen und dem Transfer der durch den Menschen hergestellten transgenen Konstrukte von einer GM Pflanze in einen Gen-Pool. Ob von der Einführung eines solchen Genkonstrukts in einen Gen-Pool ökologische Risiken ausgehen, ist eine andere Frage.

Auf der ganzen Welt verwenden Farmer eine beträchtliche Anzahl an Landrassen und Sorten vieler verschiedener Nutzpflanzen. Diese sind normalerweise eng an das lokale Klima und die Topographie angepasst und werden genutzt, um Nahrungsmittel für verschiedene Zwecke zu produzieren. Werden die traditionellen Landrassen und Sorten verschwinden, falls transgene Nutzpflanzen eingeführt würden? Werden dann auf den Feldern nur eine oder wenige Sorten dominieren? Wenn man von den Ereignissen auf dem US Soja-Markt ausgehend urteilt, wird dies nicht eintreten.

Obwohl praktisch alle Herbizid-resistenten Sojabohnen von einem einzigen Transformationsereignis in Monsanto's Roundup Ready Soja abstammen, sind daraus von verschiedenen Saatgutfirmen durch traditionelle Züchtung hunderte von verschiedenen Sorten abgeleitet worden, um Sojabohnen zu entwickeln, die an unterschiedliche Klima- und Bodenbedingungen angepasst sind. Dies zeigt, dass die Biotechnologie zumindest bei dieser dominanten transgenen Nutzpflanze nicht zu einem Verlust an Biodiversität geführt hat. Andererseits kann ausgehend von den letzten hundert Jahren in Europa geurteilt werden, dass die Vielfalt der Sorten von Nutzpflanzen und Nutztieren tatsächlich beträchtlich zurückgegangen ist - jedoch nicht, weil von einer der Züchtungen irgendeine biologische Gefahr ausgegangen ist, sondern weil die Landwirte ökonomisch produzieren mussten. So sind zum Beispiel viele der alten Apfelsorten aufgrund der Vorlieben von Lebensmitteleinzelhändlern und Verbrauchern verschwunden.

In diesem Zusammenhang kann die schnelle Konsolidierung des Weltmarkts für Saatgut bedenklich sein und eine Anti-Trust-Gesetzgebung notwendig machen, um die Vorherrschaft von "Oligopolen" mit eingeschränktem Wettbewerb zwischen nur wenigen Produzenten zu verhindern. Man kann argumentieren, dass es nur wohlhabenden Farmern möglich ist, sich transgenes Saatgut zu leisten. Diese Technologie ist jedoch für kleine Farmer gut geeignet, da sie in kleinen Saatkörnern verpackt ist, die lokal vermehrt werden können. Wenn das Saatgut allerdings die kleinen Farmer erreichen soll, sind viele Saatgut-Verkaufsstellen (öffentliche Kooperativen oder private Firmen) und adäquate landwirtschaftliche Entwicklungsprogramme nötig.

Ökonomische und politische Überlegungen

Unter welchen ökonomischen und politischen Bedingungen wird die Biotechnologie der landwirtschaftlichen Produktivität nützen und gleichzeitig die Biodiversität fördern? Die ursprüngliche Grüne Revolution, die in Asien die Produktion von Weizen und Reis verbesserte, wurde durch öffentliche Forschung initiiert. Heute wird die innovative Forschung in der Biotechnologie vor allem von wenigen großen Firmen durchgeführt. Es gibt hierzu nur bescheidene Beiträge seitens des öffentlichen Bereichs und von kleinen Firmen. Als Gegenleistung für ihre Forschungsinvestitionen streben die Firmen nach den Patentrechten für das geistige Eigentum (Intellectual Property Rights IPR). Dies ist bei den bestehenden IPR-Systemen nahezu unvermeidlich. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit die landwirtschaftlichen Forschungseinrichtungen der LDCs Zugang zu Informationen sowie zu patentierten Materialien und Verfahren erhalten, die für die einheimischen Farmer benötigt werden. Unglücklicherweise wurde die finanzielle Förderung für die landwirtschaftlichen Forschungssysteme der LDCs während der letzten zehn Jahre beträchtlich gekürzt; dieser Trend gefährdet die Sicherung der Welternährung und muss umgekehrt werden.

Von Firmen wie Monsanto und Syngenta wurde bereits eine begrenzte Zahl an Transfers von bestimmten Patenten auf LDCs durchgeführt - so für die Produktion von Virus-resistenten Süßkartoffeln und für den mit Vitamin A angereicherten "Goldenen Reis". Dieser Ansatz, inklusive der Möglichkeit einer verstärkten Lizenzierung, ist wahrscheinlich praktikabler als die Änderung der Patentsysteme dieser Welt - welche jedoch angepasst werden müssen, um lebende Organismen zu behandeln. Eine neu aufkommende Fragestellung auf dem Gebiet der IPR ist der Versuch, traditionelles einheimisches Wissen durch neuartige internationale Gesetzgebung zu schützen.

Mangel an Nahrung scheint - und ist es auch größtenteils - ein Verteilungsproblem zu sein; es ist nicht ausreichend Nahrung für diejenigen verfügbar, die sie benötigen. Die Armen haben einfach nicht das Geld, um genug zu kaufen. Da in den LDCs die meisten Armen noch immer auf dem Land leben, muß dort die Produktion so gesteigert werden, dass nicht nur genügend zum Überleben vorhanden ist, sondern auch ein Überschuß, der verkauft werden kann, um andere Güter und Dienstleistungen zu erwerben. Die

Steigerung der lokalen landwirtschaftlichen Produktivität ist der effektivste Weg, um dies zu tun und sollte - nach Ansicht vieler Ökonomen des öffentlichen Bereichs inklusive derjenigen des UNPD - die moderne Biotechnologie als eine wichtige Komponente einschließen.

Schlussfolgerungen

Die Fragestellungen aus der Interaktion zwischen Biodiversität und Biotechnologie haben weitreichende Konsequenzen und müssen daher Gegenstand eines offenen und gut informierten Dialogs in der Gesellschaft sein. Die Diskussion muss all die verschiedenen Beteiligten einschließen - die Farmer in den LDCs, Wissenschaftler, Industrielle, Organisationen des öffentlichen Interesses, Politiker und die Medien. Kulturelle Werte, die mit Landwirtschaft und Nahrungsproduktion verbunden sind, müssen ebenso bedacht werden wie die eher emotionalen Aspekte von Essen und Trinken.

Die landwirtschaftliche Biotechnologie kann recht verschiedene Einflüsse auf die Biodiversität haben, abhängig davon, welche spezielle Anwendung in Betracht gezogen und wie diese angewendet wird. Die Ergebnisse werden sowohl vom landwirtschaftlichen als auch vom gesellschaftlichen Kontext abhängig sein. Wenn in den LDCs neues transgenes Saatgut nur für eine kleine Gruppe großer Farmer verfügbar ist, kann dies zu großen Monokulturen und einer mäßigen Verbesserung der Nachhaltigkeit mit nur geringer Linderung der Armut führen. Die Biotechnologie hat durch die Reduzierung oder Eliminierung des Drucks, mehr Land in Kultur zu nehmen, das offensichtliche Potential, einheimisches unberührtes Land zu retten, insbesondere in den tropischen Regenwäldern. Der britische Nuffield Bioethik-Rat (Nuffield Council on Bioethics) kam zu dem Schluß, dass aufgrund dieses Potentials der landwirtschaftlichen Biotechnologie "*der moralische Imperativ, GM Nutzpflanzen herzustellen und verfügbar zu machen ... zwingend ist*" Zu ähnlichen Schlußfolgerungen kommt ein gemeinschaftlicher Bericht der Wissenschafts-Akademien von Indien, China, Mexico, Großbritannien, Brasilien und den USA sowie des UNPD, die einen offensichtlichen Bedarf an dieser Technologie hervorheben. Diese und andere Quellen aus dem öffentlichen Bereich verfechten die Meinung, dass die landwirtschaftliche Biotechnologie - umsichtig angewendet - das Potential hat, die Produktivität der Landwirtschaft bei der armen Bevölkerung in den LDCs zu steigern. Als eine Konsequenz daraus kann man erwarten, dass ein Teil der einheimischen Biodiversität bewahrt wird.

LITERATUR

Transgenic Plants and World Agriculture, Royal Society, Juli 2000 (<http://www.royalsoc.ac.uk/policy/index.html> Science Policy reports and Statements, Suchbegriff "Transgenic plants")

Agricultural Biotechnology and the Poor, Herausgeber G.J. Persley und M.M. Lantin, US National Academy of Sciences Consultative Group on International Agricultural Research, Proceedings of an International Conference, Washington DC, 21-22 Oktober 1999 (<http://www.cgiar.org/biotech/rep0100/contents.htm>)

Reviving the stalled momentum of global poverty reduction: what role for genetically modified plants. M. Lipton, 1999, Sir John Crawford Memorial Lecture, CGIAR International Centres Week, CGIAR Sekretariat (<http://www.cgiar.org>)

Genetically modified crops: the ethical and social issue, Nuffield Council on Bioethics, Mai 1999 (<http://www.nuffieldfoundation.org/bioethics/publication/pub0010805.html>)

Human development report 2001, United Nations Development Programme: Sustainable Development. Presse-Mappe: 10. Juli 2001 (<http://www.undp.org/bdr2001>)