

Inhalt

<i>Heiner Niemann</i> Stand und Perspektiven der Bio- und Gentechnologie in Medizin und Landwirtschaft	1
<i>Ludger Honnefelder und Michael Fuchs</i> Risikobewertung und ethische Urteilsbildung in der Biomedizin und Biotechnologie	21
<i>Ivo Appel</i> Risikoabwehr im Gentechnik- und Biotechnologierecht	47
<i>Arno Scherzberg und Stephan Meyer</i> Risikomanagement in der Europäischen Union: Grüne Gentechnik und Nanotechnologie – retro- und prospektiver Blick auf das Vorsorgeprinzip	61
<i>Bernhard Fleckenstein</i> Epidemierisiken durch Neue Viren und ihre Prävention	61
<i>Josef Falke</i> Die Neuorganisation des Schutzes vor Lebensmittelrisiken im Vereinigten Königreich und in Frankreich	61
<i>Rudolf Streinz</i> Bewältigung von Risiken im Lebensmittelrecht und im Arzneimittelrecht	61
<i>Werner Brinkmann</i> Risikobeurteilungen aus Sicht der Stiftung Warentest	61
<i>Horst Hübner</i> Verantwortungsvoller Umgang mit Risiken im Schulsport	61

<i>Martin Beckmann</i> Rechtsschutz gegen Hochwasserrisiken – Steinkohlebergbau unter dem Rhein	61
<i>Thomas Neeße</i> Umweltschutz im Katastrophenfall.....	61
<i>Ernst-Wolfgang Starke</i> Der Bundesnachrichtendienst und die Risiken des Internationalen Terrorismus	61
<i>Martin Nolte</i> Staatliche Verantwortung im Bereich von Mobilfunkanlagen	61
<i>Wolfgang Köck und Katharina Kern</i> Öffentlich-rechtliche Kontrolle von Umweltrisiken, insbesondere Probleme und Perspektiven der europäischen Chemikalienkontrolle	61
<i>Peter Salje</i> Risikovermehrung durch Umwelthaftung?.....	61
<i>Gert-Peter Brüggemann</i> Biomechanische Betrachtungen zu technischen Normen und Risiken im Alltag, bei der Arbeit und im Sport	61
<i>Josef Falke</i> Management von Risiken technischer Produkte im Rahmen der Neuen Konzeption zur technischen Harmonisierung und Normung.....	61
<i>Florian M. Dietz und Thomas Regenfus</i> Risiko und technische Normung im Spannungsfeld von Recht und Technik ..	61
<i>Harald Meerkamm</i> Entwicklungsrisiken – Ein Beitrag aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht	61

<i>Rüdiger Krause</i> Entwicklungsrisiken und Produkthaftung	61
<i>Peter Betz</i> Risikobeurteilungen aus rechtsmedizinischer Sicht.....	61
<i>Andreas Spickhoff</i> Sachverständigenhaftung bei fehlerhafter Beurteilung technischer und medizinischer Risiken	61
<i>Hans Lenk</i> Technik und Verantwortung – Risikoanfälligkeit, Sozialfaktoren und prospektive Verantwortlichkeit, Verantwortungstypen, Konflikte, Prioritätsregeln und Ethikkodizes.....	61

Stand und Perspektiven der Bio- und Gentechnologie in Medizin und Landwirtschaft

Heiner Niemann

I.	Einleitung	1
II.	Rote Biotechnologie	3
	1. Rekombinante Produktionssysteme für Arzneimittel	3
	2. Xenogene Zellen, Gewebe und Organe	5
III.	Grüne Biotechnologie	6
	1. Transgene Pflanzen	6
	a) Entwicklung des Anbaus im Jahre 2004	6
	b) Für und Wider transgener Pflanzen	9
	c) „Golden Rice“ und diätetische Verbesserungen in transgenen Pflanzen	10
	2. Landwirtschaftliche Nutztiere	11
	a) Tierzucht und globale Ernährungssituation	11
	b) Transgene Nutztiere	13
IV.	Öffentliche Akzeptanz und Perspektiven	16
V.	Zusammenfassung	17
VI.	Literatur	18

I. Einleitung

Die Fortschritte in der Molekulargenetik und in der Genomsequenzierung, die Geburt von »Dolly«, dem ersten geklonten Säugetier, sowie die Generierung humaner embryonaler Stammzellen haben die Biologie revolutioniert. Mit dem erfolgreichen Klonen beim Säuger ist ein langjähriges Dogma in der Biologie gefallen, das besagte, dass eine terminal differenzierte Zelle nicht in einen pluri- oder totipotenten Zustand zurückprogrammiert werden kann. Die Kombination aus molekularbiologischen Methoden, Verfahren der Reprogrammierung somatischer Zellen und der gezielten Differenzierung von Stammzellen wird in den nächsten Jahren zur Entwicklung einer neuen Form der Medizin führen.

Das menschliche Genom setzt sich aus etwa 3 Mrd. Basenpaaren zusammen, die ca. 30.000 Gene enthalten, nachdem anfänglich ca. 120.000 Gene beim Säuger angenommen wurden. Der größte Teil des Genoms nimmt keine offensichtlichen Funktionen wahr, nur 2-3% werden zur Proteinbildung verwendet, große Anteile sind repetitive, nicht codierende Sequenzen.¹ Durch alternatives Splicen der mRNA kann jedes Gen mehrere Proteine kodieren, so dass aus dem Genom wesentlich mehr als 30.000 Proteine abgelesen werden können.² Derzeit laufen weltweit intensive Forschungsarbeiten, um die existierenden Genkarten weiter zu verfeinern und Genfunktionen zu entschlüsseln. Jüngste Ergebnisse haben gezeigt, dass das X-Chromosom überproportional viele Gendefekte mit Auswirkungen auf die mentalen Fähigkeiten der betroffenen Menschen enthält.³ Sowohl für die Analyse des Expressionsmusters von Einzelgenen als auch für die Expression der Gesamtheit aller Gene sind sensitive Technologien vorhanden. Über Reverse Transkriptase-Polymerase Kettenreaktion (RT-PCR) können die Transkriptmengen für einzelne Gene quantitativ bestimmt werden.⁴ Arraysysteme für cDNAs oder Proteine erlauben einen detaillierten Einblick in das Expressionsmuster des gesamten Genoms.⁵

Die neuen biologischen Erkenntnisse haben zur Entwicklung der Biotechnologie geführt, die als die praktische Nutzung biologischer Systeme für produzierende oder dienstleistende Zwecke sowie für das Management der Umwelt definiert wird. Im klassischen Sinne umfasst dies Fermentationstechniken, Enzymproduktion, die Herstellung von Rohstoffen für Nahrungs- und Genussmittel sowie Verbesserungen in der Abwasserreinigung. Im neueren Sinne werden darunter gentechnologische Methoden zusammengefasst, insbesondere die In-vitro-Neukombination von DNA mit einem anschließenden Transfer in andere Wirtsorganismen. Auch reproduktionsbiotechnologische Verfahren wie die In-vitro-Fertilisation und das somatische Klonen werden häufig der Biotechnologie zugeordnet. Im Einzelnen werden unterschieden: Die *rote* Biotechnologie in der Medizin, die *grüne* Biotechnologie bei landwirtschaftlichen Nutzpflanzen und Nutztieren, die *blaue* Biotechnologie in marinen Systemen, die *weiße* Biotechnologie im Bereich der Enzymsubstratproduktion sowie die *graue* Biotechnologie im

- 1 *International Human Genome Sequencing Consortium*, Nature 409 (2001), 860; *Venter et al.*, Science 291 (2001), 1304.
- 2 *Modrek/Lee*, Nat. Genet. 30 (2002), 13.
- 3 *Ross et al.*, Nature 434 (2005), 325.
- 4 *Niemann/Wrenzycki*, Theriogenology 53 (2000), 21.
- 5 *Chaudhuri*, Med. Sci. Monit. 11 (2005), RA52.

Bereich der Umwelt. Biotechnologische Verfahren sind insbesondere im Bereich der Medizin sowie im Pflanzenbereich sehr weit entwickelt. Insbesondere in Deutschland findet eine heftige öffentliche Diskussion über Chancen und Risiken statt. Im Folgenden werden der aktuelle Stand der roten und der grünen Biotechnologie kurz dargestellt; abschließend wird auf Fragen der Akzeptanz und die mit der Biotechnologie verbundenen Perspektiven eingegangen.

II. Rote Biotechnologie

1. Rekombinante Produktionssysteme für Arzneimittel

Unter roter Biotechnologie werden die gentechnologische Diagnostik, die Gentherapie, die Erstellung rekombinanter Arzneimittel einschließlich Vaccine, zelluläre Therapien inkl. therapeutisches Klonen sowie die Verwendung von Nutraceuticals (funktionelle Lebensmittel) verstanden. Während Gentherapie und zelluläre Therapien sich noch in der Phase der Grundlagenforschung befinden, sind die gentechnologische Diagnostik und die Produktion von Arzneimitteln und Vaccinen über rekombinante Verfahren bereits in der praktischen Anwendung. Die Produktion rekombinanter Arzneimittel hat bereits Ende der 80er Jahre in Deutschland eine heftige öffentliche Diskussion über das Für und Wider der Gentechnologie ausgelöst. Dies hat dazu geführt, dass große Pharmafirmen Entwicklung und Produktion rekombinanter Produkte ins Ausland verlegt haben. Die Firma Hoechst, heute Teil von Sanofi-Aventis, konnte erst nach über 14-jährigen Auseinandersetzungen mit den Behörden Anfang 2000 mit der Produktion von rekombinantem humanen Insulin in Deutschland beginnen.⁶ Bis zum Jahr 2005 sind in Deutschland 109 Arzneimittel mit 80 gentechnologisch hergestellten Wirkstoffen zugelassen, die etwa 10% des Arzneimittelumsatzes ausmachen. Weltweit sind zurzeit von allen zugelassenen Wirkstoffen 3-5% gentechnischen Ursprungs. Von den jährlich neu zugelassenen Wirkstoffen sind etwa 20-25% aus gentechnologischer Produktion, was den weltweiten Anteil rekombinanter Arzneimittel an der Gesamtproduktion in den nächsten Jahren kontinuierlich steigen lassen wird.⁷

⁶ Peerenbohm, Nat. Biotechnol. 16 (1998), 409.

⁷ *Industrielle Arzneimittelentwicklung* (2005) <<http://www.uni-saarland.de/fak8/lehr/download/Bioinformatik/Bioinfo%2011.pdf>>.

Klassische rekombinante Produktionssysteme sind Bakterien (*E. coli*), die relativ einfache Proteine, wie Insuline oder Wachstumshormone, kostengünstig und in ausreichender Menge produzieren können. Hefe wird häufig für die Produktion rekombinanter Vaccine eingesetzt, während Zellkultursysteme (z.B. CHO-Zellen) für die Produktion komplexerer Arzneistoffe, wie Faktoren der Blutgerinnungskaskade, herangezogen werden. In der Entwicklung befinden sich auch genetisch veränderte Pflanzen, mit denen bestimmte, biologisch aktive Proteine kostengünstig und in großer Menge produziert werden können.⁸ Zurzeit befinden sich bereits rekombinante Substanzen wie humanes Laktotferin und auch Insulin aus der Produktion transgener Pflanzen in der klinischen Prüfung. Weitere rekombinante Produktionssysteme sind das Hühnerei sowie die Milchdrüse transgener Nutztiere (sog. Gene Pharming)⁹.

Landwirtschaftliche Nutztiere wie Rind, Schaf, Ziege aber auch Schweine und Kaninchen, haben einige bedeutende Vorteile für die Produktion rekombinanter Proteine gegenüber anderen Produktionssystemen,¹⁰ insbesondere die Massenproduktion, für komplexe Proteine mit umfangreichen Glykosylierungen und post-translationalen Modifikationen. Transgene Tiersysteme zeichnen sich auch durch eine hohe Expressionsstabilität und relativ niedrige Produktionskosten aus. Die Proteine werden aus der Milch dieser Tiere isoliert und aufgereinigt; Sicherheit und Wirksamkeit werden in klinischen Prüfungen getestet. Verschiedene rekombinante Proteine sind in großen Mengen in der Milchdrüse transgener Nutztiere produziert worden. Mehrere Produkte befinden sich in der fortgeschrittenen klinischen Prüfung.¹¹ Die Phase 3 der klinischen Prüfung ist für rekombinantes humanes Antithrombin III, ein antikoagulatives Protein, abgeschlossen; im Februar 2004 wurde bei der europäischen Überwachungsbehörde (EMA) die Zulassung für ATryn[®], das rekombinante Antithrombin III aus der Milch transgener Ziegen, als erstes Arzneimittel aus dieser Produktionsart beantragt. Für α -Glucosidase aus der Milch transgener Kaninchen besteht in den USA eine Orphan Drug Zulassung. Der globale Markt für rekombinante Proteine aus der Milchdrüse transgener Nutztiere wird

8 *Ma et al.*, Nature Rev. Gen. 4 (2003), 794.

9 *Ma et al.*, Nature Rev. Gen. 4 (2003), 794.

10 *Niemann/Kues*, Anim. Reprod. Sci. 79 (2003), 291.

11 *Niemann/Kues*, Anim. Reprod. Sci. 79 (2003), 291.

auf 1 Mrd. US\$ in 2008 geschätzt und soll bis 2018 auf ca. 18,6 Mrd. US\$ steigen.¹²

Als wichtigste Anwendungsbereiche rekombinanter Medikamente werden zurzeit die Behandlung von Diabetes über verschiedene Formen des Insulins, von Blutarmut über verschiedene Erythropoietinpräparate, die Behandlung rheumatoider Arthritis über Applikation verschiedener Immunmodulatoren, Behandlungen von Krebserkrankungen durch Anwendung monoklonaler Antikörper sowie die Behandlung bestimmter angeborener Stoffwechsel- und Gerinnungsstörungen gesehen.¹³

2. *Xenogene Zellen, Gewebe und Organe*

Noch im Forschungsstadium befinden sich dagegen zelluläre Therapien, die auf der Basis in vitro differenzierter, embryonaler Stammzellen beruhen, sowie die Xenotransplantation über porcine Organe.¹⁴ Heute leben 250.000 Menschen, weil sie erfolgreich ein geeignetes humanes Ersatzorgan erhalten haben (Allotransplantation). In Abhängigkeit vom übertragenen Organ werden heute durchschnittliche Überlebensraten von 10-15 Jahren, in Einzelfällen bis 20 Jahre, erzielt. Dieser Erfolg der Allotransplantation hat weltweit zu einem großen Mangel an geeigneten Spenderorganen geführt. Um diesen Mangel zu mildern, werden Organe vom Schwein als bestmögliche Option angesehen. Schweine sind als domestizierte Spezies unter den notwendigen hohen hygienischen Standards zu züchten und können mit vorhandenen gentechnologischen Verfahren im Hinblick auf eine immunologische Akzeptanz im Empfänger gentechnisch modifiziert werden. Am Ende einer langen Prüfungsreihe werden geeignet befundene porcine Organe in nicht-humane Primaten übertragen, üblicherweise in *Cynomolgus*-Affen oder Paviane, um das Überleben der genetisch veränderten porcinen Organe in vivo zu prüfen. Durch Ausschaltung eines Genortes (Knockout der α -Galaktosyltransferase), der primär an der für eine Xenotransplantation typischen hyperakuten Abstoßungsreaktion beteiligt ist, konnten deutlich verlängerte Überlebensraten im Primatenmo-

12 *Niemann/Kues/Carnwath*, OIE Scientific and Technical Review 24 (2005), im Erscheinen.

13 *Industrielle Arzneimittelentwicklung* (2005) <<http://www.uni-saarland.de/fak8/lehr/download/Bioinformatik/Bioinfo%2011.pdf>>.

14 *Niemann/Kues*, Anim. Reprod. Sci. 79 (2003), 291; *Niemann/Kues/Carnwath*, OIE Scientific and Technical Review 24 (2005), im Erscheinen; *Trounson*, Reprod. Fertil. Rev. 17 (2005), 135.

Heiner Niemann

dell erzielt werden.¹⁵ Porzine Organe mit Expression humaner Komplementregulatoren führten zu einem Überleben im Primatenmodell zwischen 90-135 Tagen. Das vor einigen Jahren als besonders kritisch angesehene Infektionsrisiko, insbesondere mit endogenen Retroviren, scheint nach neuesten Forschungsergebnissen nicht mehr relevant zu sein.¹⁶ Dennoch werden bis zur klinischen Erprobung porziner Xenotransplantate noch mehrere Jahre vergehen. Wahrscheinlich werden nur Spenderschweine mit mehrfachen genetischen Veränderungen für eine dauerhafte Akzeptanz von Xenotransplantaten geeignet sein.

Xenogene Zellen und Gewebe vom Schwein werden bereits heute vielfach erfolgreich in der Medizin eingesetzt. Beispiele dafür sind Herzklappen, Inselzellen in der Bauchspeicheldrüse zur Behandlung von Diabetes, Schweinehaut zur Behandlung größerer Verbrennungen sowie porzine Leberzellen in Form eines Reaktors im Falle eines akuten Leberversagens. Gentechnologisch hergestellte Erzeugnisse werden in der Humanmedizin zukünftig eine wachsende Rolle spielen. Die öffentliche Akzeptanz ist weltweit, einschließlich Deutschlands, sehr hoch.

III. Grüne Biotechnologie

1. Transgene Pflanzen

a) Entwicklung des Anbaus im Jahre 2004

Nachdem durch die sog. »Grüne Revolution« nach dem Ende des 2. Weltkriegs Hochleistungssorten weltweite Verbreitung gefunden und damit wesentlich zur Bekämpfung von Hunger und Unterernährung beigetragen haben, werden mit der Pflanzenbiotechnologie, die in den letzten 20 Jahren eine rasante Entwicklung genommen hat, weitere signifikante Verbesserungen in der weltweiten Nahrungsmittelversorgung verbunden.¹⁷ Nachdem 1986 die erste genetisch veränderte Pflanze vorgestellt wurde, hat es bis zum Jahr 2001 Versuche mit insgesamt 60 Pflanzenarten, bei denen 12 verschiedene Merkmale gentechnisch verändert wurden, gegeben, die in über 25.000 Freisetzungsversuchen in mehr als 45 Ländern geprüft wurden. Die erste Markteinführung einer

15 *Kuwaki et al.*, Nat. Med. 11 (2005), 29; *Yamada et al.*, Nat. Med. 11 (2005), 32.

16 *Niemann/Kues*, Anim. Reprod. Sci. 79 (2003), 291.

17 *Waggoner*, Technology in Society 26 (2004), 123.

genetisch veränderten Pflanze war ein Herbizid-transgener Tabak in der Volksrepublik China im Jahre 1990.¹⁸ Der Gesamtwert der rekombinanten Pflanzenproduktion wird auf über 3 Mrd. US\$ geschätzt und im Wesentlichen durch die Firmen Monsanto, Aventis, Novartis und Bayer dominiert. Die Prüfung transgener Pflanzen für die kommerzielle Produktion erfolgt stufenweise, beginnend mit dem Labor, gefolgt vom Gewächshaus, und schließt mit der Freisetzung auf speziellen Versuchsfeldern ab. Eine Zulassung erfolgt erst nach eingehender Prüfung der Ergebnisse dieser dreistufigen Untersuchungen durch unabhängige Aufsichtsbehörden.

Der weltweite Anbau zugelassener transgener Pflanzen hat seit 1996 jährlich 2-stellige Steigerungsraten erfahren und im Jahre 2004 über 81 Mio. Hektar erreicht, was einer Steigerung um etwa 20% gegenüber dem Jahr 2003 (67,7 Mio. Hektar) entspricht. Transgene Pflanzen wurden 2004 von schätzungsweise 8,3 Mio. Landwirten in über 17 Ländern angebaut, gegenüber 7 Mio. Landwirten in 18 Ländern im Jahre 2003 (s. Abb. 1).

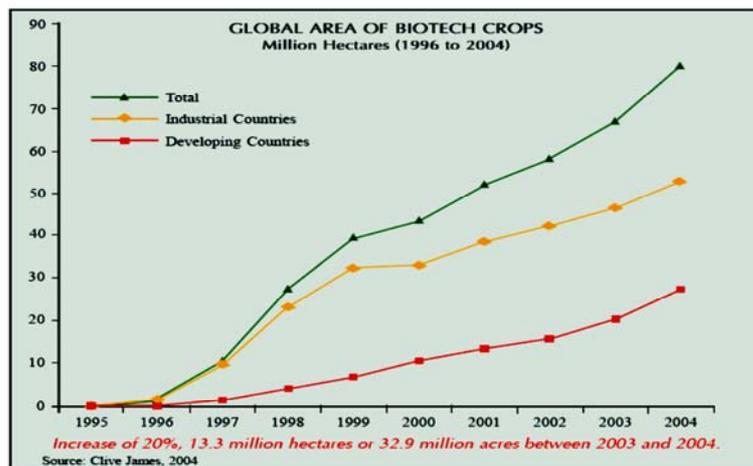


Abb. 1: Weltweite Anwendung von transgenen Pflanzen
(aus James, ISAAA Briefs No. 32 (2004); <http://www.isaaa.org>)

18 Reinard, <<http://www.i-s-b.org/2020/8/>>.

Heiner Niemann

Bemerkenswerterweise sind über 90% der Landwirte sog. ressourcenarme Bauern in Entwicklungsländern, deren gesteigertes Einkommen durch die transgenen Pflanzen wesentlich zu einer Verringerung der Armut beitrug. Im Jahre 2004 wurden in 14 Ländern (10 Länder im Jahre 2003) auf jeweils mehr als 50.000 Hektar transgene Pflanzen angebaut. Bei den 14 Ländern handelte es sich um 9 Entwicklungsländer und 5 Industriestaaten. In der Reihenfolge des Umfangs des Anbaus waren dies die USA, Argentinien, Kanada, Brasilien, China, Paraguay, Indien, Südafrika, Uruguay, Australien, Rumänien, Mexiko, Spanien und die Philippinen.¹⁹ Die weltweite, über die letzten 10 Jahre kontinuierlich steigende Anwendung transgener Pflanzen hat ihre wesentlichen Ursachen in den damit verbundenen substantiellen Verbesserungen in Produktivität, Umweltmanagement, Wirtschaftlichkeit, Gesundheit und im sozialen Bereich. Im Zeitraum zwischen 1996 und 2004 stieg weltweit der Anbau transgener Pflanzen um das 47-fache, von 1,7 Mio. Hektar auf 81 Mio. Gleichzeitig wuchs der Anbau transgener Pflanzen überproportional in Entwicklungsländern, wo mehr als ein Drittel der transgenen Pflanzen (27,6 Mio. Hektar) angebaut wurde. Von 2003 auf 2004 war erstmals das Wachstum in der Anbaufläche für genetisch veränderte Pflanzen in den Entwicklungsländern stärker als in den Industrieländern.²⁰

Weltweit wurde auch im Jahre 2004 die Zunahme im Anbau bei den vier kommerziell am meisten genutzten transgenen Pflanzenarten beobachtet. Transgene Sojabohnen wurden auf über 60% der Fläche, die weltweit mit transgenen Pflanzen besetzt war, angebaut, was 48,4 Mio. Hektar entspricht (41,4 Mio. Hektar im Jahre 2003). In den USA werden inzwischen über 90% der Sojabohnen als transgene Pflanzen angebaut. Der Anteil an transgenem Mais betrug 23% der Anbaufläche für transgene Pflanzen weltweit (19,3 Mio. Hektar); gegenüber 2003 gab es einen Anstieg von 15,5 Mio. Hektar (25%). Transgene Baumwolle wurde 2004 weltweit auf ca. 11% der gesamten transgenen Fläche (9 Mio. Hektar) angebaut; der Anstieg von 2003 betrug 1,8 Mio. Hektar von 7,2 Mio. im Jahre 2004. Transgene Canola hatte einen Anteil von 6% an der weltweiten Anbaufläche (4,3 Mio. Hektar). Insgesamt waren im Jahre 2004 etwa 5% der geschätzten 1,5 Mrd. Hektar landwirtschaftlicher Nutzflächen mit transgenen Pflanzen besetzt.²¹

Im Zeitraum von 1996 bis 2004 war die Herbizidtoleranz das dominante transgene Merkmal, dicht gefolgt von Insektizidresistenzen. Im

19 James, ISAAA Briefs No. 32 (2004); <<http://www.isaaa.org>>.

20 James, ISAAA Briefs No. 32 (2004); <<http://www.isaaa.org>>.

21 James, ISAAA Briefs No. 32 (2004); <<http://www.isaaa.org>>.

Jahre 2004 betrug der Anteil an transgenen Sojabohnen, Mais, Canola und Baumwolle mit Herbizidtoleranzen 72% der globalen Anbaufläche, entsprechend 58,6 Mio. von 81 Mio. Hektar. Besonders häufig wurde die Insektizidtoleranz durch *Bacillus thuringiensis* vermittelt. Herbizidtolerante Sojabohnen wurden auf 48,4 Mio. Hektar bzw. 60% der globalen Anbaufläche in insgesamt 9 Ländern angebaut.²²

Im Jahre 2004 wurde der globale Marktwert aller transgenen Pflanzen mit 4,7 Mrd. US\$ bzw. 15% der gesamten 32,5 Mrd US\$, die für die gesamte landwirtschaftliche Nutzpflanzenproduktion geschätzt werden, angegeben. Der Wert der gesamten transgenen Pflanzenproduktion im Jahre 2005 wird bereits mehr als 5 Mrd. US\$ betragen; für 2015 wird eine Steigerung auf fast 25 Mrd. US\$ vorhergesagt.²³ Da in den USA fast ausschließlich noch transgene Sojabohnen angebaut werden und auch Brasilien kürzlich offiziell die kommerzielle Produktion von transgenem Soja zugelassen hat, wird es zunehmend schwieriger, wenn nicht in naher Zukunft unmöglich, konventionell produziertes Soja zu beschaffen. Dies ist angesichts der kontroversen Diskussion über die Zulassung transgener Pflanzen in einigen Ländern, insbesondere in Deutschland, von Bedeutung.

b) Für und Wider transgener Pflanzen

Häufige Argumente gegen die Verwendung transgener Pflanzen sind die Angst vor unkontrollierten Auskreuzungen, mögliche negative Auswirkungen auf Umwelt und Ökosysteme, eine wachsende Abhängigkeit von den großen Saatgutkonzernen, ein mögliches Unwirksamwerden gegen die jeweilige Resistenz, ein rascherer Verlust genetischer Variabilitäten, das Auftreten von Allergien sowie ethische Aspekte. Die in den letzten 10 Jahren, insbesondere bei den mehr als 200 Millionen US-Amerikanern, gesammelten Erfahrungen mit dem kommerziellen Anbau transgener Pflanzen haben gezeigt, dass naturwissenschaftlich begründete negative Effekte bei Einhaltung der für das jeweilige Pflanzenprodukt festgelegten Anbauregeln nicht auftreten. Es hat sich bewährt, Pflanzen hinsichtlich des Auskreuzungsrisikos in verschiedene Risikostufen einzuordnen und entsprechende Anbauregeln festzulegen. Bisher gibt es keine naturwissenschaftlich gesicherten Daten, dass z.B. transgene DNA unbeabsichtigt in Wildtyp-Mais eingebaut wurde.²⁴ Die

22 James, ISAAA Briefs No. 32 (2004); <<http://www.isaaa.org>>.

23 Phillips, Trends Biotechnol. 20 (2002), 376.

24 Stewart et al., Nature Rev. Gen. 4 (2003), 806.