

JENS NIERMANN

## **GEFAHR GRÜNE GENTECHNIK?**

ANALYSE DER OBJEKTIVEN RISIKEN UND SUBJEKTIV  
WAHRGENOMMENEN GEFAHREN GENTECHNISCHER VERFAHREN  
IN DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN LEBENSMITTELPRODUKTION

Schriftenreihe

Umweltwissenschaften



**FRAUNHOFER VERLAG**

Partneruniversität:



# VORWORT

Erfolgreiche Lösungsstrategien im Bereich des Umweltschutzes setzen den koordinierten Einsatz gesellschaftlicher und technologischer Maßnahmen und die Integration der ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte von Nachhaltigkeit voraus. Das Interdisziplinäre Fernstudium Umweltwissenschaften (infernum) bündelt die dafür notwendigen umweltwissenschaftlichen Kompetenzen und vermittelt das hierzu notwendige disziplinenübergreifende Wissen. Unter dem Dach der Fraunhofer Academy wird der Studiengang gemeinsam angeboten und getragen vom Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen und der FernUniversität in Hagen.

In der vorliegenden Schriftenreihe werden die herausragenden Masterarbeiten eines infernum-Abschlussjahrgangs veröffentlicht. Durch die Publikationen möchten wir Sie an der Vielfalt und Qualität der Studienergebnisse unserer Studierenden teilhaben lassen. Die Arbeiten, die interdisziplinär ausgerichtet sind, haben verschiedenste umweltwissenschaftliche Fragestellungen zum Gegenstand.

Wir hoffen, dass die ausgezeichneten und in dieser Reihe publizierten Masterarbeiten die wissenschaftliche Diskussion über das Konzept der Nachhaltigkeit bereichern werden und den Blick für die Komplexität umweltwissenschaftlicher Fragestellungen weiter schärfen helfen. Unser besonderer Dank gilt den Autorinnen und Autoren für ihre engagierten Abschlussarbeiten und die ergiebigen Diskussionen während ihres Studiums.

Fraunhofer Academy

## Gefahr grüne Gentechnik?

Analyse der objektiven Risiken und subjektiv  
wahrgenommenen Gefahren gentechnischer Verfahren  
in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion

von Jens Niermann

FRAUNHOFER VERLAG

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-8396-0285-0

Umschlaggestaltung: Vierthaler & Braun, München

Druck: Mediendienstleistungen des  
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Stuttgart

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

© by **FRAUNHOFER VERLAG**, 2011

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70-25 00

Telefax 07 11 9 70-25 08

E-Mail [verlag@fraunhofer.de](mailto:verlag@fraunhofer.de)

URL <http://verlag.fraunhofer.de>

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

**FernUniversität in Hagen**

Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften

Betreuer/in: Prof. Dr. Uta Bergstedt

Dr. Bernd Kowall

## **Gefahr grüne Gentechnik?**

Analyse der objektiven Risiken und subjektiv wahrgenommenen Gefahren  
gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion

## **Vorwort**

*Wie gefährlich sind gentechnisch veränderte Lebensmittel?*

*Welche Risiken birgt die Freisetzung transgener Pflanzen für die Umwelt?*

Wohl ein jeder hat sich diese oder ähnliche Fragen schon einmal gestellt, wenn das Fernsehen wieder einmal Gentechnikgegner zeigt, die ein Feld mit „Genmais“ stürmen oder wenn in der Zeitung von Forschungserfolgen bei der Entwicklung von Reissorten berichtet wird, die den Vitamin A-Mangel in den Ländern der „dritten Welt“ beheben sollen.

Obwohl die so genannte grüne Gentechnik praktisch omnipräsent in den Medien ist, herrscht unter Verbrauchern zumeist allenfalls ein gesundes Halbwissen über das tatsächliche Risikopotential gentechnisch veränderter Lebensmittel. Dennoch haben die meisten von uns eine mehr oder weniger bewusste Einstellung zur grünen Gentechnik und gründen hierauf im Alltag auch ihre Kaufentscheidungen und ihr Konsumverhalten.

Um diesen Zustand, zumindest für sich selbst, aufzulösen und die Entscheidung für oder gegen gentechnisch veränderte Lebensmittel bewusst treffen zu können, entstand beim Verfasser die Idee zu der vorliegenden Arbeit, die sich mit den naturwissenschaftlich begründeten Risiken und den subjektiv wahrgenommenen Gefahren der grünen Gentechnik beschäftigt.

## **Danksagung**

Frau Prof. Dr. Uta Bergstedt und Herrn Dr. Bernd Kowall danke ich für die gezeigte Bereitschaft, diese Arbeit betreuend und beratend zu begleiten und als Masterarbeit im Rahmen von „infernum“ anzunehmen. Ich habe die Zusammenarbeit mit Ihnen als sehr angenehm empfunden und möchte Ihnen insbesondere für Ihr zeitliches und fachliches Engagement und die konstruktiven Hinweise und Anregungen während der Bearbeitungszeit danken.

	<b>Seite</b>
<b>I. Inhaltsverzeichnis</b>	
<b>I. Inhaltsverzeichnis</b>	<b>2</b>
<b>II. Abbildungsverzeichnis</b>	<b>6</b>
<b>III. Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>7</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>9</b>
<b>2. Naturwissenschaftliche Grundlagen der grünen Gentechnik</b>	<b>12</b>
2.1 Methoden und Verfahren gentechnischer Veränderungen bei Kulturpflanzen	12
2.1.1 Hinzufügen von Genen	13
2.1.2 Inaktivierung von Genen	16
2.2 Zielsetzungen gentechnischer Methoden im Rahmen der landwirtschaftlichen Produktion von Nutzpflanzen	17
2.2.1 Verbesserung der Anbaueigenschaften von Kulturpflanzen	17
2.2.2 Veränderung von Produkteigenschaften und Inhaltsstoffen	22
<b>3. Objektive Risiken der grünen Gentechnik</b>	<b>26</b>
3.1 Risiken für die menschliche Gesundheit	26
3.1.1 Mögliche toxische Wirkungen durch den Verzehr von gentechnisch veränderten Produkten	26
3.1.2 Übertragung von Antibiotikaresistenzen auf Mikroorganismen	28
3.1.3 Allergene Wirkung gentechnisch veränderter Nahrungsmittel	29
3.2 Risiken für Umwelt und Ökosysteme	31
3.2.1 Unkontrollierte Ausbreitung von gentechnisch veränderten Pflanzen	32
3.2.2 Toxische Effekte von transgenen Pflanzen auf Tiere im Ökosystem	35
3.2.3 Übertragung von Transgenen durch Pollen (Auskreuzung)	36

	<b>Seite</b>
<b>4. Der Umgang mit Risiken im Gentechnikrecht</b>	<b>39</b>
4.1 Rechtsgrundlagen des Einsatzes gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion	39
4.1.1 Die Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG)	40
4.1.2 Die Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 über genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel	40
4.1.3 Das nationale Gentechnikrecht	41
4.2 Zulassungsverfahren und Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Pflanzen und ihrer Produkte	42
4.2.1 Freisetzung und Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen	42
4.2.2 Zulassung von Lebensmitteln, die aus gentechnisch veränderten Organismen hergestellt werden	45
4.3 Kennzeichnungsregeln für gentechnisch veränderte Lebensmittel	46
4.3.1 Kennzeichnung gentechnisch veränderter Lebensmittel (Positivkennzeichnung)	47
4.3.2 Kennzeichnung „ohne Gentechnik“ (Negativkennzeichnung)	47
<b>5. Risikobewertung und Risikowahrnehmung der Verbraucher</b>	<b>49</b>
5.1 Einschätzung der Risiken gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Produktion von Lebensmitteln aus Verbrauchersicht	49
5.2 Der subjektive Risikobegriff	51
5.3 Analyse qualitativer Risikomerkmale und ihrer Auswirkung auf die subjektive Wahrnehmung der Risiken der grünen Gentechnik	53
5.3.1 Freiwilligkeit der Risikoübernahme	54
5.3.2 Kontrollierbarkeit / Reversibilität	55
5.3.3 Persönliche Betroffenheit	55
5.3.4 Vertrauen in Institutionen / Glaubwürdigkeit der Verantwortlichen	55
5.3.5 Auswirkung auf künftige Generationen	57
5.3.6 Beachtung in den Medien / Bekanntheitsgrad	58
5.3.7 Latenz der Schadenswirkung / Unsicherheit	59

	<b>Seite</b>	
5.3.8	Moralische Bedeutsamkeit des Risikos / Ethische Aspekte	60
5.3.9	Unfälle in der Vergangenheit	62
5.3.10	Verständnis der Schadenswirkung	63
5.3.11	Verteilung von Nutzen und Risiko	65
5.4	Inhaltliche Erweiterung der naturwissenschaftlich geprägten Risiko- Bewertung des nationalen und europäischen Gentechnikrechtes	66
5.4.1	Soziale Risikodimension	67
5.4.2	Ökonomische Risikodimension	69
<b>6.</b>	<b>Entwurf einer erweiterten Risikobewertung</b>	<b>72</b>
6.1	Umfassende Abschätzung der Technikfolgen	73
6.2	Bewertung der Risiken / Güterabwägung	74
6.2.1	Das Prinzip der Vorsorge	74
6.2.2	Das Prinzip der Nachhaltigkeit	75
6.3	Grenzen einer umfassenden Risikobewertung	80
<b>7.</b>	<b>Grundzüge einer Risikokommunikation für die grüne Gentechnik</b>	<b>81</b>
7.1	Akteure einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik	83
7.1.1	Risiko-Verursacher	83
7.1.2	Risiko-Exponierte	84
7.1.3	Öffentlichkeit	85
7.1.4	Regulative Instanzen	86
7.1.5	Wissenschaft	87
7.1.6	Medien	87
7.2	Zielgruppen und Strategien einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik	88
7.3	Instrumente und Maßnahmen einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik	89

	<b>Seite</b>
7.3.1 Risikokommunikation ausgehend von der Gruppe der Risiko- Verursacher	90
7.3.2 Risikokommunikation ausgehend von regulativen Instanzen	91
7.3.3 Gemeinsame Maßnahmen verschiedener Akteure innerhalb einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik	93
7.4 Grenzen einer Risikokommunikation für die grüne Gentechnik	94
<b>8. Zusammenfassung und Diskussion der Arbeitsergebnisse</b>	<b>95</b>
8.1 Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Risikobewertung	96
8.2 Subjektive Wahrnehmung von Risiken	99
8.3 Handlungsempfehlungen für den Umgang mit den Risiken der grünen Gentechnik	100
<b>9. Fazit</b>	<b>101</b>
<b>IV. Literaturverzeichnis</b>	<b>104</b>

## II. Abbildungsverzeichnis

	<b>Seite</b>
Abbildung 1: Bewertung verschiedener Anwendungen der Biotechnologie	50
Abbildung 2: Qualitative Risikomerkmale und ihre Auswirkung auf die subjektive Risikowahrnehmung	53
Abbildung 3: Vertrauen in die Verantwortlichen der Biotechnologie	56
Abbildung 4: Wissen über Biologie und Gentechnik	64
Abbildung 5: Indikatorensystem einer nachhaltigen Landwirtschaft unter Einbeziehung der grünen Gentechnik	77
Abbildung 6: Bestimmung von Indikatoren durch die Erhebung von Parametern	78
Abbildung 7: Charakteristika unterschiedlicher Modelle von Risikokommunikation	82

### III. Abkürzungsverzeichnis

ABE	Agriculture Biotechnology in Europe (Zusammenschluss führender Biotechnologieunternehmen)
ALMT	Aluminium-activated malate transporter
<i>A. rhizogenes</i>	<i>Agrobacterium rhizogenes</i>
<i>A. tumefaciens</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BSE	Bovine spongiforme Enzephalopathie (umgangssprachlich Rinderwahn)
<i>Bt</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
CDU	Christlich Demokratische Union Deutschlands
cry(-Protein)	Proteine in kristalliner Form mit toxischer Wirkung auf Insekten
DNA	deoxyribonucleic acid (englisch für Desoxyribonukleinsäure [DNS])
DuPont	E. I. du Pont de Nemours and Company (US-amerikanischer Chemiekonzern)
DSR	Driving Force-State-Response framework
<i>E.coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
EFSA	European Food Safety Authority (Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit)
EG	Europäische Gemeinschaft
EGGenTGDurchfG	EG-Gentechnik-Durchführungsgesetz
EPSP	exzitatorisches (erregendes) postsynaptisches Potential
et al.	und andere (Verfasser / Herausgeber)
EU	Europäische Union
GDV	Gesamtverband der deutschen Versicherer
GenTG	Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz)
GenTPflEV	Verordnung über die gute fachliche Praxis bei der Erzeugung gentechnisch veränderter Pflanzen (Gentechnik-Pflanzenerzeugungsverordnung )
GMO	genetically modified organism (siehe gvO)
gv	gentechnisch verändert
gvO	gentechnisch veränderter Organismus

iaaM-Gen	Gen das für Tryptophanmonooxygenase codiert (iaa = indol-3-acetic acid)
LEA(-Protein)	late embryogenesis abundant (-protein)
mRNA	messenger RNA / Boten-RNA (siehe RNA)
m/s	Meter pro Sekunde
NGO	non-govermental organization/Nichtregierungsorganisation
NLV	Novelfood-Verordnung
nptII	Neomycin Phosphotransferase II
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development /Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
pat	Phosphinotricin- Acetyl-Transferase
PEG	Polyethylenglykol
PPT	Phosphinothricin
RNA	Ribonukleinsäure
RNase	Ribonuklease
TAB	Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag
T-DNA	Transferierte DNA (Spezieller DNA-Abschnitt im Erbgut des Bodenbakteriums <i>Agrobacterium tumefaciens</i> )
Ti(-Plasmid)	tumorinduzierendes (Plasmid)
TM	Trademark (eingetragener / geschützter Handelsname)
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
vir(-Region)	Virulenzregion

## 1. Einleitung

*„Gentechnik: 50 Jahre Risiken und Nebenwirkungen“  
„Umweltgefährdung durch insektenresistente Bt-Pflanzen“<sup>1</sup>*

Nicht nur Schlagzeilen wie diese, die sich auf der Internetseite der Umweltorganisation „Greenpeace“ finden, zeigen, dass gentechnische Methoden im Rahmen der landwirtschaftlichen Produktion von Lebensmitteln im Mittelpunkt einer kontrovers und emotional geführten gesellschaftlichen Debatte stehen. Kritiker führen dabei vor allen Dingen die mit der Technologie verbundenen Risiken für die Umwelt und die menschliche Gesundheit an. Auch verschiedene Studien zur Akzeptanz gentechnisch veränderter Lebensmittel zeigen, dass Verbraucher die grüne Gentechnik häufig als Risikotechnologie wahrnehmen. So hielten z.B. in dem zuletzt im Jahr 2005 im Auftrag der Europäischen Union durchgeführten Eurobarometer zu den Anwendungen der Biotechnologie 58 % der befragten Europäer gentechnisch veränderte Lebensmittel für riskant.<sup>2</sup>

Vor diesem Hintergrund soll die Arbeit „Gefahr grüne Gentechnik?“ untersuchen, welche Risiken und Gefahren tatsächlich von gentechnischen Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion ausgehen und welchen Einfluss subjektive Faktoren auf die Wahrnehmung dieser Risiken durch die Verbraucher haben. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Untersuchung sollen weiterführend auch Handlungsempfehlungen für die Weiterentwicklung der Risikobewertung für den Bereich der grünen Gentechnik und letztlich der Entwurf einer Risikokommunikation erarbeitet werden, die Verbraucher von überzogenen Ängsten und Fehlkonzepten abbringen könnte.

Als Grundlage für die Bearbeitung der vorgenannten Fragestellungen beginnt die Arbeit in Kapitel 2 zunächst mit der Erläuterung der naturwissenschaftlichen Grundlagen gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion. Hierbei steht neben den Methoden und Verfahren der Erzeugung transgener Kulturpflanzen auch die Darstellung der Bandbreite möglicher Anwendungen gentechnischer Veränderungen bei Pflanzen im Mittelpunkt des Interesses.

Ausgehend von dieser Darstellung werden in Kapitel 3 die Risiken der Technologie im Anschluss eine nähere Betrachtung aus naturwissenschaftlicher

---

<sup>1</sup> Greenpeace

<sup>2</sup> vgl. Gaskell, George et al. 2006 S. 20

Sicht finden. Als mögliche Risikobereiche sollen dabei schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit sowie auf Umwelt und Ökosysteme untersucht und auf der Basis der einschlägigen Fachliteratur auf ihr Risikopotential hin bewertet werden.

Da die bislang üblichen Verfahren zur Risikobewertung der grünen Gentechnik ihren institutionellen Rahmen in den Regelungen des nationalen und internationalen Gentechnikrechtes finden, sollen auch die juristische Auseinandersetzung mit diesem Themenkomplex und die daraus resultierenden Vorgaben für Wissenschaft und Agroindustrie in Kapitel 4 separat dargestellt werden.

Während den Ausführungen zu den vorgenannten Kapiteln der objektive Risikobegriff der Ingenieur- und Umweltwissenschaften als Produkt von Eintrittshäufigkeit und Ereignisschwere bzw. Schadensausmaß zugrunde liegen wird, soll der zweite Teil der Arbeit der Risikoeinschätzung und –wahrnehmung der Verbraucher gewidmet werden. Hierfür wird das Ergebnis der objektiven Risikobewertung in Kapitel 5 zunächst den Ergebnissen von Studien zur Akzeptanz der grünen Gentechnik gegenübergestellt. Die vermutete Diskrepanz zwischen diesen Untersuchungen soll dann mit der Einführung des subjektiven Risikobegriffs der psychologischen Risikoforschung sowie einer Analyse qualitativer Risikomerkmale und ihrer Auswirkungen auf die Risikowahrnehmung der Verbraucher erklärt werden. Ferner erfährt die rechtlich verbindliche Risikobewertung im Bereich der grünen Gentechnik eine inhaltliche Erweiterung aus Verbrauchersicht. Hierbei sollen sowohl ethische Aspekte als auch die sozialen und wirtschaftlichen Risiken der Technologie Berücksichtigung finden, um so in Kapitel 6 zusammen mit den gesundheitlichen und ökologischen Risiken in den Entwurf einer umfassenden Risikobewertung eingehen zu können. Zum Abschluss des Hauptteils der Arbeit sollen in Kapitel 7 die Grundlagen einer Risikokommunikation für den Bereich der grünen Gentechnik erarbeitet werden. Ziel ist es hierbei, aufbauend auf den identifizierten Ursachen für die unterschiedliche Wahrnehmung und Bewertung der Risiken durch naturwissenschaftliche Experten und Verbraucher, eine Kommunikationsstrategie zu entwickeln, die dazu beitragen könnte, die vorhandenen Diskrepanzen aufzulösen.

In Kapitel 8 werden die wesentlichen Arbeitsergebnisse zusammengefasst und noch einmal kritisch aus Verfassersicht bewertet, bevor die Arbeit im letzten Kapitel mit einem Fazit des Verfassers endet.

Methodisch gründen die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit besonders im naturwissenschaftlichen Teil auf den Ergebnissen einer wissenschaftlichen Literaturstudie. Dabei stellt sich aufgrund der Emotionalität, mit der die gesellschaftliche Debatte um den Einsatz gentechnischer Verfahren zur Herstellung von Lebensmitteln geführt wird, die besondere Herausforderung der Auswahl glaubwürdiger und möglichst objektiver Quellen. Die Arbeit orientiert sich daher gerade im Bereich der naturwissenschaftlichen Risikoforschung an der herrschenden wissenschaftlichen Meinung. Dort, wo selbst unter Wissenschaftlern Unsicherheit über Art und Ausmaß des bestehenden Risikopotentials attestiert werden kann, wird dies herausgestellt, indem die verschiedenen Positionen benannt und diskutiert werden.

Für die quantitative Beschreibung der Risikowahrnehmung von Verbrauchern greift der Verfasser auf bestehende empirische Studien zurück, die im Auftrag der Europäischen Union durchgeführt wurden. Eine kurze Beschreibung der jeweiligen Rahmenbedingungen dieser Studien erfolgt im Zusammenhang mit der Auswertung und Verwertung der Untersuchungsergebnisse.

Zur Erklärung und Begründung festgestellter Diskrepanzen zwischen der Risikowahrnehmung von Experten und Laien werden verschiedene Modelle und Erkenntnisse der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung herangezogen und auf den Bereich der grünen Gentechnik angewandt. Gleiches gilt im Übrigen auch für die kommunikationswissenschaftlichen Grundlagen, die dem Entwurf einer Risikokommunikation für den Bereich der grünen Gentechnik zugrunde liegen.

Quellenangaben, Verweise und Anmerkungen des Verfassers werden zugunsten der besseren Lesbarkeit der Arbeit als Fußnoten angebracht. Soweit möglich erfolgt bei direkten und indirekten Zitaten eine seitengenaue Benennung der Fundstelle. Sinngemäße Übernahmen verweisen verschiedentlich auch auf längere Textzusammenhänge, aus denen bestimmte Kernaussagen für den Argumentationsgang entliehen wurden.

Dem zentralen Begriff des Risikos liegt in der vorliegenden Arbeit die Definition des Risikoforschers Bernd Rohrmann zugrunde, nach der Risiko verstanden wird als: „Möglichkeit eines Schadens oder Verlustes als Konsequenz eines bestimmten Verhaltens oder Geschehens; dies bezieht sich auf Gefahrensituationen, in denen nachteilige Folgen eintreten können aber nicht müssen.“<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Rohrmann, Bernd 1997(a) S.13

## **2. Naturwissenschaftliche Grundlagen der grünen Gentechnik**

Die Gentechnik ist eine Teildisziplin der modernen Biotechnologie, deren kennzeichnendes Merkmal wiederum in der Nutzung lebender Organismen, Zellen oder Zellbestandteile für die Stoffumwandlung und Stoffproduktion liegt.<sup>4</sup>

In der Abgrenzung zu den sonstigen Bereichen der Biotechnologie wird die Gentechnik durch die Nutzung von Arbeitsmethoden und Techniken charakterisiert, die dazu dienen, „(...) genetisches Material aus einem Organismus zu identifizieren, zu isolieren und zu analysieren, teilweise zu synthetisieren, gezielt zu verändern und zu kombinieren, in andere Organismen zu überführen und schließlich auch zu sammeln, zu konservieren und zu registrieren.“<sup>5</sup>

Eine Unterscheidung innerhalb der Gentechnik wird häufig anhand ihrer verschiedenen Anwendungsbereiche vorgenommen. So kommen gentechnische Verfahren z.B. in der medizinischen Diagnostik und Therapie sowie bei der Herstellung von Arzneimitteln zum Einsatz (rote Gentechnik). Des Weiteren werden gentechnisch veränderte Mikroorganismen auch für die industrielle Produktion von Feinchemikalien und Enzymen (graue Gentechnik) und für umweltbiotechnologische Zwecke genutzt.

Dient die Anwendung gentechnischer Verfahren der agrarwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung und der Produktion von Lebensmitteln, so werden diese Anwendungen im allgemeinen Sprachgebrauch häufig unter der Bezeichnung „grüne Gentechnik“ zusammengefasst; auf diesem Anwendungsbereich liegt das Hauptaugenmerk der vorliegenden Arbeit.

### **2.1 Methoden und Verfahren gentechnischer Veränderungen bei Kulturpflanzen**

Genetische Veränderungen von Organismen sind grundsätzlich keine Erfindung der modernen Gentechnik; sie finden vielmehr z.B. in Form von Mutationen und Rekombination ständig als natürlicher Prozess statt und können so auch ohne menschliche Beeinflussung zur Ausbildung neuer Eigenschaften und Merkmalskombinationen führen.

Diese Tatsache macht sich auch die konventionelle Pflanzenzüchtung zunutze. Durch gezieltes Kreuzen wird versucht, bestimmte Eigenschaften auszubilden, zu verstärken oder auszukreuzen (vertikaler Gentransfer).

---

<sup>4</sup> vgl. Bergstedt, Uta 2003 S. 84

<sup>5</sup> Dellweg, H / Schmid, R.D. / Trommer, W.E. 1992 in Bergstedt, Uta 2003 S. 84

Im Unterschied zu dieser konventionellen Züchtung, bei der die Genome der beteiligten Organismen in ihrer Gesamtheit rekombiniert werden, ermöglichen es gentechnische Methoden erstmals, gezielt einzelne Gene zu übertragen oder zu inaktivieren, so dass eine direkte Beeinflussung einzelner Merkmale möglich wird.

### **2.1.1 Hinzufügen von Genen**

Soll ein Organismus mit einer zusätzlichen Eigenschaft oder einem zusätzlichen Merkmal ausgestattet werden, so werden seinem Genom in der Regel ein bzw. mehrere Gen(e) hinzugefügt. „Organismen, die zusätzliches, nicht von ihrer Art stammendes genetisches Material enthalten, nennt man transgen.“<sup>6</sup>

Zur Herstellung von transgenen Pflanzen muss zunächst einmal die zur Übertragung vorgesehene genetische Information isoliert werden. Dies kann durch den Einsatz von Restriktionsenzymen erfolgen. Restriktionsendonucleasen erkennen eine bestimmte Nucleotidabfolge und durchtrennen als eine Art „DNA-Schere“ die DNA-Doppelhelix an einer spezifischen Stelle. Dies erfolgt entweder als glatter Schnitt (blunt ends) oder um einige wenige Nucleotide versetzt, so dass so genannte „sticky ends“ entstehen.<sup>7</sup>

Liegt der gewünschte DNA-Abschnitt in isolierter Form vor, so muss er für einen erfolgreichen Gentransfer zunächst noch vervielfältigt werden. Hierzu bringt man das DNA-Fragment in ein Plasmid, also ein ringförmiges und zur selbständigen Replikation fähiges DNA-Molekül bakterieller Herkunft (zumeist aus *Escherichia coli*), ein und vermehrt es dort. Diese Vermehrung erfolgt selektiv, indem man sich ein Selektionsmerkmal des konstruierten Klonierungsvektors, wie z.B. eine Antibiotikaresistenz, zunutze macht.<sup>8</sup>

Für die Übertragung des nun vervielfältigt vorliegenden DNA-Abschnittes in die Pflanzenzellen kommen verschiedene Transformationsmethoden in Betracht. Grundsätzlich kann hierbei zwischen dem direkten Transfer und indirekten Transfermethoden mittels eines Vektors unterschieden werden. Nachfolgend sollen die drei gängigsten Methoden nähere Erläuterung finden:

#### **Transformation mittels *Agrobacterium tumefaciens***

Beim indirekten Gentransfer erfolgt die Übertragung von Genen in einem Zweischrifftsystem. Zunächst wird der DNA-Abschnitt in einen Vektor eingebracht,

---

<sup>6</sup> Brandt, Peter 1997 S. 47

<sup>7</sup> vgl. Regenass-Klotz, Mechthild 2005 S. 36 f.

<sup>8</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 48 f.

um dann in einem zweiten Schritt auf den Zielorganismus übertragen zu werden. Als biologischer Vektor für die Herstellung von transgenen Pflanzen eignet sich vor allem das *Agrobacterium tumefaciens*. Dieses Bodenbakterium ist von Natur aus in der Lage, Teile seines genetischen Materials in Zellen zweikeimblättriger Pflanzen (Dikotyledonen) einzubringen, um von dort aus tumorartige Wucherungen in Bodennähe zu induzieren (Wurzelhalsgallen).<sup>9</sup> Diese Fähigkeit macht man sich in der grünen Gentechnik zunutze, indem man den zu übertragenden DNA-Abschnitt in ein tumorinduzierendes Plasmid (Ti-Plasmid) des Bakteriums einbringt und dieses anschließend auf die Pflanzenzelle überträgt.<sup>10</sup> „Heute verwendet man insbesondere so genannte binäre Vektorsysteme, bei denen die Funktionen des Ti-Plasmids auf zwei Plasmide verteilt sind. Das Größere trägt die vir-Region und das Kleinere die rechte und gegebenenfalls die linke Grenze der T-DNA. (...) Sämtliche Klonierungsarbeiten, also das Einbringen der Fremd-DNA, können in *E.coli*-Zellen erfolgen und nur das fertige Plasmid muss dann in *A.tumefaciens*-Zellen übertragen werden, die bereits das größere Plasmid tragen.“<sup>11</sup>

Während die DNA-Klonierung mit *Agrobacterium*-Plasmiden aufgrund der Spezialisierung der Bakterien auf zweikeimblättrige Pflanzen nur mit hohem Aufwand auch bei Monokotyledonen, wie Mais, Reis, Gerste und Weizen, durchgeführt werden kann, stehen mit den Methoden der direkten Genübertragung Techniken zur Verfügung, die unabhängig von diesem Unterscheidungsmerkmal einsetzbar sind.<sup>12</sup> Auch bei diesen Methoden wird das DNA-Fragment zusammen mit einem Markergen zunächst in einen Klonierungsvektor eingebracht und selektiv vermehrt. Im Unterschied zur indirekten Transformation erfolgt die eigentliche Übertragung aber direkt in die Pflanzenzelle, so dass kein weiterer biologischer Transformationsvektor notwendig ist. Zu diesen Methoden gehören u.a. die biolistische Transformation und die Protoplastentransformation.

### **Biolistische Transformation**

Bei der biolistischen Transformation werden Wolfram- oder Goldpartikel mit der zu übertragenden DNA beschichtet. Die so entstehenden Mikroprojekteile werden mit Hilfe einer heliumbetriebenen Schussvorrichtung auf eine Geschwindigkeit

---

<sup>9</sup> vgl. Brown, Terry A. 2006 S. 155

<sup>10</sup> vgl. Regenass-Klotz, Mechthild 2005 S. 54

<sup>11</sup> Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 91

<sup>12</sup> vgl. Brown, Terry A. 2006 S. 162

von mehr als 1.300 m/s beschleunigt und sind so in der Lage, in die Pflanzenzellen einzudringen ohne diese dauerhaft zu schädigen.<sup>13</sup>

### **Protoplastentransformation**

Während man bei der biolistischen Transformation die Zellwand auf physikalischem Weg überwindet, ist es auch möglich, die Fremd-DNA in Protoplasten (zellwandlose Zellen) zu übertragen. Solche Protoplasten lassen sich z.B. aus Blattstückchen herstellen, indem man diese mit pektin- und zelluloseabbauenden Enzymen behandelt.

Setzt man diese zellwandlosen Zellen gemeinsam mit der zu transformierenden DNA einer hohen Konzentration von Polyethylenglykol (PEG) aus, stülpt sich die Membran der Zellen aus und wird permeabel, so dass die DNA aufgenommen werden kann.<sup>14</sup>

Einen ähnlichen Effekt erzielt man auch, indem man die zelluläre Membran der Protoplasten kurzen Stromstößen aussetzt und diese dadurch für kurze Zeit depolarisiert (Elektroporation). Auch hierdurch wird die Membran durchlässig, so dass die Plasmidvektoren ins Zellinnere gelangen können.<sup>15</sup>

### **Selektionierung der transgenen Pflanzen**

Unabhängig davon, welche der vorgenannten Methoden eingesetzt wird, ist es im Anschluss an die Transformation notwendig, diejenigen Zellen zu identifizieren, die die Fremd-DNA dauerhaft in ihr Genom aufgenommen haben. Hierzu kommen so genannte Selektionssysteme oder Reportergene zum Einsatz. Eines der am weitesten verbreiteten Selektionssysteme stellt die Verwendung von Antibiotikaresistenzgenen dar, die zusammen mit der Fremd-DNA als Teil des Plasmidvektors auf die Pflanzenzellen übertragen werden. Setzt man die Zellen dann dem entsprechenden Antibiotikum aus (zumeist Kanamycin), wirkt dieses toxisch auf alle Zellen, die den Plasmidvektor mit dem Resistenzgen nicht aufgenommen haben, so dass nur die transgenen Pflanzen überleben.<sup>16</sup>

---

<sup>13</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 92 ff.

<sup>14</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 96

<sup>15</sup> vgl. Regenass-Klotz, Mechthild 2005 S. 55 und Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 97

<sup>16</sup> vgl. Brown, Terry A. 2006 S. 176 f.

Alternativen zum Einsatz von Antibiotikaresistenzen liegen in der Übertragung von Reporter genen, die zwar nicht dominant selektieren, deren Expression aber zu spezifischen und leicht nachweisbaren Produkten führt.<sup>17</sup>

Des Weiteren kommen heute auch noch andere dominant selektive Verfahren zum Einsatz, bei denen z.B. ein Gen, das für Isopentenyltransferase codiert und somit zur Erhöhung des Cytokininspiegels beiträgt, übertragen wird. Verzichtet man dann bei der Regeneration der Pflanzen auf die sonst übliche Zugabe von Cytokininen, bilden nur die Pflanzenzellen Sprosse aus, die den Plasmidvektor in ihr Genom aufgenommen haben.<sup>18</sup>

### **2.1.2 Inaktivierung von Genen**

Neben Pflanzen, denen man durch Hinzufügen eines oder mehrerer Gene zusätzliche Eigenschaften verleiht, kann eine gentechnische Veränderung einer Kulturpflanze auch darin bestehen, dass man unerwünschte Merkmale entfernt. Hierfür könnte man das entsprechende Gen grundsätzlich gänzlich aus dem Genom der Pflanze entfernen; gängiger ist aber die Inaktivierung des betreffenden Gens. Zur Inaktivierung von Genen stehen den Gentechnikern mehrere Methoden zur Verfügung; am gebräuchlichsten ist dabei bislang die Antisense-Technik.

#### **Antisense-Technik**

Ligiert man ein zu klonierendes Gen in umgekehrter Richtung in einen Vektor, so entsteht im Rahmen der Transkription eine umgekehrt komplementäre RNA (Antisense-RNA).<sup>19</sup> Ist diese Antisense-RNA komplementär zu der Boten-RNA des Gens, das inaktiviert werden soll, bilden sie einen Doppelstrang aus, der enzymatisch abgebaut werden kann. Als Folge hiervon kann die Proteinsynthese nicht oder nur gehemmt stattfinden, so dass das unerwünschte Merkmal entsprechend abgeschwächt wird.<sup>20</sup>

---

<sup>17</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 100

<sup>18</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 100

<sup>19</sup> vgl. Brown, Terry A. 2006 S. 367

<sup>20</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 116 f.

## **2.2 Zielsetzungen gentechnischer Methoden im Rahmen der landwirtschaftlichen Produktion von Nutzpflanzen**

Die Ziele, die mit gentechnischen Veränderungen in der Pflanzenproduktion verfolgt werden, unterscheiden sich grundsätzlich nicht wesentlich von der Zielsetzung der konventionellen Züchtung. Im Mittelpunkt des Interesses stehen stets die Erhöhung der Erträge, die Erzeugung von qualitativ hochwertigen Produkten und die Steigerung der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen. Unterschiedlich sind dabei lediglich die eingesetzten Methoden, um ein bestimmtes Züchtungsziel zu erreichen und gegebenenfalls die erweiterten Möglichkeiten, die sich aus dem Einsatz gentechnischer Methoden ergeben. So kann z.B. die Gentechnik auch Artgrenzen überwinden, was bei der konventionellen Züchtung etwa durch Kreuzen nur bedingt und zumeist nur bei eng verwandten Arten möglich ist.<sup>21</sup>

Im Folgenden sollen die gängigsten Anwendungen und Verfahren gentechnischer Veränderungen bei Nutzpflanzen nähere Erläuterung finden. Dabei lassen sich im Wesentlichen zwei verschiedene Zielsetzungen unterscheiden:

- Verbesserung der Anbaueigenschaften,
- Veränderung von Produkteigenschaften und Inhaltsstoffen.

### **2.2.1 Verbesserung der Anbaueigenschaften**

Für den Erfolg des landwirtschaftlichen Pflanzenanbaus ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Standort- und Umweltbedingungen sowie die Anbaueigenschaften der zu kultivierenden Pflanze möglichst optimal aufeinander abgestimmt sind. Ist dies natürlicherweise nicht gegeben, können auf der einen Seite die Standortbedingungen an die Bedürfnisse der Pflanze angepasst werden, etwa durch Bewässerung, das Aufbringen von Dünger oder den Einsatz von Herbiziden und Pestiziden. Auf der anderen Seite kann aber auch eine Adaption der Pflanze an die Standort- und Kultivierungsbedingungen erfolgen. Besonders in diesem Bereich liefert die Gentechnik das Handwerkszeug, gewünschte Merkmale wie Insektenresistenz und Herbizidtoleranz bei Kulturpflanzen schneller und effektiver auszubilden, als dies mit herkömmlichen Züchtungsmethoden möglich ist.

---

<sup>21</sup> vgl. Regenass-Klotz, Mechthild 2005 S. 128

## **Insektenresistenz**

So konnte z.B. bei dem so genannten *Bt*-Mais, als eine der wohl bekanntesten gentechnisch veränderten Kulturpflanzen, eine Insektenresistenz mit gentechnischen Methoden erreicht werden. Zu diesem Zweck wurde ein Gen des Bodenbakteriums *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) in das Genom einer Maispflanze übertragen. Das übertragene Gen bewirkt dort die Synthese eines Proteins (Protoxin), das im Darm bestimmter Insekten(larven) zu einem toxisch wirkenden Delta-Endotoxin abgebaut wird und somit tödlich auf die Insekten wirkt.<sup>22</sup> *Bt*-Mais verfügt so über einen pflanzeigenen Schutz gegen Schadinsekten wie den Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) und den Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*). Ähnliche gentechnische Veränderungen wurden inzwischen auch bei anderen Pflanzenarten wie z.B. Baumwolle und Reis vorgenommen. Denn je nach Bakterienstamm von *Bacillus thuringiensis* variieren die gebildeten Proteine in ihrer kristallinen Form (*cry*) und somit auch in ihrem Wirkungsspektrum, so dass sie jeweils spezifisch auf bestimmte Insektenarten toxisch wirken.<sup>23</sup> So konnten inzwischen rund 140 *cry*-Gene identifiziert werden, die jeweils eine unterschiedliche Spezifität für Falter (Lepidopteren), Zweiflügler (Dipteren) und Käfer (Coleopteren) besitzen.<sup>24</sup>

Wenn auch die meisten gentechnisch erzeugten Insektenresistenzen auf der Wirkung von *Bt*-Toxinen gründen, so werden inzwischen aber auch andere Verfahren zur Ausbildung solcher Resistenzen entwickelt. Zum Beispiel macht man sich Lektin-Proteine zunutze, die natürlicherweise u.a. in Schneeglöckchen vorkommen und diese vor Fraßfeinden schützen.<sup>25</sup> Andere Ansätze untersuchen die Übertragung von Genen, die für die Bildung von Wirkstoffen codieren, welche die Verdauungsenzyme der Fraßfeinde inhibieren, so dass diese schließlich verhungern.<sup>26</sup>

## **Herbizidtolerante Pflanzen**

Mit vergleichbaren Vorgehensweisen wie bei der Erzeugung insektenresistenter Pflanzen ist es mit Hilfe gentechnischer Methoden auch möglich, Pflanzen zu züchten, die tolerant gegenüber Totalherbiziden sind. Dies ermöglicht eine Behandlung mit nicht selektiven Breitbandherbiziden auch nach dem Aufgehen des Saatgutes, ohne dass die Nutzpflanze ebenso wie die Unkräuter geschädigt

---

<sup>22</sup> vgl. Irrgang, Bernhard u.a. 2000 S. 21

<sup>23</sup> vgl. Regenass-Klotz, Mechthild 2005 S. 133

<sup>24</sup> vgl. Moeser, Joachim 2006 S. 70

<sup>25</sup> vgl. TransGen Wissenschaftskommunikation (a)

<sup>26</sup> vgl. TransGen Wissenschaftskommunikation (a)

wird. Hierdurch kann eine präventive Herbizidbehandlung schon bei Aussaat vermieden werden; Unkrautvernichtungsmittel kommen erst dann zur Anwendung, wenn tatsächlich eine Konkurrenzsituation zwischen den Nutzpflanzen und Unkräutern entsteht.

Ein bekanntes Beispiel für eine solche herbizidtolerante transgene Pflanze ist die Sojasorte Roundup Ready™ des Saatgutproduzenten Monsanto. Diese trägt ein aus dem Bodenbakterium *Agrobacterium tumefaciens* isoliertes Gen, das eine EPSP-Synthase codiert, die resistent gegen den Wirkstoff Glyphosat des Herbizids Roundup® ist.<sup>27</sup> Ohne eine solche gentechnische Veränderung würde der Herbizidwirkstoff die EPSP-Synthase inhibieren und so den Aminosäuren-Stoffwechsel der Pflanze stören, so dass diese unweigerlich abstirbt.<sup>28</sup>

Ähnlich dieser Sojasorte gibt es inzwischen zahlreiche weitere Pflanzen, die Herbizidresistenzen durch gentechnische Veränderungen aufweisen. So wurde z.B. das so genannte pat-Gen auf Mais und weitere Pflanzen erfolgreich übertragen.<sup>29</sup> Dieses Gen codiert die Information für das Enzym PPT-Acetyltransferase, so dass die transgenen Pflanzen in der Lage sind, den Wirkstoff Phosphinothricin (PPT) des Totalherbizids Basta® zu inaktivieren. Dabei stammen sowohl der Wirkstoff PPT als auch das pat-Gen ursprünglich von Bakterien der Gattung *Streptomyces*.<sup>30</sup>

### **Männliche Sterilität**

Neben insektenresistenten und herbizidtoleranten Pflanzen sind in der Europäischen Union im Bereich der gentechnischen Veränderungen von Anbaueigenschaften auch einige Rapssorten als Lebens- und Futtermittel zugelassen, die das Merkmal der männlichen Sterilität aufweisen.<sup>31</sup>

Hierbei wird mit gentechnischen Methoden verhindert, dass der Pollen einer Pflanze in den männlichen Blütenteilen zur Ausreifung kommt. Zielsetzung dieser Veränderung ist, eine Selbstbestäubung der Pflanzen zu vermeiden, da diese bei der Verwendung von Hybridsaatgut ansonsten zu deutlichen Ertragseinbußen bei den nachfolgenden Generationen führen würde.<sup>32</sup>

In den letzten Jahren wird eine gentechnisch erzeugte Sterilität bei verschiedensten Pflanzen ferner auch dazu genutzt, eine unerwünschte

---

<sup>27</sup> vgl. Regenass-Klotz, Mechthild 2005 S. 140

<sup>28</sup> vgl. Regenass-Klotz, Mechthild 2005 S. 140

<sup>29</sup> vgl. Irrgang, Bernhard u.a. 2000 S. 21f.

<sup>30</sup> Heller, Knut J. 2006 S. 31

<sup>31</sup> vgl. TransGen Wissenschaftskommunikation (b)

<sup>32</sup> vgl. Irrgang, Bernhard u.a. 2000 S. 25

Vermehrung transgener Pflanzen und damit die unbeabsichtigte Verbreitung eingebrachter Fremdgene zu unterbinden.

Methodisch gibt es mehrere Möglichkeiten, die Bildung der Pollen zu unterdrücken. So kann z.B. ein ursprünglich aus Bakterien stammendes Gen, das die Bildung des Enzyms RNase codiert, in die Pflanze eingebracht werden. Die RNase bewirkt ihrerseits den Abbau von RNA in der Pflanze. Steuert man den Abbauprozess gezielt durch einen gewebespezifischen Promotor, so findet dieser Abbau hauptsächlich in den Pollen statt, was letztlich zu deren Absterben führt.<sup>33</sup> Neuere Ansätze bewirken die Einschränkung bzw. Ausschaltung der enzymatischen Wirkung von Invertase, einem Enzym das Saccharose in Glucose und Fructose aufspaltet und so für die Versorgung des Pollens zwingend notwendig ist.<sup>34</sup>

### **Toleranz gegenüber abiotischem Stress**

Wie oben bereits erläutert ist es für den Anbau von Kulturpflanzen von entscheidender Bedeutung, dass die Standortbedingungen und die Anbaueigenschaften der Pflanze möglichst optimal aufeinander abgestimmt sind. Ist dies nicht der Fall, führt dies zumeist zu einer Verminderung des Ertrages oder gar zum Absterben der Pflanze.

Abiotische Faktoren, wie Trockenheit, Kälte, hohe Temperaturen, erhöhte Salzexposition und toxische Umgebungsbedingungen sowie zu starke Sonneneinstrahlung stellen für die meisten Pflanzen starke Stressfaktoren (Stressoren) dar. Für den Pflanzenanbau unter solch widrigen Standortbedingungen versuchen Wissenschaft und Agroindustrie auch durch gentechnische Veränderungen Pflanzen zu züchten, die tolerant gegenüber den genannten Stressoren sind. Als besondere Herausforderung stellt sich dabei dar, dass bestehende Toleranzen bei Pflanzen als komplexe Eigenschaftsmerkmale zumeist auf dem Zusammenwirken mehrerer Gene beruhen.<sup>35</sup> Zur Übertragung solcher Eigenschaften auf andere Pflanzen bedarf es daher des detaillierten Wissens über die regulativen biochemischen und physiologischen Abläufe im Pflanzeninneren.

Trotz dieser Schwierigkeit ist es inzwischen gelungen, einzelne Toleranzen durch gentechnische Veränderungen herbeizuführen:

So konnte z.B. bei Reispflanzen eine erhöhte Wassermangel- und Salztoleranz durch die Übertragung eines aus Roggen stammenden Gens erreicht werden,

---

<sup>33</sup> vgl. Irrgang, Bernhard u.a. 2000 S. 25

<sup>34</sup> vgl. bioSicherheit (a)

<sup>35</sup> vgl. Koechlin, Florianne 2004 S. 2

das die Information für ein LEA-Protein (late embryogenesis abundant protein) codiert.<sup>36</sup> LEA-Proteine, deren genaue Wirkungsweise bislang noch nicht bekannt ist, „(...) sind beim Schutz von Makromolekülen wie Enzymen, Lipiden und mRNA vor Austrocknung beteiligt.“<sup>37</sup>

Ein weiteres Beispiel für gentechnisch erzeugte Toleranzen gegenüber abiotischem Stress stellt ein pflanzeigener Schutzmechanismus gegen die Toxizität von Aluminium dar, den australische und japanische Forscher untersuchen. Hierbei transferieren sie mit dem ALMT1-Gen (aluminium-activated malate transporter) aus Weizen die Information zur Abgabe von organischen Verbindungen wie Malaten über die Wurzeln auf Gerste, wodurch die Pflanze in die Lage versetzt wird, die toxische Wirkung von Aluminium zu neutralisieren.<sup>38</sup>

Bislang blieben die vorgenannten Versuche allerdings zumeist auf Kulturen im Gewächshaus beschränkt und konnten nur in Einzelfällen im Freilandversuch erprobt werden.<sup>39</sup> Als Lebens- und Futtermittel sind transgene Pflanzen mit Toleranzen gegenüber abiotischen Stressoren daher in der Europäischen Union bislang nicht zugelassen.

### **Resistenzen gegen Viren, Bakterien, Pilze und Nematoden**

Neben den bereits beschriebenen Resistenzen werden gentechnische Verfahren auch für die Züchtung von Pflanzen mit Abwehrmechanismen gegen weitere Schädlinge und Krankheitserreger eingesetzt. Dies beinhaltet vor allem Resistenzen gegen Viren, Bakterien, Pilze und parasitäre Fadenwürmer (Nematoden).

So konnten Kulturpflanzen wie Tabak und Zuckerrüben durch das Einbringen von Genen zur Bildung von viralen Hüllproteinen präimmunisiert und somit resistent gegen bestimmte Viren gemacht werden.<sup>40</sup>

Pilzresistenzen versucht man z.B. durch das Einbringen von pflanzlichen oder bakteriellen Genen, die für die Produktion von Chitinase oder Glukanase codieren, zu erzeugen, wobei diese Bemühungen bislang nicht zu marktreifen Ergebnissen führten.<sup>41</sup>

---

<sup>36</sup> vgl. Eimer, Martin 2004 S. 9

<sup>37</sup> Eimer, Martin 2004 S. 9

<sup>38</sup> vgl. Heller, Knut J. 2006 S. 47 und TransGen Wissenschaftskommunikation (c)

<sup>39</sup> vgl. Koechlin, Florianne 2004 S. 2

<sup>40</sup> vgl. Heller, Knut J. 2006 S. 42

<sup>41</sup> vgl. TransGen Wissenschaftskommunikation (d)

### **Optimierung der Wachstumseigenschaften**

Auch gentechnische Veränderungen, die auf die Optimierung der Wachstumseigenschaften von Pflanzen zielen, stellen Bemühungen zur Verbesserung der Anbaueigenschaften von Kulturpflanzen dar. Von besonderem wirtschaftlichen Interesse sind dabei die Steigerung der Erträge und die Verkürzung von Keimdauer und Reproduktionszeit.

Von diesem Interesse geleitet, haben Wissenschaftler z.B. eine transgene Kartoffelpflanze entwickelt, die sechs bis sieben Wochen früher keimt als eine vergleichbare konventionelle Pflanze. Hierfür übertrugen sie ein Pyrophosphatase-Gen aus dem Bakterium *E.coli* in die Kartoffelpflanze, um dort die Bildung anorganischer Phosphate anzuregen, die eine zentrale Rolle beim Stärkeabbau in der Knolle spielen. Dieser Abbau von Stärke wiederum beeinflusst positiv das Wachstum des Kartoffelkeimlings.<sup>42</sup>

Ein Beispiel für die Beeinflussung der Reproduktionszeit stellen transgene Citrusbäume dar, die bereits im ersten Jahr fruchtbare Blüten ausbilden, während vergleichbare konventionelle Pflanzen hierfür mindestens sechs Jahre benötigen. Um dies zu erreichen, brachte man in einen Sämling Gene der Acker-Schmalwand (*Arabidopsis*) ein, die dort die Blütenbildung fördern.<sup>43</sup>

### **2.2.2 Veränderung von Produkteigenschaften und Inhaltsstoffen**

Neben der Optimierung von Anbaueigenschaften der Kulturpflanzen zielen gentechnische Veränderungen im Bereich der grünen Gentechnik gerade in den letzten Jahren vermehrt auch auf die Beeinflussung von Eigenschaften der produzierten Lebensmittel ab. Unter dem Stichwort „functional food“ werden so z.B. Nahrungsmittel produziert, die durch gentechnische Veränderungen der Inhaltsstoffe zusätzliche funktionale, meist gesundheitsfördernde Eigenschaften aufweisen sollen. Andere Ansätze zielen auf verbesserte Verarbeitungseigenschaften der Lebensmittel ab oder fördern deren Haltbarkeit.

### **Verzögerung des Reifeprozesses**

Als erstes Produkt mit gentechnisch veränderten Produkteigenschaften wurde die so genannte „Anti-Matsch-Tomate“ im Jahr 1994 in den USA für den Anbau als Lebensmittel zugelassen. Die Früchte der unter der Produktbezeichnung Flavr Savr<sup>TM</sup> firmierenden Pflanze behalten länger ihre Festigkeit und können daher am Strauch ausreifen, wohingegen herkömmliche Tomaten aufgrund

---

<sup>42</sup> vgl. Heller, Knut J. 2006 S. 47

<sup>43</sup> vgl. Heller, Knut J. 2006 S. 48

langer Transportwege meist grün und unreif geerntet werden. Dadurch sollte Flavr Savr™ aromatischer als konventionell produzierte Früchte sein. Methodisch erfolgte die durchgeführte gentechnische Veränderung mit Hilfe der Antisense-Technik, indem das für die Bildung von Polygalacturonidase codierende Gen partiell inaktiviert wurde.<sup>44</sup> Polygalacturonidase ist ein Enzym, das im Rahmen der Fruchtreifung das Pektin aus den Zellwänden abbaut, so dass diese an Festigkeit verlieren. Aufgrund der partiellen Inaktivierung konnte die Genexpression so weit heruntergesetzt werden, dass der Reifeprozess, wie erwünscht, verzögert wurde.<sup>45</sup> Da das Produkt dennoch die Erwartungen des Herstellers nicht gänzlich erfüllen konnte, ist der Anbau von Flavr Savr™, der in der EU nie zugelassen war, auch in den USA im Jahr 2002 eingestellt worden.<sup>46</sup> Unabhängig davon wird weiter an Projekten zur Inaktivierung von Genen geforscht, die eine Verzögerung des Reifeprozesses von Früchten bewirken sollen. Forschungsgegenstand sind dabei zumeist Gene, die für die Ethylensynthese verantwortlich sind.<sup>47</sup>

### **Produktion von samenlosem Obst und Gemüse (Parthenokarpie)**

Samenlose Früchte kommen in der Natur relativ selten vor, erfreuen sich aber gerade bei Verbrauchern großer Beliebtheit, wie man z.B. am Erfolg kernloser Weintraubensorten erkennen kann. Im Unterschied zu den vorgenannten Trauben, die nur scheinparthenokarp sind und deren befruchtete Samen später absterben, ist es mit Hilfe gentechnischer Verfahren möglich, Pflanzen zu entwickeln, die zur Fruchtentwicklung ohne vorherige Befruchtung und die damit einhergehende Samenbildung fähig sind.<sup>48</sup> Die hierbei verwendete Methode basiert auf dem Wissen um die Wirkung des pflanzlichen Hormons Auxin, das bei seiner Aufbringung auf unbefruchtete Blüten einiger nicht-parthenokarper Pflanzen zu samenloser Fruchtbildung führt.<sup>49</sup> Gene wie das *iaaM*-Gen aus dem Bakterium *Pseudomonas syringae* und das *rol*-Gen aus dem Bakterium *A. rhizogenes* bewirken die vermehrte Bildung von Auxin bzw. von Stoffen mit vergleichbarer Wirkung und konnten so nach Übertragung in Pflanzen wie Auberginen, Tomaten, Himbeeren und Erdbeeren für die gentechnische Herstellung samenloser Früchte eingesetzt werden.<sup>50</sup>

---

<sup>44</sup> vgl. Brown Terry A. 2006 S. 369 f.

<sup>45</sup> vgl. Brown Terry A. 2006 S. 370 f.

<sup>46</sup> TransGen Wissenschaftskommunikation (e)

<sup>47</sup> vgl. Brandt, Peter 1997 S. 85

<sup>48</sup> vgl. Heller, Knut J. 2006 S. 50 f.

<sup>49</sup> vgl. Potthof Christof / Vogel Benno 2004 S. 43 f.

<sup>50</sup> vgl. Heller, Knut J. 2006 S. 50 f. und Potthof Christof / Vogel Benno 2004 S. 44

Über die Befriedigung der Nachfrage der Verbraucher nach samenlosen Obst- und Gemüsesorten hinaus stellt deren gentechnische Erzeugung neben der männlichen Sterilität auch eine weitere Möglichkeit dar, eine unkontrollierte Auskreuzung transgener Pflanzen zu verhindern.

### **Produktion von funktionellen Lebensmitteln**

Mit den methodischen Möglichkeiten der grünen Gentechnik sind Wissenschaft und Industrie heute erstmalig auch in der Lage, die Inhaltsstoffe pflanzlicher Lebensmittel über das mit konventionellen Züchtungsmethoden mögliche Maß hinaus zu beeinflussen. Einige Forschungsansätze zielen daher darauf ab, Lebensmittel mit zusätzlichen, meist gesundheitsfördernden Eigenschaften und Inhaltsstoffen auszustatten.

So hofft man z.B. dem Vitamin A-Mangel in einigen Teilen der Weltbevölkerung durch die Entwicklung des so genannten „Golden Rice“ begegnen zu können. Durch die Übertragung von zwei Genen aus Narzissen (*Narcissus pseudonarcissus*) und eines Bakterien-Gens auf Japonica-Reis versetzte man die Reispflanzen in die Lage, Beta-Carotin (Provitamin-A) zu bilden.<sup>51</sup>

Neben diesem „goldenen“ Reis existieren heute nicht nur Erfahrungen mit gentechnisch veränderten Pflanzen, die einen erhöhten Eisenanteil aufweisen, die mehrfach ungesättigte Fettsäuren produzieren oder die in ihrer Aminosäurezusammensetzung „verbessert“ wurden, vielmehr sind heute auch die Produktion von kalorienreduziertem Zucker und unzählige weitere Anwendungen bereits möglich oder zumindest denkbar.<sup>52</sup> Im Falle des kalorienreduzierten Zuckers haben Forscher der Universität Wageningen so z.B. ein Gen der Artischocke auf Zuckerrüben übertragen und hierdurch die Bildung von Fruktan erreicht, einem Kohlenhydrat, das vom Menschen nicht verdaut wird und so kalorienärmer ist als der gemeine Haushaltszucker Saccharose.<sup>53</sup>

### **Eliminierung unerwünschter Inhaltsstoffe**

Während man mit Hilfe der grünen Gentechnik Lebensmittel auf der einen Seite mit zusätzlichen Inhaltsstoffen anreichert, ist man auf der anderen Seite auch bemüht, unerwünschte Inhaltsstoffe zu eliminieren. Entsprechende Forschungen beschäftigen sich so z.B. mit der Herstellung von Tabak ohne Nikotin, Kaffee

---

<sup>51</sup> vgl. Regenass-Klotz, Mechthild 2005 S. 134 f. und Potthof Christof / Vogel Benno 2004 S. 37

<sup>52</sup> vgl. Heller, Knut J. 2006 S. 48 f.

<sup>53</sup> vgl. Potthof Christof / Vogel Benno 2004 S. 38

ohne Koffein und allergiefreien Pflanzen. Sie greifen dabei zumeist auf die Antisense-Technik zurück, um gezielt bestimmte Gene zu inaktivieren.

Sowohl beim Nikotin als auch beim Koffein betreffen die vorgenommenen gentechnischen Veränderungen dabei Gene, die für Enzyme codieren, die an der Synthese der jeweiligen Stoffe beteiligt sind. Während marktreife Produkte beim gentechnisch veränderten koffeinfreien Kaffee erst in etwa fünf bis zehn Jahren zu erwarten sind, werden mit Zigaretten der Marke „Quest“ schon heute nikotinfreie Produkte in den USA angeboten.<sup>54</sup>

Lebensmittelallergien gehen zumeist auf Proteine zurück, gegen die bei einigen Menschen eine Unverträglichkeit besteht. Durch Inaktivierung der an der Proteinsynthese beteiligten Gene kann die allergene Wirkung reduziert oder gänzlich beseitigt werden. „Bei Soja zum Beispiel haben Forschende der US-Amerikanischen Landwirtschaftsbehörde zusammen mit DuPont ein Gen stillgelegt, das für mehr als die Hälfte aller Sojabohnenallergien verantwortlich sein soll.“<sup>55</sup>

Bis zur Marktreife hypoallergener Lebensmittel dürfte es allerdings noch etwas dauern, denn schließlich beinhalten Pflanzen meist mehrere allergene Proteine und eine vollkommene Inaktivierung der entsprechenden Gene kann nicht immer garantiert werden.<sup>56</sup>

### **Veränderung der Verarbeitungseigenschaften**

Die meisten pflanzlichen Produkte werden nicht einfach unbehandelt als Lebensmittel genutzt, sondern werden zu komplexeren Nahrungs- und Genussmitteln weiterverarbeitet. Je nach Verarbeitungsprozess sollten die Produkte daher optimalerweise bestimmte Eigenschaften aufweisen. Dort, wo die natürliche Vielfalt nicht die gewünschten Merkmale bereithält, bietet die grüne Gentechnik die Möglichkeit zur direkten Beeinflussung der Verarbeitungseigenschaften.

So können mit gentechnischen Verfahren z.B. der Glutenanteil in Weizen zugunsten veränderter Backeigenschaften variiert<sup>57</sup> oder der Stärkeanteil in Kartoffeln so konfektioniert werden, dass diese bei der Verarbeitung zu Pommes oder Chips weniger Fett aufnehmen.<sup>58</sup>

---

<sup>54</sup> vgl. TransGen Wissenschaftskommunikation (f)

<sup>55</sup> Suszkiw, J 2002 zitiert nach Potthof Christof / Vogel Benno 2004 S. 43

<sup>56</sup> vgl. Potthof Christof / Vogel Benno 2004 S. 43

<sup>57</sup> vgl. Heller, Knut J. 2006 S. 51

<sup>58</sup> vgl. Potthof Christof / Vogel Benno 2004 S. 40

### **3. Objektive Risiken der grünen Gentechnik**

Gentechnische Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion stehen im Mittelpunkt einer ausgeprägten gesellschaftlichen Debatte. Neben generellen ethischen Bedenken werden dabei von Gegnern der Technologie zumeist die mit der grünen Gentechnik verbundenen Risiken für Mensch und Umwelt angeführt und auch in der rechtlichen Betrachtung nehmen der Risikobegriff und sicherheitspolitische Erwägungen eine zentrale Rolle ein.

Nicht zuletzt aufgrund der Emotionalität, mit der die öffentliche Diskussion geführt wird, ist es für den einzelnen Verbraucher oft nur schwer möglich, das tatsächliche Risikopotential gentechnischer Verfahren einzuschätzen. Bevor im weiteren Verlauf der Arbeit die subjektiven Einflussfaktoren auf das Risikoempfinden untersucht werden, sollen die mit der grünen Gentechnik verbundenen Risiken daher zunächst einer Betrachtung aus naturwissenschaftlicher Sicht unterzogen werden. Dabei findet der objektive Risikobegriff der Ingenieur- und Umweltwissenschaften Anwendung, der Risiko als Produkt von Eintrittshäufigkeit und Ereignisschwere bzw. Schadensausmaß definiert.

#### **3.1 Risiken für die menschliche Gesundheit**

Aufgrund der besonderen Sensibilität des Lebensmittelsektors und dem wohl unstrittigen Zusammenhang zwischen Ernährung und Gesundheit kommt potentiellen schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit eine besondere Bedeutung bei der Bewertung des Risikopotentials gentechnischer Verfahren in der Lebensmittelproduktion zu.

Dabei werden nicht nur von Kritikern der Technologie unterschiedliche potentielle Risikofaktoren identifiziert.

##### **3.1.1 Mögliche toxische Wirkungen durch den Verzehr von gentechnisch veränderten Produkten**

Toxische und unverträgliche Inhaltsstoffe in Nahrungsmitteln stellen für den Menschen eine unmittelbare Gefährdung dar. Wird die Zusammensetzung der Lebensmittel durch gentechnische Veränderungen beeinflusst, so birgt dies auch Risiken für die menschliche Gesundheit, wenn hierdurch gleichzeitig auch schädliche Stoffe induziert werden.

Wie in Kapitel 2.1 näher erläutert, beinhaltet die gentechnische Veränderung eines Organismus zunächst einmal eine Beeinflussung seines Erbgutes und damit seiner Nucleinsäurezusammensetzung, also seiner Desoxyribonucleinsäure (DNA) bzw. Ribonucleinsäure (RNA). Da diese bei allen Organismen aus den gleichen Grundbausteinen, den Nucleotiden, aufgebaut sind, ist eine direkte toxische Wirkung bei Aufnahme über die Nahrung nicht zu erwarten.

Eine solche könnte sich aber aus den Genprodukten ergeben, für die die veränderten Gene codieren. So könnte es z.B. sein, dass eine bewusst induzierte Herbizidresistenz oder die bei der Selektion transgener Pflanzen verwendeten Resistenzgene ungewollt zu toxischen Gen- oder Nebenprodukten führen. Für die in der grünen Gentechnik häufig verwendete Kanamycinresistenz konnte dies durch umfangreiche Untersuchungen und Versuche ebenso ausgeschlossen werden wie für EPSP-Synthasen, die bei der Ausbildung von Resistenzen gegen Herbizide synthetisiert werden.<sup>59</sup>

Die Toxizität von transgenen Produkten lässt sich aber nicht per se gänzlich ausschließen. Gerade bei der gentechnischen Erzeugung neuer Stoffwechselwege kann es zu unbeabsichtigten Reaktionen in der Wechselwirkung verschiedener Stoffe kommen, die bei Verzehr des Produktes zu einer Schädigung der menschlichen Gesundheit führen könnten.<sup>60</sup> Ferner könnte es auch durch so genannte pleiotrope Effekte zur Bildung toxischer Stoffe kommen, indem durch die Einführung eines neuen Gens nicht nur die gewünschte Eigenschaft ausgebildet, sondern auch andere Merkmale verändert oder beeinflusst werden.<sup>61</sup>

Um solche Vorgänge zu vermeiden, ist die Unbedenklichkeit des Produktes im Rahmen der Zulassung als Lebensmittel nachzuweisen. Im Rahmen dieser Sicherheitsbewertung bedient man sich des Konzeptes der substantiellen Äquivalenz. Wenn also die Inhaltsstoffe eines gentechnisch veränderten Lebensmittels denen eines konventionellen Lebensmittels gleichen, ist davon auszugehen, dass das Produkt den gängigen Sicherheitsstandards genügt. Weicht die Zusammensetzung nur leicht von herkömmlichen Produkten ab, so macht dies bereits toxikologische Untersuchungen notwendig. Bei wesentlichen Abweichungen von Eigenschaften oder Inhaltsstoffen können sogar aufwändige klinische Studien erforderlich sein.<sup>62</sup>

---

<sup>59</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 199 f.

<sup>60</sup> vgl. Irrgang, Bernhard u.a. 2000 S. 26

<sup>61</sup> vgl. Brandt, Peter 1995 S. 231 und Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 202

<sup>62</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 203

Insgesamt betrachtet stellt die mögliche Toxizität von gentechnisch veränderten Lebensmitteln also tatsächlich ein gewisses Risikopotential dar; dies ist allerdings bei marktreifen Produkten aufgrund der zuvor erforderlichen Sicherheitsbewertung als äußerst gering einzuschätzen. Zusätzlich ist noch zu erwähnen, dass toxische Wirkungen von Lebensmitteln kein gentechnik-spezifisches Phänomen sind, vielmehr geht von allen neuartigen Lebensmitteln zunächst einmal ein gleich hohes Gefährdungspotential aus. So unterliegen auch exotische Früchte und Produkte wie z.B. der Saft der Noni-Frucht oder die Blätter des Stevia-Strauches, die in Südamerika als Süßungsmittel verwendet werden, ähnlichen Sicherheitsanforderungen wie Produkte transgener Pflanzen.<sup>63</sup>

### **3.1.2 Übertragung von Antibiotikaresistenzen auf Mikroorganismen**

Sicherheitsbedenken im Zusammenhang mit gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln werden immer wieder auch wegen der Möglichkeit der Übertragung von Antibiotikaresistenzen auf Mikroorganismen geäußert.

Die in Rede stehenden Resistenzen werden im Rahmen der Selektion transgener Pflanzen als so genannte Marker verwendet, um diejenigen Pflanzen(zellen) zu selektieren, bei denen der Gentransfer erfolgreich war.<sup>64</sup> Kritiker dieser Praxis befürchten eine Übertragung der Resistenz auf pathogene Mikroorganismen durch horizontalen Gentransfer im Verdauungstrakt des Menschen und eine dadurch entstehende Unwirksamkeit bestimmter Antibiotika gegenüber diesen Krankheitserregern.

Tatsächlich ist eine solche Übertragung aber extrem unwahrscheinlich. So beträgt der Anteil transgener DNA an den täglich über die Nahrung aufgenommenen 0,1–1,0 g DNA beim Verzehr gentechnisch veränderter Lebensmittel nur etwa 0,0001 – 0,00001 %.<sup>65</sup> Außerdem wird der größte Teil der DNA nahezu vollständig durch den Verdauungsprozess abgebaut, bevor diese überhaupt die Darmflora erreicht.<sup>66</sup>

Selbst in den Fällen, in denen man nach Studien der Kölner Virologen Walter Doerfler und Rainer Schubbert davon ausgehen muss, dass DNA-Fragmente unbeschadet den Magen-Darm-Trakt passieren können<sup>67</sup>, ist zudem noch zu bemerken, dass die Übertragung von Genen höherer Pflanzen auf Mikroorganismen zwar nicht vollständig ausgeschlossen ist, in der Praxis aber,

---

<sup>63</sup> vgl. TransGen Wissenschaftskommunikation (g)

<sup>64</sup> vgl. Kapitel 2.1 (Selektionierung der transgenen Pflanzen)

<sup>65</sup> vgl. Akademieunion 2006 S. 3

<sup>66</sup> vgl. Brown, Terry A. 2006 S. 373

<sup>67</sup> vgl. Doerfler, Walter / Schubbert, Rainer 1997

im Gegensatz zum umgekehrten Weg,<sup>68</sup> noch nicht beobachtet werden konnte.<sup>69</sup> Im Ergebnis ist es daher nicht überraschend, dass Wahrscheinlichkeitsberechnungen für die Übertragung des Kanamycin-Resistenzgens nptII ergaben, dass der tägliche Verzehr einer resistenten Tomate nur zu einem Übertragungsereignis unter 260 Personen führen würde.<sup>70</sup> Für die Einschätzung des Risikopotentials eines solchen Ereignisses ist zudem noch zu beachten, dass die meisten verwendeten Resistenzen sich auf die Antibiotika Neomycon und Kanamycon beziehen, die in der Humanmedizin aufgrund ihrer Giftigkeit ohnehin nur noch selten zum Einsatz kommen.<sup>71</sup> Des Weiteren sind viele Mikroorganismen auch ohne gentechnische Einflüsse sowohl gegen diese als auch gegen Antibiotika wie Ampicillin resistent. Zurückhaltende Schätzungen gehen beispielsweise von 1 – 2 % ampicillinresistenter Darmbakterien beim Menschen aus, so dass das Risiko einer Übertragung eines Resistenzgens durch transgene Lebensmittel gegenüber dem durch bakterielle Konjugation vernachlässigbar gering ist.<sup>72</sup>

Um den Befürchtungen der Gentechnikgegner dennoch zu begegnen, ist man in den letzten Jahren, ungeachtet des geringen gesundheitlichen Risikos dieser Vorgehensweise, dazu übergegangen, Antibiotikaresistenzgene vor der Markteinführung aus den Pflanzen zu entfernen oder gänzlich auf diese zugunsten anderer Selektionsverfahren zu verzichten. Zudem gelten mit Artikel 4 II der Richtlinie 2001/18/EG über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt (Freisetzungsrichtlinie) inzwischen europarechtliche Vorgaben, welche die Verwendung von Antibiotikaresistenzmarkern verbieten, „(...) die schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt haben können.“

### **3.1.3 Allergene Wirkung gentechnisch veränderter Nahrungsmittel**

Neben einer möglichen Toxizität und der befürchteten Übertragung von Antibiotikaresistenzen zählen allergene Wirkungen unzweifelhaft zu den meist gefürchteten gesundheitlichen Risiken gentechnisch veränderter Pflanzen.

---

<sup>68</sup> Die Übertragung von bakteriellen Genen auf pflanzliche Zellen ist durchaus nicht ungewöhnlich, so ist z.B. *Agrobacterium tumefaciens* in der Lage, Teile seines Erbgutes in pflanzliche Zellen einzubringen, um dort tumorartige Wucherungen zu induzieren. Vgl. Kapitel 2.1.1

<sup>69</sup> vgl. Wackernagel, Wilfried 2002 S. 31

<sup>70</sup> vgl. Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 46

<sup>71</sup> vgl. Akademieunion 2006 S. 3

<sup>72</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 198

Allergien sind die überempfindliche Reaktion des menschlichen Immunsystems auf körperfremde Substanzen (Allergene).<sup>73</sup> So lösen z.B. für andere Menschen völlig harmlose Nahrungsmittelbestandteile bei 1 – 2 % aller Erwachsenen und bei 2 – 5 % aller Kinder unter sechs Jahren allergische Symptome aus, die von einem leichten Juckreiz bis hin zu einem anaphylaktischen Schock reichen können.<sup>74</sup> Dabei tragen nicht alle Lebensmittel das gleiche allergene Potential, vielmehr gehen mehr als 90 % aller Lebensmittelallergien auf Proteine von Sojabohnen, Muscheln, Nüssen, Weizen, Milch, Krebstieren und Fisch sowie von Eiern oder Gewürzen zurück.<sup>75</sup> Wenn auch durch medizinische Methoden wie der Hyposensibilisierung inzwischen die Wirkung bestimmter Allergene herabgesetzt werden kann, so besteht doch die wirkungsvollste Methode mit einer Nahrungsmittelallergie umzugehen darin, die betreffenden Allergene bzw. Produkte gänzlich zu meiden. Wenn aber durch gentechnische Methoden gerade diese Allergene auf eine Nahrungspflanze übertragen werden, gegen die bislang keine Unverträglichkeit bestand, so liegt darin ein gentechnikspezifisches Gesundheitsrisiko für die Verbraucher.

Eine solche Übertragung findet aber nicht einfach so statt, vielmehr werden gentechnisch veränderte Nahrungsmittel im Unterschied zu konventionellen Produkten im Rahmen der Sicherheitsprüfung auch auf ihr allergenes Potential getestet. So konnte z.B. schon im Vorfeld zur Zulassung einer gentechnisch veränderten Sojasorte, die Allergie auslösende Wirkung eines übertragenen Gens der Paranuss identifiziert werden, so dass die Pflanze gar nicht erst bis zur Marktreife entwickelt wurde.<sup>76</sup>

Zur Abschätzung der allergischen Wirkung gentechnisch veränderter Pflanzen bedient man sich in der Wissenschaft verschiedener Methoden. Bei der Übertragung von Genen für Proteine aus Lebensmitteln mit einer bekannten Allergenität und bei Produkten, deren allergenes Potential durch die Antisense-Technik gesenkt werden soll, bedient man sich zumeist immunologischer Testverfahren, bei denen die Wirkung rekombinanter Proteine auf das Serum allergischer Probanden untersucht wird.<sup>77</sup> Schwieriger ist dagegen die Abschätzung der Allergenität bei der Transformation von Genen für Proteine, bei denen nicht bekannt ist, ob diese allergische Reaktionen hervorrufen können. Hier ist man neben immunologischen Tests auch auf indirekte Abschätzungsmaßnahmen angewiesen, die auf gemeinsamen Eigenschaftsmerkmalen

---

<sup>73</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 200

<sup>74</sup> vgl. Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 31

<sup>75</sup> vgl. Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 31

<sup>76</sup> vgl. Akademieunion 2006 S. 2 f.

<sup>77</sup> vgl. Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 32

bekannter Allergie auslösender Stoffe beruhen. Als Kriterien bei dieser Abschätzung können z.B. die Stabilität im Verdauungsprozess, die Aminosäuresequenz, die Größe und Menge der Proteine sowie deren Zugehörigkeit zur Gruppe der Glykoproteine dienen.<sup>78</sup>

Nicht zuletzt aufgrund dieser intensiven Testverfahren ist das von einer möglichen allergischen Wirkung transgener Pflanzen ausgehende Risikopotential für die menschliche Gesundheit bei marktreifen Produkten als gering einzuschätzen. So kann zwar grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass durch gentechnische Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion auch neue Allergene in unsere Nahrung gelangen, dies kann aber auch durch konventionelle Züchtung und durch den Import exotischer Früchte und bislang unbekannter Nahrungsmittel erfolgen. So weist z.B. die in den sechziger Jahren in Europa eingeführte Kiwi-Frucht ein derart hohes allergenes Potential auf, dass sie als transgenes Produkt heute wohl keine Zulassung als Lebensmittel erhalten würde.<sup>79</sup>

Abschließend ist ferner zu bemerken, dass bislang noch keine allergischen Reaktionen gegen ein auf dem Markt befindliches transgenes Produkt registriert wurden<sup>80</sup> und dass die grüne Gentechnik mit Hilfe der Antisense-Technik sogar zu allergenärmeren Produkten beitragen könnte.

### **3.2 Risiken für Umwelt und Ökosysteme**

Neben Risiken für die menschliche Gesundheit werden mit der grünen Gentechnik häufig vor allem auch schädliche Auswirkungen auf Umwelt und Ökologie verbunden. So wird vielfach befürchtet, dass die Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen entweder durch eine unkontrollierte Ausbreitung, durch toxische Effekte auf andere Organismen oder durch eine Übertragung genetischen Materials zur Schädigung benachbarter Ökosysteme führen könnte.

Aufgrund der Komplexität von Ökosystemen und den sich hieraus ergebenden Wechselbeziehungen zwischen einzelnen Umweltfaktoren stellt eine Bewertung des von transgenen Kulturpflanzen ausgehenden Risikopotentials eine besondere Herausforderung dar. In diese Betrachtung müssen dabei nicht nur die negativen Auswirkungen auf einzelne Organismen einfließen, vielmehr sollten

---

<sup>78</sup> vgl. Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 33 ff.

<sup>79</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 202

<sup>80</sup> vgl. Akademieunion 2006 S. 3

genauso auch die vom Einsatz gentechnischer Methoden ausgehenden positiven Chancen Berücksichtigung finden. Ferner kann eine Betrachtung der Auswirkungen auf die Umwelt, genau wie bei den gesundheitlichen Risiken, nicht isoliert nur für transgene Nutzpflanzen, sondern immer nur im Vergleich zum konventionellen Pflanzenanbau durchgeführt werden.

### **3.2.1 Unkontrollierte Ausbreitung von gentechnisch veränderten Pflanzen**

Gentechnisch erzeugte Merkmale, wie Insekten- und Herbizidresistenzen oder Toleranzen gegenüber abiotischem Stress, können Pflanzen auf der Anbaufläche einen ökologischen Vorteil gegenüber konventionellen Kulturen und Unkräutern verschaffen. Kritische Stimmen gehen daher davon aus, dass die Pflanzen auch außerhalb des Feldes eine erhöhte Überlebensfitness aufweisen, so dass eine unkontrollierte Ausbreitung und Verwilderung stattfinden könnte.

Tatsächlich wird es wohl künftig zu einer gewissen Ausbreitung und Einbürgerung gentechnisch veränderter Pflanzen kommen.<sup>81</sup> Dies ist wenig verwunderlich, wenn man bedenkt, dass es auch bei nicht-transgenen Pflanzen schon zu Verwilderungen und der Ausbildung von Unkrauteigenschaften gekommen ist und dass darüber hinaus gentechnische Methoden Veränderungen bewirken können, die mit konventionellen Züchtungsmethoden nicht zu erreichen sind.<sup>82</sup> „Im Zusammenhang mit transgenen Pflanzen und deren Hybriden wird das Übertragen von Genen, die in bestimmten Umwelten Fitnessvorteile mit sich bringen, (daher) als Möglichkeit angesehen, das Verwilderungs- und Invasionspotential zu erhöhen. Zu den befürchteten Folgen zählen das Auftreten neuer Unkrautformen und das Zurückdrängen heimischer Arten und Lebensgemeinschaften.“<sup>83</sup>

Zumindest für die derzeit im Anbau befindlichen transgenen Kulturpflanzen ist ein solcher Fitnessvorteil nach Erkenntnissen einer britischen Studie von 2001 bislang nicht gegeben.<sup>84</sup> Um solchen Schädigungen aber auch in Zukunft vorzubeugen, sehen das europäische und nationale Gentechnikrecht verbindliche Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) im Vorfeld einer geplanten Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen vor.<sup>85</sup> Im Rahmen einer solchen UVP ist auch das Invasivitätsrisiko der transgenen Organismen abzuschätzen.

---

<sup>81</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 192 f.

<sup>82</sup> vgl. Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 82

<sup>83</sup> Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 82

<sup>84</sup> vgl. Genius Biotechnologie GmbH 2003 S.17

<sup>85</sup> vgl. u.a. Artikel 4 Nr. 2 Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG)

Hierzu bedient man sich in der Praxis mit dem „exotic species model“ und Freilandexperimenten zweier unterschiedlicher Methoden.

Während bei Freilandversuchen direkt und auf den jeweiligen Organismus bezogene Untersuchungen durchgeführt werden, erfolgt die Risikoabschätzung bei dem „exotic species model“ über Vergleiche mit Erfahrungen, die man in Bezug auf die Invasion gebietsfremder nicht-transgener Pflanzenarten gemacht hat. Bei Untersuchungen zum Invasionsverhalten von Pflanzen der letzteren Kategorie konnten Faktoren identifiziert werden, die auch für Prognosen des Verwilderungsrisikos gentechnisch veränderter Pflanzen herangezogen werden können. Dabei bilden die Eigenschaften der transgenen Pflanze in ihrer Summe den Invasionsdruck, während die Charakteristika der invasierten Lebensräume den Invasionswiderstand (biotische Resistenz) bestimmen.<sup>86</sup>

Zusätzlich zu der präventiven Risikoabschätzung der Umweltverträglichkeitsprüfung schreibt das Gentechnikrecht auch den Anbau begleitende Langzeituntersuchungen vor.<sup>87</sup> Diese Umweltüberwachung (Monitoring) soll nicht nur die Risikoabschätzung der UVP in der Praxis auf Richtigkeit überprüfen, sondern darüber hinaus auch neue Erkenntnisse über das Verhalten von transgenen Organismen im Freiland vermitteln.

Entsprechend dem objektiven Risikobegriff ist bei der Bestimmung des Risikos der Verwilderung transgener Pflanzen aber nicht nur die Eintrittswahrscheinlichkeit, sondern auch das Schadenspotential eines solchen Ereignisses zu berücksichtigen. Hierbei ist zu attestieren, dass die Verbreitung gebietsfremder Pflanzenarten, im Unterschied zu tierischen Neophyten, nur in wenigen Einzelfällen signifikante ökologische Probleme verursacht hat. „So ist kein Fall bekannt geworden, in dem die Ausbreitung eines Neophyten zum (überregionalen) Verschwinden heimischer Pflanzenarten geführt hat.“<sup>88</sup> Überträgt man diese Erfahrungen auf gentechnisch veränderte Pflanzen, so dürften sich auch deren negative Auswirkungen wohl zumeist auf spezifische und regional begrenzte Biotope beschränken, deren Schutz wiederum gegebenenfalls über Auflagen zur Freisetzungsgenehmigung gewährleistet werden kann. Darüber hinaus ist allen als ökologisch bedenklich geltenden pflanzlichen Neophyten gemein, dass sie eine für das hiesige Ökosystem fremde Spezies darstellen; so stammen z.B. die Gewöhnliche Robinie (*Robinia*

---

<sup>86</sup> vgl. zu diesen Ausführungen Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 84 ff.

<sup>87</sup> vgl. Artikel 13 Nr. 2e Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG)

<sup>88</sup> Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 90

*pseudoacacia*) und die Späte Traubenkirsche (*Prunus serotina*), denen beide invasive Eigenschaften zugesprochen werden, ursprünglich aus Nordamerika. Für den Bereich der transgenen Pflanzen gilt aber zumeist, dass sich diese nur in einzelnen Merkmalen von Pflanzen unterscheiden, mit denen das heimische Ökosystem zumindest durch die landwirtschaftliche Kultivierung seit längerer Zeit vertraut ist. In der Wissenschaft wird daher vielfach davon ausgegangen, dass trotz einer gewissen Ausbreitung, wie sie im Übrigen auch bei konventionell gezüchteten Arten wie Raps stattfindet, nicht mit schlimmeren ökologischen Folgen durch Verwilderung zu rechnen ist.<sup>89</sup>

Im Ergebnis kann daher festgehalten werden, dass in der Verwilderung und Ausbreitung transgener Pflanzen sehr wohl ein gewisses Risikopotential liegt. Dieses kann aber nicht pauschal für alle gentechnisch veränderten Kulturen, sondern immer nur im Einzelfall quantifiziert werden, da es insbesondere auch von der übertragenen Eigenschaft abhängig ist. Während z.B. Herbizidtoleranzen den Pflanzen nur dort einen Wettbewerbsvorteil verschaffen, wo das entsprechende Herbizid auch tatsächlich eingesetzt wird, trägt gerade die in Zukunft wohl verstärkt stattfindende Übertragung fitnessrelevanter Merkmale, wie Toleranzen gegenüber abiotischem Stress, zu einer Steigerung des Ausbreitungsrisikos bei. Besonders in solchen Fällen ist daher im Rahmen der durchzuführenden Umweltverträglichkeitsprüfung eine besondere Aufmerksamkeit auf das Verwilderungsrisiko zu richten. Gleiches gilt auch für Freisetzungen in der Nähe besonders sensibler Ökosysteme.

Werden diese Vorgaben eingehalten, kann das gentechnikspezifische Risiko einer unkontrollierten Ausbreitung transgener Pflanzen nach dem heutigen Wissensstand insgesamt als eher gering eingeschätzt werden, zumal zwar in einzelnen Merkmalen ein Selektionsvorteil liegen mag, die Pflanze aber ansonsten eigentlich für die Kultur- und Pflegebedingungen des Ackers gezüchtet ist und daher zumeist nur dort optimale Wachstumsbedingungen vorfindet.

Aufgrund der Irreversibilität der Freisetzung und bislang noch nicht vorliegender Langzeitstudien sollte dieser Risikoaspekt dennoch stets sehr kritisch betrachtet werden.

---

<sup>89</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 192 f.

### 3.2.2 Toxische Effekte von transgenen Pflanzen auf Tiere im Ökosystem

Ebenso wie bei den Risiken für die menschliche Gesundheit ist es grundsätzlich auch denkbar, dass transgene Kulturpflanzen eine toxische Wirkung auf Tiere im umgebenden Ökosystem haben. Betrachtet man z.B. insektenresistente *Bt*-Maispflanzen, so ist ja gerade dieser Effekt die Intention der gentechnischen Veränderung. Jedoch sollte diese Toxizität möglichst auf die Zielarten beschränkt sein, so dass andere Tiere weitgehend unbeeinflusst von dieser Wirkung bleiben. Ein gentechnikspezifisches Risiko für die Umwelt wäre also nur dann gegeben, wenn neben Schädlingen auch unschädliche Tiere in größerem Umfang den Pflanzen „zum Opfer fallen“ würden.

Für erhebliches Aufsehen und sogar einige nationale Einfuhrverbote für entsprechende Sorten sorgte im Jahr 1999 eine US-amerikanische Studie, die in Laborversuchen zeigte, dass *Bt*-Maispollen neben Zielinsekten, wie dem Maiszünsler, auch toxisch auf die Raupen des unschädlichen Monarchfalters (*Danaus plexippus*) wirken.<sup>90</sup> Wenn man bedenkt, dass der Mais bewusst so verändert wurde, dass er eine toxische Wirkung auf Schmetterlingsraupen hat, so ist dieses Ergebnis zwar unbefriedigend, aber zunächst nicht weiter verwunderlich.

Jedoch konnte inzwischen in Freilandversuchen bewiesen werden, dass die Ergebnisse der Laborversuche nicht ohne Weiteres auf die Bedingungen im Freiland übertragen werden können. Während den Monarchfaltern im Labor als Nahrung nur die toxischen Maispollen zur Verfügung standen, leben sie natürlicherweise auf einem Wolfsmilchgewächs und nehmen neben Maispollen auch andere Nahrung zu sich. Im Rahmen der Freilandversuche konnte daher gezeigt werden, dass selbst in Maisfeldern, die nicht zu ihrem typischen Lebensraum zählen, die Mortalitätsrate während den wenigen Tagen des Maispollenflugs nur bei 19 % lag. Da die Population der Falter zudem vergleichsweise groß ist, würde selbst eine signifikante Steigerung des *Bt*-Pflanzenanbaus nicht zu einer Bedrohung der Vorkommen führen.<sup>91</sup>

Außerdem stellen toxische Wirkungen auf Tiere im Ökosystem kein gentechnikspezifisches Risiko dar; so sind auch mit konventionellen Methoden bereits Sorten gezüchtet worden, die unbeabsichtigte negative Auswirkungen auf die Umwelt zur Folge hatten. Im Fall des so genannten „00-Raps“ kann beispielsweise der verringerte Senfölateil dazu führen, dass wildlebende Tiere wie Rehe, entgegen ihrem sonstigen Verhalten, den Raps fressen. Dies

---

<sup>90</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 193

<sup>91</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 194

wiederum führt bei Wiederkäuern zur Blutarmut und kann daher lebensbedrohliche Auswirkungen haben.<sup>92</sup>

Da *Bt*-Pflanzen aufgrund der spezifischen Wirkung der cry-Gene<sup>93</sup> im Normalfall ohnehin kein Risiko für weiter entfernte Arten darstellen, inzwischen auch die Unschädlichkeit für räuberische Insekten, die sich von Zielinsekten ernähren, erwiesen werden konnte<sup>94</sup> und vor der Freisetzung eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen ist, die auch diesen Aspekt beinhaltet, kann das Umweltrisiko einer unbeabsichtigten Toxizität von für die Freisetzung zugelassenen gentechnisch veränderten Pflanzen insgesamt als gering angesehen werden.

### **3.2.3 Übertragung von Transgenen durch Pollen (Auskreuzung)**

Dem vertikalen Gentransfer zwischen transgenen und nicht-transgenen Pflanzen kommt in der Risikoforschung zur grünen Gentechnik eine besondere Bedeutung zu. So wird sich eine sexuelle Reproduktion im Freiland aufgrund natürlicher Faktoren, wie dem Pollenflug und der Bestäubung durch Insekten und andere Tiere, wohl kaum gänzlich ausschließen lassen. Entscheidend für die Bewertung des damit verbundenen Risikos sind aber das Ausmaß und die möglichen schädlichen Wirkungen einer solchen Übertragung.

Ein vertikaler Gentransfer kann grundsätzlich sowohl mit Kulturpflanzen der gleichen Art als auch mit nahe verwandten kreuzbaren Wildformen (Hybridisierung) erfolgen.<sup>95</sup> Während bei der Kreuzung mit anderen Kulturpflanzen insbesondere ein finanzieller Schaden entstehen kann, indem z.B. Produkte einer konventionellen Kultur kennzeichnungspflichtig im Sinne des Gentechnikrechtes werden, sind bei der Hybridisierung mit Wildformen gegebenenfalls auch ökologische Schäden, wie der Verlust der biologischen Vielfalt durch Verdrängung heimischer Arten, zu befürchten.

Verbreitung und Etablierung von Transgenen in der Natur sind dabei zum einen von der Wahrscheinlichkeit einer Auskreuzung abhängig, zum anderen müsste eine Rückkreuzung mit der wilden Elternpopulation erfolgen (Introgression)<sup>96</sup> und

---

<sup>92</sup> vgl. Drösser, Christoph 2003

<sup>93</sup> vgl. Kapitel 2.2.1 Insektenresistenz

<sup>94</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 194

<sup>95</sup> vgl. Meyer, Rolf / Revermann, Christoph / Sauter, Arnold 1998 S. 155

<sup>96</sup> vgl. Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 57

die Hybride müssten einen Selektionsvorteil<sup>97</sup> gegenüber anderen Wildformen aufweisen.

Die Wahrscheinlichkeit einer Hybridisierung mit verwandten Wildarten wird von Faktoren, wie der Anzahl der übertragenen keimungsfähigen Pollen, phänologischer Übereinstimmung und der biologischen Kompatibilität (Genome, Pollen-Narbe), bestimmt, die von Art zu Art stark variieren können.<sup>98</sup> Vermehrt sich eine Pflanze beispielsweise hauptsächlich durch Selbstbefruchtung (z.B. Weizen), so ist die Übertragung keimungsfähiger Pollen und damit eine Auskreuzung weitaus unwahrscheinlicher als bei Pflanzen, die vermehrt auf Fremdbestäubung durch Insekten oder Wind angewiesen sind.

Zudem müssen für eine Hybridisierung zunächst einmal kompatible verwandte Wildarten als potentielle Kreuzungspartner zur Verfügung stehen. Während dies hierzulande z.B. bei Raps mit verschiedenen Arten der Gattung Brassica und auch bei Hafer mit einigen Wildarten der Fall ist, können Mais, Kartoffeln und Tomaten keine heimischen Kreuzungspartner aufweisen.<sup>99</sup>

Aus den vorgenannten Faktoren, die einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit der Hybridisierung haben, können auch Möglichkeiten zur Verringerung des vertikalen Gentransfers zwischen transgenen und nicht-transgenen Pflanzen abgeleitet werden. Während Methoden, wie der Anbau von Mantelsaaten und eine Ernte vor der Blüte, aufgrund des damit verbundenen Aufwandes wohl zumeist nur bei Versuchsfeldern praktikabel sein dürften, stehen inzwischen auch für den kommerziellen Anbau verschiedene biologische und anbautechnische Methoden für die Minderung des Auskreuzungsrisikos zur Verfügung. Hierzu gehört bei Pflanzensorten, deren Früchte nicht geerntet werden sollen, z.B. die Verwendung männlich-steriler Linien.<sup>100</sup> Einen ähnlichen Effekt erzielt man aber auch durch die Entwicklung von Pflanzen mit samenlosen Früchten und Pflanzen, deren Samen mittels der so genannten Terminator-technik keimunfähig gemacht wurden.<sup>101</sup>

Während bei den vorgenannten Verfahren für den kommerziellen Anbau versucht wird, eine sexuelle Reproduktion der Pflanzen gänzlich zu verhindern, setzen neuere Verfahren darauf, die übertragenen Gene so in das Genom der Zielpflanze zu integrieren, dass sie bei einer geschlechtlichen Vermehrung nicht auf die Tochtergeneration übergehen. Dies ist inzwischen z.B. durch die

---

<sup>97</sup> vgl. hierzu auch Kapitel 3.2.1

<sup>98</sup> vgl. Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 57 f.

<sup>99</sup> vgl. Meyer, Rolf / Revermann, Christoph / Sauter, Arnold 1998 S. 158

<sup>100</sup> vgl. Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006 S. 196 und Kapitel 2.2.1 Männliche Sterilität

<sup>101</sup> vgl. Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 66 f.

genetische Veränderung von Plastiden oder durch die Integration von Fremdgenen in das so genannte C-Genom schon bei einigen Pflanzen gelungen.<sup>102</sup>

Trotz all dieser neuartigen Möglichkeiten, eine unerwünschte Auskreuzung von transgenen Merkmalen zu verhindern, wird auch künftig die Einhaltung von Isolierdistanzen ihre besondere Bedeutung als Vorsichtsmaßnahme gegen einen unerwünschten vertikalen Gentransfer beibehalten. So legt z.B. die zum 07.04.2008 in Kraft getretene Gentechnik-Pflanzenerzeugungsverordnung in ihrer Anlage für den Anbau von gentechnisch verändertem Mais einen Mindestabstand zu konventionellen bzw. ökologischen Kulturen von 150 bzw. 300 Metern fest.<sup>103</sup>

Einen weitergehenden Schutz bietet darüber hinaus auch ein Anbau in Regionen oder von Sorten ohne einen potentiellen Kreuzungspartner für die gentechnisch veränderten Pflanzen.

Im Ergebnis kann also das Risiko schädlicher Auswirkungen durch die Auskreuzung von Transgenen nicht grundsätzlich, sondern immer nur im Einzelfall bewertet werden. Es ist dabei nicht nur abhängig von der Art der Pflanze und deren Eigenschaften (Selbstbestäubung oder Fremdbestäubung, Beschaffenheit des Pollens etc.), sondern auch von den gentechnisch vermittelten Merkmalen. So bietet z.B. eine gentechnisch erzeugte Herbizidtoleranz außerhalb der Anbaufläche keinen Selektionsvorteil gegenüber verwandten Wildtypen. Zudem wird das Risikopotential auch von (natur-) räumlichen Gegebenheiten, wie dem Vorhandensein und der Entfernung potentieller Kreuzungspartner beeinflusst. Dort, wo im Falle einer Auskreuzung mit schädlichen Auswirkungen auf das Ökosystem gerechnet werden muss, kann das Risikopotential auch durch biologische oder anbautechnische Methoden verringert werden. Durch die Kombination verschiedener Verfahren ist hierbei sicherlich das bestmögliche Ergebnis zu erreichen. Rechtliche Vorgaben, wie die o.g. Mindestabstände für gentechnisch veränderten Mais, und der Anbau von Arten ohne potentielle Kreuzungspartner tragen darüber hinaus zusätzlich zur Erhöhung der Sicherheit bei.

---

<sup>102</sup> vgl. Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001 S. 67

<sup>103</sup> vgl. Nr.2 Anlage zur Gentechnik-Pflanzenerzeugungsverordnung

#### **4. Der Umgang mit Risiken im Gentechnikrecht**

Nicht zuletzt aufgrund der vorgenannten Risiken unterliegen gentechnische Verfahren in der Lebensmittelproduktion einem komplexen Regelwerk europäischer und nationaler Vorschriften. Die Normgeber versuchen dabei, den unterschiedlichen Interessen und Bedürfnissen der Verbraucher, der Wirtschaft und der Umwelt gerecht zu werden. Daher stehen sie auf der einen Seite vor der Herausforderung, Mensch und Umwelt vor schädlichen Auswirkungen der Technologie zu schützen sowie Vorsorge gegen das Eintreten von Schadensfällen zu betreiben und die Existenz konventioneller Produktionsverfahren zu gewährleisten. Auf der anderen Seite hat sich aber gerade der deutsche Gesetzgeber auch dazu entschieden, einen „(...) rechtlichen Rahmen für die Erforschung, Entwicklung, Nutzung und Förderung der wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Gentechnik zu schaffen.“<sup>104</sup> Mit diesem Förderzweck geht das nationale Gentechnikrecht insbesondere mit den Bestimmungen des Gentechnikgesetzes über den von der EU durch die EU-Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG) vorgegebenen Rahmen und die Regelungen der Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel hinaus.<sup>105</sup>

Dennoch steht auch beim deutschen Gentechnikgesetz, ebenso wie auf europäischer Ebene, der Schutz von Mensch und Umwelt vor den Risiken der Gentechnik im Mittelpunkt der getroffenen Regelungen.

##### **4.1 Rechtsgrundlagen des Einsatzes gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion**

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für die grüne Gentechnik in Deutschland werden im Wesentlichen von drei grundlegenden Normen geprägt. Wie zuvor bereits genannt sind dies auf europarechtlicher Ebene die Richtlinie (2001/18/EG) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt (EU-Freisetzungsrichtlinie) und die Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 22. September 2003 über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel. Im nationalen Recht ist hier vor allem das Gesetz zur Regelung der Gentechnik – Gentechnikgesetz (GenTG) einschlägig.

---

<sup>104</sup> § 1 Nr. 3 GenTG

<sup>105</sup> vgl. Kapteina, Matthias 2000 S. 39

#### **4.1.1 Die Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG)**

Zentrale Norm für die Nutzung vermehrungsfähiger gentechnisch veränderter Organismen (gvO) sowie deren Ausbringen in die Umwelt infolge von Anbau oder Einfuhr ist die EU-Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG). Mit dem prioritären Ziel, die menschliche Gesundheit und die Umwelt unter Beachtung des Vorsorgeprinzips zu schützen,<sup>106</sup> schreibt diese Richtlinie nicht nur das Verfahren fest, wie eine absichtliche Freisetzung von gvO zu genehmigen ist, sondern macht auch Vorgaben für die in der Regel obligatorische Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung.

Dabei findet die Richtlinie auf jegliche Art von absichtlichem Ausbringen eines gvO oder einer Kombination von gvO in die Umwelt Anwendung, bei dem keine spezifischen Einschließungsmaßnahmen angewendet werden, um den Kontakt mit der Bevölkerung und der Umwelt zu begrenzen.<sup>107</sup> Dies gilt sowohl für nicht-kommerzielle Anwendungen, wie etwa zu Forschungszwecken (Freilandversuche), als auch für das Inverkehrbringen, also die entgeltliche oder unentgeltliche Bereitstellung für Dritte.<sup>108</sup>

#### **Umsetzung der Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG) in nationales Recht**

Als europäische Richtlinie gemäß Artikel 249 des EG-Vertrages bedurfte diese zu ihrer allgemeinen Anwendbarkeit in den Mitgliedstaaten grundsätzlich der Umsetzung in nationales Recht. Nachdem die Umsetzungsfrist bereits zum 17.10.2002 abgelaufen war und die EU-Kommission wegen Nichtumsetzung ein Vertragsverletzungsverfahren gegen die Bundesrepublik Deutschland angestrengt hatte, wurden die Regelungen der Freisetzungsrichtlinie mit Inkrafttreten des Gentechnikrechtneuordnungsgesetzes am 03.02.2005 in das geltende deutsche Gentechnikgesetz integriert.

#### **4.1.2 Die Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel**

Als „lex specialis“ für genetisch veränderte Futter- und Lebensmittel gilt die Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 vorrangig zur Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG). Sie entfaltet als europäische Verordnung nach Artikel 249 des EG-Vertrages unmittelbare Rechtswirkung und bedarf grundsätzlich nicht, wie eine EG-Richtlinie, der nachgelagerten Umsetzung in nationales Recht. Die

---

<sup>106</sup> vgl. Artikel 1 Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG)

<sup>107</sup> vgl. Artikel 2 Nr. 3 Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG)

<sup>108</sup> vgl. Artikel 2 Nr. 4 Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG)

Verordnung beinhaltet erstmalig allgemeingültige und homogene europäische Vorgaben für die Genehmigung, Sicherheitsbewertung und Kennzeichnung von genetisch veränderten Lebens- und Futtermitteln, die keine vermehrungsfähigen gentechnisch veränderten Organismen enthalten; Lebensmittel aus gvO werden hierzu gemäß Artikel 38 explizit dem Anwendungsbereich der bis dahin einschlägigen Verordnung über neuartige Lebensmittel und Lebensmittelzutaten (Novel-food-Verordnung) entzogen.

#### **4.1.3 Das nationale Gentechnikrecht**

Grundlegende nationale Norm für die Anwendung gentechnischer Verfahren und somit auch für die grüne Gentechnik ist in Deutschland das Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz – GenTG). Dieses Gesetz beinhaltet nicht nur den nationalrechtlichen Rahmen für den Umgang mit der Technologie Gentechnik und den daraus resultierenden Risiken, sondern dient darüber hinaus auch der Umsetzung und Konkretisierung europäischer Grundsätze und Verfahrensvorgaben für die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen und das Inverkehrbringen von gentechnisch veränderten Produkten. So erlangen z.B. die Regelungen der Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG) erst durch das Gentechnikgesetz ihre unmittelbare Rechtswirkung; ferner konkretisiert das Gesetz auch die rechtlichen Vorgaben für gentechnisch veränderte Lebensmittel innerhalb des von der Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 gesetzten Rahmens.

Seine jüngste Novellierung hat das Gentechnikgesetz zum 01.04.2008 mit dem vierten Gesetz zur Änderung des Gentechnikgesetzes erfahren. Am gleichen Tag ist auch die neue Verordnung über die gute fachliche Praxis bei der Erzeugung gentechnisch veränderter Pflanzen (Gentechnik-Pflanzenerzeugungsverordnung) in Kraft getreten. Diese beinhaltet erstmalig besondere Bestimmungen zur Sicherung der Koexistenz transgener und konventioneller Kulturen, wie die Festlegung von Mindestabständen zwischen gentechnisch verändertem Mais und gentechnikfreien Kulturen und novelliert die Bestimmungen zur Kennzeichnung gentechnikfreier Produkte.<sup>109</sup>

---

<sup>109</sup> vgl. hierzu auch Kapitel 4.3.2 Negativkennzeichnung

## **4.2 Zulassungsverfahren und Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Pflanzen und ihrer Produkte**

Sowohl die Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen (gvO) als auch das Inverkehrbringen von Produkten, die gvO enthalten oder aus diesen hergestellt sind, unterliegen grundsätzlich einem Erlaubnisvorbehalt. Dies bedeutet in der Praxis, dass weder transgenes Saatgut, noch Futter- oder Lebensmittel, die von gentechnisch veränderten Pflanzen stammen, ohne eine behördliche Zulassung angebaut oder verkauft werden dürfen.

Eingedenk dessen, dass von gentechnisch veränderten Produkten grundsätzlich ein Risiko für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt ausgehen kann, wird eine Genehmigung nur dann erteilt, wenn das Produkt als sicher eingestuft wird und durch dessen Gebrauch keine schädlichen Wirkungen hervorgerufen werden. Auf nationaler Ebene erfolgt diese Bewertung durch die Zentrale Kommission für die Biologische Sicherheit, die organisatorisch beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit angesiedelt ist.

Die Freisetzung vermehrungsfähiger gentechnisch veränderter Organismen und die Zulassung von gentechnisch veränderten Lebensmitteln unterliegen dabei grundsätzlich zwei verschiedenen Regulierungssystemen mit unterschiedlichen Genehmigungsanforderungen und Verfahrensabläufen.

### **4.2.1 Freisetzung und Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen**

Die Freisetzung und das Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen unterliegen der EU-Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG), die in Deutschland durch die Bestimmungen des Gentechnikgesetzes umgesetzt wurde.

Gemäß § 14 I GenTG ist bei solchen Vorhaben grundsätzlich zuvor eine Genehmigung der zuständigen Bundesoberbehörde, dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, einzuholen. Die Genehmigungsvoraussetzungen und das zu durchlaufende Verfahren gehen dabei aus den §§ 15 - 16e GenTG hervor.

#### **Freisetzung von gvO zu anderen Zwecken als dem Inverkehrbringen**

Bei Freisetzungen von gentechnisch veränderten Organismen, die nicht in einer entgeltlichen oder unentgeltlichen Bereitstellung für Dritte bestehen, sondern wissenschaftlichen oder Forschungszwecken (Freilandversuche) dienen, hat die nationale Behörde die Genehmigung zu erteilen, wenn der Antragsteller über die

erforderliche Zuverlässigkeit und Sachkunde verfügt, die Sicherheitsanforderungen dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen und schädliche Einwirkungen auf ethische Werte, Leben und Gesundheit sowie die Umwelt im Verhältnis zum Zweck der Freisetzung nicht zu erwarten sind.<sup>110</sup> „Die Entscheidung über eine Freisetzung ergeht (dabei) im Benehmen mit dem Bundesamt für Naturschutz und dem Robert Koch-Institut sowie dem Bundesinstitut für Risikobewertung; zuvor ist eine Stellungnahme der Biologischen Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft und, soweit gentechnisch veränderte Wirbeltiere oder gentechnisch veränderte Mikroorganismen, die an Wirbeltieren angewendet werden, betroffen sind, auch des Friedrich-Loeffler-Instituts einzuholen.“<sup>111</sup>

Im Hinblick auf das Ziel, die menschliche Gesundheit und die Umwelt vor den Risiken und potentiellen schädlichen Auswirkungen zu schützen, erfolgt die Freisetzung von gvO in einem gestuften Verfahren. Beginnend im Labor über die Aussaat in Gewächshäusern bis hin zu Freilandversuchen wird dabei die Einschließung der Organismen immer weiter aufgehoben, sofern sich die gvO in der jeweils vorangegangenen Stufe als unkritisch für die menschliche Gesundheit und die Umwelt erwiesen haben.<sup>112</sup>

Zentraler Bestandteil des Zulassungsverfahrens ist zudem eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), die nach den Vorgaben des Anhangs II der Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG) durchzuführen ist. Hierbei ist zu beachten, dass etwaige schädliche Auswirkungen stets im Vergleich zu konventionellen Organismen zu bewerten sind, die UVP für jeden Einzelfall auf der Grundlage wissenschaftlicher Daten durchzuführen ist und wiederholt werden muss, falls sich die Erkenntnislage im Bezug auf die Auswirkungen auf Mensch und Umwelt ändern sollte.<sup>113</sup> Die Freisetzungsrichtlinie sieht für eine solche Umweltverträglichkeitsprüfung folgende Schritte vor:

1. Ermittlung von Merkmalen, die schädliche Auswirkungen haben könnten.
2. Bewertung der möglichen Folgen der einzelnen schädlichen Auswirkungen, falls diese eintreten.
3. Bewertung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens der einzelnen möglichen schädlichen Auswirkungen .

---

<sup>110</sup> vgl. § 16 I GenTG

<sup>111</sup> § 16 IV Satz 1 GenTG

<sup>112</sup> vgl. ABE (Agriculture Biotechnology Europe) 2004 S.1

<sup>113</sup> vgl. Anhang II B Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG)

4. Einschätzung des Risikos, das von jedem ermittelten Merkmal des/der gvO ausgeht.
5. Strategien für das Management der Risiken der absichtlichen Freisetzung.
6. Bestimmung des Gesamtrisikos des/der gvO.<sup>114</sup>

Neben der obligatorischen Umweltverträglichkeitsprüfung im Vorfeld zur Freisetzung sieht das Gentechnikrecht ferner im Rahmen eines Überwachungsplans nach Anhang III der Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG) vor, die Auswirkungen von gentechnisch veränderten Organismen auf Mensch und Umwelt auch anbaubegleitend zu überwachen (Monitoring).

### **Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen**

Sollen gentechnisch veränderte Organismen nach erfolgreichen Freisetzungsversuchen schließlich in den Verkehr gebracht werden, so ist in einem weiteren Genehmigungsverfahren zu prüfen, mit welchen möglicherweise schädlichen Folgen zu rechnen ist, wenn die betreffenden Pflanzen großflächig angebaut und an Dritte weitergegeben werden.

Auch hierfür ist die vorherige Durchführung einer umfassenden Umweltverträglichkeitsprüfung nach den o.g. Vorgaben obligatorisch. Während sich diese bei Freisetzungen zu Forschungszwecken allerdings ausschließlich auf den Anbau bezieht, finden beim Inverkehrbringen zudem auch die Bedingungen, unter denen der Vertrieb der gvO stattfindet, Eingang in diese Betrachtung. Im Einzelnen geht es hierbei zusätzlich zum Beispiel auch um die Art der Verpackung und Kennzeichnung, das spätere Vertriebsgebiet sowie die Lagerung, Verwendung und Handhabung der gvO.<sup>115</sup>

„Außerdem erforderlich ist die Beibringung von Informationen, gegebenenfalls Proben, zur Aufnahme in ein Register, welches die Überwachung der in Verkehr gebrachten Produkte erleichtern soll.“<sup>116</sup>

Was das formelle Antragsverfahren betrifft, so stehen den Antragstellern grundsätzlich zwei verschiedene Varianten offen:

Zum einen kann ein Antrag auf Inverkehrbringen von gentechnisch veränderten Organismen, wie auch für die Freisetzung, bei der zuständigen nationalen Behörde gestellt werden. Diese führt dann eine Erstprüfung in Form eines

---

<sup>114</sup> vgl. Anhang II C Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG)

<sup>115</sup> vgl. Anhang IV Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG)

<sup>116</sup> Fricke, Marcel 2004 S. 54

wissenschaftlichen Gutachtens durch, bevor sie die Antragsunterlagen an die EU-Kommission und von da an die zuständigen Stellen der anderen Mitgliedsstaaten weiterleitet. Bestehen auf europäischer Ebene Bedenken gegen das Vorhaben oder sind zusätzliche Informationen für eine Entscheidung notwendig, so erarbeitet das bei der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) angesiedelte „GMO-Panel“ zudem eine weitergehende Stellungnahme.<sup>117</sup> Auf der Grundlage dieser Informationen legt die EU-Kommission den Antrag mit einem Entscheidungsvorschlag den nationalstaatlichen Vertretern des Ständigen Ausschusses für die Lebensmittelkette und Tiergesundheit vor, der mit qualifizierter Mehrheit darüber befindet. Wird hierbei kein positives Votum erreicht, wird die endgültige Entscheidung über den Antrag auf Inverkehrbringen daraufhin vom europäischen Ministerrat getroffen. Eine etwaige Zulassung eines gvO ist auf zehn Jahre begrenzt, gilt aber im Gegensatz zu einer Freisetzungsgenehmigung zu Versuchszwecken nicht nur für den Einzelfall, sondern generell und in der gesamten Europäischen Union.

Als zweite Möglichkeit kann die Beantragung auch direkt bei der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit ohne vorherige Erstprüfung durch eine nationale Behörde erfolgen. Das weitere Zulassungsverfahren erfolgt dann aber wieder nach den gleichen Grundsätzen, so dass auch hier im Folgenden eine Beteiligung der nationalen Behörden stattfindet. Der Vorteil dieser Variante ist, dass Anträge nach der Freisetzungsrichtlinie und nach der Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 über genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel so auch in einem kombinierten Zulassungsverfahren beschieden werden können.<sup>118</sup>

#### **4.2.2 Zulassung von Lebensmitteln, die aus gentechnisch veränderten Organismen hergestellt werden**

Werden Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Organismen hergestellt, so ist für deren Zulassung in der EU die Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 über genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel einschlägig. Während bei den Zulassungen nach der Freisetzungsrichtlinie vor allem die Umweltverträglichkeit der gentechnisch veränderten Organismen im Vordergrund steht, regelt die o.g. Verordnung insbesondere die Sicherheitsbewertung der aus diesen Organismen hergestellten und für den menschlichen oder tierischen Verzehr vorgesehenen Produkte. Wenn also auch das formelle Zulassungsverfahren dem der

---

<sup>117</sup> vgl. TransGen Wissenschaftskommunikation (h)

<sup>118</sup> vgl. TransGen Wissenschaftskommunikation (h)

Freisetzungsrichtlinie gleicht, so unterscheidet sich die materielle Prüfung dagegen besonders in einer anderen Schwerpunktsetzung. Eine Zulassung erhalten gemäß Artikel 4 I Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 nur solche Lebensmittel, die keine nachteiligen Auswirkungen auf Mensch und Tier oder die Umwelt haben, die den Verbraucher nicht in die Irre führen und die sich von den Lebensmitteln, die sie ersetzen sollen, nicht so stark unterscheiden, dass ihr normaler Verzehr Ernährungsmängel für den Verbraucher mit sich brächte.<sup>119</sup>

Um das Vorliegen dieser Voraussetzungen zu überprüfen, ist eine individuelle Sicherheitsbewertung durchzuführen, die je nach Art des Lebensmittels und der vorgenommenen gentechnischen Veränderung(en) sehr unterschiedlich ausgestaltet sein kann. In jedem Fall wird eine gesundheitliche Unbedenklichkeit bei einem gv-Produkt dann angenommen, wenn dieses ebenso sicher wie ein vergleichbares konventionelles Lebensmittel ist.<sup>120</sup>

### **4.3 Kennzeichnungsregeln für gentechnisch veränderte Lebensmittel**

Die Anwendung gentechnischer Verfahren in der Lebensmittelproduktion löst bei vielen Verbrauchern Ängste vor den Risiken der Technologie aus. So hielten in einer von der europäischen Kommission im Jahr 2000 durchgeführten Studie zur Wahrnehmung der Gentechnik (Eurobarometer) 58 % der Befragten die Anwendung der Gentechnik im Lebensmittelbereich für riskant.<sup>121</sup>

Ferner werden gentechnische Verfahren von vielen Verbrauchern auch aus ethischen, ökologischen oder anderen Gründen abgelehnt.

Angesichts dieser Vorbehalte wurden auf europäischer und nationaler Ebene umfassende Kennzeichnungsregelungen im Hinblick auf den Einsatz gentechnischer Verfahren bei der Lebensmittelproduktion eingeführt. Dieser Beitrag zur Verbraucherinformation soll den Konsumenten in die Lage versetzen, seine Einkaufsentscheidung entsprechend seiner Einstellung zur grünen Gentechnik treffen zu können. Grundsätzlich lassen sich dabei Positiv- und Negativkennzeichnungen unterscheiden.

---

<sup>119</sup> vgl. Artikel 4 I Verordnung (EG) Nr. 1829/2003

<sup>120</sup> vgl. TransGen Wissenschaftskommunikation (i)

<sup>121</sup> vgl. Gaskell, George et al. 2006 S. 20

#### **4.3.1 Kennzeichnung gentechnisch veränderter Lebensmittel (Positivkennzeichnung)**

Europarechtliche Grundlage der Kennzeichnungspflicht für gentechnische Lebensmittel ist die Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel.

Gemäß Artikel 12 I der Verordnung gelten die dort getroffenen Kennzeichnungsregelungen „(...) für Lebensmittel, die als solche an den Endverbraucher oder an Anbieter von Gemeinschaftsverpflegung innerhalb der Gemeinschaft geliefert werden sollen und die gvO enthalten oder daraus bestehen oder aus gvO hergestellt werden oder Zutaten enthalten, die aus gvO hergestellt werden.“<sup>122</sup>

Hierbei gilt gemäß Artikel 12 II ein Schwellenwert von 0,9 % der einzelnen Lebensmittelzutaten, soweit dieser Anteil nachweislich unvermeidbar oder zufällig ist.

Eine Regelung gleichen Inhaltes enthält auch § 17b GenTG; hiernach sind Lebensmittel, die nach den oben definierten Bedingungen kennzeichnungspflichtig sind, mit dem Hinweis „Dieses Produkt enthält genetisch veränderte Organismen“ zu kennzeichnen. Diese Pflicht besteht unabhängig davon, ob der Einsatz gentechnisch veränderter Organismen bei der Produktion im Produkt nachgewiesen werden kann oder nicht.

Durch diese Unabhängigkeit erfordert der anwendungsbezogene Kennzeichnungsansatz ein System zur Rückverfolgung der einzelnen Lebensmittelbestandteile über alle Verarbeitungsstufen hinweg. Den rechtlichen Rahmen für diese Rückverfolgung bildet die Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 über die Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung von genetisch veränderten Organismen und über die Rückverfolgbarkeit von aus genetisch veränderten Organismen hergestellten Lebensmitteln und Futtermitteln sowie zur Änderung der Richtlinie 2001/18/EG.

#### **4.3.2 Kennzeichnung „ohne Gentechnik“ (Negativkennzeichnung)**

Durch das 4. Gesetz zur Änderung des Gentechnikgesetzes wurde auch das EG-Gentechnik-Durchführungsgesetz (EGGenTDurchfG) geändert. Dieses enthält nun mit den §§ 3a und 3b auch detaillierte Regelungen für die Kennzeichnung ohne Anwendung gentechnischer Verfahren hergestellter Lebensmittel. Hiernach darf ein Lebensmittel nur dann mit dem Zusatz „ohne Gentechnik“ versehen werden, wenn die nachstehenden Voraussetzungen erfüllt sind:

---

<sup>122</sup> Artikel 12 I Verordnung (EG) Nr. 1829/2003

- Die Lebensmittel und Lebensmittelzutaten dürfen nicht kennzeichnungspflichtig nach den Verordnungen (EG) Nrn. 1829/2003 oder 1830/2003 sein.<sup>123</sup>
- Sie dürfen auch nicht grundsätzlich in den Anwendungsbereich der Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 fallen und nur aufgrund von Schwellenwertregelungen von der Kennzeichnungspflicht ausgenommen sein.<sup>124</sup>
- Bei Lebensmitteln tierischer Herkunft darf das betreffende Tier in einem bestimmten Zeitraum vor Gewinnung des Lebensmittels nicht mit kennzeichnungspflichtigem Futter gefüttert worden sein. Dieser Zeitraum, der in einer Anlage zum Gesetz für die einzelnen Tierarten näher bestimmt wird, beträgt z.B. bei Schweinen vier Monate und bei Geflügel für die Eierzeugung sechs Wochen.<sup>125</sup>
- Ferner dürfen keine durch einen genetisch veränderten Organismus hergestellte Stoffe im Sinne des § 5 II der Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung verwendet werden, soweit für diese nicht eine Ausnahme zur Kennzeichnungspflicht aufgrund einer Entscheidung der Kommission vom 28.06.2007 über die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen zugelassen ist.<sup>126</sup>

Im Vergleich zur bislang gültigen Regelung, nach der eine freiwillige Kennzeichnung mit dem Hinweis „ohne Gentechnik“ nur dann erfolgen konnte, wenn der Hersteller bzw. Importeur nachweisen konnte, dass auf allen Verarbeitungsstufen keine gentechnischen Methoden angewendet wurden<sup>127</sup>, stellen die o.g. Voraussetzungen nach dem EGGenTDurchfG eine Erleichterung dar. So z.B. im Hinblick darauf, dass Tiere nur eine bestimmte Zeit vor der Gewinnung des Lebensmittels mit gentechnikfreiem Futter gefüttert werden müssen. Ferner bleiben gentechnisch hergestellte Zusatzstoffe dann außer Betracht, wenn sie nach der EU-Ökoverordnung zugelassen sind und gentechnikfreie Alternativen nicht zur Verfügung stehen.<sup>128</sup>

---

<sup>123</sup> vgl. § 3a II EGGenTDurchfG

<sup>124</sup> vgl. § 3a III EGGenTDurchfG

<sup>125</sup> vgl. § 3a IV EGGenTDurchfG

<sup>126</sup> vgl. § 3a V EGGenTDurchfG

<sup>127</sup> vgl. § 4 NLV

<sup>128</sup> vgl. TransGen Wissenschaftskommunikation (j)

Darüber hinaus ist eine „ohne Gentechnik“-Kennzeichnung, wie bei Bio-Produkten, auch dann möglich, wenn die gvO-Beimischungen zufällig und unvermeidbar sind und unter einem Schwellenwert von 0,9 % liegen.<sup>129</sup>

## **5. Risikobewertung und Risikowahrnehmung der Verbraucher**

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die Risiken der grünen Gentechnik aus naturwissenschaftlicher und rechtlicher Sichtweise betrachtet. Hierbei lag stets der so genannte objektive Risikobegriff als Produkt von Eintrittswahrscheinlichkeit pro Zeiteinheit und Ereignisschwere bzw. Schadensausmaß zugrunde, der in der Literatur vor allem den Experten zugeschrieben wird.<sup>130</sup>

Fraglich ist daher, ob die Risiken gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion von Verbrauchern als technischen Laien vergleichbar eingeschätzt werden, oder ob deren Risikowahrnehmung auch von anderen Faktoren beeinflusst wird und daher unterschiedlich ausfällt.

Des Weiteren soll nachstehend auch untersucht werden, ob die Risikobewertung der Verbraucher überhaupt inhaltlich deckungsgleich mit der allgemein üblichen naturwissenschaftlich geprägten Risikobewertung ist; gegebenenfalls sind hier weitere Risikodimensionen zu ergänzen.

### **5.1 Einschätzung der Risiken gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Produktion von Lebensmitteln aus Verbrauchersicht**

In zahlreichen Studien und Befragungen wurde in den letzten Jahren die Akzeptanz der grünen Gentechnik in der Bevölkerung untersucht. Dabei zeigte sich je nach Intention des Auftraggebers nicht immer ein einheitliches Stimmungsbild. Eine der objektivsten Untersuchungen, die auch diesen Themenkomplex umfasst, ist wohl die Eurobarometer-Erhebungsreihe zur Biotechnologie, die in den Jahren 1991, 1993, 1996, 2002 und 2005 mit einem repräsentativen Querschnitt von jeweils 16.000 bzw. 25.000 Befragten (1.000 pro Mitgliedsstaat) im Auftrag der Europäischen Kommission durchgeführt wurde. Als Ergebnis der jüngsten Studie aus dem Jahr 2005 kann bei 58 % der Befragten mit einer klaren Meinung zu gentechnisch veränderten Lebensmitteln eine ablehnende Haltung attestiert werden.<sup>131</sup> Betrachtet man Abbildung 1, welche die

---

<sup>129</sup> vgl. TransGen Wissenschaftskommunikation (j)

<sup>130</sup> vgl. Renn, Ortwin / Zwick, Michael M. 1997 S. 87

<sup>131</sup> vgl. Gaskell, George et al. 2006 S. 20

Verbraucherbewertung vier verschiedener Anwendungen der Biotechnologie anhand der Merkmale „moralische Akzeptanz“ (Morally acceptable), „Nutzen“ (Useful), „Risiko“ (Risky) und „Förderwürdigkeit“ (Should be encouraged) zeigt, so ist zu erkennen, dass diese Ablehnung in besonderem Maße auf die Einschätzung der grünen Gentechnik (GM Foods) als Risikotechnologie zurückzuführen ist. Im Vergleich zur Gentherapie, die auf einer Skala von -1,5 bis +1,5 (0 = neutrale Bewertung) ebenfalls eher als riskant eingeschätzt wird, mangelt es den Verbrauchern zudem an einem für sie erkennbaren Nutzen gentechnischer veränderter Lebensmittel, so dass diese Anwendung von ihnen deutlich als nicht förderwürdig und moralisch inakzeptabel bewertet wird.

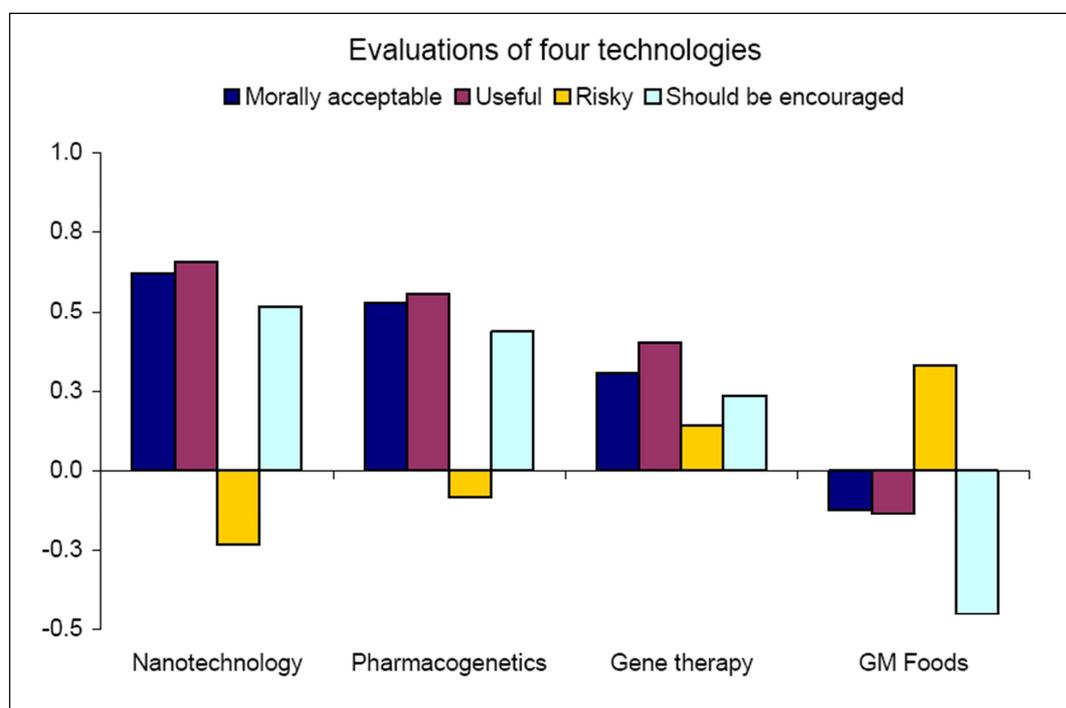


Abbildung 1: Bewertung verschiedener Anwendungen der Biotechnologie Quelle: Gaskell, George et al. 2006

Diese Einschätzung der Verbraucher, nach der immerhin mehr als die Hälfte der EU-Bürger den Einsatz gentechnischer Verfahren in der Lebensmittelproduktion als zu riskant ablehnen, steht im Gegensatz zum politischen Kurs der Europäischen Union und der deutschen Bundesregierung, die sich grundsätzlich zur Anwendung und Nutzung der grünen Gentechnik bekennen und mit ihren rechtlichen Regelungen auf der objektiven Risikoeinschätzung der Naturwissenschaften aufbauen.

Wenn man also voraussetzt, dass die nationale und europäische Politik die Verbraucher nicht bewusst einem zu hohen Risiko aussetzen, wovon gerade auch aufgrund der Ergebnisse der objektiven Risikobetrachtung des Kapitels 3

nicht ausgegangen werden kann, so ist im Bezug auf gentechnische Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion eine Diskrepanz zwischen der Risikoeinschätzung der naturwissenschaftlichen Experten und der Risikowahrnehmung der Verbraucher als technischen Laien zu attestieren.

## **5.2 Der subjektive Risikobegriff**

Aufgrund der zuvor beschriebenen Diskrepanz zwischen der objektiven Risikobewertung und der Risikowahrnehmung der Verbraucher könnte man leicht darauf schließen, dass Laien das Risiko gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion fälschlicherweise als zu hoch einschätzen. Dieser Rückschluss ist so allerdings nicht zulässig. Vielmehr legen die Verbraucher als technische Laien ihrer Risikowahrnehmung ein anderes Risikokonzept zugrunde, bei dem nicht nur die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Schadensausmaß, sondern auch weitere subjektive Einflussgrößen Berücksichtigung finden. „Im Gegensatz zu technischen Risikoexperten nehmen Laien Risiken als ein komplexes, mehrdimensionales Phänomen wahr, bei dem subjektive Verlusterwartungen (geschweige denn die statistisch gemessene Verlusterwartung) nur eine untergeordnete Rolle spielen, während der Kontext der riskanten Situation maßgeblich die Höhe des wahrgenommenen Risikos beeinflusst.“<sup>132</sup> Daher stehen in der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung neben den wahrgenommenen Gefahren auch die kognitiven Prozesse bei der Beurteilung der damit verbundenen Risiken im Mittelpunkt des Interesses (Risiko-Perzeption).<sup>133</sup>

### **Heuristiken der Risiko-Perzeption**

Die Perzeption von Risiken erfolgt zum einen durch die bewusste Verarbeitung verfügbarer Informationen auf der Grundlage des eigenen Wissens, zum anderen wird die subjektive Einschätzung der Riskantheit einer Situation aber auch durch unbewusste, intuitive und emotionale Urteile beeinflusst. Besonders dann, wenn es dem Betroffenen an Informationen über die Risikosituation mangelt, greift dieser bei seiner Urteilsbildung häufig (zumeist unbewusst) auf bestimmte Heuristiken zurück, die es ihm trotz dieses Informationsdefizites ermöglichen, eine komplexe Situation zu beurteilen.<sup>134</sup> Bei der Anwendung dieser Heuristiken kann es allerdings zur Über- oder Unterschätzung von Risiken kommen, so dass

---

<sup>132</sup> Renn, Ortwin / Zwick, Michael M. 1997 S. 90

<sup>133</sup> vgl. Rohrmann, Bernd 1997(a) S. 28

<sup>134</sup> vgl. Gassert, Kathrin 2003 S. 76

Diskrepanzen zwischen der objektiven Risikoeinschätzung der Experten und der Risiko-Perzeption der Verbraucher ihre Erklärung u. a. auch auf der Grundlage folgender Prinzipien finden können:

- Werden Risiken mit bereits eingetretenen Ereignissen assoziiert, so erscheinen diese umso wahrscheinlicher.<sup>135</sup> Weckt die grüne Gentechnik bei Verbrauchern also z.B. Assoziationen mit anderen Lebensmittel-skandalen, könnte dies zu einer Überschätzung des mit der Technologie zusammenhängenden Risikos führen.
- Der Kontext eines Beurteilungsproblems kann zu unterschiedlicher Perzeption bei ansonsten identischer Datenlage führen (framing effect).<sup>136</sup>
- Gleichförmige und kontinuierliche Schadensfälle ohne Katastrophen-potential werden im Gegensatz zu selten eintretenden Katastrophen in ihrem Risikopotential eher unterschätzt.<sup>137</sup>
- Die mentale Verfügbarkeit von Informationen beeinflusst maßgeblich das Urteil über eine Situation (availability heuristic).<sup>138</sup> Risiken, wie die der grünen Gentechnik, die häufig und ausführlich in den Medien behandelt werden und dadurch im Gedächtnis verhaftet sind, werden daher oft in ihrer Wahrscheinlichkeit überschätzt.<sup>139</sup>
- Bei Unsicherheit über das tatsächliche Risiko neigen Verbraucher zur Annahme eines mittelhohen Risikos; dies führt bei riskanten Situationen zur Unterschätzung der Risiken, während objektiv geringe Risiken in einem solchen Fall überschätzt werden.<sup>140</sup>

Aufgrund der vorgenannten Mechanismen kann es also zu Urteilsfehlern bei der Wahrnehmung von Risiken und somit zu Verzerrungen in der Risiko-Perzeption der Verbraucher kommen.<sup>141</sup> Wenngleich dies einen Beitrag zur Erklärung der Diskrepanz zwischen der objektiven Risikoeinschätzung der Experten und der Risikowahrnehmung der Verbraucher im Hinblick auf die grüne Gentechnik leisten kann, so dürfte eine Überschätzung der Verlusterwartung aufgrund der Anwendung von Risikoheuristiken dennoch nicht das entscheidende Kriterium für die Perzeption von Risiken sein.<sup>142</sup>

---

<sup>135</sup> vgl. Renn, Ortwin / Zwick, Michael M. 1997 S. 90

<sup>136</sup> vgl. Rohrman, Bernd 1997(a) S. 40 nach Kahnemann, Daniel / Tversky, Amos 1981

<sup>137</sup> vgl. Renn, Ortwin / Zwick, Michael M. 1997 S. 90

<sup>138</sup> vgl. Kahnemann, Daniel / Slovic, Paul / Tversky, Amos (Eds.) 1999 S. 163 ff.

<sup>139</sup> vgl. Rohrman, Bernd 1997(a) S. 40

<sup>140</sup> vgl. Renn, Ortwin / Zwick, Michael M. 1997 S. 90

<sup>141</sup> vgl. Rohrman, Bernd 1997(a) S. 42

<sup>142</sup> vgl. Renn, Ortwin / Zwick, Michael M. 1997 S. 91

In der psychologischen Risikoforschung ist es mit Hilfe psychometrischer Methoden vielmehr gelungen, qualitative Faktoren zu ermitteln, die wesentlich zur Risikobewertung von Laien beitragen.<sup>143</sup>

### 5.3 Analyse qualitativer Risikomerkmale und ihrer Auswirkung auf die subjektive Wahrnehmung der Risiken der grünen Gentechnik

Wie zuvor erläutert, kommt es bei der Wahrnehmung von Risiken durch die Verbraucher insbesondere auf den Kontext der Risikosituation an. Auch wenn die sozialwissenschaftliche Risikoforschung bislang weder eine umfassende Risikodefinition noch eine allgemeingültige Risikotheorie entwickeln konnte, ist es dennoch gelungen, einige qualitative Risikomerkmale zu identifizieren, die regelmäßig zur Beeinflussung des wahrgenommenen Risikos beitragen.<sup>144</sup>

Renn und Zwick haben die bedeutendsten dieser qualitativen Merkmale zusammengefasst und ihren Einfluss auf die Risikowahrnehmung erläutert. Während die Merkmale ansonsten ungewichtet in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet werden, konnte in empirischen Versuchen die besondere Relevanz der fettgedruckten Faktoren für die Risiko-Perzeption nachgewiesen werden.<sup>145</sup>

Qualitative Risikomerkmale	Erhöhung des wahrgenommenen Risikos	Verringerung des wahrgenommenen Risikos
<b>Freiwilligkeit der Risikoübernahme</b>	unfreiwillig	freiwillig
<b>Katastrophenpotential eines Schadensfalles</b>	groß	gering
<b>Kontrollierbarkeit</b>	nicht kontrollierbar	kontrollierbar
<b>Persönliche Betroffenheit</b>	betroffen	nicht betroffen
<b>Vertrauen in Institutionen</b>	nicht vorhanden	vorhanden
Auswirkung auf künftige Generationen	Risiko für künftige Generationen	kein Risiko für künftige Generationen
Beachtung in den Medien	groß	gering
Bekanntheitsgrad	unbekannt	bekannt
Bestimmbarkeit potentieller Opfer	bestimmbar	nicht bestimmbar
Glaubwürdigkeit der Verantwortlichen	unglaubwürdig	glaubwürdig
Latenz der Schadenswirkung	verzögerte Wirkung	unmittelbare Wirkung
Moralische Bedeutsamkeit des Risikos	bedeutsam	unbedeutsam
Reversibilität	nicht gegeben	gegeben
Unfälle in der Vergangenheit	ja	keine Unfälle
Unsicherheit	Risiko ist wissenschaftlich unbekannt	Risiko ist wissenschaftlich bekannt
Verantwortlichkeit	nicht verantwortlich	verantwortlich
Verständnis der Schadenswirkung	nicht verstanden	verstanden
Verteilung von Nutzen und Risiko	ungerecht	ausgewogen

Abbildung 2: Qualitative Risikomerkmale und ihre Auswirkung auf die subjektive Risikowahrnehmung  
Quelle: Gassert, Kathrin 2003 S. 80 in Anlehnung an Renn, Ortwin / Zwick, Michael M. 1997

<sup>143</sup> vgl. Gassert, Kathrin 2003 S. 78 f.

<sup>144</sup> vgl. Renn, Ortwin / Zwick, Michael M. 1997 S. 91

<sup>145</sup> vgl. Gassert, Kathrin 2003 S. 79

Bei der Risikowahrnehmung im Hinblick auf die grüne Gentechnik spielen eine ganze Reihe der in der Tabelle aufgeführten Merkmale eine Rolle; die wichtigsten hiervon sollen nachstehend eine eingehendere Betrachtung und Erläuterung finden:

### **5.3.1 Freiwilligkeit der Risikoübernahme**

In den empirischen Forschungen zur subjektiven Risikowahrnehmung konnte gezeigt werden, dass freiwillig eingegangene Risiken zu einer Verringerung des wahrgenommenen Risikos führen, während bei Unfreiwilligkeit die Risikowahrnehmung erhöht ist. Darüber hinaus kommt der Freiwilligkeit auch noch eine weitere besondere Bedeutung beim Empfinden von Risiken zu. In der Systemtheorie nach Niklas Luhmann liegt genau in diesem Merkmal die Unterscheidung zwischen Risiko und Gefahr. Während ein Risiko aktiv in der Hoffnung auf einen Nutzen eingegangen wird, stellen Gefahren situative Umstände dar, denen man passiv ausgesetzt ist.<sup>146</sup> „Entweder wird der etwaige Schaden als Folge der Entscheidung gesehen, also auf die Entscheidung zugerechnet. Dann sprechen wir von Risiko, und zwar vom Risiko der Entscheidung. Oder der etwaige Schaden wird als extern veranlasst gesehen, also auf die Umwelt zugerechnet. Dann sprechen wir von Gefahr.“<sup>147</sup>

Gentechnische Methoden in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion werden zunächst einmal nicht vom Verbraucher selbst, sondern von der Saatgut- und Lebensmittelindustrie eingesetzt. Risiken, die vom bloßen Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen ausgehen, hierzu gehören zumindest alle Umweltrisiken, entziehen sich daher der Entscheidungsoption durch den Einzelnen und können gegebenenfalls als Gefahr angesehen werden. In einem solchen Fall ist die Risikowahrnehmung aufgrund der Unfreiwilligkeit zumeist erhöht gegenüber dem objektiv messbaren Risiko.

Risiken, die vom Verzehr gentechnisch veränderter Lebensmittel ausgehen, können dann als freiwillig eingegangen angesehen werden, wenn dem Verbraucher bei der Kaufentscheidung eine Wahlfreiheit eingeräumt wurde. Hierzu gehört neben der Sicherstellung der Koexistenz gentechnisch veränderter und konventioneller Züchtungen auch eine eindeutige Kennzeichnung gentechnisch veränderter Produkte. Sind diese Bedingungen erfüllt, wirken die Risiken weniger bedrohlich und werden allgemein geringer eingeschätzt, als wenn der Konsument ihnen unfreiwillig ausgesetzt wird.

---

<sup>146</sup> vgl. Rohrman, Bernd 1997(a) S. 23

<sup>147</sup> Luhmann, Niklas 2005 S. 30 f.

### **5.3.2 Kontrollierbarkeit / Reversibilität**

Besonders im Hinblick auf mögliche Schädigungen der Umwelt gelten transgene Pflanzen, einmal freigesetzt, in weiten Teilen der Bevölkerung als nicht beherrschbar. Durch horizontalen und vertikalen Gentransfer wird eine unumkehrbare Verbreitung des gentechnisch veränderten Erbgutes befürchtet. Zudem können beim Anbau transgener Pflanzen auch benachbarte konventionelle Kulturen durch Auskreuzung und Polleneintrag über Wind oder Insektenbestäubung „verunreinigt“ werden. Ferner sind Schutzvorkehrungen wie Mindestabstandsflächen, Saatgut mit „Terminatoreigenschaften“ oder männlich sterile Pflanzen in ihrer Wirkung nicht hundertprozentig sicher. „Containment wie Confinement bei transgenen Nutzpflanzen können nach dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik kein System anbieten, das im Freiland angebaute Kulturen von GVO- und Nicht-GVO-Sorten vollkommen beeinflussungsfrei nebeneinander existieren lässt.“<sup>148</sup>

So dürfte auch das Merkmal der Unkontrollierbarkeit seinen Teil zur Erhöhung des wahrgenommenen Risikos beitragen.

### **5.3.3 Persönliche Betroffenheit**

Auch die Frage, ob dem Verbraucher persönlich schädliche Auswirkungen drohen, beeinflusst maßgeblich die Risikowahrnehmung. So erscheinen Situationen, in denen „nur“ andere betroffen sind, nicht so riskant wie Situationen, in denen man selbst mit negativen Auswirkungen zu rechnen hat. Gentechnisch veränderte Produkte der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion betreffen grundsätzlich alle Menschen. Zum einen sind etwaige negative Folgen für die Umwelt Schäden an einem Allgemeingut und betreffen so per se alle, zum anderen muss jeder Mensch Nahrung zu sich nehmen, wodurch ebenfalls potentielle Gefährdungen für jeden Einzelnen drohen. Auch dieses Merkmal führt so zu einer Verstärkung des wahrgenommenen Risikos.

### **5.3.4 Vertrauen in Institutionen / Glaubwürdigkeit der Verantwortlichen**

Wie in Kapitel 4 näher erläutert, unterliegen die Freisetzung und das Inverkehrbringen von gentechnisch veränderten Organismen bzw. von Produkten, die aus diesen hergestellt sind, strengen national- und europarechtlichen Vorgaben. Die einschlägigen Rechtsnormen bestimmen

---

<sup>148</sup> TAB 2006

zudem mit der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) und dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) die für die Risikobewertung gentechnisch veränderter Lebensmittel maßgeblichen Stellen. Als qualitatives Risikomerkmahl bestimmt das Vertrauen, das diesen Organisationen seitens der Verbraucher entgegengebracht wird, maßgeblich auch die Höhe des wahrgenommenen Risikos. Da die Verantwortung für sichere (gentechnisch veränderte) Lebensmittel aber nicht allein bei den öffentlichen Stellen, sondern zu einem großen Anteil auch bei den Lebensmittelunternehmen und Saatgutproduzenten liegt, dürfte auch das diesen entgegengebrachte Vertrauen eine Rolle bei der Risikowahrnehmung spielen.

Die oben bereits erwähnte Eurobarometer-Erhebungsreihe zur Biotechnologie hat neben einer generellen Einschätzung der verschiedenen Anwendungsbereiche auch das Vertrauen in die verantwortlichen Stellen zum Gegenstand.

Auf die Frage „Now I’m going to ask you about some people and groups involved in the various applications of modern biotechnology and genetic engineering. Do you suppose they are doing a good job for society or not doing a good job for society?“ ergab sich folgendes Meinungsbild unter den Befragten:

	<b>Doing a good job</b>	<b>Not doing a good job</b>
<b>Medical doctors keeping an eye on the health implications of biotechnology</b>	75	8
<b>University scientists doing research in biotechnology</b>	73	8
<b>Consumer organisations checking products of biotechnology</b>	70	10
<b>Scientists in industry doing research in biotechnology</b>	64	15
<b>Newspapers and magazines reporting on biotechnology</b>	61	18
<b>Farmers deciding which crop to grow</b>	58	20
<b>The European Union making laws on biotechnology for all EU countries</b>	54	19
<b>Industry developing new products with biotechnology</b>	53	21
<b>Television reporting on biotechnology</b>	59	22
<b>Environmental groups campaigning against biotechnology</b>	50	24
<b>Our government in making regulations on biotechnology</b>	50	23
<b>Shops making sure our food is safe</b>	56	26
	% in 2005 (Base: including “don’t know’s”)	

Abbildung 3: Vertrauen in die Verantwortlichen der Biotechnologie  
Quelle: redaktionell bearbeitet nach Gaskell, George et al. 2006 S. 46

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen zunächst eine durchweg recht vertrauensvolle Haltung der Verbraucher gegenüber den für die Biotechnologie verantwortlichen Stellen und Personengruppen. So geben z.B. 54 % der Befragten an, dass die EU bei der europäischen Rechtsetzung zur Biotechnologie gute Arbeit leistet, während nur 19 % dies verneinen. Interessanterweise fällt das Vertrauen in die Industrie bei der Entwicklung neuer biotechnologischer Produkte mit 53 % vergleichbar hoch aus. Besonders auffällig ist das stark ausgeprägte Vertrauen in die Wissenschaft und Forschung. Während Wissenschaftlern an Universitäten von 73 % der Befragten gute Forschungsarbeit attestiert wird, erreicht die industrielle Forschung immerhin noch 64 % Zustimmung.

Wenn diese Ergebnisse auch kritischen Stimmen widersprechen, die einen Vertrauensverlust gegenüber den für die Biotechnologie verantwortlichen Stellen anmahnen, so ist dennoch festzustellen, dass ein vergleichsweise hoher Anteil der Befragten nicht zu einer eindeutigen Einschätzung des Vertrauens in die Verantwortlichen der Biotechnologie in der Lage ist. Am größten fällt dieser Anteil bei der Beurteilung der Arbeit der europäischen und nationalen Normgeber (jeweils 27 % „don't know“) sowie der Industrie bei der Entwicklung neuer biotechnologischer Produkte (26 %) aus. Dies sind aber gerade die Gruppen, bei denen vorstehend das ihnen entgegengebrachte Vertrauen als besonders relevant für die Risikowahrnehmung der Verbraucher identifiziert wurde.

Im Ergebnis führt die recht vertrauensvolle Haltung der Verbraucher gegenüber den Verantwortlichen der Biotechnologie zu einer Verminderung des wahrgenommenen Risikos. Dieser Effekt könnte aber durch den vergleichsweise hohen Anteil unter den Befragten aufgezehrt werden, der sich selbst nicht in der Lage fühlt, die Vertrauenswürdigkeit der Verantwortlichen richtig einzuschätzen. Schließlich ist davon auszugehen, dass Unsicherheit über die Qualität der Arbeit verantwortlicher Stellen eher zu einer Erhöhung des wahrgenommenen Risikos als zu einer Verminderung führen dürfte.

### **5.3.5 Auswirkung auf künftige Generationen**

Die Wahrnehmung von Risiken hängt auch davon ab, ob die Auswirkungen etwaiger Schadensfälle auf das hier und jetzt beschränkt sind, oder ob auch künftige Generationen von den Folgen beeinträchtigt werden. Im letzteren Fall

kommt es zu einer erhöhten Risikowahrnehmung, da Schäden dauerhaft und irreversibel sind und so bedrohlicher auf den Einzelnen wirken.

Für die grüne Gentechnik können im Schadensfall Auswirkungen für künftige Generationen zumindest nicht vollständig ausgeschlossen werden. Kommt es z.B. durch Auskreuzung gentechnisch veränderter Pflanzen zu einer Verdrängung heimischer Arten, so ist die biologische Diversität in Gefahr; einmal ausgerottet sind heimische Pflanzen auch für Folgegenerationen verloren. Die Aktualität dieser Problematik hat sich jüngst auch wieder in den Diskussionen während der vierten Zusammenkunft der Vertragsparteien des Cartagena Protokolls zur biologischen Sicherheit im Vorfeld zur UN-Naturschutzkonferenz 2008 in Bonn gezeigt. So berieten die Delegierten dort u.a. auch über eine freiwillige Selbstverpflichtung der Biotechnologieindustrie, durch gentechnisch veränderte Organismen bedingte Beeinträchtigungen der Artenvielfalt zu kompensieren.<sup>149</sup>

Zudem wird in der öffentlichen Debatte um die Risiken der grünen Gentechnik häufig angeführt, dass von der Technologie Gefahren (auch für künftige Generationen) ausgehen könnten, die heute aufgrund fehlender Langzeitstudien noch nicht erkannt werden können. Ohne eine genauere Spezifizierung des Risikos begünstigt eine derartige Diskussion leicht Assoziationen mit Skandalen, wie der Schädigung von ungeborenen Kindern durch die Einnahme des Beruhigungsmittels „Contergan“ und führt so zu einer Erhöhung des wahrgenommenen Risikos.

### **5.3.6 Beachtung in den Medien / Bekanntheitsgrad**

Eine besondere Relevanz als qualitatives Risikomerkmale bei der Wahrnehmung der Risiken der grünen Gentechnik kommt auch der Medienpräsenz der Technologie und allgemein deren Bekanntheitsgrad durch die gesellschaftliche Diskussion zu. Eine Technologie wie die grüne Gentechnik, die praktisch omnipräsent von allen Medien besonders im Hinblick auf potentielle Risiken diskutiert wird, erscheint dem Verbraucher verständlicherweise eher als Gefahrenquelle, als eine Technologie, die ihm relativ unbekannt ist.

Dabei ist es nicht immer ausschlaggebend, ob die Berichterstattung tatsächlich negativ ausfällt, vielmehr reicht es häufig bereits aus, dass überhaupt über das Thema berichtet wird. Diese Erkenntnis ist bedeutsam, wenn man berücksichtigt, dass Studien über den journalistischen Umgang mit der Technologie Gentechnik

---

<sup>149</sup> vgl. bioSicherheit (b)

zu dem Schluss kommen, dass das von Journalisten vermittelte Meinungsbild tendenziell positiver ist, als das der Bevölkerung.<sup>150</sup>

Zusätzlich zu der allgemeinen Berichterstattung nutzen Umweltverbände und andere Gentechnikgegner medienwirksame Aktionen, um Aufmerksamkeit auf ihre Botschaft zu richten. Bilder mit hohem Wiedererkennungswert, wie die lächelnde Tomate und eingängige Slogans, wie „Genfood? – Nein danke“, oder spektakuläre Aktionen, wie die „Berieselung“ von Bundeslandwirtschaftsminister Horst Seehofer mit tausenden kleinen fratzenhaften Papiermaiskolben während seiner Eröffnungsrede zur Internationalen Grünen Woche 2008, erregen die öffentliche Aufmerksamkeit und tragen so auch zu einer Erhöhung der Risikowahrnehmung bei.

### **5.3.7 Latenz der Schadenswirkung / Unsicherheit**

Auch die Tatsache, dass etwaige Schädigungen durch gentechnische Veränderungen möglicherweise erst verzögert ihre Wirkungen zeigen, bewirkt gegenüber Ereignissen mit unmittelbarer Wirkung eine erhöhte Wahrnehmung des von der Gentechnik ausgehenden Risikopotentials. Aufgrund fehlender Langzeitstudien der noch jungen Technologie besteht häufig die Befürchtung, dass heute noch unbekannte Folgeschäden für Umwelt oder Gesundheit erst Jahre später auftreten könnten.<sup>151</sup>

Zusätzliche Unsicherheit bei Verbrauchern bewirkt die Tatsache, dass selbst unter Experten nicht immer Einigkeit über die tatsächlichen Risiken der grünen Gentechnik besteht. So werten z.B. einige die o.g. Studienergebnisse von Doerfler und Schubbert, nach denen über die Nahrung aufgenommene Fremd-DNA nicht immer vollständig im Magen-Darm-Trakt abgebaut wird, als Nachweis einer bestehenden Gefahr für die Übertragung von Antibiotikaresistenzen auf pathogene Mikroorganismen im menschlichen Darm. Andere Autoren, unter ihnen auch Doerfler und Schubbert selbst, akzeptieren zwar die Forschungsergebnisse, sehen darin aber keinen Beweis für ein erhöhtes gentechnikspezifisches Risiko einer Resistenzausbildung: „Es erscheint unrealistisch, sich über "genmanipulierte Nahrungsmittel" zu beunruhigen, wenn man realisiert, dass wir allen diesen in "gene food" verwendeten Genen und Tausenden anderer Gene in den vielfältigsten Kombinationen seit Jahrtausenden in unserer Nahrung ausgesetzt waren und weiterhin sein werden.“<sup>152</sup>

---

<sup>150</sup> vgl. Schenk, Michael in Hampel, Jürgen / Renn, Ortwin 2001 S. 289 ff.

<sup>151</sup> vgl. auch Kapitel 5.3.5

<sup>152</sup> Doerfler, Walter / Schubbert, Rainer 1997

Darüber hinaus kann eine Risikobewertung immer nur nach dem derzeitigen Wissens- und Technikstand und nur für den jeweiligen Einzelfall vorgenommen werden, so dass eine hundertprozentige Sicherheit nicht gewährleistet werden kann. Erschwerend wirkt hierbei auch die Komplexität der Thematik; gerade im Bereich der ökologischen Risiken bewirkt die Vielzahl möglicher Abhängigkeiten und Einflussfaktoren auf die Abläufe in einem Ökosystem, dass Prognosen über potentielle Risiken immer mit Unsicherheiten behaftet sein werden.

Solche Unsicherheiten, die Angst, dass Schädigungen möglicherweise erst nach Jahren zum Tragen kommen, und widersprüchliche Informationen von Seiten der Wissenschaft können ihrerseits dazu führen, dass die Risikowahrnehmung auf Verbraucherseite erhöht ist.

### **5.3.8 Moralische Bedeutsamkeit des Risikos / Ethische Aspekte**

Für die Einschätzung und Wahrnehmung von Risiken kann ferner auch die moralische Bedeutsamkeit des Risikos von Belang sein. So spielen bei gentechnischen Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion, wie auch bei den meisten anderen Anwendungen der Gentechnik, auch ethische Aspekte eine entscheidende Rolle bei der Bildung von subjektiven Einstellungen gegenüber der Technologie. Der Einzelne bestimmt dabei für sich aus den bestehenden Handlungsoptionen, welche von diesen aus seiner Sicht allgemein als vernünftig und einsehbar gelten können.<sup>153</sup> In der Regel wird diese Einschätzung auch noch von weiteren Personen geteilt, bestenfalls besteht in der jeweiligen Frage sogar ein gesellschaftlicher Konsens.

Die oben bereits näher erläuterte Eurobarometerstudie zur Biotechnologie hat gezeigt, dass die gentechnische Veränderung von Nahrungsmitteln als einzige der untersuchten Anwendungsfelder der Biotechnologie von einer Mehrheit der befragten Verbraucher als moralisch inakzeptabel bewertet wird.<sup>154</sup> Auch wenn die Studie keine weitere Differenzierung der Gründe dieser Bewertung liefert, können anhand der einschlägigen Literatur vor allem drei Bereiche der ethischen Problematisierung identifiziert werden, die wohl in einer mehr oder minder starken Ausprägung auch für die Einschätzung der Verbraucher ursächlich sein dürften.

Zum einen ermöglicht die Anwendung gentechnischer Verfahren in der Pflanzenzucht es erstmalig, die von der Natur ausgebildeten **Artgrenzen zu überwinden**, so dass Merkmale und Eigenschaften scheinbar beliebig kombiniert

---

<sup>153</sup> vgl. Ludwig, Björn 2001 S. 33

<sup>154</sup> vgl. Abbildung 1

und so auch aus artfremden Lebewesen in die Zielpflanze eingebracht werden können. Kritische Stimmen bemängeln, dass einem solchen Vorgehen eine Haltung zugrunde liegt, welche die Arten nur als biologische Verfügungsmasse und nicht als Quelle der Vielfalt des Lebens betrachtet.<sup>155</sup> „Das Durchbrechen natürlicher Artschranken mittels Gentransfer ist – losgelöst von der Frage des ökologischen und evolutionären Risikos – ethisch problematisch. Es betrifft die Identität der Arten.“<sup>156</sup> Für einen derartigen Eingriff des Menschen in die Natur bedürfe es deshalb zumindest rechtfertigender Gründe, die beispielsweise in der Zielsetzung des Eingriffes liegen könnten.<sup>157</sup>

Diese Haltung deckt sich auch mit der Verbraucherbewertung in der Eurobarometerstudie; obwohl nämlich auch anderen der untersuchten Anwendungen der Biotechnologie ähnliche Methoden und damit vergleichbare Eingriffe in die Natur zugrunde liegen, werden beispielsweise die gentechnische Erzeugung von Arzneimitteln und die Gentherapie von der Mehrheit der Befragten als moralisch akzeptabel bewertet.

Neben der Überwindung der Artgrenzen wird in der Bioethik für den Bereich der grünen Gentechnik besonders auch die **Geschwindigkeit der damit einhergehenden biologischen Veränderungen** diskutiert. Mit Hilfe der Gentechnik benötigt die Entwicklung neuer Sorten heute häufig nur noch die Hälfte der Zeit, die konventionelle Züchtungsmethoden hierfür beansprucht hätten. Dies führt zu einer Art „verkürzter Evolution“, bei der aus Zeitgründen auf das evolutionäre Korrektiv der Natur verzichtet wird, so dass negative Auswirkungen und Entwicklungen, die nicht bereits im Vorfeld bedacht wurden, auch im Nachgang nicht auf natürliche Weise korrigiert werden. „Eine Bewährung und Austestung im evolutionären Umfeld über längere Zeiträume hinweg ist so nicht mehr möglich. Die moderne Pflanzenzüchtung steht damit in der Gefahr, ihren ko-evolutionären Charakter zu verlieren, der über Jahrtausende die bäuerlichen Züchtungsformen auszeichnete.“<sup>158</sup> Ferner geht mit einer solch beschleunigten Entwicklung auch das Risiko einer Beschränkung ausschließlich auf den Ertrag und die Effizienz von Pflanzen einher. So wird z.B. bei der gentechnischen Optimierung von Wachstumseigenschaften durch die Verkürzung von Keimdauer und Reproduktionszeit der natürliche Rhythmus der Pflanzen verändert. Dies wiederum kann eine Störung der physiologischen

---

<sup>155</sup> vgl. Hofmeister, Georg 2000 S. 328

<sup>156</sup> Altner, Günter 1991 S. 214

<sup>157</sup> vgl. Hofmeister, Georg 2000 S. 328

<sup>158</sup> Hofmeister, Georg 2000 S. 329

Balance der Pflanze und dadurch eine verminderte Widerstandskraft gegenüber Krankheits- und Schädlingsbefall bewirken.<sup>159</sup>

Als dritter Bereich der ethischen Problematisierung ist die **neue Direktheit** zu benennen, mit der gentechnische Methoden in die Prozesse und Strukturen pflanzlicher Organismen eingreifen. Diese Direktheit stellt nach der Ansicht vieler Gentechnikkritiker nicht nur eine bloße Weiterentwicklung konventioneller Züchtungsmethoden dar, wie dies vielfach von Befürwortern angeführt wird, sondern beinhaltet vielmehr eine unnatürliche Eingriffstiefe in die biologischen Grundstrukturen, die der gezielten Herstellung technischer Produkte gleichkommt.<sup>160</sup> Lebendige Organismen werden so auf die gleiche Stufe mit leblosen Sachen gestellt, was per se als ethisch nicht vertretbar angesehen werden kann.

Insgesamt kann daher festgestellt werden, dass der Diskussion um den Einsatz gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion eine hohe moralische Brisanz innewohnt. Dies wiederum führt dazu, dass die der Technologie zugeschriebenen Risiken von den Verbrauchern nicht rein objektiv, sondern emotionalisiert wahrgenommen werden, was sich auch in einer bestimmten Grundeinstellung gegenüber der grünen Gentechnik manifestiert. Auch die ethische Relevanz trägt so zu einer Erhöhung des wahrgenommenen Risikos bei.

### **5.3.9 Unfälle in der Vergangenheit**

Im Bereich der grünen Gentechnik sind bislang noch keine konkreten Unfälle größeren Ausmaßes bekannt geworden, welche die Risikowahrnehmung der Verbraucher zusätzlich erhöhen könnten.

Allerdings liegen bei der gentechnischen Veränderung von Lebensmitteln Assoziationen mit anderen Lebensmittelskandalen nahe. Durch die BSE-Krise im Jahr 2000, den Gammelfleischskandal in Deutschland Ende 2005 und ähnliche Ereignisse jüngerer Zeit hat eine starke Sensibilisierung der Verbraucher im Bezug auf die Qualität von Nahrungsmitteln stattgefunden. Zudem dürften solche Krisen auch die ohnehin bestehende traditionell und kulturell bedingte Skepsis der europäischen Verbraucher gegenüber unbekanntem Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen im Lebensmittelbereich zusätzlich verstärkt haben. Während nämlich z.B. amerikanische Verbraucher die industrielle und sterile

---

<sup>159</sup> vgl. Hofmeister, Georg 2000 S. 330

<sup>160</sup> vgl. Hofmeister, Georg 2000 S. 330 f.

Herstellung von Nahrungsmitteln als Ausdruck von technischem Fortschritt und Effizienz begreifen, bevorzugen Europäer mit Produkten, wie z.B. Rohmilchkäse, eher tradierte naturnahe Verarbeitungsweisen und vertrauen damit im Hinblick auf die Lebensmittelsicherheit auf die langjährige Erfahrung ihrer Vorfahren.<sup>161</sup> In diesem Zusammenhang spielt sicherlich auch die Bedeutung von Essen in der europäischen Kultur eine nicht unerhebliche Rolle. Essen ist für die meisten Europäer viel mehr als die reine Aufnahme von Nahrungsmitteln; es steht seit Jahrhunderten im Mittelpunkt des familiären und gesellschaftlichen Lebens, diese Bedeutung spiegelt sich so z.B. auch in der europäischen Tischkultur wider.

Vor diesem Hintergrund können gentechnisch veränderte Nahrungsmittel leicht als unnatürlich begriffen werden; solche Tendenzen werden zusätzlich auch durch den allgemeinen Sprachgebrauch verstärkt, wenn z.B. von **gentechnisch manipulierten** Nahrungsmitteln gesprochen wird.

Insgesamt kann daher festgestellt werden, dass eine Erhöhung des wahrgenommenen Risikos nicht nur direkt von durch die grüne Gentechnik verursachten Schadensereignissen, sondern auch von Assoziationen mit anderen Lebensmittelskandalen ausgehen kann. Solche Assoziationen werden wiederum begünstigt, wenn gentechnische Produktionsverfahren kulturell bedingt als unnatürliche Herstellungsprozesse begriffen werden.

### **5.3.10 Verständnis der Schadenswirkung**

Wie aus Abbildung 2 ersichtlich ist, hängt die Risikowahrnehmung auch davon ab, ob die Verbraucher verstehen, wie es durch eine Technologie zu Schadensereignissen kommen kann. Ist dies nicht der Fall, trägt auch dieser Faktor zu einer Erhöhung des wahrgenommenen Risikos bei.

Bei der grünen Gentechnik handelt es sich um eine Technologie, für deren Verständnis ein gewisses Maß an biologischen Grundkenntnissen erforderlich ist, über das wohl nicht alle Verbraucher verfügen. Zu diesem Schluss kommt auch die Eurobarometer-Erhebungsreihe der Europäischen Kommission. So konnten im europäischen Durchschnitt z.B. nur 41 % der Befragten richtig beantworten, dass nicht nur in gentechnisch veränderten, sondern auch in herkömmlichen Tomaten Gene enthalten sind. Auch konnten nur 45 % der Befragten die Falschheit der Behauptung erkennen, dass genetisch veränderte Tiere zwingend größer sind als normale Tiere.<sup>162</sup> Besonders markant erscheinen diese Ergebnisse vor allem vor dem Hintergrund, dass die Befragung der Studie als

---

<sup>161</sup> vgl. Echols, Marsha 1998 S. 525 ff.

<sup>162</sup> vgl. Abbildung 4

Antwortmöglichkeiten nur „wahr“, „falsch“ und „weiß nicht“ zuließ, so dass bei einer zwingenden zufälligen Entscheidung zwischen „wahr“ oder „falsch“ statistisch gesehen 50 % der Befragten die Fragen ohnehin richtig beantwortet hätten.

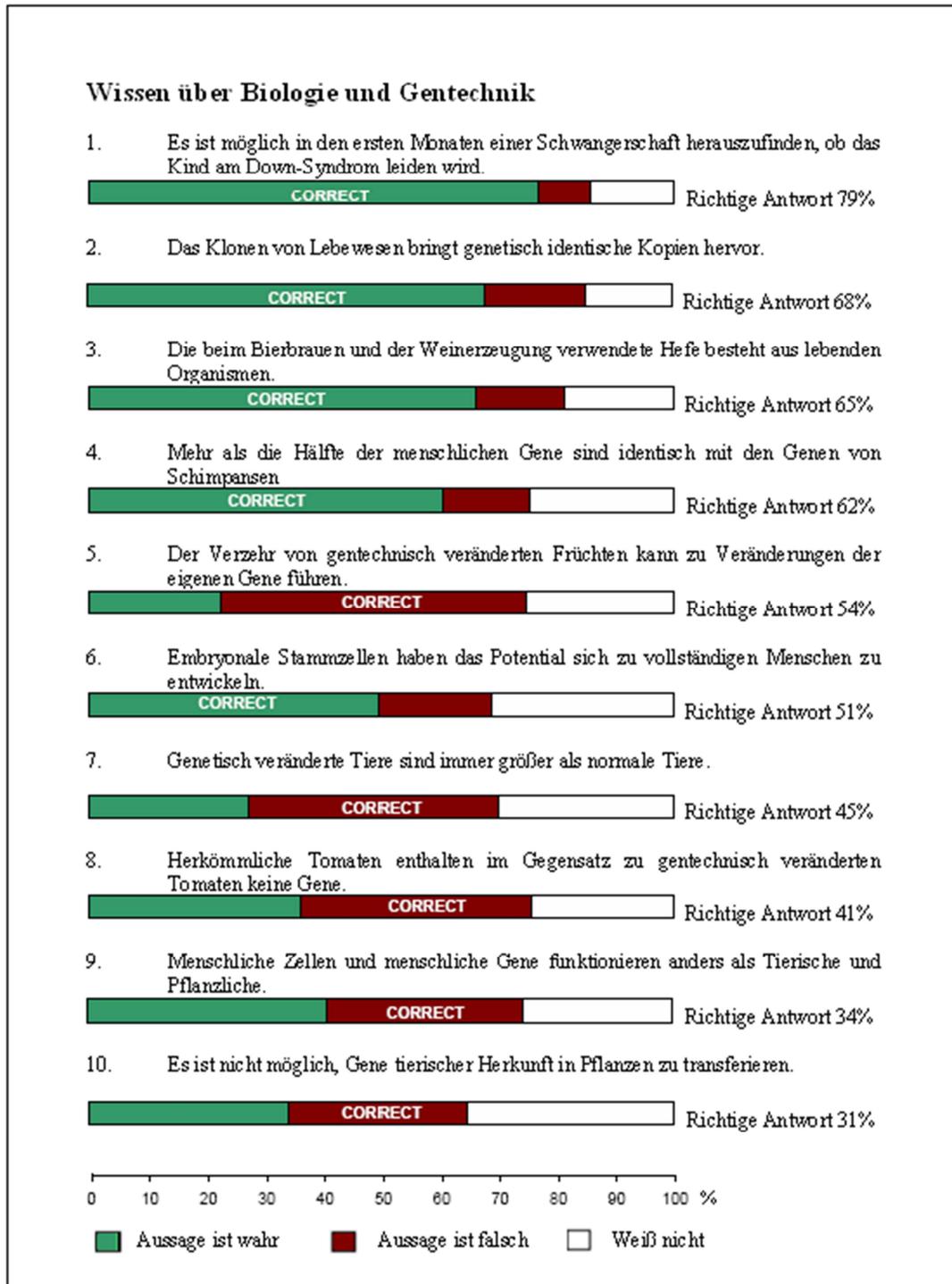


Abbildung 4: Wissen über Biologie und Gentechnik  
 Quelle: redaktionell bearbeitet nach Gaskell, George et al. 2006 S. 57

Wenn sich aber schon die gentechnischen Verfahren dem Erfahrungs- und Kenntnisbereich der Verbraucher entziehen, wie sollen letztere dann ein Verständnis für die etwaige Schadenswirkung solcher Vorgänge entwickeln? Gentechnische Veränderungen an Pflanzen sind nicht direkt, sondern allenfalls in ihrer Auswirkung erfahrbar. So sieht man z.B. gentechnisch veränderten Maispflanzen nicht an, dass sie resistent gegen Schädlinge, wie den Maiswurzelbohrer, sind. Überhaupt sind phänotypische Auswirkungen gentechnischer Veränderungen nur in wenigen Fällen ausgeprägt, so dass auch Experten für eine eindeutige Identifizierung zumeist auf aufwändige Untersuchungen angewiesen sind.

Erschwerend für den Verbraucher kommt noch hinzu, dass gerade im Bereich der ökologischen Risiken selbst Experten sich nicht immer einig über potentielle Schadenswirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen sind.<sup>163</sup>

Auch wenn verschiedene sozialwissenschaftliche Studien entgegen der landläufigen Meinung zeigen, dass mehr Wissen über Gentechnik nicht zwingend zu Zustimmung zu dieser Technologie, sondern höchstens zu eindeutigeren Meinungen führt<sup>164</sup>, kann im Ergebnis festgehalten werden, dass auch die (nicht nur) unter Verbrauchern weit verbreitete Unkenntnis der möglichen Schadenswirkung der grünen Gentechnik zu einer Erhöhung des wahrgenommenen Risikos führt.

### **5.3.11 Verteilung von Nutzen und Risiko**

Von ganz besonderer Bedeutung bei der Wahrnehmung und Akzeptanz von technologischen Risiken, gerade im Zusammenhang mit den Risiken der grünen Gentechnik, ist auch die Verteilung von Nutzen und Risiken der Technologie.

Während bei den bislang auf dem Markt befindlichen gentechnisch veränderten Pflanzen der so genannten ersten Generation besonders die Anbau- und Verarbeitungseigenschaften der Pflanzen zugunsten höherer Erträge und längerer Haltbarkeit im Mittelpunkt des Interesses stehen - der Nutzen also eher auf Seiten der Saatgutkonzerne und der produzierenden Unternehmen liegt - zielen neuere Entwicklungen vermehrt auch auf verbesserte Inhaltsstoffe und gesündere Lebensmittel ab. So findet mit den gentechnisch veränderten Pflanzen der zweiten und dritten Generation, also den Entwicklungen, die zurzeit

---

<sup>163</sup> vgl. auch Kapitel 5.3.7

<sup>164</sup> vgl. Hampel, Jürgen 2004 S. 44 ff.

„in der Pipeline“ zur Markteinführung sind oder die sich derzeit im Erforschungsstadium befinden, auch eine Verschiebung der Nutzungsinteressen gentechnischer Verfahren zugunsten der Verbraucher statt. Für die Risikowahrnehmung könnte dies künftig mit einer Verringerung des wahrgenommenen Gefährdungspotentials einhergehen. Denn schließlich werden Risiken einer Handlung dann als weniger bedrohlich empfunden, wenn für den Einzelnen ein persönlicher Nutzen oder Vorteil erkennbar ist.

Bislang aber sehen sich die Verbraucher vielfach eher in der Opferrolle, in der sie den Risiken gentechnisch veränderter Lebensmittel praktisch schutzlos ausgeliefert sind und deren Umwelt durch gentechnikinduzierte ökologische Unfälle Schaden nehmen könnte; und dies alles, während die großen Saatgutproduzenten und die Lebensmittelindustrie die alleinigen Vorteilsnehmer zu sein scheinen. So sind derzeit noch 46 % der Europäer und sogar 48 % der Deutschen der Auffassung, dass gentechnisch veränderte Nahrungsmittel nur den Industrieunternehmen, aber nicht den Verbrauchern einen Vorteil einbringen.<sup>165</sup>

Dass ein Zusammenhang zwischen der Risikowahrnehmung und dem aus Verbrauchersicht positiven Nutzen grüner Gentechnik besteht, kann man beispielhaft auch an den Ergebnissen einer im April diesen Jahres im Auftrag der Zeitschrift „Vanity Fair“ durchgeführten Verbraucherbefragung des Marktforschungsinstitutes „Emnid“ erkennen. Hiernach wären nämlich 56 % der befragten Verbraucher bereit, gentechnisch veränderte Nahrungsmittel zu verzehren, wenn durch diese die weltweite Nahrungsmittelkrise abgeschwächt werden könnte.<sup>166</sup> Zum Vergleich sei noch einmal auf die Eurobarometer-Erhebungsreihe im Auftrag der Europäischen Kommission verwiesen, nach der ohne einen solchen Zusatznutzen, wie die Abschwächung der Nahrungsmittelkrise, bei 58 % der Befragten mit einer klaren Meinung zu gentechnisch veränderten Lebensmitteln eine ablehnende Haltung attestiert werden konnte.<sup>167</sup>

#### **5.4 Inhaltliche Erweiterung der naturwissenschaftlich geprägten Risikobewertung des nationalen und europäischen Gentechnikrechtes**

Vorstehend konnte gezeigt werden, dass Verbraucher die Risiken der grünen Gentechnik aufgrund alltagspsychologischer Heuristiken und qualitativer

---

<sup>165</sup> vgl. Hampel, Jürgen 2004 S. 79

<sup>166</sup> vgl. Fuldaer Zeitung 2008

<sup>167</sup> vgl. Gaskell, George et al. 2006 S. 20

Risikomerkmale anders wahrnehmen und bewerten als die naturwissenschaftlichen Experten. Darüber hinaus beziehen sie aber auch inhaltlich weitere Dimensionen der grünen Gentechnik in ihre Risikobetrachtung ein. Während sich die nach dem nationalen und europäischen Gentechnikrecht vorgeschriebene Risikobewertung weitgehend auf die naturwissenschaftlich messbaren gesundheitlichen und ökologischen Risiken beschränkt<sup>168</sup>, erweitern Verbraucher diese Risikobetrachtung, wie in Kapitel 5.3.8 näher erläutert, für sich selbst auch um ethische Aspekte. Daneben können für sie grundsätzlich auch die sozialen und wirtschaftlichen Risiken bei der Bewertung der Technologie von Bedeutung sein. Denn anders als bei der Risikobewertung durch wissenschaftliche Experten, die mehr oder weniger standardisiert aufgrund der einschlägigen Rechtsvorschriften stets die gleichen, hauptsächlich gesundheitlichen und ökologischen Risikofaktoren untersuchen, erfolgt die Risikobetrachtung durch die Verbraucher eher individuell. So beziehen sie, je nach persönlichem Erfahrungs-, Wissens- und Wertehorizont, gesundheitliche, ökologische, ethische, soziale und wirtschaftliche Risikofaktoren in verschieden starker Ausprägung in diese Betrachtung mit ein.

#### **5.4.1 Soziale Risikodimension**

Bei der bislang im Rahmen des gentechnischen Zulassungsverfahrens praktizierten Risikobewertung bleiben soziale Auswirkungen des Einsatzes gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion beinahe vollständig außer Betracht. Dabei birgt die grüne Gentechnik besonders im Hinblick auf die soziale Gerechtigkeit tatsächlich einige Risiken, die auch bei der subjektiven Wahrnehmung und Bewertung durch die einzelnen Verbraucher von Bedeutung sein können.

Beispielhaft sei an dieser Stelle auf die viel diskutierten Auswirkungen der grünen Gentechnik in den so genannten Entwicklungsländern verwiesen. Die dortige Landwirtschaft ist durch ein Nebeneinander großflächiger industriell organisierter Saatgut- und Lebensmittelerzeugungsbetriebe sowie traditioneller kleinbäuerlicher und subsistent wirtschaftender Betriebe gekennzeichnet.<sup>169</sup> Durch die Etablierung gentechnisch veränderten Saatgutes kann es zu vermehrten Landnutzungskonflikten und Verdrängungseffekten zu Lasten der kleinbäuerlichen Unternehmen kommen, da diese im Gegensatz zu den

---

<sup>168</sup> vgl. hierzu auch Kapitel 4

<sup>169</sup> vgl. Busch, Roger J. et al. 2002 S. 85 f.

Großbetrieben nicht über das entsprechende Kapital verfügen, um ihre Produktion entsprechend umzustellen.

Auch wenn Argentinien nicht zu den klassischen Entwicklungsländern zählt, kann die Entwicklung in diesem Land zur Verdeutlichung eines solchen Prozesses herangezogen werden. Im Zuge der Einführung transgener herbizidresistenter Pflanzen wuchs die dortige Produktionsfläche für den Anbau von Soja zu Lasten kleinbäuerlicher Strukturen von 1996 an in zehn Jahren um mehr als acht Millionen Hektar.<sup>170</sup> Gleichzeitig erfolgte eine Konzentration auf nur eine Sorte, so dass bereits im Jahr 2002 rund 99 % des angebauten Sojas „Roundup Ready-Soja“ war.<sup>171</sup>

Weitere soziale Risiken grüner Gentechnik erwachsen aus der Tatsache, dass im Fokus der Entwicklung bislang auf dem Markt befindlicher transgener Pflanzen der ersten Generation besonders solche Nutzpflanzen standen, die in den westlichen Industriestaaten als Nahrungsmittel eingesetzt werden. Diese Pflanzen sind aber zumeist nicht an die Umgebungsbedingungen der Entwicklungsländer adaptiert und finden dort daher keine optimalen Wachstumsbedingungen vor. Da auch eine eigenständige gentechnische Forschung dieser Länder zumeist aus Mangel an Know-how und finanziellen Ressourcen nicht stattfindet, wirkt sich dieser Umstand als Wettbewerbsnachteil auf dem Weltmarkt aus.

Abgesehen von den gegebenenfalls ungünstigen Wachstumsbedingungen ist es ohnehin fraglich, ob der Anbau von in den Industriestaaten entwickelten transgenen Pflanzen langfristig zu einer Verbesserung der Ernährungsversorgung und der wirtschaftlichen Situation in den Entwicklungsländern beitragen kann. Schließlich würde der Anbau solcher Pflanzen eine verstärkte Ausrichtung der landwirtschaftlichen Produktion auf den Weltmarkt nach sich ziehen. Eine solche Konzentration auf so genannte „Cash-Crops“ würde zum einen aber wiederum zu einer verstärkten Abhängigkeit von den Industrieländern führen, zum anderen wären die produzierten Güter im Inland für eine Mehrheit der Bevölkerung nicht erschwinglich, so dass die Nahrungsmittelversorgung sich eher verschlechtern könnte.

So führte auch in Argentinien der zunehmende Ausbau des industriell betriebenen Anbaus von transgenem Soja dazu, dass zwischen 1996 und 2002 die Anzahl der Einwohner, die an einem Grundnahrungsmittelmangel litten, sich mehr als verdoppelt hat. Als ursächlich hierfür kann angesehen werden, dass

---

<sup>170</sup> vgl. Benbrook, Charles M. 2005 S. 10

<sup>171</sup> vgl. Benbrook, Charles M. 2005 S. 10

rund 91 % des angebauten Sojas für den Export und nicht für die heimische Nahrungsmittelversorgung bestimmt waren und dass aufgrund der Ausdehnung des Sojaanbaus die Anbauflächen für heimische Grundnahrungsmittel, wie z.B. Mais, Hirse und Weizen, deutlich verringert wurden.<sup>172</sup>

Aber auch die Diskussion um die sozialen Risiken der grünen Gentechnik kann nicht einseitig geführt werden. Gerade mit den transgenen Pflanzen der zweiten und dritten Generation sind vielfach auch Hoffnungen verbunden, einen Beitrag zu Abschwächung der weltweiten Ernährungskrise leisten zu können. Durch eine Intensivierung der Forschung mit Pflanzen, die in den in Rede stehenden Ländern traditionell angebaut werden, könnte so z.B. durch eine gentechnisch bewirkte Erhöhung der Dürretoleranz eine Ertragssteigerung und somit eine verbesserte Nahrungsmittelversorgung erreicht werden.

Auch die Diskussion um die sozialen Risiken zeigt daher einmal mehr, dass eine Bewertung der Risiken der grünen Gentechnik nicht pauschal, sondern immer nur im Bezug auf den Einzelfall erfolgen kann.

#### **5.4.2 Ökonomische Risikodimension**

Wie die soziale Risikodimension werden auch die ökonomischen Risiken der grünen Gentechnik in der rechtlich verbindlichen Risikobewertung allenfalls nur am Rande berücksichtigt. Wenn auch die geltenden Mindestabstandsflächen zu konventionellen Kulturen den Schutz des Feldnachbarn vor gentechnischen „Verunreinigungen“ durch Pollenflug und die daraus resultierenden wirtschaftlichen Schäden gewährleisten sollen, so bleiben dennoch Risikofaktoren, wie eine drohende Monopolisierung auf dem Saatgutmarkt oder die Patentierung gentechnisch veränderter Pflanzen weitgehend unberücksichtigt. Allerdings zeigt besonders die öffentliche Diskussion um eine etwaige Monopolbildung auf dem Saatgutmarkt, dass auch die wirtschaftlichen Auswirkungen in der individuellen Risikobetrachtung der Verbraucher durchaus von Bedeutung sind.

#### **Risiko der Monopolbildung**

Unter ökonomischen Gesichtspunkten beinhaltet die grüne Gentechnik besonders das Risiko einer Monopolbildung auf dem Saatgut- und Sortenmarkt. Während die herkömmliche Saatgutindustrie in Europa vielfach noch durch

---

<sup>172</sup> vgl. Benbrook, Charles M. 2005 S. 15

mittelständische Unternehmen geprägt ist, könnte eine Intensivierung der grünen Gentechnik dazu führen, dass internationale Saatgutriesen, wie „Monsanto“ und „Bayer CropScience“ ihre Marktstellung soweit ausbauen, dass monopol- bzw. oligopolartige Marktstrukturen entstehen. Wie das o.g. Beispiel der argentinischen Sojaproduktion zeigt, ist dies in einigen Ländern für bestimmte Marktsegmente praktisch bereits gegeben.

Die Ursache für solche Tendenzen liegt vor allen Dingen in den hohen Entwicklungskosten, mit denen die Erforschung und Zulassung marktreifer transgener Pflanzen verbunden ist; diese sind für mittelständische Unternehmen kaum mehr tragbar.

Allerdings ist bei der Diskussion um diese Monopolisierungstendenzen zu bedenken, dass eine Konzentration auf einige wenige Anbieter für sich gesehen noch nicht zwingend einen ökonomischen Schaden bedeutet; ein solcher tritt erst dann auf, wenn die marktbeherrschende Stellung tatsächlich auch ausgenutzt wird.

### **Patentierung gentechnisch veränderter Nutzpflanzen**

Eine solche Ausnutzung der marktbeherrschenden Stellung ist insbesondere dort zu befürchten, wo Saatgutproduzenten Patente auf die von Ihnen entwickelten gentechnischen Veränderungen halten.

So bemängeln Gentechnikkritiker z.B. im Rahmen des oben geschilderten argentinischen Beispiels, dass die Firma „Monsanto“ jahrelang auf eine Patentierung für Roundup Ready-Soja verzichtete und so den Nachbau von transgenem Saatgut ohne Erhebung von Lizenzgebühren duldete, bis schließlich faktisch keine alternativen konventionellen Saatgüter mehr erhältlich waren. Erst dann besann sich „Monsanto“ auf sein Eigentumsrecht und begann im Jahr 2004 mit der Erhebung von Technik- und Lizenzgebühren.<sup>173</sup>

Von einem solchen Vorgehen sind besonders kleinbäuerliche Betriebe in Entwicklungsländern wirtschaftlich stark betroffen. Während nämlich in Europa aufgrund der mit modernem Hybridsaatgut verbundenen Ertragsverluste in der zweiten Kultivierungsperiode weitgehend alljährlich ohnehin neues Saatgut erworben wird, ist es in vielen ärmeren Ländern besonders unter subsistent wirtschaftenden Kleinbauern aus Mangel an finanziellen Mitteln üblich, einen Teil der im Vorjahr eingeholten Ernte im Folgejahr als Saatgut weiter zu verwenden. Tritt aber eine marktbeherrschende Stellung eines Saatgutproduzenten zusammen mit der Patentierung des von ihm entwickelten transgenen Saatgutes

---

<sup>173</sup> vgl. hierzu Zarzer, Brigitte 2006 S. 55

auf, so bleibt den Bauern keine rechtmäßige Alternative zur Zahlung der Lizenzgebühren.

### **Risiken durch den Einsatz der Terminator-Technologie**

Verstärkt wird dieses Problem dann noch weiter, wenn bei dem in Rede stehenden Saatgut die so genannte Terminator-Technologie<sup>174</sup> zum Einsatz kommen sollte. Hierbei wären die Samen der zweiten Generation gänzlich unfruchtbar, so dass in dem oben geschilderten Fall die Kleinbauern sogar zum Kauf von „frischem“ Saatgut des Monopolisten gezwungen wären. Dies würde die Bauern nicht nur kurzfristig vor wirtschaftliche Probleme stellen, sondern mittelfristig den oben beschriebenen Verdrängungsprozess beschleunigen, so dass hier wiederum auch die soziale Risikodimension betroffen ist.

### **Erhöhte Kosten und Haftung auf Seiten der Landwirtschaft**

Wenngleich sich die Patentierung und der Einsatz der Terminator-Technologie vor allen Dingen negativ auf die wirtschaftliche Lage der Kleinbauern in Entwicklungs- und Schwellenländern auswirken könnte und man den Risiken der zunehmenden Monopolisierung auf dem Saatgutmarkt in Europa durch eine Stärkung des Wettbewerbsrechtes und der staatlichen Kontrollsysteme gegen die Bildung von Kartellen begegnen könnte, ergeben sich durch die grüne Gentechnik doch auch wirtschaftliche Risiken, die auch die hiesigen Landwirte betreffen.

So ist transgenes Saatgut aufgrund der hohen Entwicklungskosten teurer als konventionelle Samen, für eine Rentabilität bedarf es daher einer signifikanten Ertragserhöhung durch die gentechnische Veränderung. Letztlich ist eine solche zwar nicht immer gegeben, jedoch kann jeder Landwirt, solange weiterhin auch konventionelles Saatgut angeboten wird, über den Einsatz transgener Samen selbst nach Gesichtspunkten der Wirtschaftlichkeit entscheiden.

Weniger beeinflussbar für den einzelnen Landwirt ist dagegen das Risiko, durch den Einsatz gentechnischer Pflanzen aufgrund der geltenden Haftungsregelungen schadensersatzpflichtig gegenüber einem Dritten zu werden. Hier gilt z.B. in Deutschland auch nach der Novellierung des Gentechnikgesetzes die verschuldensunabhängige Haftung. Hiernach muss ein Landwirt auch dann haften, wenn z.B. trotz der Einhaltung aller Anweisungen des Saatgutherstellers und aller geltenden rechtlichen Vorgaben, wie Abstandsflächen und allgemeiner

---

<sup>174</sup> vgl. zu Terminator-Technologie auch Kapitel 3.2.3

Sicherheitsvorkehrungen, ein wirtschaftlicher Schaden durch Auskreuzung bei einem konventionell produzierenden Feldnachbarn entstanden ist.

Gegen dieses unkalkulierbare Risiko kann sich der Landwirt zudem noch nicht einmal versichern; so kommt der Gesamtverband der deutschen Versicherer (GDV) in seinem Jahrbuch 2007 zu folgender Bewertung: „Insbesondere aufgrund der noch immer nicht hinreichend erforschten Übertragungswege von gentechnisch verändertem Saatgut und der zu erwartenden Folgeschäden innerhalb der Waren- und Lieferketten, für die der betreffende Landwirt im Zweifel ebenfalls haftbar gemacht werden kann, sieht sich die Versicherungswirtschaft derzeit nicht in der Lage, für die Haftungsrisiken der grünen Gentechnik Versicherungsschutz anzubieten. Hinzu kommt, dass hinsichtlich einer Koexistenz der verschiedenen landwirtschaftlichen Produktionsmethoden keine ausreichenden und belastbaren Erfahrungen, die für eine Risikokalkulation unerlässlich sind, vorhanden sind.“<sup>175</sup>

In der Gesamtschau können daher mit dem Einsatz gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion sowohl volkswirtschaftliche als auch betriebswirtschaftliche Risiken für die einzelnen Betriebe verbunden sein. Solche Risiken werden, wie auch soziale und ethische Faktoren, bislang nicht mit in die gesetzlich vorgeschriebene Risikobewertung einbezogen, obwohl sie in der gesellschaftlichen Debatte diskutiert werden, was wiederum ein Hinweis darauf ist, dass sie auch in der individuellen Risikobetrachtung der Verbraucher Berücksichtigung finden.

## **6. Entwurf einer erweiterten Risikobewertung**

Wie in dem vorherigen Kapitel gezeigt werden konnte, beziehen Verbraucher in ihre individuelle Risikobetrachtung nicht nur naturwissenschaftliche, sondern auch ethische, soziale und wirtschaftliche Risiken ein. Dieser Tatsache geschuldet, sollte auch eine umfassende Bewertung der Risiken der grünen Gentechnik all diese Dimensionen beinhalten und sich nicht nur auf die gesundheitlichen und ökologischen Risiken beschränken, wie dies bei der gesetzlich vorgeschriebenen Bewertung der Fall ist.

Eine um die vorgenannten Dimensionen erweiterte Risikobewertung sollte jeweils für den Einzelfall durchgeführt werden und in zwei Stufen erfolgen:

---

<sup>175</sup> GDV 2007 S.29

## 6.1 Umfassende Abschätzung der Technikfolgen

In einer umfassenden Technikfolgenabschätzung ist im ersten Schritt zu klären, welche bestimmbar Risiken mit dem Einsatz gentechnischer Methoden in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion verbunden sind. Ferner sind auch mögliche, aber in ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit nicht näher bestimmbar Auswirkungen zu berücksichtigen. Dort, wo Unsicherheiten bestehen, ob es überhaupt zu negativen Auswirkungen kommen kann, ist auch dies zu dokumentieren.

Für den Bereich der **ökologischen und gesundheitlichen Risiken** kann dabei als Grundlage auf die Prozeduren und Prüfpfade der hergebrachten naturwissenschaftlich geprägten Risikobetrachtung zurückgegriffen werden. Allerdings ist gerade in diesem Bereich eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Prüfverfahren genauso notwendig wie die Erforschung der Langzeitfolgen der Technologie; die Technikfolgenabschätzung hat sich demnach immer auch am aktuellen Erkenntnisstand der Naturwissenschaften zu orientieren. Wichtig ist hierbei, dass bestehende Risiken und Unsicherheiten zunächst nur möglichst genau quantifiziert werden. Eine Bewertung, ob attestierte Risiken im Hinblick auf mögliche Nutzenerwägungen hingenommen werden können, erfolgt erst später in einem separaten Verfahrensschritt.

Für den Bereich der **ökonomischen Risiken** sind die Folgen der grünen Gentechnik sowohl aus betriebswirtschaftlicher als auch aus volkswirtschaftlicher Sicht abzuschätzen. So sollten in die Betrachtung sowohl etwaig erhöhte Kosten und Haftungsrisiken bei den einzelnen Unternehmen als auch Tendenzen einer Ausnutzung marktbeherrschender Stellungen im Zuge der zunehmenden Monopolisierung eingehen. Zudem sind in die Betrachtung sowohl die Industrie- als auch die Entwicklungsländer einzubeziehen, da die gleiche Technologie hier zu unterschiedlichen Auswirkungen führen kann.

Im Bezug auf die **soziale Dimension** sollte eine umfassende Technikfolgenabschätzung auch die Effekte auf gesellschaftliche Strukturen beinhalten; hierbei ist ein besonderes Augenmerk auf die Möglichkeit der Entstehung zunehmender Abhängigkeiten zwischen Landwirten und Saatgutproduzenten und zwischen Entwicklungs- und Industrieländern zu richten. Ferner sind beispielsweise auch mögliche Interessenskonflikte, besonders im Hinblick auf die Landnutzung, zu berücksichtigen. Traditionelle kleinbäuerliche Anbauformen könnten hier z.B. in Konkurrenz zu großflächigen transgenen Monokulturen stehen.

Hinsichtlich der **ethischen Auswirkungen** sollte zum Gegenstand der Untersuchungen gemacht werden, inwieweit durch den Einsatz gentechnischer Methoden in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion gesellschaftliche Werte in Frage gestellt und moralische Bedenken geweckt werden. Auch wenn dies im Hinblick auf Wertvorstellungen besonders schwierig sein dürfte, sollte auch diese Abschätzung zunächst möglichst ohne eine subjektive Bewertung vorgenommen werden. Auch hier erfolgt eine Bewertung hinsichtlich der gesellschaftlichen Relevanz dieser Auswirkungen erst in einem gesonderten zweiten Schritt im Zuge einer Güterabwägung.

Eine umfassende Abschätzung der Technikfolgen beinhaltet aber nicht nur eine Beschäftigung mit den möglichen Risiken, darüber hinaus ist auch der **Nutzen** des Einsatzes gentechnischer Verfahren in der Landwirtschaft von besonderem Interesse. Diese Nutzenabschätzung hat genau wie die Risikoabschätzung für alle der vorgenannten Dimensionen zu erfolgen, bevor Risiken und Nutzen im Rahmen einer Güterabwägung Eingang in die Risikobewertung finden.

## **6.2 Bewertung der Risiken / Güterabwägung**

Nachdem im Zuge einer Technikfolgenabschätzung sowohl die Risiken der Technologie als auch deren etwaiger Nutzen identifiziert wurden, ist in einem zweiten Schritt eine Güterabwägung durchzuführen, in deren Rahmen die Risiken bewertet und dem Nutzen gegenüber gestellt werden sollten.

Von zentraler Bedeutung sind in diesem Zusammenhang das Vorsorgeprinzip und das Prinzip der Nachhaltigkeit:

### **6.2.1 Das Prinzip der Vorsorge**

In seiner Grundbedeutung legitimiert das Vorsorgeprinzip staatliche Eingriffe dort, wo es gilt, präventiv schwerwiegende oder irreversible Schadensereignisse abzuwenden. Eine Zulassung von gentechnischen Methoden in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion wird demnach nur dann erteilt, wenn keine inakzeptablen Risiken zu erwarten sind. Gerade im Bereich der grünen Gentechnik ist aber aufgrund bestehender Unsicherheiten im Bezug auf die Riskantheit der Technologie und mögliche Spätfolgen (noch) nicht immer eindeutig zu klären, ob diese Voraussetzung tatsächlich erfüllt ist. Es ist daher fraglich, ob Eingriffe der öffentlichen Hand auch dort zulässig sind, wo Risiken in

ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit nicht näher bestimmt werden können oder ganz allgemein Unsicherheit und Nichtwissen über mögliche Risiken besteht. In diesen Zusammenhang bestehen in der Gesellschaft unterschiedliche Vorstellungen von der Ausgestaltung des Vorsorgeprinzips. Während von Gentechnikkritikern zumeist die Forderung erhoben wird, dass eine Technologie zu unterlassen ist, bei der ein schwerwiegender Schaden nicht ausgeschlossen werden kann, besteht die extreme Gegenposition in der Auffassung, der Staat dürfe in solchen Fällen allenfalls Auflagen, aber keinesfalls das Verbot der Technologie erlassen.<sup>176</sup>

In einer demokratischen Gesellschaft ist es an dieser Stelle daher geboten, ein „gesellschaftliches Niveau der Risikobereitschaft“<sup>177</sup> zu definieren, das bestimmt, in welchen Fällen ein Risiko keinesfalls akzeptiert werden kann und wann gegebenenfalls eine zusätzliche Güterabwägung vorzunehmen ist. Im Ergebnis wird man hier also zu einem mittleren Verständnis des Vorsorgeprinzips kommen.

## **6.2.2 Das Prinzip der Nachhaltigkeit**

Kommt die Bewertung der im Rahmen der Technikfolgenabschätzung identifizierten Risiken aufgrund des Vorsorgeprinzips zu dem Schluss, dass mit dem Einsatz einer gentechnischen Methode in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion keine grundsätzlich inakzeptablen Risiken verbunden sind, so ist zusätzlich eine Güterabwägung auf der Grundlage des Prinzips der Nachhaltigkeit durchzuführen. In diese sollten grundsätzlich sowohl alle Risiken als auch alle Nutzenerwägungen einfließen, die mit der in Rede stehenden gentechnischen Veränderung in Zusammenhang stehen.

Als Ergebnis dieser Güterabwägung kann eine gentechnische Veränderung eines Lebensmittels nur dann als zulässig angesehen werden, wenn insgesamt ein höherer Nutzen erwartet werden kann, als Risiken für deren Anwendung bestehen und wenn die Zieldimensionen der Nachhaltigkeit in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen. Durch einen Zusatznutzen gegenüber konventionellen Züchtungsmethoden erlangt die grüne Gentechnik daher dort ihre Daseins- und Anwendungsberechtigung, wo sie zu einer langfristig zukunftsfähigen agrarwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion beiträgt. Eine solche Landwirtschaft „(...) soll umweltgerecht und ressourcenschonend qualitativ hochwertige Nahrungsmittel erzeugen, nachwachsende Rohstoffe

---

<sup>176</sup> vgl. Arz de Falco, Andrea 2002 S. 6

<sup>177</sup> Vogt, Markus 2004 S. 7

produzieren, unsere Kulturlandschaft und deren Biotop- und Artenvielfalt weitgehend erhalten und zugleich dem internationalen Wettbewerb gewachsen sein.“<sup>178</sup> Im Sinne eines umfassenden Nachhaltigkeitsbegriffs ist dieser Kanon zudem noch um den Faktor der Sozialverträglichkeit zu erweitern.

Schwierigkeiten ergeben sich allerdings dann, wenn man versucht, diese Zielvorgaben einer nachhaltigen Landwirtschaft für die Güterabwägung im Rahmen der Risikobewertung zu operationalisieren. Hierzu ist es notwendig, Indikatoren zu entwickeln, die sowohl die positiven als auch die negativen Auswirkungen des Einsatzes gentechnischer Methoden in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion beschreiben und innerhalb des Gesamtgefüges einer nachhaltigen Landwirtschaft bewerten. Für die Auswahl geeigneter Indikatoren hat die OECD vier generelle Kriterien entwickelt:

- policy relevance (politische Relevanz),
- analytical soundness (analytische Bedeutsamkeit),
- measurability (Messbarkeit),
- level of aggregation (Erhebungsebene).<sup>179</sup>

Auf diesen Vorgaben aufbauend hat die OECD mit dem „Driving Force-State-Response framework (DSR)“ ein Umweltindikatorensystem erarbeitet, das die Auswirkungen der Landwirtschaft aufzeigt und deren Rolle im Wirkungsgefüge einer nachhaltigen Landbewirtschaftung erläutert.

Das System zeigt dabei die Komplexität der Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Einflussgrößen, wie der Agrarwirtschaft, der Umwelt sowie der politischen und gesellschaftlichen Ebene auf. In diesem Zusammenhang stehen drei zentrale Fragestellungen im Mittelpunkt des Interesses:

1. Wodurch werden Veränderungen in der landwirtschaftlichen Produktion veranlasst – was macht diese notwendig? (driving force)
2. Welche Auswirkungen haben diese Veränderungen auf den Zustand und die Bedingungen in der Umwelt? (state)
3. Welche Reaktionen werden durch die Veränderungen des Umweltzustandes hervorgerufen? (responses)<sup>180</sup>

---

<sup>178</sup> Linckh, G. et al. 1996 S. V f.

<sup>179</sup> nach OECD 1997 S. 19

<sup>180</sup> vgl. OECD 1997 S. 14f.

Jeder dieser drei Untersuchungsgegenstände setzt sich wiederum aus verschiedenen Themenkomplexen zusammen; so kommen z.B. als treibende Kraft für Veränderungen in der landwirtschaftlichen Produktion ökologische, ökonomische und soziale sowie in- und outputbedingte Faktoren in Frage. Die Umweltbedingungen werden dagegen durch den Zustand der in der Agrarproduktion verwendeten natürlichen Ressourcen, das allgemeine Ökosystem und die gesundheitlichen Rahmenbedingungen charakterisiert. Die Reaktionen auf die Veränderungen werden anhand der betroffenen Akteure in Verbraucherreaktionen, dem Verhalten der Landwirte, Reaktionen der Agrar-Nahrungskette sowie politische Reaktionen unterschieden.

Innerhalb eines jeden Themenkomplexes ist die Untersuchung über die Ebene der Indikatorbereiche bis hin zu einzelnen Indikatoren als Anzeichen für eine bestimmte Entwicklung zu konkretisieren, für die im Rahmen der konkreten Risikobewertung messbare Parameter bestimmt werden.

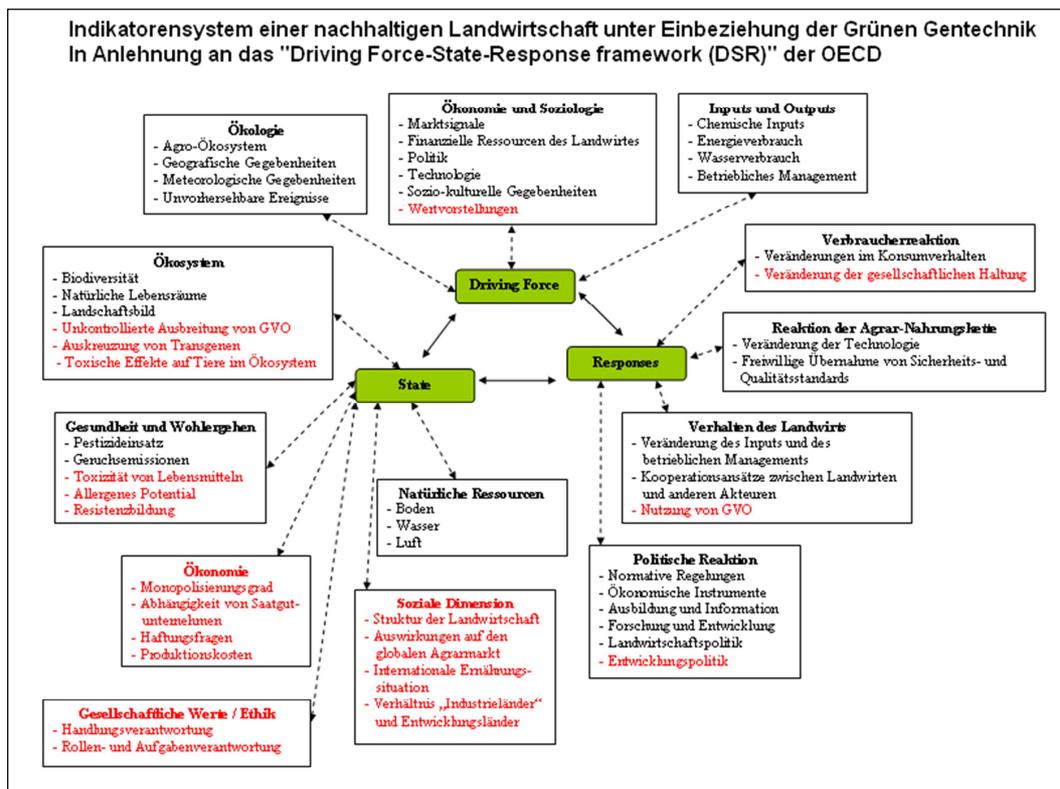


Abbildung 5: Indikatorensystem einer nachhaltigen Landwirtschaft unter Einbeziehung der grünen Gentechnik  
Quelle: redaktionell bearbeitet, übersetzt ins Deutsche und erweitert (Ergänzungen rot) nach OECD 1997 S. 16

So lässt sich beispielsweise in Abbildung 6 eine Zustandsbeschreibung (state) der Biodiversität im Rahmen eines Ökosystems u.a. mit Hilfe des Indikators

„Artenzusammensetzung von Tagfaltern in einer Ökofläche“ erstellen, für dessen Messung als Parameter die „Häufigkeit jeder erhobenen Tagfalterart“ zu bestimmen ist.

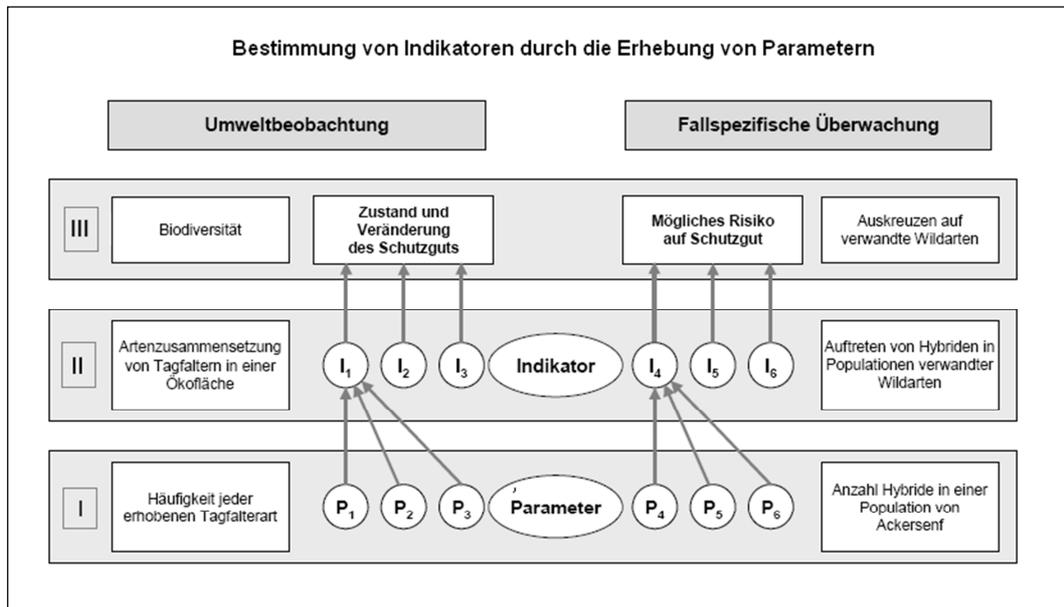


Abbildung 6: Bestimmung von Indikatoren durch die Erhebung von Parametern  
Quelle: Sanvido, Olivier et al. 2003 S. 50

Das Driving Force-State-Response Modell ist sowohl für die Bewertung von Risiken z.B. im Rahmen des Zulassungsverfahrens gentechnisch veränderter Pflanzen als auch für das anschließende Monitoring geeignet. Im Unterschied zum Monitoring, bei dem gezielt Untersuchungen im Freiland erfolgen können, ist man allerdings im Rahmen der Risikobewertung auf die Ergebnisse der Technikfolgenabschätzung aus entsprechenden Versuchsreihen sowie Hochrechnungen und Prognosen angewiesen.

Für eine umfassende Bewertung der Risiken einer gentechnisch veränderten Kulturpflanze auf der Grundlage des Prinzips der Nachhaltigkeit ist es notwendig, das beschriebene Indikatorensystem gerade im Bereich der Zustandsbeschreibung (state) über die Umweltauswirkungen hinaus auch um die ökonomische und soziale Dimension sowie um eine Betrachtung gesellschaftlicher Werte zu erweitern.

Wendet man das Indikatorensystem konkret auf Technologien aus dem Bereich der grünen Gentechnik an, so ergibt sich zudem noch weiterer Ergänzungs- bzw. Konkretisierungsbedarf. Die vom Verfasser ergänzten Indikatorenbereiche können dabei keinesfalls als abschließend betrachtet werden, vielmehr werden hier nur besonders relevante Faktoren für den Bereich der grünen Gentechnik

aufgezeigt, je nach Untersuchungsgegenstand ist aber jeweils für den Einzelfall eine individuelle Bestimmung der relevanten Faktoren notwendig.<sup>181</sup>

Auch wenn an dieser Stelle die Erstellung einer umfassenden oder gar abschließenden Indikatorenliste für den Bereich der grünen Gentechnik nicht geleistet werden kann, so soll das System nachfolgend dennoch kurz und beispielhaft auf eine fiktive mit Mitteln der grünen Gentechnik entwickelte dürrerotolerante Pflanze angewendet werden:

Als Ausgangspunkt des eigentlich dynamischen Systems könnte man z.B. von den klimatischen Bedingungen in ariden niederschlagsarmen Gebieten (driving force) als ökologischen Faktoren ausgehen. Diese lassen sich z.B. durch die Indikatoren „Niederschlagsmenge“ oder „Temperatur“ operationalisieren. Gemeinsam mit dem hohen Wasserbedarf einer bestimmten Kulturpflanze (Inputfaktor) führt dies dazu, dass als Reaktion (response) von bestimmten Saatgutproduzenten eine dürrerotolerante Variante der Kulturpflanze entwickelt wird, auf deren Verwendung die in der o.g. Region ansässigen Landwirte drängen. Im Rahmen einer umfassenden Risikobewertung wäre als nächster Schritt zu untersuchen, welche Auswirkungen der Anbau einer solchen Pflanze auf den Zustand (state) haben würde. An dieser Stelle sind dann die Risiko- und Nutzenerwägungen der Technikfolgenabschätzung zu benennen und im Gesamtkontext zu bewerten. So könnte z.B. mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit eine unkontrollierte Ausbreitung der transgenen Pflanze erfolgen, da diese aufgrund ihrer Dürrerotoleranz über einen Fitnessvorteil gegenüber anderen Pflanzen verfügt. Ferner könnte sich im Bereich der sozialen Dimension zudem eine Verschiebung bei der betrieblichen Struktur zu Lasten kleinbäuerlicher Anbaustrukturen ergeben, wenn durch die Einführung der neuen Sorte ein großflächiger Anbau der Kultur betriebswirtschaftlich lohnender würde. Diesen Risiken gegenüber würden bei dem gewählten Beispiel aber auch bestimmte Nutzenerwägungen stehen, so könnte gegebenenfalls die internationale Ernährungssituation durch den Anbau in vormals ungeeigneten Gebieten verbessert werden. Außerdem würde der Anbau der transgenen Pflanze zudem vermutlich eine Ertragssteigerung für die einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe ergeben.

Durch eine geeignete Indikatorenwahl und eine möglichst genaue Bestimmung mit Hilfe von Parametern lassen sich also letztendlich Vor- und Nachteile der Anwendung der grünen Gentechnik bezogen auf den Einzelfall ins Verhältnis

---

<sup>181</sup> vgl. Ergänzungen des Verfassers in Abbildung 5 (rot hervorgehoben)

setzen. Als zusätzlicher Schritt ist es allerdings letztlich immer notwendig, dass eine wertende Entscheidung getroffen wird, welcher Vorteil bzw. Nutzen die Inkaufnahme eines bestimmten Risikos rechtfertigt. Hierfür muss zusätzlich zur Indikatorbestimmung noch eine Bewertung der Wichtigkeit des einzelnen Indikators durchgeführt werden, bevor Risiken und Nutzen bilanziert werden.

### **6.3 Grenzen einer umfassenden Risikobewertung**

Schon die Komplexität des aufgezeigten Indikatorsystems lässt erahnen, dass eine umfassende Risikobewertung gentechnisch veränderter Kulturpflanzen eine besondere Herausforderung darstellt. Zum einen beruht diese Erkenntnis auf der Tatsache, dass eine Vielzahl von Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Systembestandteilen besteht und darauf, dass das Prinzip einer nachhaltigen Landwirtschaft kein statischer Zustand, sondern ein dynamischer Prozess ist. Zum anderen ergeben sich unterschiedliche Ergebnisse, je nachdem welche Betrachtungsebene gewählt wird (regional, national oder international etc.).

Fast noch wichtiger dürfte in diesem Zusammenhang aber sein, dass für einige der relevanten Bereiche die Bestimmung von Indikatoren, die den o.g. Kriterien der OECD genügen, besonders schwierig, wenn nicht sogar unmöglich, sein dürfte. Besondere Schwierigkeiten dürfte es so z.B. bereiten, messbare Indikatoren für die Sozialverträglichkeit einer bestimmten gentechnischen Anwendung zu identifizieren. Und auch gesellschaftliche Werte lassen sich nur schwer in diesem Sinne operationalisieren.

Darüber hinaus lassen sich selbst die eigentlich naturwissenschaftlich messbaren Indikatoren im Rahmen der Technikfolgenabschätzung zum Zeitpunkt der Zulassung eines gvO teilweise nur schwer quantifizieren, so dass eine spätere Bewertung auch aufgrund dieser Tatsache mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist.

Dennoch würde eine umfassende Risikobewertung unter Einbeziehung aller Risikodimensionen in Anlehnung an das in diesem Kapitel skizzierte Verfahren insgesamt vermutlich dazu führen, dass Risiken und Nutzen intensiver als bislang üblich gegeneinander abgewogen werden würden. Selbst wenn also z.B. die Sozialverträglichkeit einer Technologie nicht eindeutig quantifiziert werden könnte, würde allein die Beschäftigung mit dieser Risikodimension dazu führen, dass entsprechende Erwägungen in die politische Diskussion einfließen. Als rechtlich verbindliche Vorgaben sollten aber gerade Implikationen der sozialen

Dimension und ethische Erwägungen nicht über das bislang geltende Maß hinaus eingeführt werden. So zeigen z.B. nach Ansicht des Institutes für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften auch die Erfahrungen in Österreich, wo aufgrund des geltenden Gentechnikrechtes im Rahmen der Risikobewertung neben gesundheitlichen und ökologischen Risiken auch eine „soziale Unverträglichkeit“ ausgeschlossen werden muss, dass diese Regelung weder zu einer Veränderung der öffentlichen Diskussion, noch zu einer Vermittlung zwischen den verschiedenen Werthaltungen geführt hat und somit als entbehrlich angesehen werden kann.<sup>182</sup>

## **7. Grundzüge einer Risikokommunikation für die grüne Gentechnik**

In den vorangegangenen Kapiteln konnte gezeigt werden, dass Laien die Risiken der grünen Gentechnik aus verschiedenen Gründen anders wahrnehmen und bewerten, als dies von den wissenschaftlichen Experten getan wird. Oftmals verbinden Verbraucher als wissenschaftliche Laien so mit gentechnischen Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion ein erhöhtes Risiko gegenüber der rein naturwissenschaftlichen Sichtweise, wie sie sich in der bislang üblichen und gesetzlich normierten Risikobewertung widerspiegelt. Auch wenn Letztere, wie in Kapitel 5 gezeigt werden konnte, nicht immer weitreichend genug ist und an einigen Stellen einer inhaltlichen und methodischen Erweiterung besonders im Hinblick auf weitere Risikodimensionen bedarf, so ist dennoch zu überlegen, wie Laien von überzogenen Ängsten und Fehlkonzepten abgebracht werden können, um so eine Erhöhung der gesellschaftlichen Akzeptanz der grünen Gentechnik im Allgemeinen und eine differenzierte und sachliche Beschäftigung mit einzelnen Anwendungen im Besonderen zu erreichen.

Ein entscheidender Schritt auf diesem Weg besteht in dem Entwurf einer geeigneten Risikokommunikation für den Bereich der grünen Gentechnik, welche die Auflösung der o.g. Diskrepanzen zwischen Experten und Verbrauchern zum Ziel hat.

Hierbei sind die Grundzüge und Rahmenbedingungen eines Kommunikationsprozesses zu skizzieren, der dem Austausch und der Vermittlung von Informationen zwischen den Akteuren und Interessengruppen für den Bereich der Anwendung gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen

---

<sup>182</sup> vgl. Torgersen, Helge / Seifert, Franz 1995

Lebensmittelproduktion dient. Von zentraler Bedeutung ist dabei eine Kommunikation über Art und Ausmaß bestehender Risiken sowie deren Bewertung und auch über mögliche Strategien der Bewältigung dieser Risiken.<sup>183</sup>

In der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung lassen sich grundsätzlich drei verschiedene Ansätze einer Risikokommunikation unterscheiden; da eine ausführliche Beschreibung und Erläuterung dieser Modelle hier nicht geleistet werden kann, bietet die nachstehende Abbildung eine nähere Charakterisierung:

Charakteristika unterschiedlicher Modelle von Risikokommunikation				
		Modelle		
		Technisches Modell	Demokratisches Modell	Rhetorisches Modell
Merkmale	Risikobewertung	formal-normativ	vorherrschend intuitiv	nicht festgelegt
	Kommunikationsinhalte	Gesundheits- und Umweltrisiken	Risiken allgemein	Risiken allgemein
	Kommunikationsteilnehmer	Experten, Öffentlichkeit	alle betroffenen Parteien	alle betroffenen Parteien
	Kommunikationsrichtung	von Experten ausgehend	nicht vorgegeben, interaktiver Prozess	nicht vorgegeben
	Kommunikationsschwerpunkt	Wissensvermittlung, Ergebnisse werden aus Sicht des Senders mitgeteilt	Austausch zwischen Beteiligten	Austausch zwischen Beteiligten und Wissensvermittlung
	Kommunikationsziel	'gebildete Laien', die Sicht der Experten teilen	Konsens durch fairen Prozess	Konsens durch rhetorische Mittel

Abbildung 7: Charakteristika unterschiedlicher Modelle von Risikokommunikation  
Quelle: Gassert, Kathrin 2003 S. 103

Der folgende Entwurf einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik folgt weitgehend dem „Demokratischen Modell“. Denn zum einen ist, wie in den vorherigen Kapiteln gezeigt werden konnte, eine Beschränkung der Kommunikationsinhalte auf Gesundheits- und Umweltrisiken, wie sie beim „Technischen Modell“ stattfindet, nicht sachgerecht; zum anderen besteht das Kommunikationsziel weder darin, dass die Verbraucher um jeden Preis die Sicht der Experten teilen, noch darin, dass Beteiligte gegen ihre eigentliche Haltung mit rhetorischen Mitteln überzeugt werden. Vielmehr soll idealerweise, basierend auf dem Austausch und der Vermittlung von Informationen zu den Risiken der grünen Gentechnik und dem Umgang mit diesen, ein gesellschaftlicher Konsens der Risikobereitschaft und der Risikobewertung erzielt werden. Hierfür sollte als Erweiterung des oben charakterisierten „Demokratischen Modells“ neben dem

<sup>183</sup> vgl. Rohrman, Bernd 1997 (b) S. 51

Austausch zwischen den Beteiligten auch der Wissensvermittlung eine zentrale Rolle im Kommunikationsprozess zukommen.

## **7.1 Akteure einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik**

An der Debatte um den Einsatz und die möglichen Risiken der grünen Gentechnik beteiligt sich eine Vielzahl unterschiedlicher Interessengruppen. Jede dieser Gruppen verfolgt unterschiedliche Ziele und bedient sich unterschiedlicher Kommunikationsmittel, um Informationen über gentechnische Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion zu erhalten, zu verbreiten und auszutauschen. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch, dass das jeweilige Fachwissen und die Wertauffassungen bei den einzelnen Beteiligten sehr unterschiedlich ausgeprägt sind; die verschiedenen Akteure gehen also auch von einer unterschiedlichen Kommunikationsbasis aus.

Entsprechend der allgemeinen Kategorisierung der Risikokommunikation lassen sich für den Bereich der grünen Gentechnik sechs generelle Akteursgruppen unterscheiden:<sup>184</sup>

### **7.1.1 Risiko-Verursacher**

Zu den Risiko-Verursachern können im Zusammenhang mit dem Einsatz und der Herstellung gentechnisch veränderter Organismen bei der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion vor allem Saatgutproduzenten, Landwirte, die gentechnisch veränderte Kulturpflanzen anbauen, und die verarbeitende Lebensmittelindustrie gezählt werden. Selbst innerhalb dieser Gruppe besteht hinsichtlich des zur Verfügung stehenden Fachwissens, der Interessenlage und des Selbstverständnisses eine stark ausgeprägte Heterogenität, so dass eine differenzierte Betrachtung notwendig ist.

Saatgutproduzenten und Pflanzenzüchter sind daran interessiert, dass ihre Produkte von den Landwirten abgenommen werden. Hierfür ist es wiederum notwendig, dass die Endverbraucher mit Hilfe der Risikokommunikation von gentechnisch veränderten Produkten überzeugt werden können, so dass sie entsprechende Lebensmittel bei den Landwirten, der Lebensmittelindustrie bzw. im Handel nachfragen.

---

<sup>184</sup> vgl. Rohrmann, Bernd 1997 (b) S. 53

Im Bereich der Landwirtschaft fallen verständlicherweise nur die Betriebe in die Kategorie der Risiko-Verursacher, die auch tatsächlich gentechnisch veränderte Organismen anbauen. Bislang ist die Nachfrage nach gentechnisch veränderten Produkten zumindest hierzulande noch relativ gering, so dass der Anbau transgener Pflanzen für die Betriebe mit einem unternehmerischen Risiko verbunden ist. Für eine Steigerung der Attraktivität des Anbaus ist es aus Sicht der landwirtschaftlichen Betriebe notwendig, dass der Handel und die Verbraucher von den Vorzügen gentechnisch veränderter Produkte mit Hilfe der Risikokommunikation überzeugt werden. Dabei ist es für die Landwirtschaft Erfolg versprechender, wenn sie nicht einzeln, sondern organisiert agiert. Als „Sprachrohr“ könnten hier z.B. die Bauernverbände fungieren.

Für die Lebensmittelindustrie stehen im Mittelpunkt aller Entscheidungen zunächst einmal die Interessen des eigenen Unternehmens und das Streben nach Gewinnmaximierung. Mit Ausnahme weniger Lebensmittelhersteller, bei denen der Einsatz gentechnisch veränderter Zutaten grundsätzlich der Firmenphilosophie widerspricht, hierzu können wohl die meisten Hersteller von Bio-Nahrungsmitteln und Firmen wie der Babynahrungshersteller „Hipp“ gezählt werden, dürfte die Entscheidung für oder gegen den Einsatz von gvO daher eher von unternehmerischen Erwägungen als von bestimmten Wertvorstellungen geleitet werden. Sollten diese Firmen also künftig zu dem Schluss kommen, dass die Verwendung gentechnisch veränderter Zutaten zu einem Marktvorteil gegenüber Konkurrenzunternehmen führen könnte, so würde eine Risikokommunikation wohl darauf abzielen, die Vorzüge des Produktes anzupreisen, während gleichzeitig die Verbraucher von der Sicherheit des Lebensmittels überzeugt werden sollen.

### **7.1.2 Risiko-Exponierte**

Als Risiko-Exponierte werden die Akteure bezeichnet, die potentiell vom Eintritt eines Schadensereignisses direkt betroffen sind. Für den Bereich der grünen Gentechnik trifft dies vor allen Dingen auf die Konsumenten von gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln sowie auf Landwirte mit Anbauflächen in direkter Nachbarschaft zu gentechnisch veränderten Kulturen zu. Aufgrund der ökonomischen Risikodimension können aber auch gvO-anbauende Betriebe selbst durch die geltenden Haftungsregelungen und das allgemeine unternehmerische Risiko zu Betroffenen werden.

Verbraucher verlangen grundsätzlich nach qualitativ hochwertigen, preislich akzeptablen und gesundheitlich unbedenklichen Lebensmitteln; im Bereich der grünen Gentechnik fordern sie daher besonders Informationen über Inhaltsstoffe, Aufklärung über mögliche negative Auswirkungen des Verzehrs und allgemein Transparenz im Hinblick auf den Einsatz von gvO. Aktiv nutzen sie also Prozesse der Risikokommunikation vornehmlich zur eigenen Information und zum Erkenntnisgewinn. Auf der anderen Seite sind sie selbst aber gerade eine der wichtigsten Zielgruppen der anderen Akteure innerhalb der Risikokommunikation, da ihr Konsumverhalten letztlich über den wirtschaftlichen Erfolg oder Misserfolg von gentechnisch veränderten Lebensmitteln bestimmt.

Konventionell wirtschaftende Betriebe, deren Anbauflächen in direkter Nachbarschaft zu gentechnisch veränderten Kulturen liegen, könnten durch den Eintrag von gvO in ihre eigenen Felder wirtschaftlich geschädigt werden. Um einer solchen Schädigung vorbeugen zu können, sind sie besonders an einer Risikokommunikation interessiert, durch die sie über benachbarte gvO-Anbauflächen im Vorfeld informiert werden und die ihnen für diesen Fall die Möglichkeit einräumt, sicherheitsrelevante Bedenken vorzubringen.

### **7.1.3 Öffentlichkeit**

Die Akteursgruppe der Öffentlichkeit vereint die Gesamtheit all derjenigen, die innerhalb des öffentlichen Raums die in der Gesellschaft herrschenden Einstellungen und Urteile zur grünen Gentechnik verkörpern. Dies gilt für die Bevölkerung im Allgemeinen, im Bezug auf bestimmte Teilöffentlichkeiten aber auch für Interessensverbände, Nicht-Regierungsorganisationen (NGO) und politische Parteien.

Informationen und Kommunikationsprozesse über gentechnische Verfahren und Anwendungen unterliegen, sofern sie der Öffentlichkeit zugänglich sind, stets der öffentlichen Meinung, die über deren gesellschaftliche Legitimation entscheidet. Als legitim werden allerdings nur diejenigen Anwendungen betrachtet, bei denen in der öffentlichen Wahrnehmung der zusätzliche Nutzen die Risiken übersteigt. Da die öffentliche Meinung in enger Korrelation zu der Sichtweise von Verbrauchern steht, ist die Öffentlichkeit neben den Verbrauchern selbst einer der wichtigsten Kommunikationspartner für die anderen Akteure. Aktiv fordert die Öffentlichkeit im Rahmen der Risikokommunikation vor allen Dingen Auskünfte über Nutzen- und Risikopotentiale der grünen Gentechnik ein, versucht sich in

der Einflussnahme auf politische Entscheidungsträger und verlangt zunehmend Partizipationsmöglichkeiten an den relevanten Entscheidungsprozessen und Zulassungsverfahren. Hierbei tritt die Öffentlichkeit zumeist institutionalisiert und organisiert in Form von Interessenverbänden und Parteien in Erscheinung.<sup>185</sup>

Dabei vertreten die einzelnen Organisationen inhaltlich zumeist eine bestimmte Teilöffentlichkeit; dies bedeutet, dass auch die inhaltliche Ausrichtung der von ihnen betriebenen Risikokommunikation, je nach Interessenlage, stark differieren kann. Während so Umweltverbände wie Greenpeace mit teilweise sehr öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen gegen den Einsatz von gentechnischen Methoden in der Landwirtschaft argumentieren und protestieren, befürwortet z.B. die CDU den „verantwortungsvollen“ Einsatz der Technologie.<sup>186</sup>

Politische Parteien nehmen darüber hinaus noch eine Sonderstellung innerhalb der Akteursgruppe ein, da sie über die ihnen zur Verfügung stehenden politischen Instrumente auch direkt Einfluss auf legislative Entscheidungen nehmen können. Sie fungieren also auch als Mittler zwischen der Öffentlichkeit und den regulativen Instanzen.

#### **7.1.4 Regulative Instanzen**

Im Zusammenhang mit einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik können unter regulativen Instanzen all diejenigen Institutionen verstanden werden, die rechtsetzende, verbindlich administrative und rechtsprechende Entscheidungen auf dem Gebiet des Gentechnikrechtes treffen. Dies sind insbesondere der nationale und europäische Gesetzgeber sowie die Zulassungs- und Genehmigungsbehörden und die entsprechenden Gerichte.

Während die Judikative aufgrund ihrer Verpflichtung zur Neutralität sich in Prozessen der Risikokommunikation weitgehend wertender Urteile enthält, besteht die Aufgabe der Exekutive darin, die aufgrund der rechtlichen Grundlagen getroffenen Entscheidungen (z.B. Zulassung einer transgenen Pflanzensorte) den Bürgern transparent und nachvollziehbar zu veranschaulichen. Hierzu zählt insbesondere eine Offenlegung der Ergebnisse des Abwägungsprozesses zwischen Nutzen und Risiken einer gentechnischen Anwendung sowie eine umfassende Aufklärung über die Risiken und etwaige Vorsichtsmaßnahmen und Auflagen. Des Weiteren haben sie für die Koexistenz von transgenen und konventionellen Kulturen Sorge zu tragen und sind dafür verantwortlich, dass dem Verbraucher grundsätzlich eine Wahlfreiheit und

---

<sup>185</sup> vgl. hierzu auch Gassert, Kathrin 2003 S. 166 ff.

<sup>186</sup> vgl. CDU

Selbstbestimmung im Hinblick auf den Verzehr von gentechnisch veränderten Lebensmitteln ermöglicht wird.

Die legislativen Organe haben im Rahmen einer Risikokommunikation die Interessen und Positionen aller Akteure zu berücksichtigen und gegeneinander abzuwägen. Dabei sind sie im Bereich der grünen Gentechnik insbesondere auch auf möglichst objektive Angaben der Wissenschaft und Forschung im Hinblick auf die Riskantheit und den Nutzen der verschiedenen Anwendungen angewiesen.

#### **7.1.5 Wissenschaft**

Wissenschaftler nehmen im Rahmen der Risikokommunikation vor allem die Rolle der Experten ein, indem Universitäten, Forschungsinstitute, Sachverständige und wissenschaftlich-technische Gremien ihren fachlichen Input in die Diskussion um den Einsatz und die Anwendung gentechnischer Verfahren geben. Ihre fachlichen Einschätzungen und Bewertungen von Risikosituationen haben besonderen Einfluss auf die Meinungen und Haltungen der Verbraucher und der Öffentlichkeit, sie bilden aber gleichzeitig auch die Grundlage für die Entscheidungen der regulativen Instanzen.

Dabei stellt es gerade für die Verbraucher eine besondere Herausforderung in ihrem Meinungsbildungsprozess dar, dass selbst unter Wissenschaftlern im Zusammenhang mit gentechnischen Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion nicht immer Einigkeit über die Risiken der Technologie herrscht. Diesen Umstand machen sich verschiedene andere Akteure zunutze, indem sie gezielt Meinungen und Expertisen für sich instrumentalisieren, um die eigene Argumentation wissenschaftlich zu untermauern. Letztlich sind auch Wissenschaftler natürlicherweise nicht immer frei von Werturteilen und eigenen Interessen; im Rahmen der Risikokommunikation sind sie als eigenständige Akteure daher auch darauf bedacht, dass sie mit ihrer eigenen wissenschaftlichen Meinung die öffentliche Diskussion entsprechend beeinflussen können.

#### **7.1.6 Medien**

Innerhalb einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik werden unter dem Oberbegriff „Medien“ vor allen Dingen journalistische Einrichtungen und Publikationen verstanden, die der Öffentlichkeit Informationen und Meinungen

zur Technologie vermitteln. Dabei erfüllen sie grundsätzlich zwei verschiedene Funktionen. Auf der einen Seite wird durch die von ihnen vermittelten Informationen eine öffentliche Diskussion über ein so komplexes Thema wie die grüne Gentechnik überhaupt erst ermöglicht, auf der anderen Seite vertreten sie aber auch eigene Interessen und Ziele und steuern daher bewusst die Prozesse der Meinungsbildung.<sup>187</sup>

Wegen ihrer zentralen Rolle innerhalb einer Risikokommunikation suchen die anderen Akteure nach Möglichkeiten einer Kooperation, um das öffentliche Meinungsbild entsprechend der eigenen Intention zu beeinflussen.

## **7.2 Zielgruppen und Strategien einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik**

Nachdem mit der Identifizierung der relevanten Akteure und der bestehenden Kommunikationsbeziehungen zwischen diesen ein erster Schritt der strategischen Kommunikationsplanung getan ist, sind im Folgenden nun die Zielgruppen der Risikokommunikation zu bestimmen und die Strategien, wie diesen gegenüber vorzugehen ist, festzulegen.

Wie oben bereits näher erläutert, besteht das Ziel der hier skizzierten Risikokommunikation in der Auflösung der Diskrepanzen in der Risikowahrnehmung zwischen wissenschaftlichen Experten und Verbrauchern als technischen Laien. Hierdurch sollen die Verbraucher von überzogenen Ängsten und Fehlkonzepten im Hinblick auf gentechnische Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion abgebracht werden. Primäre Zielgruppe dieser Risikokommunikation sind demnach die Verbraucher als potentielle Konsumenten von Lebensmitteln, die unter Einsatz gentechnischer Verfahren hergestellt werden. Dabei sind diese allerdings nicht isoliert zu betrachten. Vielmehr sollte beachtet werden, dass zwischen allen identifizierten Akteuren Wirkungszusammenhänge bestehen, die im Rahmen einer integrierten Risikokommunikation zu berücksichtigen sind. So richtet sich eine Risikokommunikation der grünen Gentechnik auch immer an die Öffentlichkeit, die je nach Interessenlage einer Teilöffentlichkeit auch durch Verbände, Parteien und Bürgerinitiativen vertreten werden kann.

Ausgehen sollte die Risikokommunikation sowohl von den Risiko-Verursachern, also den Saatgutproduzenten, den gvO-anbauenden Landwirten und der Lebensmittelindustrie, als auch von den regulativen Instanzen, die für die

---

<sup>187</sup> vgl. Gassert, Kathrin 2003 S. 185 f.

Gesetzgebung und vor allem für die Zulassung von gentechnischen Verfahren zuständig sind. Dabei sollten sich diese Stellen des Fachwissens und der Reputation wissenschaftlicher Einrichtungen bedienen und sie sollten in enger Kooperation mit den Medien agieren.

Hierbei sind bestimmte strategische Leitlinien zu beachten. Zum einen sollte reflektiert werden, wie die bestehenden Risiken und Unsicherheiten der grünen Gentechnik von den Verbrauchern gesehen werden und welche Ursachen zu einer Abweichung von der „objektiven“ naturwissenschaftlichen Bewertung führen.<sup>188</sup> Weiter muss auch sichergestellt werden, dass die Risikokommunikation auf die Bedürfnisse und Lebensumstände der Verbraucher abgestimmt wird. So sollte z.B. mit Nutzenerwägungen argumentiert werden, die für den Einzelnen einsichtig und relevant für seine persönliche Situation sind. Dies beinhaltet auch, dass die zu transportierende Botschaft einer Risikokommunikation nicht allein im Wissensbestand des jeweiligen Experten gründen kann, sondern ebenso auch auf den Informationsbedarf und die Nachfrage der Verbraucher auszurichten ist. Letztlich hat eine Risikokommunikation immer auch über eine reine Informationsvermittlung bestehender Risiken hinauszugehen. In einem „zweiseitigen Prozess“ sind der Öffentlichkeit dabei zum einen Informationen über Nutzen, Risiken und Unwägbarkeiten der grünen Gentechnik verständlich und überzeugend zugänglich zu machen, zum anderen sind die Verbraucher im Sinne einer Kooperation in die Entscheidungsfindung einzubeziehen. Es hat also auch ein gesellschaftlicher Dialog über das Maß der Risikobereitschaft in der Bevölkerung stattzufinden.<sup>189</sup>

### **7.3 Instrumente und Maßnahmen einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik**

Zur Umsetzung der erarbeiteten Strategien einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik sind in einem letzten Schritt Instrumente und Maßnahmen zu entwickeln, die zwischen den einzelnen Akteuren einen sachlichen und offenen Austausch von Informationen und eine ergebnisoffene Diskussion über bestehende Bedenken und allgemein über Nutzen und Risiken der Technologie ermöglichen. Wie zuvor bereits näher erläutert, sollten diese Instrumente primär von zwei Akteursgruppen initiiert werden, den Risiko-Verursachern und den regulativen Instanzen. Da beiden Gruppen innerhalb der Risikokommunikation

---

<sup>188</sup> vgl. hierzu Kapitel 5

<sup>189</sup> vgl. hierzu Rohrmann, Bernd 1997(b) S. 54 „Strategien der Risikokommunikation“

verschiedene Rollen zufallen, unterscheidet sich auch das kommunikative Maßnahmenspektrum, das diesen zur Erreichung ihrer Kommunikationsziele jeweils zur Verfügung steht.

### **7.3.1 Risikokommunikation ausgehend von der Gruppe der Risiko-Verursacher**

Das zentrale Ziel der Risiko-Verursacher innerhalb der Risikokommunikation besteht darin, die Akzeptanz der Verbraucher gegenüber gentechnischen Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion zu erhöhen. Um dieses Ziel zu erreichen, sollten sie neben der Informations- und Wissensvermittlung auch auf imageverbessernde Maßnahmen setzen, die sie in der öffentlichen Wahrnehmung glaubwürdiger erscheinen lassen.<sup>190</sup>

So könnten Sachinformationen besonders effektiv über Printmedien in Form von Werbeanzeigen transportiert werden, während sich für emotional ausgerichtete Werbung eher elektronische Medien anbieten. Gerade für den Bereich der Informationsvermittlung ist es dabei von besonderer Bedeutung, dass auf einer sachlichen Ebene sowohl über die positiven Auswirkungen als auch über die möglichen Risiken und deren Eintrittswahrscheinlichkeit informiert wird. Denn nur wenn dem Verbraucher der Eindruck vermittelt werden kann, dass der Werbende „nichts zu verbergen hat“, kann auch das Vertrauen in das beworbene Produkt und in die zu dessen Herstellung eingesetzten (gentechnischen) Produktionsverfahren wachsen.

Werbung für Produkte der grünen Gentechnik dürfte sich in den meisten Fällen von der Lebensmittelindustrie an den Endverbraucher richten, um hier die Nachfrage zu beleben. Denkbar sind aber auch auf den Einzelhandel ausgerichtete Werbemaßnahmen, die hier die Akzeptanz gentechnisch veränderter Produkte erhöhen. Von Seiten der Saatgutproduzenten ist auch die Ansprache der Landwirtschaft von besonderer Bedeutung; diese könnte wohl besonders wirksam über Fachzeitschriften, wie das landwirtschaftliche Wochenblatt, erfolgen, da dieses traditionell von den meisten Landwirten gelesen wird.

Dennoch liegt das Hauptproblem von Werbemaßnahmen darin, dass die Medien von den Werbenden für die Veröffentlichung bezahlt werden, was die Glaubwürdigkeit der Inhalte wiederum von der Reputation der werbenden Organisation abhängig macht. Dieser Nachteil entfällt bei der so genannten Product Publicity, bei der die Medien selbst über ein Produkt oder allgemeiner

---

<sup>190</sup> vgl. Gassert, Kathrin 2003 S. 248

über eine bestimmte Technologie sowie deren Nutzen und Risiken berichten. Allerdings entzieht sich diese Form der Risikokommunikation der direkten Einflussnahme durch den Risiko-Verursacher. Dieser kann lediglich eine Berichterstattung durch die Weitergabe der relevanten Informationen anregen und auf eine ausgewogene Berichterstattung vertrauen. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass auch bei den Medien verschiedene Grundhaltungen zur grünen Gentechnik vorherrschen, die sich in der Ausgestaltung der Berichterstattung durchaus niederschlagen können.

Sowohl der Werbung als auch der Product Publicity ist gemein, dass eine Kommunikation nur in eine Richtung stattfindet, vom Risiko-Verursacher hin zum Verbraucher und der allgemeinen Öffentlichkeit. Den Empfängern der Botschaft steht hierbei kein Medium zur Verfügung, ein Feedback und eigene Anregungen zu geben oder Informationen aktiv einzufordern. Anders ist dies bei kommunikativen Instrumenten, wie dem persönlichen Verkauf und der Beteiligung an (Fach-)Messen; hierbei können auch über den persönlichen Kontakt von Mensch zu Mensch positive Eindrücke vermittelt und Vertrauen aufgebaut werden. Dabei gilt der Grundsatz: „Gesellschaftsorientiertes und kundenorientiertes Verhalten wird auf den Kunden glaubwürdiger wirken als verkaufsorientiertes Verhalten.“<sup>191</sup>

Zusammenfassend können die Instrumente und Maßnahmen der von der Gruppe der Risiko-Verursacher ausgehenden Risikokommunikation als Public Relation-Maßnahmen angesehen werden, deren primäre Zielsetzung darin bestehen sollte, den Verbrauchern die Handlungsweisen der Lebensmittel- und Saatgutindustrie verständlich aufzuzeigen und dabei das Vertrauen und die Glaubwürdigkeit gegenüber der Öffentlichkeit zu gewinnen.

### **7.3.2 Risikokommunikation ausgehend von regulativen Instanzen**

Schlüsselfaktoren für die Risikokommunikation regulativer Instanzen und öffentlicher Organisationen im Allgemeinen sind die Information der Öffentlichkeit und die Möglichkeit zur Partizipation des einzelnen Bürgers.

Informationsvermittelnde Maßnahmen von regulativen Instanzen unterliegen dabei grundsätzlich ähnlichen Anforderungen, wie bei der Gruppe der Risiko-Verursacher. Dies bedeutet, dass der Bürger in Flyern, Broschüren und

---

<sup>191</sup> Gassert, Kathrin 2003 S. 237

Fachberichten der Genehmigungsbehörden und Einrichtungen, wie dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), transparent und verständlich über Nutzen und Risiken der gentechnischen Veränderungen informiert wird. Von besonderer Bedeutung bei öffentlichen Einrichtungen ist dabei der Grundsatz der Neutralität. Nur wenn dieser gewahrt bleibt, genießen regulative Instanzen auch das Vertrauen der Bevölkerung, das für den Erfolg von Maßnahmen der Risikokommunikation unabdingbar ist. Neben Druckerzeugnissen eignen sich für die Vermittlung von fachbezogenen Inhalten auch besonders Instrumente wie Internetplattformen, die aktive Teilnahme an Fachveranstaltungen und die Einrichtung einer zentralen Informationshotline. Solche Medien bieten zusätzlich den Vorteil, dass der einzelne Bürger sich aktiv und gezielt bestimmte Informationen beschaffen kann und dass, im Fall von Telefonhotline und Veranstaltungsteilnahme, auch der persönliche Kontakt zur Öffentlichkeit gepflegt werden kann. Einen wichtigen Beitrag zur Risikokommunikation leistet in diesem Zusammenhang auch eine umfassende Kennzeichnung gentechnisch veränderter Lebensmittel. Diese stellt, wie in Kapitel 4.3 näher erläutert, die Grundvoraussetzung dafür dar, dass sich der Einzelne in die Lage versetzt fühlt, aktiv und selbstbestimmt eine Entscheidung für oder gegen den Erwerb und Verzehr gentechnisch veränderter Produkte treffen zu können.

Partizipative Maßnahmen der Risikokommunikation regulativer Instanzen sollten darauf setzen, den Bürger aktiv in die politischen und gesellschaftlichen Entscheidungsprozesse für den Bereich der grünen Gentechnik einzubeziehen. Diese Teilhabemöglichkeiten betreffen zum einen den Bereich der gesetzlich normierten Zulassungsverfahren, zum anderen sind darüber hinaus auch neue und innovative Formen der Bürgerbeteiligung denkbar und wünschenswert. So sollten zum einen direkt betroffene Personen, wie Feldnachbarn, die Möglichkeit erhalten, im Rahmen einer Anhörung, als verbindlichem Bestandteil des Zulassungsverfahrens, Einwände und Bedenken zu äußern, die im behördlichen Entscheidungsprozess zu berücksichtigen sind; hierzu sind die Pläne des Antragstellers grundsätzlich der Bevölkerung offen zu legen. Daneben sollten künftig für den Bereich der grünen Gentechnik auch vermehrt unparteiisch moderierte Verfahren zur Konfliktlösung und –vermeidung eingesetzt werden. Durch solche Mediationsverfahren können die Sichtweisen der unterschiedlichen Akteure der Risikokommunikation gewürdigt werden, ohne dass eine Festlegung auf eine objektive Wahrheit notwendig wird. Daher ist das Verfahren besonders für den Bereich gentechnischer Anwendungen in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion geeignet, da hier Laien und wissenschaftliche Experten

besonders im Hinblick auf die Risiken der Technologie jeweils von ihrer eigenen Sichtweise ausgehen. Innerhalb des Verfahrens ist dann besonders auf die Interessen der einzelnen Beteiligten einzugehen. Im Unterschied zu hergebrachten Genehmigungsverfahren dienen die rechtlichen Vorgaben den regulativen Instanzen ebenso wie den beteiligten Bürgern und der Gruppe der Risiko-Verursacher zwar als verbindlicher Orientierungsrahmen, es erfolgen aber keine einseitigen Behördenverfügungen, sofern das Verfahren zu einer rechtlich tragbaren Konfliktlösung kommt.

„Das Verständnis von Risikokommunikation hat sich zunehmend weg von Informationskampagnen und hin zu Ansätzen kooperativer Konfliktlösung entwickelt. Dabei können rechtlich vorgegebene Entscheidungswege durch Mediationsverfahren ergänzt werden.“<sup>192</sup>

### **7.3.3 Gemeinsame Maßnahmen verschiedener Akteure innerhalb einer Risikokommunikation der grünen Gentechnik**

Innerhalb einer Risikokommunikation für die grüne Gentechnik sollten die Kommunikationsmaßnahmen der einzelnen Akteure durch gemeinsame Instrumente und Aktionen flankiert werden. Denkbar wären hier etwa Maßnahmen im Bereich des „Event Marketing“ bei denen z.B. regulative Instanzen gemeinsam mit Unternehmen aus der Biotechnologiebranche und wissenschaftlichen Einrichtungen im Rahmen von Veranstaltungen über Chancen und Risiken der grünen Gentechnik aufklären und informieren. Wichtig ist auch hier, dass der Verbraucher sich aktiv und umfassend mit der Technologie vertraut machen kann und dass die jeweilige Veranstaltung nicht belehrend wirkt. Der Bürger sollte vielmehr die Chance erhalten, in einen Dialog mit den anderen Akteuren einzutreten, um so selbst zu einem eigenen Urteil über die Chancen und das Risikopotential gelangen zu können.

Ein vergleichbarer Grundgedanke liegt auch so genannten Dialogverfahren zugrunde, bei denen moderierte Gesprächsrunden angeboten werden, in denen sich die beteiligten Akteure konstruktiv mit den verschiedenen Risikodimensionen und den Nutzenerwartungen auseinandersetzen. Solche Dialogverfahren können sowohl von Seiten der öffentlichen Hand als auch von Unternehmen initiiert werden und sollten wissenschaftlich begleitet und neutral moderiert werden. Inhaltlich ist es von besonderer Bedeutung, dass sowohl die Sachebene als auch die Ebene der Werte gleichrangig zum Gegenstand der Diskussion gemacht

---

<sup>192</sup> Rohrmann, Bernd 1997(b) S. 59

werden, wobei die verschiedenen Interessenlagen zu identifizieren und von allen Beteiligten ebenso zu respektieren sind, wie die unterschiedlichen Wertvorstellungen.

#### **7.4 Grenzen einer Risikokommunikation für die grüne Gentechnik**

Der vorstehend skizzierte Entwurf einer Risikokommunikation für den Bereich der grünen Gentechnik gründet insgesamt auf drei verschiedenen Maßnahmebereichen:

- Informationsvermittelnde Maßnahmen,
- vertrauensbildende Maßnahmen  
(positive Reputation / Glaubwürdigkeit) und
- Partizipation der Bevölkerung.

Der Entwurf geht dabei grundsätzlich von optimalen Kommunikationsbedingungen aus und setzt voraus, dass alle beteiligten Akteure ein Interesse an einer zielgerichteten Konfliktlösung haben.

In der Praxis können sich allerdings in allen dieser drei Bereiche Gründe und Umstände ergeben, aufgrund derer nicht von diesen Optimalbedingungen ausgegangen werden kann, wodurch die Risikokommunikation in ihrer konkreten Anwendung durchaus an ihre Grenzen stoßen kann.

Für den Bereich der informationsvermittelnden Maßnahmen ist dies z.B. dort der Fall, wo Verbraucher keinen Wert auf weitere Informationen legen oder wo eine Entscheidung ein solch hohes Maß an Fachwissen erfordert, dass dies dem Einzelnen nicht ohne Weiteres vermittelt werden kann. Zusätzlich ist auch zu bedenken, dass mehr Wissen über eine Technologie nicht automatisch zu mehr Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung führt. Zusätzliche Informationen können im Gegenteil unter Umständen ein verstärktes Problembewusstsein erst auslösen.<sup>193</sup>

Auch vertrauensbildende Maßnahmen führen nicht immer zu dem gewünschten Erfolg. Dieser kann z.B. dort ausbleiben, wo die Verbraucher ihre Urteile über die Glaubwürdigkeit nicht auf einzelne Akteure und Organisationen beziehen, sondern ein „Generalurteil“ über eine ganze Branche oder einen Industriezweig fällen. Ferner besteht auch nicht bei allen Akteuren ein Interesse an einer zielgerichteten und ergebnisoffenen Konfliktlösung, was sich darin niederschlagen kann, dass Gesprächsangebote von der Gegenseite als unaufrichtig

---

<sup>193</sup> vgl. Gassert, Kathrin 2003 S. 250

bewertet werden, so dass Maßnahmen der Risikokommunikation letztlich auch eine kontraproduktive Wirkung entfalten können. Auch dann, wenn der Verbraucher erkennt, dass selbst zwischen wissenschaftlichen Experten nicht immer Einigkeit über das Risikopotential bestimmter gentechnischer Anwendungen besteht, kann dies zu einem Verlust an Glaubwürdigkeit einzelner Akteure führen.

Schließlich ist im Rahmen einer Risikokommunikation für den Bereich der grünen Gentechnik auch zu beachten, dass sich regulative Entscheidungen aufgrund der geltenden rechtlichen Vorgaben nicht gänzlich durch Mediationsverfahren und Partizipationsprozesse ersetzen lassen. Solche kommunikativen Maßnahmen können aber vorbereitend eingesetzt werden und so bereits im Vorfeld zu regulativen Entscheidungen Konflikte verringern oder sogar gänzlich auflösen.

Zusammenfassend bleibt daher festzuhalten, dass eine Risikokommunikation für den Bereich der grünen Gentechnik nicht zwingend zu einer erhöhten Akzeptanz der Technologie innerhalb der Bevölkerung führen muss; sie kann allerdings dazu beitragen, dass Laien von überzogenen Ängsten und Fehlkonzepten abgebracht werden und dass auf Seiten aller Akteure ein Verständnis für die Motive und Haltungen der Gegenseite entwickelt wird.

„Verantwortungsvolle Risikokommunikation bedeutet also, Akzeptanzfähigkeit zu ermöglichen, nicht jedoch die Akzeptanz selbst herbeizuführen, die der jeweiligen individuellen Entscheidung vorbehalten bleiben sollte.“<sup>194</sup>

## **8. Zusammenfassung und Diskussion der Arbeitsergebnisse**

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Bewertung der Risiken und Gefahren gentechnischer Anwendungen in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion ein komplexes und vielschichtiges Unterfangen ist. Pauschalurteile und Wertungen der gesamten grünen Gentechnik als Risikotechnologie sind dabei ebenso unangebracht wie uneingeschränktes Vertrauen in wissenschaftliche Forschungserfolge. Vielmehr hat eine Beurteilung des von gentechnischen Verfahren ausgehenden Risikopotentials in jedem Einzelfall anwendungsspezifisch zu erfolgen.

---

<sup>194</sup> Hertlein, Markus / Klotmann, Eva / Rohloff, Christoph 2004

## **8.1 Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Risikobewertung**

Dennoch kann zusammenfassend festgehalten werden, dass die grüne Gentechnik, wie im Übrigen jede neue Technologie, der Menschheit nicht nur Nutzen und Vorteile einbringt, sondern auch gewisse Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt birgt.

### **Risiken für die menschliche Gesundheit**

Gesundheitliche Beeinträchtigungen können dabei vor allem durch mögliche toxische Wirkungen des Verzehrs von gentechnisch veränderten Produkten, die Übertragung von Antibiotikaresistenzen auf pathogene Mikroorganismen und durch allergische Reaktionen aufgrund veränderter Formen der Proteinsynthese auftreten. Insgesamt kann das hiervon ausgehende gesundheitliche Risiko bei marktreifen Produkten allerdings als gering eingeschätzt werden. Zum einen ist die Unbedenklichkeit für die menschliche Gesundheit aufgrund der geltenden gesetzlichen Vorgaben in aufwändigen Zulassungsverfahren nachzuweisen, wobei u.a. umfangreiche toxikologische Untersuchungen zum Einsatz kommen, zum anderen sind Ereignisse, wie die Übertragung von Antibiotikaresistenzen auf Krankheitserreger unter realen biologischen Rahmenbedingungen extrem selten und in Häufigkeit und Schädigungspotential gegenüber natürlich auftretenden Resistenzen vernachlässigbar. Auch wenn zudem allergene Wirkungen gentechnisch veränderter Nahrungsmittel nicht gänzlich ausgeschlossen werden können, so ist doch festzuhalten, dass dies generell kein gentechnikspezifisches Risiko darstellt. Konventionelle Produkte, wie beispielsweise die Kiwi-Frucht, verfügen sogar über ein so hohes allergenes Potential, dass sie nach heutigen Maßstäben als gentechnisch verändertes Produkt keine Zulassung als Lebensmittel erhalten würden.

Um das bestehende gesundheitliche Restrisiko noch weiter zu minimieren, werden zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen, wie das Verbot des Einsatzes von Antibiotikaresistenzen als Selektionsmerkmale und die Kennzeichnung gentechnisch veränderter Produkte, dennoch ausdrücklich begrüßt.

### **Ökologische Risiken**

Differenzierter als bei den gesundheitlichen Risiken fällt das Ergebnis der Risikobewertung gentechnisch veränderter Lebensmittel im Hinblick auf mögliche Schädigungen der Umwelt aus. Aufgrund der Komplexität von Ökosystemen und den sich hieraus ergebenden Wechselbeziehungen zwischen einzelnen Umweltfaktoren stellt eine Bewertung des von transgenen Kulturpflanzen

ausgehenden Risikopotentials hier eine besondere Herausforderung dar. Als mögliche ökologische Risikobereiche konnten im Rahmen der vorliegenden Arbeit dennoch die unkontrollierte Ausbreitung von gentechnisch veränderten Pflanzen, toxische Effekte auf Tiere im Ökosystem und die Übertragung von Transgenen durch Pollen (Auskreuzung) identifiziert werden.

Im Bezug auf die unkontrollierte Ausbreitung und Verwilderung transgener Pflanzen hat sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit gezeigt, dass hier die Notwendigkeit einer einzelfallspezifischen Betrachtung besonders stark ausgeprägt ist. In der Praxis kann es im Nachgang zur Freisetzung gentechnisch veränderter Kulturen durchaus zu Ausbreitungs- und Verwilderungserscheinungen kommen. Intensität und Ausmaß hängen dabei maßgeblich von der mit gentechnischen Methoden vermittelten Eigenschaft ab. Stellt diese für die transgene Pflanze einen Fitnessvorteil gegenüber natürlich vorkommenden Arten dar, ist das Risiko höher einzuschätzen, als wenn beispielsweise eine Herbizidtoleranz vermittelt wurde, die sich nur auf der kultivierten landwirtschaftlich genutzten Fläche auswirkt. Auch wenn Analogiemodelle mit anderen pflanzlichen Neophyten den Schluss zulassen, dass Verdrängungseffekte, wenn überhaupt, eher räumlich begrenzt auftreten könnten, ist dennoch insgesamt bei der Freisetzung transgener Kulturpflanzen höchste Vorsicht walten zu lassen. Abstandsflächen zu besonders sensiblen Ökosystemen sind dabei eine sinnvolle Ergänzung zu der im Vorfeld zur Freisetzung durchzuführenden Umweltverträglichkeitsprüfung.

Toxische Effekte auf Tiere im Ökosystem sind vor allem dort zu erwarten, wo solche Eigenschaften den Kulturpflanzen gezielt zur Schädlingsbekämpfung vermittelt wurden. Aufgrund der spezifischen Wirkungsweise der cry-Gene stellen Pflanzen, wie der so genannte *Bt*-Mais, ohnehin kaum ein Risiko für weiter entfernte Arten dar, so dass nach Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung auch insgesamt das Risiko einer unbeabsichtigten toxischen Wirkung auf andere Tiere als gering angesehen werden kann.

Das Risiko der Übertragung von Transgenen durch Pollen (Auskreuzung) erfordert ebenso wie die unkontrollierte Ausbreitung von gentechnisch veränderten Pflanzen eine differenzierte Betrachtung des jeweiligen Einzelfalls. Es ist dabei sowohl von der Art der Pflanze und deren biologischen Eigenschaften (z.B. Selbstbestäubung oder Fremdbestäubung) als auch von den gentechnisch vermittelten Merkmalen abhängig; auch naturräumliche Gegebenheiten, wie das Vorhandensein und die Entfernung zu potentiellen Kreuzungspartnern sind zudem von Bedeutung. Da das Risiko der Auskreuzung

im Einzelfall durchaus von signifikantem Ausmaß sein kann, sollten hier biologische und anbautechnische Methoden sowie die verbindliche Vorgabe von Mindestabstandsflächen zur Erhöhung der biologischen Sicherheit eingesetzt werden.

Die im Rahmen der Arbeit vorgenommene naturwissenschaftliche Risikoanalyse für die grüne Gentechnik stellt eine Bewertung des Verfassers auf Grundlage der herrschenden wissenschaftlichen Meinung dar; daneben zeigte sich während der Bearbeitung, dass selbst unter wissenschaftlichen Experten nicht immer Einigkeit besteht, wie bestimmte Risikopotentiale zu bewerten sind. Vielfach fehlt es auch noch an verlässlichen Langzeitstudien, so dass gerade die Langzeitwirkungen im Bereich der ökologischen Auswirkungen der grünen Gentechnik noch nicht abschließend beurteilt werden können.

Auffällig ist auch, dass häufig, je nach Interessenlage, gleiche naturwissenschaftliche Erkenntnisse zu unterschiedlichen Bewertungen und Argumentationen der Protagonisten der Debatte um die grüne Gentechnik führen. So werten z.B. Gentechnikkritiker Erkenntnisse, nach denen im Einzelfall DNA-Fragmente unbeschadet den Magen-Darm-Trakt passieren können, als Beweis dafür, dass gentechnische erzeugte Antibiotikaresistenzen im Darm auf pathogene Mikroorganismen übertragen werden und hiermit ein nicht tolerierbares Risiko besteht. Andere Wissenschaftler halten dagegen, dass solche Ereignisse so unwahrscheinlich sind, dass sie gegenüber den ohnehin natürlich bestehenden Resistenzen vernachlässigt werden können.

Darüber hinaus wird selbst die Einstufung bestimmter Ereignisse als „Schaden“ nicht immer einheitlich vorgenommen. Während z.B. manche bereits die Auskreuzung von Transgenen als Schadensereignis werten, kann nach der Meinung von anderen erst dann von einem Schaden gesprochen werden, wenn durch diese Auskreuzung bestimmte Arten regional oder überregional verdrängt werden. Wenn aber bereits die Definition des Schadensbegriffes nicht einheitlich verwendet wird, so deutet dies darauf hin, dass auch die naturwissenschaftliche Risikobewertung nicht als objektiv im eigentlichen Sinne betrachtet werden kann. Die begriffliche Verwendung „objektive Risiken“ im Rahmen dieser Arbeit ist vor diesem Hintergrund daher nur in Anlehnung an die Begrifflichkeiten der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung zu sehen und betont die Abgrenzung zur Risikowahrnehmung von Verbrauchern, die im Gegenzug als „subjektiv“ bezeichnet wird.

## **8.2 Subjektive Wahrnehmung von Risiken**

Wie zu Beginn dieser Arbeit bereits festgestellt, wird die grüne Gentechnik in der Öffentlichkeit zumeist als Risikotechnologie wahrgenommen. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Risikobetrachtung konnte daher im Rahmen der vorliegenden Arbeit zwischen den Sichtweisen der Experten und der Verbraucher als technischen Laien eine Diskrepanz attestiert werden. Als Ursache hierfür konnten durch psychologische Heuristiken bedingte Fehleinschätzungen auf Seiten der Verbraucher und vor allem generelle Unterschiede in der Wahrnehmung von Risiken bei Experten und Laien ausgemacht werden. Während Experten Risiken als Produkt von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß definieren, hängt die Risikowahrnehmung von Verbrauchern vor allem vom Situationskontext ab. Psychologische Risikoheuristiken, wie Assoziationen mit bereits eingetretenen Schadensereignissen oder die mentale Verfügbarkeit, können zur Überschätzung des tatsächlich bestehenden Risikopotentials führen.

Daneben konnte eine Reihe von qualitativen Risikomerkmale identifiziert werden, welche im Hinblick auf gentechnische Methoden in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion zu einer Erhöhung des wahrgenommenen Risikos führen. Von besonderer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang die Unfreiwilligkeit der Risikoübernahme, die persönliche Betroffenheit, die Auswirkungen auf künftige Generationen sowie die moralische Bedeutsamkeit des von der grünen Gentechnik ausgehenden Risikos und die ungleiche Verteilung von Nutzen und Risiken dieser Technologie.

Während sich die gesetzlich normierte Risikobewertung zudem im Wesentlichen auf naturwissenschaftliche Risiken beschränkt, betrachten Verbraucher die Auswirkungen der grünen Gentechnik eher individuell und ganzheitlich. Sie berücksichtigen je nach persönlichem Erfahrungshorizont und Wertebild auch die soziale und ökonomische Risikodimension sowie ethische Aspekte. Dies bedeutet im Ergebnis eine inhaltliche Erweiterung des Risikobegriffs gegenüber den wissenschaftlichen Experten und trägt zusätzlich zu den oben genannten Faktoren zu den Diskrepanzen in der Risikowahrnehmung bei.

### **8.3 Handlungsempfehlungen für den Umgang mit den Risiken der grünen Gentechnik**

Eingedenk der skizzierten Unterschiede zwischen der bislang üblichen und gesetzlich normierten naturwissenschaftlichen Risikoforschung und der weitergehenden Risikowahrnehmung der Verbraucher sollte auch eine umfassende Bewertung der Risiken alle Risikodimensionen für den Bereich der grünen Gentechnik umfassen. Hierzu liefert die vorliegende Arbeit entsprechende Handlungsempfehlungen. In einem zweistufigen Verfahren ist dabei zunächst eine umfassende Technikfolgenabschätzung durchzuführen, während im Anschluss im Rahmen einer Güterabwägung eine Bewertung der Risiken gegenüber dem zu erwartenden Nutzen erfolgen sollte. Letztere Stufe hat auf der Basis der Prinzipien der Vorsorge und der Nachhaltigkeit zu erfolgen, so dass zunächst alle generell nicht tolerierbaren Risiken ausselektiert werden, bevor Risiken und Nutzen zueinander ins Verhältnis gesetzt werden. Letztlich kann eine gentechnische Veränderung daher nur dann akzeptiert werden, wenn die mit ihr einhergehenden Risiken durch einen entsprechenden Zusatznutzen gegenüber mit konventionellen Züchtungsverfahren hergestellten Lebensmitteln aufgewogen werden.

Im Zuge des Entwurfs einer umfassenden Risikobewertung zeigte sich aber auch, dass eine solche in ihrer Durchführbarkeit und Aussagekraft begrenzt sein kann. Insbesondere die Identifizierung messbarer Indikatoren für die Sozialverträglichkeit und die Operationalisierung gesellschaftlicher Werte könnten in der Praxis zu Problemen führen. Darüber hinaus lassen sich selbst die eigentlich naturwissenschaftlich messbaren Indikatoren im Rahmen der Technikfolgenabschätzung zum Zeitpunkt der Zulassung eines gvO teilweise nur schwer quantifizieren, so dass eine spätere Bewertung auch aufgrund dieser Tatsache mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist. Dennoch dürfte eine intensivere Beschäftigung mit allen Risikodimensionen zu einer zunehmenden Sensibilisierung aller Beteiligten führen und ist demnach zu begrüßen.

In einem letzten Schritt liefert die vorliegende Arbeit auch Anregungen für die mit den Anwendungen der grünen Gentechnik befassten öffentlichen Stellen und für Unternehmen der Agroindustrie, wie Verbraucher mit Hilfe einer entsprechenden Risikokommunikation von ihren überzogenen Ängsten und Fehlkonzepten abgebracht werden könnten. Kernbestandteile einer solchen Kommunikationsstrategie sind die Wissensvermittlung, vertrauensbildende Maßnahmen und,

besonders im Hinblick auf regulative Instanzen, die Partizipation der Bevölkerung.

## 9. Fazit

Die Anwendungen und Verfahren der grünen Gentechnik sind, wie die meisten neuartigen Technologien, mit bestimmten Risiken verbunden. In der gesellschaftlichen und politischen Debatte werden in diesem Zusammenhang insbesondere Gefahren für die menschliche Gesundheit sowie die Umwelt diskutiert. In der Praxis kann aber allein aufgrund der Tatsache, dass ein bestimmtes pflanzliches Merkmal mit gentechnischen Methoden erzeugt wurde, nicht darauf geschlossen werden, dass von dieser Pflanze und den aus ihr hergestellten Produkten per se ein höheres Risiko ausgeht als von Pflanzen aus der konventionellen Pflanzenzucht. Vielmehr kommt es auf die Eigenschaften selbst an, welche die Pflanze nach der gentechnischen Veränderung oder den konventionellen Züchtungsverfahren aufweist. So sind, wie im Fall des so genannten „00-Raps“, auch mit konventionellen Methoden bereits Sorten gezüchtet worden, die unbeabsichtigte negative Auswirkungen auf die Umwelt zur Folge hatten.<sup>195</sup>

Dennoch ist festzustellen, dass durch den Einsatz gentechnischer Methoden die Möglichkeit besteht, bestimmte pflanzliche Eigenschaften wesentlich direkter und mit geringerem zeitlichem Aufwand zu verändern. In bestimmten Fällen sind zudem auch Veränderungen, z.B. über Artgrenzen hinweg, möglich, die mit konventionellen Methoden der Pflanzenzucht nicht erreicht werden können.

Um hieraus resultierende gesundheitliche und ökologische Risiken soweit wie möglich auszuschließen, ist es notwendig, in jedem Einzelfall, also für jede neu entwickelte transgene Pflanze, eine spezifische Risikobewertung und Umweltverträglichkeitsprüfung nach der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnislage durchzuführen.

Daneben wird in der Praxis allerdings auch häufig mit bislang unbekanntem Langzeitfolgen gegen den Einsatz der grünen Gentechnik argumentiert.

Allein aus dieser Unsicherheit heraus sollte aber kein genereller Verzicht auf gentechnische Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion abgeleitet werden. Ein solcher Rückschluss hätte zur Folge, dass jeglicher technische Fortschritt, gleich auf welchem Gebiet, abzulehnen wäre, da in

---

<sup>195</sup> vgl. Kapitel 3.2.2

keinem Fall ausgeschlossen werden kann, dass bislang unbekannte Risiken in der Langzeitwirkung zu Schadensereignissen führen.

Solange aber noch keine verlässlichen Langzeitstudien über die verschiedenen Anwendungen der grünen Gentechnik vorliegen, sollte der Anbau solcher Pflanzen auch nach Erteilung der Genehmigungen zur Freisetzung und zum Inverkehrbringen zusätzlich noch durch ein Langzeitmonitoring begleitet werden.

Auch dann, wenn gesundheitliche und ökologische Risiken aufgrund des bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisstands für eine bestimmte Anwendung nicht zu befürchten sind bzw. sogar ausgeschlossen werden können, sind im Sinne einer umfassenden Risikobewertung zudem auch noch die weiteren Risikodimensionen zu berücksichtigen. Die Frage nach sozialen, ökonomischen und ethischen Auswirkungen ist somit genauso legitim, wie die Frage nach der gesundheitlichen und ökologischen Unbedenklichkeit.

Im Bezug auf das Verhältnis zwischen den naturwissenschaftlichen Experten und den Verbrauchern als technischen Laien ist festzuhalten, dass keine der Gruppen für sich allein die objektive Wahrheit im Hinblick auf die Bewertung der Risiken der grünen Gentechnik beanspruchen kann. Vielmehr liegen jeder Risikobewertung auch subjektive wertende Entscheidungen zugrunde, wie das Schadensausmaß zu bewerten ist und ob das attestierte und gegebenenfalls quantifizierte Risiko im Hinblick auf den Zusatznutzen als vertretbar angesehen werden kann. Ein wirklich objektiver Risikobegriff, wie er häufig der naturwissenschaftlichen Sichtweise zugeschrieben wird, ist demnach nicht existent.

Im Ergebnis muss daher für den Bereich der grünen Gentechnik im Rahmen einer konstruktiven Diskussion daran gearbeitet werden, zu einem gesellschaftlichen Konsens der Risikobereitschaft und der Risikobewertung zu kommen. Es ist dabei grundsätzlich von allen betroffenen Akteuren mehrheitlich darüber zu befinden, welche Risiken als akzeptabel angesehen werden können und welche nicht. Dieser Prozess sollte durch eine offene und weitreichende Risikokommunikation begleitet werden, so dass die Verbraucher zum einen Vertrauen zu den anderen Akteuren aufbauen können und zum anderen mit den notwendigen Informationen für die Konsensfindung ausgestattet werden.

Letztlich sollten Ihnen zudem auch vermehrt durch partizipative Maßnahmen die Möglichkeit eröffnet werden, im Rahmen der gesetzlichen Regelungen aktiv an Entscheidungen der regulativen Instanzen mitzuwirken.

Darüber hinaus ist denjenigen, die das verbleibende Restrisiko von gentechnisch veränderten Lebensmitteln nicht eingehen wollen oder die gentechnische Methoden aus anderen Gründen ablehnen, durch entsprechende rechtliche Rahmenbedingungen immer noch eine Wahlfreiheit einzuräumen. Dies hat im Zusammenhang mit der grünen Gentechnik durch die Sicherstellung der Koexistenz von gentechnisch veränderten Kulturen und konventioneller bzw. ökologischer Landwirtschaft und durch eine umfassende Kennzeichnung gentechnisch veränderter Lebensmittel zu erfolgen.

#### **IV. Literaturverzeichnis**

ABE (Agriculture Biotechnology Europe) 2004: Gesetzliche Grundlagen der Grünen Gentechnik

[http://www.oeea.de/de/produkte/biotech/bildarchiv.htm?getasset=file7&name=Band3\\_Kurzfassung2004.pdf&id=V00-b8Yw6BqNjbc0wB](http://www.oeea.de/de/produkte/biotech/bildarchiv.htm?getasset=file7&name=Band3_Kurzfassung2004.pdf&id=V00-b8Yw6BqNjbc0wB) (13.02.2008)

Akademieunion 2006: Gibt es Risiken für den Verbraucher beim Verzehr von Nahrungsprodukten aus gentechnisch veränderten Pflanzen?, Mainz, Union der Deutschen Akademien der Wissenschaften – Kommission grüne Gentechnik

[http://www.akademienunion.de/\\_files/memorandum\\_gentechnik/MemorandumGG.pdf](http://www.akademienunion.de/_files/memorandum_gentechnik/MemorandumGG.pdf) (02.05.2008)

Altner, Günter 1991: Naturvergessenheit – Grundlagen einer umfassenden Bioethik, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft

Arz de Falco, Andrea 2002: Die Diskussion um die grüne Gentechnik – Einige ethische Aspekte, Dokumentation zum Vortrag im Rahmen der Fachtagung des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft „Diskurs Grüne Gentechnik“ am 19. und 20. April 2002 in Bad Neuenjahr

[http://www.transgen.de/pdf/diskurs/ArzdeFalco\\_text.pdf](http://www.transgen.de/pdf/diskurs/ArzdeFalco_text.pdf) (23.07.2008)

Benbrook, Charles M. 2005: Rust, Resistance, Run Down Soils, and Rising Costs – Problems Facing Soybean Producers in Argentina, Ag BioTech InfoNet, Technical Paper Number 8

[http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user\\_upload/themen/gentechnik/greenpeace\\_Gen-SojaArg.pdf](http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/gentechnik/greenpeace_Gen-SojaArg.pdf) (11.07.2008)

Bergstedt, Uta 2003: Grundlagen der Gentechnik, Hagen, Eigenverlag der FernUniversität Hagen

bioSicherheit (a) - Projektverbund Kommunikationsmanagement in der Biologischen Sicherheitsforschung: Biologische Eingrenzung, Männlich steril – Pflanzen ohne Pollen

<http://www.biosicherheit.de/de/gentransfer/sterilitaet/465.doku.html> (09.04.2008)

bioSicherheit (b) - Projektverbund Kommunikationsmanagement in der Biologischen Sicherheitsforschung: Cartagena Protokoll über den Handel mit gvOs – UN-Konferenz berät über Haftungsregeln

<http://www.biosicherheit.de/de/aktuell/641.doku.html> (17.06.2008)

Brandt, Peter (Hg.) 1997: Zukunft der Gentechnik, Basel / Boston / Berlin, Birkhäuser Verlag

Brandt, Peter 1995: Transgene Pflanzen – Herstellung, Anwendung, Risiken und Richtlinien, Basel / Boston / Berlin, Birkhäuser Verlag

Brown, T.A. 2006: Gentechnologie für Einsteiger 5. Auflage, Manchester (GB) / München, Elsevier GmbH Spektrum Akademischer Verlag

Busch, Roger J. et al. 2002: Grüne Gentechnik – Ein Bewertungsmodell, München, Herbert Utz Verlag

CDU – Christlich Demokratische Union Deutschlands: Die häufigsten Fragen und richtigen Antworten zur Grünen Gentechnik

[http://www.cdu.de/doc/pdf/120504\\_gruene\\_gentechnik.pdf](http://www.cdu.de/doc/pdf/120504_gruene_gentechnik.pdf) (15.10.2008)

Dellweg, H / Schmid, R.D. / Trommer, W. E. 1992: Römpf Lexikon Biotechnologie, Stuttgart, Thieme Verlag

Doerfler, Walter / Schubert, Rainer 1997: Fremde DNA im Säugersystem: DNA aus der Nahrung gelangt über die Darmschleimhaut in den Organismus, Deutsches Ärzteblatt 94(51-52): A-3465 / B-2921 / C-2717 - MEDIZIN: Aktuell

<http://www.aerzteblatt.de/v4/archiv/artikel.asp?id=8940> (23.06.2008)

Drösser, Christoph 2003: Ein Totenbett im Rapsfeld?, in: Die Zeit 22.05.2003 Nr.22

[http://www.zeit.de/2003/22/S\\_30\\_Stimmts](http://www.zeit.de/2003/22/S_30_Stimmts) (19.10.2008)

Echols, Marsha 1998: Food Safety Regulation in the European Union and the United States – Different Cultures, Different Laws in Columbia Journal of European Law 1998 (S.525 ff.), New York (USA)

EGGenTDurchfG – Gesetz zur Durchführung der Verordnungen der Europäischen Gemeinschaft auf dem Gebiet der Gentechnik und über die Kennzeichnung ohne Anwendung gentechnischer Verfahren hergestellter Lebensmittel

Eimer, Martin 2004: Transgene dürre- und salztolerante Pflanzen, Gentechnik-Nachrichten Spezial 15, Freiburg, Öko-Institut e.V.  
[http://www.oeko.de/gen/s015\\_de.pdf](http://www.oeko.de/gen/s015_de.pdf) (10.04.2008)

Freisetzungsrichtlinie - Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG

Fricke, Marcel 2004: Genetisch veränderte Lebensmittel im Welthandelsrecht - die welthandelsrechtliche Konformität der divergierenden Regulierungsansätze in den USA und der EU, Münster, Lit-Verlag

Fuldaer Zeitung vom 23.04.2008: Akzeptanz von Gentechnik wächst wegen Nahrungsmittelkrise  
<http://www.fuldaerzeitung.de/newsroom/wissen/zentral/wissen/art1021,578457>  
(02.07.2008)

Gaskell, George et al. 2006: Europeans and Biotechnology in 2005 - Patterns and Trends – Final Report on Eurobarometer 64.3 to the European Commission's Directorate-General for Research, Brüssel, Europäische Kommission  
[http://ec.europa.eu/research/press/2006/pdf/pr1906\\_eb\\_64\\_3\\_final\\_report-may2006\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/press/2006/pdf/pr1906_eb_64_3_final_report-may2006_en.pdf) (08.05.2008)

Gassert, Kathrin 2003: Risikokommunikation von Unternehmen – Modelle und Strategien am Beispiel gentechnisch veränderter Lebensmittel, Wiesbaden, Deutscher Universitäts-Verlag / GWV Fachverlage GmbH

GDV Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e.V. 2007: Jahrbuch 2007 – Die deutsche Versicherungswirtschaft, Berlin, Eigenverlag

Genius Biotechnologie GmbH 2003: Kompendium Gentechnologie und Lebensmittel – Band 4 Nachhaltigkeit, Biosicherheit und Ethik, Darmstadt  
<http://www.transgen.de/wissen/service/downloads/studien/> (08.05.2008)

Gentechnikgesetz - Gesetz zur Regelung der Gentechnik (GenTG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. Dezember 1993 (BGBl. I S. 2066), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 1. April 2008 (BGBl. I S. 499)

Gentechnik-Pflanzenerzeugungsverordnung - Verordnung über die gute fachliche Praxis bei der Erzeugung gentechnisch veränderter Pflanzen (GenTPflEV)

Greenpeace, Themen, Gentechnik: Gefahren und Risiken  
[http://www.greenpeace.de/themen/gentechnik/gefahren\\_risiken/](http://www.greenpeace.de/themen/gentechnik/gefahren_risiken/) (28.09.2008)

Hampel, Jürgen 2004: Akzeptanz gentechnisch veränderter Lebensmittel in Europa in Stuttgarter Beiträge zur Risiko- und Nachhaltigkeitsforschung Nr.3/Okttober 2004, Universität Stuttgart

Hampel, Jürgen / Renn, Ortwin (Hg.) 2001: Gentechnik in der Öffentlichkeit – Wahrnehmung und Bewertung einer umstrittenen Technologie (Studienausgabe), Frankfurt am Main, Campus Verlag

Heller, Knut J. 2006: Genetically Engineered Food – Methods and Detection second, revised and enlarged edition, Kiel / Weinheim, WILEY-VCH Verlag

Hertlein, Markus / Klotmann, Eva / Rohloff, Christoph 2004: Biologisch-dialogisch – Risikokommunikation zur Grünen Gentechnik, Bensheim, IFOK GmbH - Institut für Organisationskommunikation  
<http://www.itas.fzk.de/tatup/043/heua04a.htm> (27.09.2008)

Hofmeister, Georg 2000: Ethikrelevantes Natur- und Schöpfungsverständnis, Frankfurt am Main, Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften

Irrgang, Bernhard u.a. 2000: Gentechnik in der Pflanzenzucht – Eine interdisziplinäre Studie, Dettelbach / Dresden, J.H. Röll Verlag

Kahnemann, Daniel / Slovic, Paul / Tversky, Amos (Eds.) 1999: Judgment under uncertainty – Heuristics and biases (16. Auflage), Cambridge, Cambridge University Press

Kahnemann, Daniel / Tversky, Amos 1981: The framing of decisions and the psychology of choice. Science, 211, 453-458.

Kapteina, Matthias 2000: Die Freisetzung von gentechnischen Organismen – Genehmigungsvoraussetzungen nach dem Gentechnikgesetz, Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft

Kempken, Frank / Kempken, Renate 2006: Gentechnik bei Pflanzen (3. Auflage), Berlin / Heidelberg, Springer Verlag

Koechlin, Florianne 2004: Transgene dürre- und salztolerante Pflanzen, Zusammenfassung und Ergänzung der Gentechnik-Nachrichten Spezial 15, Münchenstein (Schweiz), Blauen-Institut  
[http://www.blaue-institut.ch/tx\\_blu/tp/tpf/f\\_duerre\\_ekah.pdf](http://www.blaue-institut.ch/tx_blu/tp/tpf/f_duerre_ekah.pdf) (10.04.2008)

Linckh, G et al. (Hg.) 1996 : Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft – Expertisen, Berlin, Springer Verlag

Ludwig, Björn 2001: Technikfolgenabschätzung Teil 1 – Historie und Konzepte, Hagen, Eigenverlag der FernUniversität Hagen

Luhmann, Niklas 2005: Soziologie des Risikos (unveränderter Nachdruck der Ausgabe von 1991), Berlin, Walter de Gruyter GmbH & Co. KG

Meyer, Rolf / Revermann, Christoph / Sauter, Arnold 1998: Biologische Vielfalt in Gefahr? – Gentechnik in der Pflanzenzüchtung, Berlin, Edition Sigma

Moeser, Joachim 2006: Insektenresistente transgene Nutzpflanzen in Westeuropa: Statuts und Perspektiven, in Schriftenreihe der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft e.V. Bd. 8, S. 69-79, 2006, Stuttgart, Eugen Ulmer KG

Novelfood-Verordnung – Verordnung zur Durchführung gemeinschaftlicher Vorschriften über neuartige Lebensmittel und Lebensmittelzutaten und über die Kennzeichnung von Erzeugnissen aus gentechnisch veränderten Sojabohnen und gentechnisch verändertem Mais sowie über die Kennzeichnung ohne Anwendung gentechnischer Verfahren hergestellter Lebensmittel (NLV)

Organisation for economic co-operation and development (OECD) 1997: Environmental Indicators for Agriculture, Paris, Eigenverlag

Potthof, Christof / Vogel, Benno 2004: Vershobene Marktreife – Materialien zur zweiten und dritten Generation transgener Pflanzen, Gen-ethisches Netzwerk e.V. und Schweizerische Arbeitsgruppe Gentechnologie SAG  
[http://www.gentechnologie.ch/papiere/sp\\_marktreife.pdf](http://www.gentechnologie.ch/papiere/sp_marktreife.pdf) (14.04.2008)

Regenass-Klotz, Mechthild 2005: Grundzüge der Gentechnik 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Basel (Schweiz), Birkhäuser Verlag AG

Renn, Ortwin / Zwick, Michael M. 1997: Risiko- und Technikakzeptanz, Heidelberg, Springer Verlag

Rohrmann, Bernd 1997(a): Risikoforschung – Perzeption & Evaluation von Risiken, Hagen, Eigenverlag der FernUniversität Hagen

Rohrmann, Bernd 1997(b): Risikoforschung Teil 2, Hagen, Eigenverlag der FernUniversität Hagen

Sanvido, Olivier et al. 2003: Umweltmonitoring gentechnisch veränderter Pflanzen in der Schweiz – Erarbeitung konzeptioneller Grundlagen, Zürich, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau  
<http://www.bafu.admin.ch/biotechnologie/01786/index.html?lang=de&download=NHzLpZig7t,lnp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCEdH94fmym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2ldvoaCVZ,s-.pdf> (02.08.2008)

Schenk, Michael 2001: Gentechnik und Journalisten, in Hampel, Jürgen / Renn, Ortwin (Hg.): Gentechnik in der Öffentlichkeit – Wahrnehmung und Bewertung einer umstrittenen Technologie (Studienausgabe), Frankfurt am Main, Campus Verlag

Schütte, Gesine / Stirn, Susanne / Beusmann, Volker 2001: Transgene Nutzpflanzen – Sicherheitsforschung, Risikoabschätzung und Nachgenehmigungsmonitoring, Basel / Boston / Berlin, Birkhäuser Verlag AG

Suszkiw, J. 2002: Researchers develop first hypoallergenic soybeans.  
<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/sep02/soy0902.pdf> (14.04.2008)

TAB - Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Grüne Gentechnik – transgene Pflanzen der 2. und 3. Generation – Zusammenfassung des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 104, Berlin  
<http://www.tab.fzk.de/de/projekt/zusammenfassung/ab104.htm> (15.05.2008)

Torgersen, Helge / Seifert, Franz 1995: Die Sozialverträglichkeitsbestimmung von gentechnischen Produkten zwischen Anspruch und Umsetzbarkeit – Endbericht einer Studie im Auftrag des Bundesministers für Gesundheit und Konsumentenschutz, Wien (A), Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

TransGen Wissenschaftskommunikation (a): Lexikon  
<http://www.transgen.de/lexikon/#I> [Stichwort Insektenresistenz] (10.04.2008)

TransGen Wissenschaftskommunikation (b): Zulassungspraxis in der EU  
<http://www.transgen.de/zulassung/gvo/> (09.04.2008)

TransGen Wissenschaftskommunikation (c): Datenbank / Pflanzen / Gerste  
<http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/36.doku.html> (10.04.2008)

TransGen Wissenschaftskommunikation (d): Lexikon  
<http://www.transgen.de/lexikon/#P> [Stichwort Pilzresistenz] (10.04.2008)

TransGen Wissenschaftskommunikation (e): Datenbank / Pflanzen / Tomate  
<http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/70.tomate.html> (11.04.2008)

TransGen Wissenschaftskommunikation (f): Pflanzenforschung / Produkteigenschaften

<http://www.transgen.de/pflanzenforschung/produkteigenschaften/175.doku.html> (14.04.2008)

TransGen Wissenschaftskommunikation (g): Exotische Früchte scheitern am Sicherheitsnachweis

<http://www.transgen.de/sicherheit/novelfood/341.doku.html> (19.04.2008)

TransGen Wissenschaftskommunikation (h): Recht / EU-Freisetzungsrichtlinie – strenger, kontrollierter, transparenter

<http://www.transgen.de/recht/gesetze/272.doku.html> (22.04.2008)

TransGen Wissenschaftskommunikation (i): Recht / EU-Verordnung gv-Lebens- und Futtermittel - Ein Gesetz für Genfood

<http://www.transgen.de/recht/gesetze/27.doku.html> (22.04.2008)

TransGen Wissenschaftskommunikation (j): Recht / Kennzeichnung Gentechnik: Ein Leitfaden – Ohne Gentechnik – was ist erlaubt?

<http://www.transgen.de/recht/kennzeichnung/280.doku.html> (06.03.08)

Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 22. September 2003 über genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel

Vogt, Markus 2004: GenEthik – Grüne Gentechnik in ethischer Sicht, Vortrag im Rahmen der Veranstaltung der Universität Bayreuth am 19.11.2004 „Gemachte Natur? Chancen, Risiken und ethische Bewertung grüner Gentechnik“

<http://www.old.uni-bayreuth.de/forum-kirche-universitaet/gruene-gentechnik/GenEthik.pdf> (23.07.2008)

Wackernagel, Wilfried 2002: Fakten und Fantasien zum horizontalen Gentransfer von rekombinanter DNA, in Akademiejournal – Magazin der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften 1/2002, S. 28-31, Mainz, Eigenverlag

Zarzer, Brigitte 2006: Einfach GEN:ial – Die grüne Gentechnik – Chancen, Risiken und Profite, Hannover, Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co KG

**Jens Niermann** wurde 1980 geboren und ist als Diplom-Verwaltungswirt (FH) beim Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen im Bereich der integrierten ländlichen Entwicklung tätig. Mit der vorliegenden Masterarbeit hat er seinen Abschluss zum Master of Environmental Sciences an der FernUniversität Hagen erlangt.

Gentechnische Methoden im Rahmen der landwirtschaftlichen Produktion von Lebensmitteln stehen im Mittelpunkt einer kontrovers und emotional geführten Debatte. Kritiker führen dabei vor allen Dingen die mit der Technologie verbundenen Risiken für die Umwelt und die menschliche Gesundheit an. Auch verschiedene Studien zur Akzeptanz gentechnisch veränderter Lebensmittel zeigen, dass Verbraucher die grüne Gentechnik häufig als Risikotechnologie wahrnehmen. Vor diesem Hintergrund untersucht der Autor welche Risiken und Gefahren tatsächlich von gentechnischen Methoden in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion ausgehen und welchen Einfluss subjektive Faktoren auf die Wahrnehmung dieser Risiken durch die Verbraucher haben.

Die Ergebnisse dieser Analyse münden in eine Risikokommunikation für den Bereich der grünen Gentechnik, deren Ziel es ist, aufbauend auf den identifizierten Ursachen für die unterschiedliche Wahrnehmung und Bewertung der Risiken durch naturwissenschaftliche Experten und Verbraucher, eine Kommunikationsstrategie zu entwickeln, die dazu beitragen kann, die vorhandenen Diskrepanzen aufzulösen.

ISBN 978-3-8396-0285-0



9 783839 602850