

Arbeitskreis Evangelischer Unternehmer in  
Deutschland e.V. (AEU)

Grüne Gentechnik  
Vom ritualisierten Streit  
zum sachorientierten Diskurs  
2., aktualisierte Auflage



Herbert Utz Verlag

ISBN 3-89675-929-9

2., aktualisierte Auflage  
© Herbert Utz Verlag 2000

1. Auflage:  
© Herbert Utz Verlag 1999  
ISBN 3-89675-919-1

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme  
Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist  
bei Der Deutschen Bibliothek erhältlich.

Herausgegeben vom Arbeitskreis Evangelischer Unternehmer  
in Deutschland e.V. (AEU), Klauprechtstr. 2 · 76137 Karlsruhe  
Tel. 0721-812835 · Fax 0721-826023

Umschlaggestaltung:  
Barbara Eschmann, Kronberg/Taunus  
Satz:  
Herbert Utz, München

Herbert Utz Verlag GmbH  
Tel. 089-277791-00 · Fax 089-277791-01  
utz@utzverlag.com · www.utzverlag.com

# Inhalt

Vorwort zur zweiten Auflage .....	11
Vorwort zur ersten Auflage .....	12
Einleitung .....	17

## **1. Kapitel: Christliche Ethik und Kommunikation über den Fortschritt**

1.1	Der Fortschritt und seine Beurteilung – Beobachtungen zur Befindlichkeit in unserer Gesellschaft .....	21
1.2	Fortschritt als Bedrohung des Mensch(lich)en? .....	21
1.3	Biblische Impulse .....	22
1.4	Beobachtungen zur Kommunikation in unserer Gesellschaft .....	23
1.5	Handeln nicht ohne Risiko Welches Risikoverständnis ist wirksam? .....	25

## **2. Kapitel: Die Grüne Gentechnik – eine kurze Einführung Allgemeine Informationen zur Gentechnik in der Kulturpflanzenzüchtung**

2.1	Allgemeines .....	26
2.2	Was ist ein Gen? .....	27
2.3	Züchtung und Gentechnik .....	29
2.4	Genomkartierung .....	31
2.5	Zur Entwicklung der Gentechnik .....	32
2.6	Das Neue an der Grünen Gentechnik .....	33
2.7	Übertragung von Genen in Kulturpflanzen .....	36
2.7.1	Gentransfer mit Agrobakterien .....	36
2.7.2	Gentransfer mit Partikelbeschuß .....	37
2.7.3	Gentransfer in Protoplasten .....	37

2.8	Anwendungsbereich Herbizidresistenz/Herbizidtoleranz - - - -	37
2.9	Von der Freisetzung, vom Freilandversuch zur Kommerzialisierung - - - - -	38
2.10	Entstehen durch Gentechnik neue Arten? - - - - -	39
2.11	Gentechnisch veränderte Kulturpflanzen und ökologisches Gleichgewicht - - - - -	40
2.12	Kann die Grüne Gentechnik außer Kontrolle geraten? - - - - -	42
2.13	Gesetzliche Grundlagen im Zusammenhang mit der Grünen Gentechnik - - - - -	44

### **3. Kapitel: Antworten auf häufig gestellte Fragen**

#### *Grüne Gentechnik, Natur und Acker- und Pflanzenbau*

3.1	Naturverständnis, Acker- und Pflanzenbau, Welternährung und Novel Food - - - - -	48
3.1.1	In welcher Weise unterscheidet sich das Verfahren gentechnischer Veränderung von Kulturpflanzen von der traditionellen Pflanzenzüchtung? - - - - -	49
3.1.2	Zu welchem Zweck werden Kulturpflanzen gentechnisch verändert? Welche Veränderungen sind möglich? - - - - -	49
3.1.3	Was ist heute schon gängige Praxis in der Welt? - - - - -	51
3.1.4	Exkurs: Zum Umgang mit Risiken der neuen Technologie - - - - -	54
3.1.5	Sind einmal freigesetzte gentechnisch veränderte Kulturpflanzen aus dem Agro-, Ökosystem rückholbar? - - - -	55

#### *Grüne Gentechnik und Welternährung*

3.1.6	Kann die Grüne Gentechnik einen wirksamen Beitrag liefern, um der drohenden Gefahr einer Unterversorgung mit Grundnahrungsmitteln auf der Welt zu begegnen? - - - - -	56
3.1.7	Wie werden die Menschen in den heutigen Entwicklungsländern in die wirtschaftliche und wissenschaftliche Entwicklung der Grünen Gentechnik einbezogen? - - - - -	58

#### *„Novel Food“ bzw. Neuartige Lebensmittel – ein wichtiges Thema im Zusammenhang mit der Grünen Gentechnik*

3.1.8	Einführender Exkurs: Lebensmittel und Gentechnik gestern – heute – morgen - - - - -	59
-------	--	----

3.1.9	Gesetzliche Grundlagen zu Neuartigen Lebensmitteln (Novel Food) - - -	61
3.1.10	Welche Vorteile von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen und Nahrungsmitteln sind heute schon bekannt bzw. aus in der Entwicklung befindlichen Projekten zu erwarten? - - - - -	63
3.1.11	Was kann Gentechnik im Bereich der Herstellung von Lebensmitteln leisten und mit welcher Zielsetzung geschieht dieser Eingriff? - - - - -	64

### *Gesellschaftliche Fragen*

3.2	Gewinnorientierung, Monopolisierung, Sozialverträglichkeit und Kultur des Wissenschaftsbetriebes - - - - -	65
-----	--	----

### *Gewinnorientierung und Arbeitsplätze*

3.2.1	Welchen Einfluß hat die Grüne Gentechnik auf den globalen Arbeitsmarkt? - - - - -	65
3.2.2	Welchen Einfluß hat die Grüne Gentechnik auf die Arbeitsplätze in der Landwirtschaft? - - - - -	66

### *Grüne Gentechnik und Monopolisierung*

3.2.3	Steht zu befürchten, daß die Patentierung gentechnisch veränderter Kulturpflanzen zu einer Monopolisierung weiter Bereiche der Züchtung durch wenige Unternehmen führt? - - - - -	67
3.2.4	In welchem Verhältnis stehen Patentrecht und Sortenschutzrecht zueinander – insbesondere angesichts der EU-Bio-Patent-Richtlinie von 1998 (Richtlinie zum Schutz biotechnologischer Erfindungen)? - - -	68
3.2.5	Werden neue, verstärkte Abhängigkeiten der Landwirte von Saatgutherstellern wahrscheinlich? - - - - -	69
3.2.6	Wird die hohe Kapitalintensität gentechnischer Forschungs- und Entwicklungsprojekte in der Pflanzenzüchtung dazu führen, daß nur noch wenige Unternehmen auf dem Sektor der Kulturpflanzenzüchtung präsent sein werden? - - - - -	70

### *Grüne Gentechnik und Sozialverträglichkeit*

3.2.7	Aufgrund welcher Kriterien kann von Sozialverträglichkeit gesprochen werden? - - - - -	70
-------	--	----

### *Grüne Gentechnik und Kultur des Wissenschaftsbetriebs*

3.2.8	Bleiben angesichts der Faszination der Gestaltungsmöglichkeiten im Bereich der Grünen Gentechnik öffentlich finanzierte, alternative Forschungsprojekte in der Pflanzenzüchtung erhalten? - - - -	71
-------	---	----

### *Internationale Wettbewerbsfähigkeit*

3.2.9	Könnten wir in Deutschland darauf verzichten, Gentechnik in der Landwirtschaft einzusetzen? - - - - -	72
-------	---	----

3.3	Grüne Gentechnik und Ökologischer Landbau	72
3.3.1	Könnte der Ökologische Landbau als Alternative zur gentechnisch unterstützten Landwirtschaft betrachtet werden?	73
3.3.2	Wird der Einsatz von leistungsoptimierten gentechnisch veränderten Kulturpflanzen der Verarmung der Sorten-Vielfalt Vorschub leisten?	74

### *Anwendungen*

3.4	Exemplarische Anwendung: Herbizidtoleranz	75
3.4.1	Das Profil	75
3.4.2	Rechtliche Herbizid-Zulassung	75
3.4.3	Wirksamkeit	76
3.4.4	Gentechnisch veränderte herbizidtolerante Kulturpflanzen und Integrierter Pflanzenschutz	76
3.4.5	Nutzen	77
3.4.6	Abhängigkeit der anwendenden Landwirte? (Paketlösung)	78
3.4.7	Wie hoch ist die Gefahr der Ausbildung von Resistenzen bei Unkräutern gegenüber den Herbiziden, gegen die die gentechnisch veränderten Kulturpflanzen tolerant sind?	78
3.4.8	Kann sich durch den häufigen Gebrauch der Breitband-Herbizide (in diesem Zusammenhang vor allem die herbiziden Wirkstoffe Glufosinat und Glyphosat) die Zusammensetzung der Unkrautflora verändern?	78
3.4.9	Welchen Einfluß haben diese Herbizide auf die Biodiversität bei Unkräutern?	79
3.5	Exemplarische Anwendungen: Insektenresistenz und Krankheitsresistenzen	80
3.5.1	Was ist gentechnisch erzeugte Insektenresistenz in Kulturpflanzen?	80
3.5.2	Insektenresistenz-Management	80
3.5.3	„Bt-Mais und die Monarch-Falter-Studie“	81
3.5.4	Resistenzmanagement bei gentechnisch induzierten Resistenzen gegen Pilzkrankheiten und Virose bei Kulturpflanzen	82
3.6	Zur Problematik der Auskreuzung	82
3.6.1	Das Kreuzungs-Verhalten der (gentechnisch veränderten) Kulturen	83
3.6.2	Merkmalsbezogene Selektionsvorteils-Abschätzung für Wildpflanzen-Bastarde (Hybriden) – für Kreuzungen mit verwandten Arten	86
3.6.3	Zur Zumutbarkeit von Fremdeinträgen	87

### *Rechtliche Fragen*

3.7	Anwendungen der rechtlichen und politischen Vorgaben	88
-----	--	----

3.7.1	Gentechnisch veränderte Kulturpflanzen - Kontrolle von Freilandversuchen und Inverkehrbringung in Deutschland und in den EU-Staaten -----	88
3.7.2	Welche Kennzeichnungsregelungen sind für Produkte aus gentechnisch veränderten Kulturpflanzen sinnvoll und praktikabel? -----	90
3.7.3	Saatgut-Kennzeichnung -----	91
3.7.4	Wie ist die Haftungsfrage bei möglichen Schäden rechtlich geregelt? -----	91

### *Fachliche Vertiefungen*

3.8	Vertiefende Informationen zu Fachfragen -----	92
3.8.1	Was sind Marker-Gene? -----	92
3.8.2	Was versteht man unter „Positions-Effekten“ - Kontextstörungen - Nicht-Expression (gene silencing)? -----	93
3.8.3	Warum ist begleitende Sicherheitsforschung/ökologische Begleitforschung nötig und was kann sie bewirken? -----	94
3.8.4	Monitoring – die anbaubegleitende Beobachtung gentechnisch veränderter Kulturpflanzen -----	97

## **4. Kapitel: Zusammenfassung**

Schlußwort -----	103
Glossar -----	105
Literaturverzeichnis -----	108
Mitglieder der AEU-Kommission zur Grünen Gentechnik -----	109





## Vorwort zur zweiten Auflage

Die gesellschaftliche und im engeren Sinne auch die politische Diskussion um die Grüne Gentechnik wird nach wie vor kontrovers geführt. Mit der Publikation des vorliegenden Buches im September 1999 wollte der Arbeitskreis Evangelischer Unternehmer in Deutschland (AEU) einen Beitrag dazu leisten, den offenkundigen und ritualisierten Streit in einen sachorientierten Diskurs zu überführen. Erfreulicherweise wurde dieser Impuls von so vielen Interessenten im kirchlichen und außerkirchlichen Raum aufgenommen, daß schon nach kurzer Zeit eine zweite Auflage notwendig geworden ist. Der Redaktionskreis nimmt dies zum Anlaß, einerseits den Text vor dem Hintergrund wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und gesetzgeberischer Entwicklungen zu aktualisieren, zum anderen aber auch kritisch und nicht zuletzt mahnend auf eine Veränderung der politischen Diskussion hinzuweisen, die dem Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Deutschland Schaden zufügen kann.

Bislang konnte man sich in Wissenschaft und Wirtschaft in Deutschland weitgehend darauf verlassen, daß politische Entscheidungen zu Fragen der Biotechnologie vorrangig auf wissenschaftlichen Erkenntnissen aufbauen. Diese Voraussetzung scheint in Frage gestellt zu werden. Die Umweltminister der Mitgliedsstaaten der Europäischen Union haben im Sommer 1999 entschieden, bei allen Zulassungsverfahren gentechnisch hergestellter Pflanzensorten künftig das sogenannte „Vorsorge-Prinzip“ (precautionary principle) anzuwenden. Dabei wird schon der lediglich *vermutete* negative Einfluß derartiger Pflanzensorten auf die Gesundheit des Verbrauchers zum Anlaß genommen, diese Sorten gar nicht erst zum Anbau zuzulassen. Zugleich wird damit faktisch unterstellt, daß die bisherigen Prüfverfahren, die dem Verbraucher- und Gesundheitsschutz ebenfalls höchste Priorität einräumten, nicht ausreichend waren.

Der AEU bewertet diesen Ansatz als fragwürdig. Er nimmt mit Besorgnis zur Kenntnis, daß die Umsetzung des „Vorsorge-Prinzips“ offensichtlich vorsieht, im Zweifelsfall die wissenschaftliche Expertise auch beiseite legen zu dürfen. In Konsequenz dieser Auffassung werden mittlerweile auch in Deutschland gentechnisch entwickelte Pflanzensorten trotz ihrer gesetzmäßigen, regelrechten, wissenschaftlich attestierte Unbedenklichkeit durch eine Zurückziehung der Zulassung blockiert. Es ist zu fragen, ob hier nicht hochqualifizierte Bundesein-

richtungen, die mit der Prüfung und Zulassung betraut sind, einer politisch motivierten Zielsetzung unterworfen werden. Eine solche Entwicklung müßte auch zu erheblichem Widerstand bei all denen führen, die um die Bedeutung wissenschaftlicher Kompetenz für den qualitativen und quantitativen Wohlstand eines Landes wissen.

Es scheinen übergreifende und einer demokratischen Diskussion entzogene Vorstellungen von dem Guten und Richtigen zu sein, die die neuerdings zu beobachtende politische Entwicklung leiten: Um das Erziehungsziel einer vermeintlich ökologisch orientierten Gesellschaft zu erreichen, werden Optionen ausgegrenzt, die von diesem Leitbild abweichen, ihm widersprechen und wissenschaftliche oder wirtschaftliche Alternativen darstellen. Der AEU weist darauf hin, daß eine wichtige Funktion der Wissenschaft darin besteht, politische Entscheidungen in der Sache positiv, argumentativ zu begründen und öffentlich zu vertreten. Deshalb fordert der AEU von Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Kirche, die pluralistische Ausprägung unseres demokratischen Gemeinwesens ernst zu nehmen: Die Tragfähigkeit einer Gestaltungsoption muß sich in der Tragfähigkeit der vorgebrachten Sachargumente erweisen.

Diesem Anspruch versucht auch das nun in zweiter, überarbeiteter Auflage vorliegende Buch gerecht zu werden. Es bezieht Stellung zu wichtigen, vielfach gestellten Fragen zur Grünen Gentechnik. Dabei versteht der AEU diese Ausführungen als Impuls für ein faires, kompetentes und entscheidungsorientiertes Gespräch zwischen engagierten Menschen in unserer Gesellschaft und damit auch in unserer Kirche.

Karlsruhe, im März 2000

Prof. Dr. H. Reichmann  
Vorsitzender des Arbeitskreises  
Evangelischer Unternehmer in  
Deutschland e.V. (AEU)

## **Vorwort zur ersten Auflage**

Wissenschaft und Technik prägen das Gesicht und die Struktur unserer Gesellschaft in einem noch nie dagewesenen Ausmaß. In unterschiedlicher, aber immer nennenswerter Weise sind Politik, Wirtschaft und Verwaltung, die Arbeits- und Lebenswelt, die Medien, selbst Kunst und Kultur von Wissenschaft und Technik durchdrungen.

Dabei entwickeln die Qualität und das Ausmaß der Folgen technisch-wissenschaftlicher Innovationen eine noch nie dagewesene Dynamik. Einerseits wird die Fähigkeit, innovative Produkte und Dienstleistungen anzubieten, zu einem der Schlüsselfaktoren im nationalen und internationalen Wettbewerb. Andererseits findet sich bei Anwendern und Konsumenten die stabile Erwartung, daß Technik in allen Spielarten effizient, risikolos und zugleich immer preisgünstiger zur Verfügung steht.

Die beschriebene Entwicklung stellt alle Akteure in der Gesellschaft vor die Frage, wer den wissenschaftlich-technischen Wandel und seine Folgen verantwortet und steuert.

Einfache Antworten und unumstrittene Verfahren stehen für die Bewertung künftiger Entwicklungen dabei nach aller Erfahrung nicht zur Verfügung. Schon der Rückblick in die Technikgeschichte zeigt, daß neue Technologien, wie etwa die Eisenbahn oder das Automobil, sowohl überschwengliche Erwartungen als auch schlimmste Befürchtungen geweckt haben. Die Technikentwicklung und -anwendung lehrt aber auch, daß anfängliche Erwartungen häufig korrigiert werden müssen. Niemand hat wirklich vorhergesehen daß sich der Autoverkehr zu einem unentbehrlichen Infrastruktursystem entwickeln würde; andererseits wurde bis vor wenigen Jahrzehnten der Zusammenhang von Verkehr und Klimaveränderungen nicht richtig eingeschätzt. Zentrale Chancen wie auch Probleme einer Technologie kommen also oft erst im Laufe ihrer Entwicklung und Anwendung zum Vorschein.

Eine Art „archimedischer Punkt“ für eine vorausschauende Beurteilung neuer sowie bestehender Technologien gibt es offenkundig nicht, auch nicht von Seiten der Philosophie oder Theologie. Gleichwohl lassen sich aus den gesellschaftlichen Debatten und den wissenschaftlichen Bemühungen um die Technikfolgenabschätzung etwa der Kernenergie, der klimawirksamen Emissionen, des Elektromogs sowie der Bio- und Gentechnologie einige wichtige Einsichten über die Eigenart verantwortlicher Bewertungsprozesse ableiten. Sie betreffen die Bedeutung der zugrundeliegenden Sachfragen, die Lösung der Bewertungsfragen und das Problem der Partizipation.

Eine möglichst umfassende Kenntnis der Sachfragen bildet die unverzichtbare Grundlage für jede Bewertung der Folgen einer wissenschaftlich-technischen Innovation. Dafür müssen möglichst alle verfügbaren Informationen über die direkten, aber auch indirekten, sowohl die wirtschaftlichen, gesundheitlichen, ökologischen, sozialen und kulturellen Folgen einer Technik erhoben, gegebenenfalls erforscht, zusam-

mengeführt und von den Fachleuten beurteilt werden. Dabei ist es keineswegs einfach, unter Fachleuten zu einer übereinstimmenden Aussage zu kommen (Expertendilemma). Die Gründe liegen in unterschiedlichen Zugangsweisen der Disziplinen, in laufenden Fortschritten beispielsweise der verfügbaren Meßtechnik, aber auch der Anwendung unterschiedlicher Erklärungsmodelle.

Diese Schwierigkeiten sind erheblich, aber prinzipiell lösbar. Erfreulicherweise wächst in der Politik, in Wirtschaft, Wissenschaft und Kirche die Bereitschaft, die dafür notwendige, problemorientierte und fachübergreifende Zusammenarbeit herzustellen: temporär über Sachverständigenkommissionen, aber auch institutionell durch Einrichtungen wie das *Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag*, die *Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg*, das *Institut für Technik, Theologie und Naturwissenschaften* an der LMU München, die *Forschungsstelle der Evangelischen Studiengemeinschaft* und viele andere.

Allerdings ist von der Illusion Abschied zu nehmen, Technikfolgenforschung könne alle nur möglichen künftigen Wirkungen erheben; dies ist schon aus wissenschaftstheoretischen Gründen nicht möglich. Gleichwohl ist eine Intensivierung der Erforschung von Technikfolgen wünschenswert und unverzichtbar, auch wenn die dafür verfügbaren Ressourcen an Wissen, Zeit und Geld naturgemäß knapp sind.

Die Sacharbeit an Zukunftstechnologien ermöglicht es erst, begründete Hoffnungen und Befürchtungen von unbegründeten zu unterscheiden; darin liegt ein wesentlicher Beitrag zu einem verantworteten Umgang mit Chancen und Risiken innovativer Technologien.

Die ethische Bewertung bildet die zweite notwendige Voraussetzung für einen verantworteten Umgang mit Innovationen. Wenn schon der fachliche Diskurs erhebliche Schwierigkeiten aufweist, so gilt dies um so mehr für die Bewertungsfragen. Neue Technologien bedeuten für unterschiedliche Akteure Verschiedenes: Für einige Branchen bzw. Produzenten kann sich die Wettbewerbssituation verbessern, für andere aber die Konkurrenz verschärfen oder gar ein Strukturwandel ins Haus stehen. Für Konsumenten oder Anwender können sich neue Nutzungsmöglichkeiten erschließen, die Kosten verändern oder die Unsicherheit erhöhen. Bewertungsfragen sind zu entscheiden auf dem Hintergrund der (legitimen) Pluralität von Interessen und Werten sowie Unterschieden in der Bereitschaft, Risiken einzugehen.

Dennoch sind demokratische Gesellschaften darauf angewiesen, auch im Blick auf komplexe, umstrittene Technologien handlungsfähig zu werden bzw. zu bleiben. Dafür muß das relevante Sachwissen nach dem jeweiligen Stand der Wissenschaften in Entscheidungsgremien, in der öffentlichen (Medien-) Diskussion und im Bildungssystem verfügbar sein. Zunehmend bedarf es aber zusätzlicher methodischer Kompetenz, um komplexe, umstrittene Sachverhalte mit Akteuren unterschiedlicher Interessen und Wertepräferenzen ergebnisorientiert zu klären. Moderation, Mediation, Runde Tische, Focus-Gruppen, Bürger-Foren und weitere Methoden verhelfen dazu, die Bewertungsfragen kommunizierbar, argumentierbar und damit wenigstens potentiell entscheidbar zu machen. Dabei ist ein von allen getragener Konsens natürlich das Ergebnis der Wahl; allerdings verbessert auch ein Kompromiß und selbst ein sauber erarbeiteter Dissens ganz erheblich die Voraussetzungen für verantwortbare Entscheidungen.

Ein dritter, entscheidender Gesichtspunkt für die Bewertung einer neuen Technologie ist die Frage der Partizipation. Nur oberflächlich gesehen geht es dabei um die sogenannte „Akzeptanz“; bei näherem Hinsehen handelt es sich um die Wahrnehmung des Rechtes auf Selbstbestimmung.

Dazu sind aus der jüngeren, wissenschaftlichen Erforschung der Einstellung von Bürgern zur Technik einige bemerkenswerte Ergebnisse zu verzeichnen. Entgegen landläufigen Vorurteilen gibt es in den letzten Jahrzehnten in Deutschland keine wachsende Technikfeindlichkeit; die Bürger sind auch nicht signifikant technikfeindlicher als die anderer Nationalitäten. Für die Einstellung zur Technik ist eher von Belang, ob jemand einen mehr humanwissenschaftlichen oder einen mehr natur-ingenieurwissenschaftlichen Hintergrund hat (C.P. Snow, Die zwei Kulturen), oder ob Frauen bzw. Männer nach ihren Einstellungen gefragt werden. Eindeutig gewachsen ist aber der Anteil derjenigen Bürger, deren Einstellung zur Technik ambivalent ist, die durch technische Innovationen also eher verunsichert werden und Klärungsbedarf sehen. Vorbehalte gelten dabei weniger der „Alltagstechnik“, auch nicht medizinischen Innovationen (selbst nicht gentechnisch bedingten), wohl aber allen „Großtechnologien“, die von außen oder „oben“ eingeführt werden sollen: insbesondere der Kernenergie, der Bio- und Gentechnologie sowie großtechnischen Anlagen.

Dieser Befund macht klar, daß eine Einführung bzw. wirtschaftliche Nutzung wissenschaftlich-technischer Innovationen nicht auf grund-

sätzliche Widerstände trifft. Allerdings wirkt sich dabei eine Kultur aus, die neben der Verpflichtung auf das Gemeinwohl vor allem die gegenüber der Würde und dem Recht der einzelnen Person kennt. Gesellschaftliche (Technik-)Entscheidungen müssen das Nadelöhr der personalen Selbstbestimmung passieren. Deshalb sind weitreichende und die einzelnen Bürger betreffenden Technologieentscheidungen nur *mit* dem Bürger zu haben: er will ernst genommen werden durch kompetente und transparente Information, er möchte durch Kontrollen eventuelle Risiken minimieren, und er will an der Festlegung entscheidungsrelevanter Werte und Ziele beteiligt werden.

Die Zusammenführung der verfügbaren Sachkenntnis, eine methodisch entwickelte Klärung der strittigen Bewertungsfragen sowie die Achtung der Selbstbestimmungsrechte der einzelnen Personen und Gruppen sind in einer demokratischen Gesellschaft nach bisheriger Erfahrung unverzichtbare Elemente eines verantwortungsvollen Umgangs mit technischen Innovationen. Fairneß und Kompetenz der Akteure lassen ein vertrauensvolles Klima wachsen, in dem auch schwierige Fragen gemeinsam geklärt und gelöst werden können.

Vor diesem Hintergrund hat der Arbeitskreis Evangelischer Unternehmer (AEU) für die kirchliche und gesellschaftliche Diskussion der Grünen Gentechnik den vorliegenden Beitrag erstellt.

Der ehrenamtlich arbeitende Redaktionskreis hat häufig und kontrovers diskutierte Fragen zur Grünen Gentechnik aufgegriffen und diese unter Einbeziehung aktueller Fachkompetenz behandelt; das Bemühen war dabei durchweg, sich in der Sache am Stand der Wissenschaften, in der Verständlichkeit der Darstellung an „Gentechnik-Laien“ zu orientieren.

Der Beitrag will einen Diskussions- und Konsultationsprozeß anregen, für den auch die Mitglieder des Redaktionskreises zur Verfügung stehen. Neben der Bündelung fachlicher Kompetenz ist die gemeinsame, ergebnisoffene Suche nach konsensfähigen Bewertungen die wichtigste Voraussetzung, um bei der Einführung wissenschaftlich-technischer Innovationen nicht nur erkennbare Risiken vermeiden zu können, sondern auch erkennbare Chancen entschlossen zu realisieren.

Karlsruhe, im Juli 1999

Prof. Dr. H. Reichmann  
Vorsitzender des Arbeitskreises  
Evangelischer Unternehmer in  
Deutschland e.V. (AEU)

# Einleitung

## Kommunikation und Innovation

Wo Menschen über die Gestaltung von Gegenwart und Zukunft kommunizieren, geht es nicht allein um Fakten und Informationen. Von grundlegender Bedeutung ist die Weise, wie Menschen einander begegnen, wenn sie konstruktiv eine gemeinsame Zukunft gestalten wollen – oder müssen.

Im Zusammenhang seines Nachdenkens über den Menschen beschrieb der Religionsphilosoph Martin Buber zwei Arten des Dialogs: die eine ist für das gemeinsame Gestalten geeignet, die andere nicht: „Echter Dialog heißt, daß jeder der Teilnehmer den oder die anderen in ihrem Dasein und Sosein wirklich meint und sich ihnen in der Intention zuwendet, daß lebendige Gegenseitigkeit sich zwischen ihm und ihnen stifte.“ Unter „dialogisch verkleidetem Monolog“ versteht Buber, „daß zwei oder mehrere im Raum zusammengekommene Menschen auf wunderlich verschlungenen Umwegen jeder mit sich selbst reden und sich so der Pein des Aufsichangewiesenseins entrückt dünken.“<sup>1</sup>

In diesem Sinne ist echter Dialog im Suchprozeß nach dem Besten der Gesellschaft ein zentrales Ziel des Arbeitskreises Evangelischer Unternehmer (AEU). Eine weithin zu beobachtende Form ritualisierten und nicht auf konsensuale Gestaltung ausgerichteten gesellschaftlichen Streits um die Berechtigung der Gentechnik muß schnellstmöglich überwunden werden. Wir müssen in unserem Land den Weg vom verfestigten Dissens zum offenen Diskurs des Gestaltens finden. Die Formulierung des Dissens zu gentechnischen Innovationen kann nicht von vornherein als ethisch höherwertig angesehen werden als der Versuch, in Wissenschaft und Wirtschaft verantwortlich mit Innovationen umzugehen.

## Zur Bedeutung von Innovation

Zu den Grundkonstanten menschlichen Lebens gehören Gestaltung, Entwicklung, Veränderung. Nicht alle Menschen haben die Möglichkeit, dabei eine zentrale oder auch nur aktive Rolle zu spielen. Des-

1 Vgl. M. Buber: Elemente des Zwischenmenschlichen. Kap. 5: Das echte Gespräch, in: Ders.: Das dialogische Prinzip. Darmstadt, 1984, S. 293-297.

halb wächst den Akteuren dabei die besondere Verantwortung zu, ihre Umwelt so zu gestalten, daß dadurch die Lebensbedingungen anderer Menschen nicht beeinträchtigt, sondern nach besten Kräften gefördert werden. An diesem Maßstab der „Nachhaltigkeit“ müssen sich insbesondere Innovationen messen lassen, die nicht allein Bestehendes verbessern helfen, sondern darüber hinaus grundsätzlich neue Methoden, Verfahren und Produkte zur Verbesserung der Lebens- und Umweltbedingungen zur Verfügung stellen.

Allerdings fehlt es in Deutschland häufig noch an einer offeneren Einstellung zu technischem Fortschritt und Innovationen. Die überwiegende Fixierung auf die Bewahrung des Bestehenden würde nicht nur die Dynamik der wissenschaftlich-technischen Entwicklung verkennen, sondern auch einer Festschreibung von Verhältnissen Vorschub leisten, die in vielen Fällen die (Über-)Lebensmöglichkeiten von Menschen einschränken.

## **Gestalten in der Schöpfung**

Die Schöpfungserzählung in der Bibel beschreibt, daß der Auftrag des Menschen darin besteht, die Schöpfung zu bebauen und zu bewahren (Genesis 2,15). Die beiden Pole dieses Auftrags sind dialektisch aufeinander bezogen: Bewahren ist nicht möglich, ohne zu bebauen. Bebauen hingegen bedarf der bewahrenden Wahrnehmung dessen, was der Sicherung des Überlebens dient.

Die Schöpfungserzählungen der Bibel vermitteln den Eindruck des systemischen Zusammenhangs allen Seins. Wir müssen und können heute erkennen, in welcher Art und Weise Eingriffe in die Natur Auswirkungen auf das Leben haben. So ist eine gewissenhafte und vor Gott und den Menschen verantwortete Gestaltung – Bebauen im Sinne der Schöpfungserzählung – gefordert.

Wir lesen die Schöpfungserzählungen als Christen, die mit der Zusage Jesu leben, daß Gottes Heiliger Geist uns auch bei unserem durch Wissenschaft und Technik geprägten Handeln begleitet. Das rechtfertigende Ja Gottes zum Leben des Christen befreit zu aktivem Gestalten: die Natur und die Fähigkeit, sie zu verändern, sind gleichermaßen gute Gaben Gottes. Weder bebauen/verändern noch bewahren haben einen Wert in sich: beides ist zu verantworten vor Menschen und Gott.



# 1. Kapitel: Christliche Ethik und Kommunikation über den Fortschritt

## 1.1 Der Fortschritt und seine Beurteilung – Beobachtungen zur Befindlichkeit in unserer Gesellschaft

Erich Kästner hat einmal geschrieben: „Es geht auf keinen Fall so weiter, wenn es so weiter geht.“ Auf dieser allgemeinen Ebene können noch alle zustimmen. Die Befürworter des technologischen Fortschritts allerdings fordern eine deutlich stärkere Förderung von Innovationen und wagemutigen Unternehmern. Die Kritiker des technologischen Fortschritts hingegen rufen zum Innehalten und warnen vor einem zu schnellen Tempo der Veränderungen. Die Stimmen der Kritiker sind in der Kirche, bis zu einem gewissen Grade verständlich, lauter als die der Befürworter. Es ist wichtig und es reizt auch, den Rationalitäten der einen und der anderen nachzugehen. Bei der Auseinandersetzung um die sogenannte Grüne Gentechnik, geht es nämlich bei allen Sachfragen auf einer gleichsam fundamentalen Ebene nicht zuletzt um die jeweilige Beurteilung von Fortschritt. Dabei spielen individuelle und kollektive Gegenwartsdeutungen wie auch spezifische ethische Werthaltungen eine eminente Rolle.

## 1.2 Fortschritt als Bedrohung des Mensch(lich)en?

Technik und Naturwissenschaften spielen in der gegenwärtigen Gesellschaft eine beherrschende, aber ambivalente Rolle. Einerseits sind die weltweiten Menschheitsprobleme und die weitgehenden Wünsche der Bevölkerungen offenkundig nur durch intelligenteren Technologien und umfassende naturwissenschaftliche Einsichten zu bewältigen. Andererseits ist in der Konsequenz von Technikeinsatz mit Bevölkerungswachstum, Arbeitslosigkeit als Folge von Produktivitätssteigerungen, Ressourcenverknappung und Klimakrise die Liste der ökologischen und sozialen und kulturellen Krisenphänomene beeindruckend. Was soll man tun? Wer hat denn noch die Macht, wenn nicht schon das berühmte Ruder herumzuwerfen, so doch wenigstens an den richtigen Stellhebeln etwas zum Guten in Bewegung zu bringen? Fort-

Gentechnik vorgelegt<sup>5</sup>. Der Arbeitskreis Evangelischer Unternehmer (AEU) nimmt die Einsichten der EKD-Schrift auf und setzt sie in Beziehung zu spezifischen Gesichtspunkten, die evangelischen Unternehmern, die sich mit den neuen Biotechnologien befassen, wichtig sind. Dies soll im folgenden deutlich werden.

Dabei orientiert sich der AEU an dem Leitbild der „Nachhaltigen Entwicklung“, wie es durch die Brundtland-Kommission 1987 und auf der Konferenz von Rio 1992 formuliert wurde. „Nachhaltige Entwicklung“ (sustainable development) lässt sich verstehen als Leitbild, das wirtschaftlichen Wohlstand (ökonomischer Aspekt), soziale Sicherheit (sozialer Aspekt) und ökologische Stabilisierung (ökologischer Aspekt) als drei gleichrangige Ziele gesellschaftlicher Entwicklung versteht. Diese drei Ziele müssen in einem Zeithorizont bedacht werden, der die Lebensspanne der gegenwärtigen Generationen übergreift und in einem Raumhorizont, der alle Menschen dieser Erde einschließt.

## **2. Kapitel: Die Grüne Gentechnik – eine kurze Einführung**

### **Allgemeine Informationen zur Gentechnik in der Kulturpflanzenzüchtung**

#### **2.1 Allgemeines**

In diesem Kapitel geben wir eine überarbeitete und um einige uns wichtig erscheinende Erweiterungen ergänzte Erläuterung der Grünen Gentechnik wieder, die vom Bundesministerium für Landwirtschaft ausgearbeitet wurde.<sup>6</sup> Sie legt verständlich dar, wie die Gentechnik

5 EKD: Einverständnis mit der Schöpfung. Ein Beitrag zur ethischen Urteilsbildung im Blick auf die Gentechnik, Gütersloh 1991, <sup>2</sup>1997, S. 78ff.

6 „Die Grüne Gentechnik“, hrsg. von Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BMELF), Bonn, August 1997.

arbeitet, worin sie sich von der klassischen Züchtung unterscheidet, und worin die Potentiale der Grünen Gentechnik zu sehen sind.

## 2.2 Was ist ein Gen?

Als Gene bezeichnet man die Erbanlagen, wie sie in jeder Zelle eines jeden lebenden Organismus enthalten sind. Ein einzelnes Gen speichert die Information, die der Organismus benötigt, um die Anleitung für die Produktion z.B. eines Eiweißes, eines Proteins, eines Enzyms ablesen zu können. Solche Proteine sind nicht nur Teil des Muskelweiß, Proteine steuern auch sämtliche Stoffwechselfvorgänge des Organismus.

Die Gesamtheit der Gene eines Organismus, den genetischen Bauplan, bezeichnet man als Genom. Je nach Entwicklungsstand der Art eines Organismus ist das Genom unterschiedlich groß. Das Genom des Menschen enthält mindestens 80.000 Gene, Kulturpflanzen kommen in der Regel mit etwa 25.000 Genen aus, Bakterien enthalten etwa 2.000 Gene.

Diese Gene sind nicht zufällig in den Zellen verteilt, sondern unterliegen einer strengen Ordnung. Die Gene sind in Chromosomen organisiert, dort bildet die Erbsubstanz lange Doppelfäden mit genau festgelegter Reihenfolge genetischer Informationen. Professor Ernst Ludwig Winnacker, der Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und einer der führenden Wissenschaftler auf dem Gebiet der Gentechnik, spricht vom „Faden des Lebens“. Die wissenschaftliche Bezeichnung dafür lautet „Desoxyribonukleinsäure“. International üblich ist die Abkürzung DNA. Wir werden der DNA im folgenden immer wieder begegnen.

Alle Zellen eines Organismus enthalten stets einen kompletten Satz Gene. Dennoch wachsen Zellen unterschiedlich heran und üben völlig unterschiedliche Funktionen aus. Ob aus einer Pflanzenzelle eine Wurzel oder ein Blatt wird, ob aus der Eizelle eines Tieres eine Muskelzelle, ein Haar oder eine Milchdrüse heranwächst, unterliegt einem komplizierten biochemischen Steuerungsmechanismus, bei dem die gerade benötigten Gene angeschaltet – aktiviert – werden und die übrigen Gene blockiert sind. Würden nämlich alle Informationen des genetischen Bauplans zugleich gelesen und ausgeführt, entstünde ein heilloses Durcheinander. Ein geregeltes Leben könnte auf diese Art nicht entstehen.

Die Gene aller Lebewesen dieser Welt haben eines gemeinsam: Unabhängig von Art, Lebensraum und Entwicklungsstufe bestehen sie aus den gleichen Grundbausteinen. Das sind die vier Untereinheiten der DNA, die man Basen nennt. Diese vier „Buchstaben“, die Basen, liegen im DNA-Faden wie Buchstaben hintereinandergereiht vor und bilden auf diesem Strang einzelne „Wörter“: die Gene. Diese Sprache der Gene wurde im Laufe der Evolution nur einmal „erfunden“. Pflanzen und Tiere, Bakterien und Hefen, Mäuse und Menschen – sie alle benutzen dieselben Buchstaben, dieselbe Grammatik. Jedes Gen hat seinen individuellen Bauplan und stellt die in ihm gespeicherte Information, sobald sie aktiviert wird, dem Organismus zur Verfügung. Dieser baut daraus das festgelegte Protein – sei es im Menschen, in einem Tier, in einer Pflanze oder in einem Bakterium. Wissenschaftlich ausgedrückt heißt das: Der genetische Code ist universell.

Ein Beispiel dafür: Jede gesunde menschliche Zelle enthält die Information für den Aufbau des Eiweißstoffes Insulin. Aktiviert wird diese Fähigkeit aber nur unter bestimmten Bedingungen an einem bestimmten Ort, nämlich in der Bauspeicheldrüse, wenn der Körper Zucker abbauen soll. Versetzt man das Gen für die Insulinproduktion in ein Bakterium, so macht es dort unter entsprechenden Bedingungen genau dasselbe wie im Körper des Menschen: Es ist verantwortlich für die Synthese von Insulin. Würde man das Gen in eine Pflanze versetzen oder in ein beliebiges Tier, würde es bei einem entsprechenden Umfeld überall nur diese Aufgabe wahrnehmen und keine andere. Die Information eines ablesfähigen Gens entfaltet sich also unabhängig davon, in welchem Organismus es sich befindet.

Das hört sich neuartiger an, als es tatsächlich ist. Biotechnologische Verfahren nutzt der Mensch bereits seit 10.000 Jahren. Sie gehören zur menschlichen Kultur, seitdem der Mensch sesshaft wurde und mit Ackerbau und Viehzucht begann. Hefestämme und Bakterien wurden aus der Natur entnommen und weiterentwickelt, um Brot, Wein, Yoghurt und andere Lebensmittel zu gewinnen. Die Biotechnologie spielte schon immer eine ganz wesentliche Rolle bei der Konservierung von Lebensmitteln. Sauerkraut und Dickmilch sind nichts anderes als Produkte der Biotechnologie. Heute wird nicht weniger als ein Drittel unserer Lebensmittel mit Hilfe biotechnologischer Verfahren hergestellt.

## 2.3 Züchtung und Gentechnik

Seit alters haben die Menschen geeignete Pflanzen, Tiere oder auch Mikroorganismen, die sich für die landwirtschaftliche Produktion oder die Herstellung von Nahrungsmitteln besonders eignen, ausgewählt und vermehrt. Pflanzen oder Tiere mit bestimmten erwünschten Eigenschaften wurden gezielt miteinander gekreuzt in der Hoffnung, daß sich diese Eigenschaften in der Nachkommenschaft weiter ausprägen. So ist letztlich die Vielfalt der Kulturpflanzen sowie Haustierrassen entstanden. Jahrhundertlang folgte der Fortschritt in der Züchtung dem Prinzip von Neukombination, Auslese und Vermehrung. Anfangs wurde nach dem äußeren Erscheinungsbild und speziellen Eignungen ausgewählt. Ein ausgesprochen unsicheres Verfahren, denn das äußere Erscheinungsbild überträgt sich keineswegs zwangsläufig auf die nächste Generation. Erst Mitte des vergangenen Jahrhunderts fand der Mönch Gregor Mendel heraus, nach welchen Gesetzmäßigkeiten Pflanzen und Tiere ihre Eigenschaften an die nächste Generation weitergeben. Um 1950 hielten statistische Verfahren Eingang in die Populationsgenetik. Doch auch das änderte nichts daran, daß bei der Züchtung stets die gesamte Erbinformation der Eltern durchmischt und nach den Mendelschen Regeln neu kombiniert wurde. Ist man aber nur an wenigen zusätzlichen Eigenschaften eines Elternteils interessiert, so dauert es mit klassischen Methoden 8 bis 11 Jahre, um eine Sorte mit neuen Eigenschaften zu züchten – wenn es überhaupt gelingt.

Die klassische Züchtung ist also nicht in der Lage, bestimmte Eigenschaften gezielt aus einem Organismus zu entnehmen und ebenso gezielt in einen anderen zu übertragen. Dies aber kann die Gentechnik. Darüber hinaus ermöglicht sie den Transfer von bestimmten Eigenschaften über Artgrenzen hinweg. Damit läßt sich die biologische Vielfalt entschieden besser für die Landwirtschaft nutzen als das bisher möglich war.

Ein Beispiel für die Bedeutung der neuen Methode: Eine Weizensorte bringt einen guten Ertrag, nutzt den Dünger gut aus und ist widerstandsfähig gegen Kälte und Trockenheit. Sie hat also sehr gute Eigenschaften einer Kulturpflanze. Was jedoch, wenn diese Weizensorte überaus empfindlich ist gegen Viruskrankheiten? Es bedeutet, daß der Anbau dieser Sorte mit hohem Risiko verbunden ist oder mit dem Einsatz von Insektiziden, um die Überträger bestimmter Viren zu

und Maisbestandteile von Round-up Ready Sojabohnen und Bt-Mais enthalten, die bereits vor Inkrafttreten der Novel Food Verordnung zugelassen waren.

## **3. Kapitel: Antworten auf häufig gestellte Fragen**

In der gesellschaftlichen Debatte über die Grüne Gentechnik ist leicht nachvollziehbar, daß bei allen Beteiligten Vor-Verständnisse wirksam sind. Jede und jeder hat sein eigenes inneres Bild von der Gentechnik im allgemeinen und von der Grünen Gentechnik im speziellen. Diese inneren Bilder und zuweilen Vorbehalte stehen hinter häufig gestellten Fragen, die der AEU im folgenden aufnehmen und aus seiner Perspektive beantworten möchte. Tatsächlich ist wohl ein großer Teil der Vorbehalte und Unsicherheiten gegenüber der Grünen Gentechnik in einem unzureichenden Informationsstand der fragenden Menschen begründet. Ehrliche Aufklärung – ohne ideologische Verzerrungen – ist dringend geboten.

Wir gliedern die wichtigsten Anfragen an die Grüne Gentechnik in eine Reihe von übergreifenden Themen und fügen den Fragen unsere Antworten bei. Manche Antworten fallen dabei – der Wichtigkeit der Frage entsprechend – länger aus als andere. Und auch Überschneidungen lassen sich bei diesem Vorgehen nicht vermeiden.

### **Grüne Gentechnik, Natur und Acker- und Pflanzenbau**

#### **3.1 Naturverständnis, Acker- und Pflanzenbau, Welternährung und Novel Food**

Die Grüne Gentechnik wird in der öffentlichen Diskussion immer wieder in einen Gegensatz zur „Natur“ gebracht. Nicht selten wird der Gegensatz durch den absichtlich oder unabsichtlich wertend gebrauchten Begriff Gen-„manipulation“ vertieft und verschärft. Den gentechnisch veränderten Pflanzen werden die den Menschen leider längst nicht mehr wirklich vertrauten, aber doch weithin akzeptierten Formen des „natürlichen“ Pflanzenbaus gegenübergestellt. Es besteht Klärungsbedarf zu wichtigen Fragen:

### **3.1.1 In welcher Weise unterscheidet sich das Verfahren gentechnischer Veränderung von Kulturpflanzen von der traditionellen Pflanzenzüchtung?**

In der traditionellen Pflanzenzüchtung werden Kulturpflanzen miteinander gekreuzt, indem Merkmale der einen Pflanze auf andere übertragen werden. Damit findet eine Vermischung des gesamten Erbmaterials beider Pflanzen statt. Dabei ist es dem Zufall überlassen, ob sich die jeweils wünschenswerten Eigenschaften der Elternpflanzen in der Nachkommenschaft vereinigen. Auch sind der klassischen Züchtung dadurch Grenzen gesetzt, daß nur relativ nah verwandte Arten miteinander kreuzbar sind.

Im Gegensatz dazu kann mit Hilfe gentechnischer Methoden zielgerichtet ein wünschenswertes Gen, unabhängig davon, von welchem Organismus es stammt, in eine Pflanzenzelle übertragen werden (Transformation). Hierbei werden Gene übertragen, die bereits an einer anderen Stelle in der Natur vorkommen. Aus der transformierten Pflanzenzelle, in die das Gen übertragen wurde, läßt sich dann eine vollständige Pflanze regenerieren, die das durch das neue Gen bewirkte Merkmal ausprägt. Da sich so Gene auch zwischen verschiedenen Organismen übertragen lassen, die nicht kreuzbar sind, ist das Spektrum neuer Eigenschaften, die mit Hilfe der Gentechnik erreichbar sind, wesentlich größer als bei der klassischen Züchtung. Die große Bedeutung der klassischen Züchtung bleibt nach einer erfolgreichen Transformation uneingeschränkt erhalten, denn bis zur marktreifen Sorte muß die Kulturpflanze weiterhin die Schritte der klassischen Züchtung durchlaufen.

Die Grüne Gentechnik kann also als eine neue und wesentliche Ergänzung der klassischen Züchtung charakterisiert werden.

### **3.1.2 Zu welchem Zweck werden Kulturpflanzen gentechnisch verändert? Welche Veränderungen sind möglich?**

Mit Hilfe der Gentechnik können Kulturpflanzen widerstandsfähig (resistent bzw. tolerant) gemacht werden gegen:

- Viren/Viruskrankheiten
- bakterielle Krankheiten
- pilzliche Krankheitserreger

- Fadenwürmer-Befall (Nematoden)
- Insekten-Befall
- pflanzliche Parasiten (z. B. Orobanche, Cuscuta und Striga)
- Herbizide (Mittel zur Unkrautbekämpfung)

Wichtige Züchtungsziele hinsichtlich der Produktqualität mit Hilfe der Gentechnik sind u. a. folgende:

- maßgeschneiderte Herstellung von Bioplastik und anderen agrarischen Produkten für den Nicht-Nahrungs-Bereich (nachwachsende Rohstoffe)
- Verarbeitungswertsteigerung
- Kohlenhydrat-Metabolismus (Stoffwechsel) z. B. veränderte Stärkezusammensetzung
- Fettsäure-Metabolismus (Stoffwechsel) z. B. verändertes Fettsäuremuster
- verbesserte Nährstoffzusammensetzung (Eiweiße, Aminosäuren, Vitamine etc.)
- Eliminierung unerwünschter Eigenschaften (Allergene, Nichtnährstoffe, Bitterstoffe, Toxine, z. B. Solanin, etc.)
- Haltbarkeit/Lagerstabilität
- Farbe
- Festigkeit
- Herstellung von therapeutisch wirksamen Eiweißen (Impfstoffe, Antikörper, Medikamente) durch Kulturpflanzen

Weitere wichtige agronomische Eigenschaften können mit Hilfe der Gentechnik erzeugt werden:

- kontrollierte Bestäubung zur Produktion von hochleistungsfähigen Hybridsorten (männliche Sterilität) – Ausnutzung des Heterosis-Effekts
- verbesserte Platzfestigkeit bei Schoten oder Hülsen zur Verringerung der Ernteverluste
- Dürretoleranz
- Salztoleranz, Schwermetalltoleranz
- Temperaturtoleranz (gegen Hitze- und/oder Kälte-Stress/ Frostempfindlichkeit)
- Nitratreduktion
- Steigerung der Nährstoffaufnahme und –verwertung (Wachstumseffizienz)
- Blüh- und Reife-Steuerung u. v. a.
- Steigerung der Photosyntheseleistung



in die alten Sorten eingebracht werden kann. Darüber hinaus haben die Züchter ein lebhaftes Interesse daran, den Genpool aller ihnen verfügbaren Sorten zu erhalten. Wichtig ist, den Genotyp und die Gene zu unterscheiden. Man will die Gene erhalten, nicht aber die alten Sorten (Genotypen), deren Nutzung nur wenigen ein wirtschaftliches Anliegen ist.

Zu verweisen ist in diesem Zusammenhang auch auf die öffentlich zugänglichen Genbanken, die im Bedarfsfall für den Erhalt der Sortenvielfalt genutzt werden können.

## **Anwendungen**

### **3.4 Exemplarische Anwendung: Herbizidtoleranz**

#### **3.4.1 Das Profil**

Herbizidtolerante Kulturpflanzen werden und wurden auch schon mit konventionellen Züchtungsmethoden entwickelt. So gibt es tolerante Sorten von Mais, Soja und Raps, die gegen herbizide Wirkstoffgruppen wie die Imidazolinone und Sulfonylharnstoffe tolerant sind. Die gentechnisch veränderten herbizidtoleranten Kulturpflanzen stellen also im Prinzip keine neue Qualität dar. Auch die Tatsache, daß einige Kulturen nun gegen wichtige sog. Breitband-Herbizide (Herbizide mit einem sehr breiten Wirkungsspektrum – auch Totalherbizide genannt) wie Glufosinat (Handelsname Liberty) bzw. Glyphosat (Handelsname Roundup) tolerant sind, ist nicht als neue Qualität zu betrachten, werden diese Herbizide doch schon seit weit über 15 Jahren weltweit im nicht-selektiven Bereich in großem Umfang und mit großem Erfolg eingesetzt, d.h. vor oder nach dem Anbau oder unter den Blättern empfindlicher (Plantagen)-Kulturen.

#### **3.4.2 Rechtliche Herbizid-Zulassung**

Die Zulassung dieser Herbizide in den toleranten Kulturpflanzen unterliegt den strengen, gesetzlichen Bestimmungen zur Pflanzenschutzmittelpfprüfung, die u.v.a. Untersuchungen zu Fragen der Gesundheitsgefährdung, der Rückstände in den Kulturpflanzen und den Einfluß auf die Umwelt (Wasser, Nicht-Ziel-Organismen, Boden, Luft etc.) einschließt. Bei den gentechnisch veränderten (herbizidtoleranten) Kulturpflanzen werden unter gesundheitlichen und Umwelta-

spekten sowohl das eingefügte Gen selbst (bzw. das „Gen-Konstrukt“) als auch die exprimierten Proteine (die vom Gen produzierten Enzyme) genauestens untersucht. Auch Fragen nach der Toxizität der Wirkstoffe und ihrer Abbauprodukte, sowie der Einfluß der Herbizide auf die Bodenflora und -fauna müssen vor einer Zulassung intensiv untersucht worden sein.

Ebenso werden das Verhalten dieser Kulturpflanzen in der Umwelt sowie ihre Inhaltsstoffe geprüft, um zu zeigen, daß sich diese Pflanzen nicht substantiell (nicht wesentlich) von nicht- gentechnisch veränderten unterscheiden.

Die beiden wichtigsten Wirkstoffe von Herbiziden, die in herbizidtoleranten Kulturpflanzen eingesetzt werden (Glufosinat und Glyphosat), zeigen ein sehr günstiges Umweltprofil und entsprechen in hohem Maße den strengen, umweltrelevanten Anforderungen an ein modernes Herbizid.

### **3.4.3 Wirksamkeit**

Gentechnisch veränderte herbizidtolerante Kulturpflanzen bieten eine neue Dimension in der Unkrautkontrolle. Die gute Kulturpflanzenverträglichkeit dieser Herbizide (z.B. Liberty, Roundup) mit ihrer großen Wirkungsbreite sowie ihrer guten Wirksamkeit können die noch häufig übliche „ungezielte“ Unkrautbekämpfung im Voraufverfahren (Anwendung zwischen Aussaat und Aufgang) ablösen und durch die gezielte Unkrautkontrolle im Nachaufverfahren (Anwendung nachdem die Kulturpflanze aufgelaufen ist) unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Schadensschwellen ersetzt werden. Auf diese Weise werden unnötige Herbizidbehandlungen erkannt und unterlassen. Dies ist bei herkömmlichen Herbiziden nicht immer der Fall. Alternative Verfahren werden nicht behindert.

### **3.4.4 Gentechnisch veränderte herbizidtolerante Kulturpflanzen und Integrierter Pflanzenschutz**

Nach der Definition des deutschen Pflanzenschutzgesetzes ist „integrierter Pflanzenschutz“ die „Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wird“ (§ 2). Hauptsächlich aus ökonomischen Grün-

den ist in der heutigen Landwirtschaft aber eine Umsetzung dieses Konzepts nicht im gewünschten Umfang zu verzeichnen. Vorbeugende Maßnahmen zur Unkrautbekämpfung wie die Wahl unkrautunterdrückender Sorten und vielseitige Fruchtfolgen sowie mechanische Unkrautbekämpfung spielen im Vergleich zum Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel eine untergeordnete Rolle. Der Einsatz herbizidtoleranter Kulturpflanzen könnte hier helfen, die breite Einführung der integrierten Unkrautbekämpfung entscheidend zu unterstützen.

Herbizidtolerante Kulturpflanzen lassen sich gut in die integrierte Unkrautbekämpfung einbauen,

- weil das Schadschwellenprinzip angewendet werden kann,
- weil eine Brechung bestehender Herbizidtoleranzen in bestimmten Unkrautarten möglich ist, und
- weil Mulchsaatverfahren in den Kulturen zum Erosionsschutz optimiert werden können, die bisher nicht in dem erwünschten Maße möglich waren.

### 3.4.5 Nutzen der Herbizidresistenz

Der Nutzen der Herbizidresistenz ist für den Verbraucher auf Anhieb schwer zu erkennen. Für den Landwirt ist er jedoch vielfältig.

Für die Landwirtschaft gibt es innerhalb der Rahmenbedingungen der Bundesrepublik Deutschland keine echte Alternative zur chemischen Unkrautbekämpfung. Es ist daher nur konsequent, die chemischen Maßnahmen mit Hilfe der Gentechnik zu optimieren und umweltfreundlicher zu gestalten. Die Unkrautbekämpfung wird damit einfacher, wirksamer, umweltschonender und preiswerter. Im einzelnen geht es um:

- breitere Wirkung als konventionelle Herbizide und mechanische Verfahren
- weitgehender Verzicht auf Tankmischungen
- einfachere Handhabung, da weitgehende Unabhängigkeit der Behandlung von Kulturpflanzenentwicklung, Unkrautgröße sowie der Bodenfeuchte
- späte Nachauflaufanwendung und damit gezielte Unkrautbekämpfung nach Schadensschwellen, vor allem in Raps, möglich
- Förderung des umweltschonenden, weil Erosion verhindernden Anbaus von Rüben und Mais im Mulchsaatverfahren, da erstmalig eine dem Verfahren optimal angepaßte Unkrautbekämpfung in jedem Stadium der Unkräuter möglich ist

sen läßt. Dennoch ist rechtlich betrachtet dieser Honig weder ein neuartiges Lebensmittel (Novel Food) noch ein gentechnisch veränderter Organismus (GVO) und muß deshalb auch nicht gekennzeichnet werden.

- **2. Fallbeispiel:** Der Öko-Landwirt produziert (nach geltendem Recht ist das sein Produktionsziel) Produkte aus landwirtschaftlichen Kulturen nach den ihm vorgeschriebenen Methoden. Kreuzungen (von Art zu Art) vom Nachbarfeld eines anderen Bauern, der transgene Kulturen anbaut, auf sein Feld, sind formalrechtlich als ganz natürlicher Vorgang („Kulturpflanzen-Biologie“) zu betrachten. Das heißt, daß dem Öko-Landwirt auch dann kein Schaden entsteht (jedenfalls wird das juristisch nicht als Schaden verstanden), wenn nun in seinen Ernteprodukten vereinzelte transgene Samen vorkommen bzw. nachgewiesen werden. Sein Produktionsziel, Öko-Produkte zu erzeugen, hat er erreicht.

Es ist heute absehbar, daß Betriebe mit unterschiedlichen Wirtschaftsweisen im Fall unmittelbar benachbarter Wirtschaftsflächen in Interessenkonflikte geraten können. Bis auf weiteres ist jedoch davon auszugehen, daß es Möglichkeiten einer friedlichen Koexistenz gibt. Denn der Landbau mit gentechnisch veränderten Kulturpflanzen beeinträchtigt den Landwirt, der sich dem Ökologischen Landbau verpflichtet fühlt, nicht in unzumutbarer Weise.

## Rechtliche Fragen

### 3.7 Anwendungen der rechtlichen und politischen Vorgaben

Über die Grundlagen des Einsatzes der Grünen Gentechnik und von „Novel Food“ kann man nicht sachgemäß reden, wenn nicht auch die rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen deutlich sind, die für die Anwendung in der Landwirtschaft und in der Lebensmittelproduktion gelten.

#### 3.7.1 Gentechnisch veränderte Kulturpflanzen – Kontrolle von Freilandversuchen und Inverkehrbringung in Deutschland und in den EU-Staaten

Die Entwicklung gentechnisch veränderter Organismen wird in Deutschland durch das Gentechnik-Gesetz geregelt. Danach dürfen gentechnische Arbeiten nur in hierfür genehmigten Anlagen durchge-

# Glossar

**Agrobacterium tumefaciens:** Bakterium, das höhere Pflanzen befällt und über Interaktionen mit der eigenen und der Pflanzen-DNA im Stammbereich Tumoren erzeugt. Es wird zur Übertragung von bestimmten Genen (z.B. Resistenzgenen) bei zweikeimblättrigen Pflanzen verwendet.

**Aminosäure:** Bausteine der Proteine

**Antibiotika-Resistenz:** Widerstandsfähigkeit gegenüber einem Wirkstoff, der das Wachstum von Bakterien hemmt oder aber Bakterien abtötet.

**Basen:** Die vier Basen Adenin, Cytosin, Guanin und Thymin sind die vier informativen Bausteine der DNA

**Bio-Plastik:** hier: aus pflanzlichen Rohstoffen wie Fetten, Ölen oder Kohlenhydraten hergestellte Kunststoffe, die vollständig auf natürlichem Wege abbaubar sind

**Biotechnologie:** Anwendung des Wissens und Könnens aus Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik zur Produktion von Stoffen mit Hilfe von Mikroorganismen oder Zellkulturen

**Code, genetischer:** Art der Verschlüsselung der genetischen Information in der Erbsubstanz (DNA). Jeweils drei DNA-Bausteine codieren für eine Aminosäure. Der genetische Code ist für alle Lebewesen gleich (universell).

**DNA:** englische Abkürzung für Desoxyribonukleinsäure, die stoffliche Substanz der Gene; (deutsche Abk.: DNS)

**Enzyme:** Proteine, die eine Stoffwechselreaktion katalysieren

**Gen:** Ein Gen ist ein Abschnitt der Erbsubstanz, der der Zelle die Information für die Herstellung eines Proteins liefert.

**Genom:** Die Gesamtheit des Erbguts eines Lebewesens

**Gen-Pool:** Gesamtheit aller Erbanlagen verschiedener Individuen einer Rasse oder Sorte

**Gen-Screening:** Serienuntersuchungen zum Auffinden bestimmter Gene in bestimmten Organismen.

**Gen-Technik:** Gesamtheit der Methoden zur Charakterisierung und Isolierung von genetischem Material, zur Bildung neuer Kombinationen genetischen Materials sowie zur Wiedereinführung und Vermehrung des neu kombinierten Erbmaterials in anderer biologischer Umgebung

**Gentransfer:** Übertragung von Erbmaterial in eine andere biologische Umgebung

**GVO:** Abkürzung für: Gentechnisch Veränderter Organismus engl. Abk.: GMO (genetically modified organism)

**Herbizid:** Chemisches Mittel zur Bekämpfung von Unkräutern

**Heterosis-Effekt:** Die Leistungsfähigkeit der ersten Nachkommens-generation (F1-Generation) erbsubstanz-verschiedener Eltern ist deutlich höher als die der Eltern selbst (Synergieeffekt)

**Hybridisierung:** Die Ausbildung eines stabilen Doppelstranges zwischen komplementären, d.h. einander entsprechenden DNA-Teilab-

# Literaturverzeichnis

- BMBF Bonn (Hg.): Der Rat für Forschung, Technologie und Innovation: Biotechnologie, Gentechnologie und wirtschaftliche Innovation. Feststellungen und Empfehlungen. Bonn 1997.
- Busch, R.J.; Haniel, A.: Gen-Ethik. Eine Arbeits- und Orientierungshilfe für den Religionsunterricht. München 1997.
- Fonds der Chemischen Industrie (Hg.): Folienserie und Textheft "Biotechnologie und Gentechnik. Frankfurt/M. 1996.
- Gassen, H.G./Kemme, M. (Hg.): Gentechnik. Die Wachstumsbranche der Zukunft. Frankfurt/M. 1996.
- Hampel, J., Renn, O.: Gentechnik in der Öffentlichkeit. Wahrnehmung und Bewertung einer umstrittenen Technologie. Frankfurt/New York 1999.
- Haniel, A. et.al. (Hg.): Novel Food. Dokumentation eines Bürgerforums zu Gentechnik und Lebensmitteln. (TTN-Akzente Band 11) München 1998.
- Irrgang, B.: Forschungsethik. Gentechnik und neue Biotechnologie. Stuttgart und Leipzig 1997.
- Keck, G.: Einstellungen zur Gentechnik bei Schülerinnen und Schülern. (Arbeitsbericht Nr. 108 der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg) Stuttgart 1998.
- Pühler, A.; Barsch, D.; Schuphan, I.: Zu Umweltproblemen der Freisetzung und des Inverkehrbringens gentechnisch veränderter Pflanzen. Stuttgart 1998.
- Schallies, M., Wachlin, K.D. (Hg.): Biotechnologie und Gentechnik – Neue Technologien verstehen und beurteilen. Berlin, Heidelberg, New York 1999.
- Schell, Th. v.; Mohr, H. (Hg.): Biotechnologie – Gentechnik. Eine Chance für neue Industrien. Berlin, Heidelberg, New York 1994.
- Verband der Chemischen Industrie (Hg.): Biologie in unserer Zeit. Mai 1999.
- Watson, J.D.: Die Doppelhelix. Ein persönlicher Bericht über die Entwicklung der DNS-Struktur. Reinbek 1969.
- Winnacker, E.-L. et.al.: Gentechnik: Eingriffe am Menschen. Ein Eskalationsmodell zur ethischen Bewertung. München 3. Auflage 1998.
- Winnacker, E.-L.: Das Genom. Möglichkeiten und Grenzen der Genforschung. Frankfurt/M. 1996.
- Zwick, M.M., Renn, O.: Wahrnehmung und Bewertung von Technik in Baden-Württemberg. Stuttgart 1998.
- Zwick, M.M.: Wertorientierungen und Technikeinstellungen im Prozeß gesellschaftlicher Modernisierung. Am Beispiel der Gentechnik. Abschlußbericht. (Arbeitsbericht Nr. 106 der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg). Stuttgart 1998.

## Mitglieder der AEU-Kommission zur Grünen Gentechnik

Busch, Dr. theol. Roger J.; geb. 1958; Studium der Evangelischen Theologie; Promotion Theologie; Beauftragter für Naturwissenschaft und Technik in der Evang.-Luth. Kirche in Bayern und Geschäftsführer des Ethik-Instituts Technik-Theologie-Naturwissenschaften an der Ludwig Maximilians Universität München; Theologischer Berater des AEU Bayern.

Cremer, Dr. agr. Jürgen; geb. 1943; Studium der Landwirtschaftswissenschaften; Promotion Herbologie; Entwicklungsmanager Aventis CropScience GmbH Region Europa, Frankfurt/Main.

Fricke, Dr. rer.nat. Gunter; geb. 1955; staatlich geprüfter Lebensmittelchemiker; Studium der Lebensmittelchemie; Promotion Biochemie; Frankfurt/Main; für den Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e.V., Bonn

Kley, Dr. agr. Dipl.-Ing. agr. Gisbert; geb. 1936; Studium der Agrarwissenschaften; Geschäftsführer der Deutschen Saatveredelung DSV; stellvertr. Vors. des Bundesverbandes Deutscher Saatzüchter e.V. (BDP) und der Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V. (GFP); Vorstandsmitglied der Landesinitiative BioGenTec NRW.

Klinghardt, Stephan; geb. 1955; Studium der Rechtswissenschaft; 1988 Zweites juristisches Staatsexamen; seit 1994 Geschäftsführer des Arbeitskreises Evangelischer Unternehmer in Deutschland e.V., Karlsruhe.

Nölkensmeier, Dipl.-Ing. agr. Marion; geb. 1972; Studium der Agrarwissenschaften; Wissenschaftliche Assistentin BioGenTec der Deutschen Saatveredelung (DSV).

Oehler, Dipl.-Kfm. Dr. rer. pol. Helmut; geb. 1930; Studium in Frankfurt/Main, Münster/Westfalen und Philadelphia/USA; früher tätig in leitender Funktion in der Hoechst AG und in

zahlreichen kirchlichen Ehrenämtern; 1992-1994 geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Arbeitskreises Evangelischer Unternehmer Deutschland e.V.

Prange, Wolf-Ingo.; geb. 1958; Studienassessor für Lehramt Biologie und Deutsch; Journalist; bis 1999 Leiter der Öffentlichkeitsarbeit der Kleinwanzlebener Saatzucht (KWS) AG; Mitglied der Evang.-Lutherischen Landeskirche Hannovers; Kirchenvorstand in der Ev.-Luth. Corvinus-Kirchengemeinde Northeim.

Reschke, Dr. Manfred; geb. 1941; Studium der Landwirtschaft; Promotion im Pflanzenschutz; Leitender Landwirtschaftsdi- rektor; Leiter des Pflanzenschutzamtes der Landwirtschafts- kammer Hannover.

Wachlin, Klaus; geb. 1951; Studium der Sozialwissenschaften und Evangelischer Theologie; Gemeindepfarrer, Studentenpfarrer; Mitbegründer der Arbeitsgruppe Forum Clausthal der TU Clausthal; heute: Leiter des Querschnittsbereichs Diskurs an der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden- Württemberg.