

BEREITS VERÖFFENTLICHTE WERKE

- DIE GESUNDHEIT DES DARMS -

Finn Holm
FoodGroup Denmark - Danmark
(novembre 2001)

Genmanipulierte Nahrungsmittel



Finn Holm
FoodGroup Denmark
Denmark

N° ISBN : 2-7380 1042-3

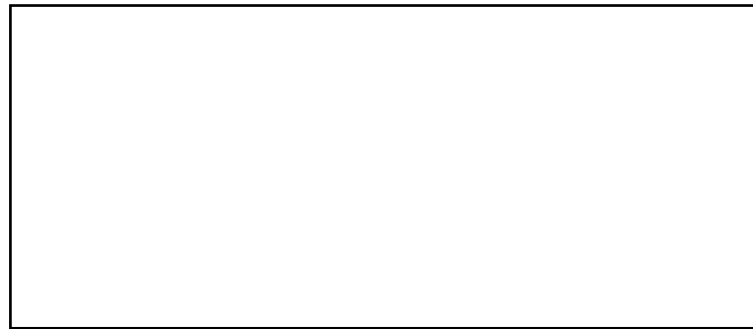
June 2002

Kleine und mittlere Unternehmen

N° 2



FLAIR FLOW 4



National Network Leader

Diese Unterlage wird im Rahmen des Projekts FAIR FLOW EUROPE 4 verbreitet. Sie ist Teil einer Reihe halbjährig erscheinender Informationen für Verbraucher, Angehörige der medizinischen Berufe sowie kleine und mittlere Unternehmen der Nahrungs- und Genussmittelbranche.

Fair Flow Europe 4 (FFE 4) ist ein Projekt, das direkt von der Europäischen Kommission in die Wege geleitet worden ist. Es bezweckt die Verbreitung der Ergebnisse der Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der industriellen Nahrungs- und Genussmittel. Das Projekt ist in den Tätigkeitsbereich des 5. Rahmenprogramms für Forschung und technologische Entwicklung eingefügt, und 24 Länder nehmen daran teil.

Die beiden Ziele von FFE 4:

- 1 - Verbreitung der europäischen Forschungsergebnisse im Nahrungs- und Genussmittelbereich an die Nutzer, nämlich Unternehmen der Nahrungs- und Genussmittelbranche, Verbraucherverbände und Angehörige der medizinischen Berufe;
- 2 - Organisation eines Dialogs zwischen den verschiedenen Nutzergruppen und den Wissenschaftlern über Themen, welche die Forschung auf dem Gebiet der Nahrungs- und Genussmittel betreffen.



Institut National de la Recherche Agronomique
147, rue de l'Université 75338 PARIS cedex 07 - France

Koordinator : Jean François Quillien
quillien@rennes.inra.fr

www.flair-flow.com

GENMANIPULIERTE NAHRUNGSMITTEL

Ein Bericht von Flair-Flow Europe über
die von der EU geförderten Forschungsarbeiten
über genmanipulierte Nahrungsmittel und Gentechnologie

Finn Holm
FoodGroup Denmark
Denmark
fh@foodgroup.dk

Kleine und mittlere Unternehmen
n° 2 - 2002

Inhalt

	<i>Blatt</i>
Einleitung	4
Genmanipulierte Nahrungsmittel	5
Verbraucherreaktionen	11
EU-Richtlinien und gesetzliche Bestimmungen	15
Genmanipulation: Unbedenklichkeit, Rückverfolgbarkeit und Tests	17
Neue Ergebnisse bei genmanipulierten Kulturpflanzen	22
Zusammenfassung	25
Danksagungen	25
Literaturnachweise	26
Weiterführende Lektüre	32

Bild : © INRA / Weber Jean

Einleitung

Für den Begriff «Biotechnologie» gibt es unterschiedliche Definitionen. Meist wird er aber definiert als «ein beliebiges Verfahren, das unter Verwendung lebender Organismen Produkte herstellt, Pflanzen oder Tiere verbessert oder Mikroben für bestimmte Verwendungszwecke entwickelt». Damit umfasst er zahlreiche Disziplinen im Zusammenhang mit Nahrungsmitteln, wie:

- Zucht,
- Gärung von Nahrungsmitteln und Nährböden,
- Enzymtechnologie,
- Herstellung von Inhaltsstoffen und Zusätzen aus lebenden Organismen,
- Biosensoren und analytische Methoden,
- biologische Umwandlung von Abfall und Nebenprodukten.

Durch unser zunehmendes Wissen über die Rolle der DNS und der Gene in lebenden Organismen und die Entwicklung von Methoden zur Manipulation dieser Gene in den 70er Jahren wurde die Biotechnologie revolutioniert. Heute ist die Gentechnik der am schnellsten wachsende Bereich der Biotechnologie mit einem steigenden Einfluss auf die Nahrungsmittelproduktion, Umwelttechnologien und den Gesundheitssektor.

Ziel des vorliegenden Berichts von Flair-Flow Europe ist eine kurze Information der europäischen Nahrungsmittelindustrie über die wissenschaftlichen und sozialen Fortschritte, die unlängst in EU-Projekten im Zusammenhang mit genmanipulierten Nahrungsmitteln erzielt wurden, sowie die Stärkung der Nutzung und der Innovation in diesem Bereich.

Im Mittelpunkt des vorliegenden Berichts steht der technologische Fortschritt bei genmanipulierten Nahrungsmitteln (englisch: Genetically Modified Foods = GM Foods). Er behandelt aber auch damit zusammenhängende Themen, die für die europäische Nahrungsmittelindustrie von Interesse sind, wie die Einstellung der Verbraucher zu diesem Thema, diesbezügliche Bestimmungen und Gesetze, Sicherheitsaspekte und analytische Methoden. Dem Bericht liegen die Ergebnisse aus rund 25 EU-subventionierten wissenschaftlichen Projekten im Rahmen des **4. und 5. Rahmenprogramms (1994-2002), Unterprogramm Nahrungsmittel und Landwirtschaft zugrunde.**

Genmanipulierte Nahrungsmittel

Streng genommen sind genmanipulierte Organismen oder Nahrungsmittel ein Bestandteil der Natur durch spontane Veränderungen der Gene (Mutationen). In den letzten 10.000 Jahren hat die Menschheit diese Änderungen durch traditionelle Züchtungsmethoden beschleunigt.

Die in den letzten 30 Jahren entwickelten Genmethoden (Tabelle 1) basieren auf dem zunehmenden Wissen über das Genom vieler lebender Zellen (DNS-Struktur) und die darin enthaltenen Proteine oder Enzyme (Abb. 1). Des Weiteren haben wir gelernt, wie sich Gene durch enzymatische Methoden verändern lassen und wie Gene in den Zielorganismus übertragen und darin ausgedrückt werden können (Abb. 2). Dadurch sind wir in zunehmendem Maß in der Lage, die Züchtung neuer und verbesserter Kulturpflanzen zu beschleunigen und vollkommen neue genetische Informationen einzuführen, z.B. aus Bakterien oder Tieren in Pflanzen.

Unser aktuelles Wissen basiert zum Teil auf den nachstehenden wichtigen Innovationen:

- Die Entdeckung der DNS-Struktur und der Verschlüsselung genetischer Informationen durch die Nucleotid-Bausteine entlang dem DNS-Strang
- Ausdruck der Gene durch die messenger-Ribonucleinsäure (mRNS) in spezifischen Proteinen
- Veränderung der DNS durch Scherenzymen (Restriktionsenzyme), indem bestimmte Gene entfernt werden und das Gen unter Verwendung von Ligaseenzymen in die kreisförmigen DNS (Plasmide) gespalten wird
- Und schließlich Einführung und Ausdruck von rekombinanter DNS unter Verwendung eines bakteriellen Vektors (*Agrobacterium tumefaciens*), der ballistischen Methode oder einer Mikroinjektion in eine Zielzelle.

1953	Beschreibung der DNS-Struktur
1968	Enzymatische Methoden zum Aufschneiden oder Spalten von DNS oder Genen (Restriktionsenzyme und Ligasen) zur Produktion von rekombinanter DNS
1973	Methoden zum Transfer von Genen / DNS in Zellen
1990	Erste EU-Richtlinie zum Thema <u>genmanipulierte Nahrungsmittel</u>
1994	Vermarktung der ersten <u>genmanipulierten Nahrungsmittel (Tomaten)</u> in den USA
1995	Entwicklung eines DNS-Chip zur leichteren Identifikation von genetischem Material
1995	Entwicklung des Genoms des ersten Organismus
1996	EU-Zulassung für <u>genmanipuliertes Soja</u>
1997	EU-Zulassung für <u>genmanipulierten Mais</u>
1997	EU-Richtlinie für <u>neuartige Lebensmittel</u>
1998	Vorübergehende Einstellung der praktischen Versuche mit <u>genmanipulierten Kulturpflanzen</u> in der EU
2000	Entwicklung von rund 40 Genomen
2001	Entwicklung des menschlichen Genoms
2002	Erwartete EU-Richtlinien für Zulassung, Sicherheitseinstufung, Rückverfolgbarkeit und Etikettierung von <u>genmanipulierten Nahrungsmitteln</u>

Tabelle 1 - Die Entwicklung genmanipulierter Nahrungsmittel

Bis jetzt erhielten auf dem EU-Markt nur genmanipulierte Sojabohnen und Mais eine Zulassung (Tabelle 2), aber im Hinblick auf mehrere Produkte wurde der Kommission mitgeteilt, dass diese laut Richtlinie für neuartige Nahrungsmittel praktisch gleichwertig mit traditionellen Arten sind. Des Weiteren befinden sich mehrere Anwendungen in unterschiedlichen Stadien des Zulassungsverfahrens, doch auf Grund der vorübergehenden Einstellung der praktischen Tests 1998 wurde keine davon bis jetzt verabschiedet. In den USA erhielten über 50 neue, von rekombinanter DNS (r-DNS) abgeleitete Lebensmittel eine Zulassung der Food and Drug Administration (FDA). Mit Ausnahme der neuen r-DNS-Kulturen, die mit dem Ziel manipuliert wurden, ihren agronomischen Charakter (Widerstandsfähigkeit gegen Herbizide und Insekten) zu verbessern, gehören zu den interessantesten (Literaturnachweis 1): Raps mit hoher Phytase-Produktion (BASF), Sojabohnen mit hohem Oleinsäuregehalt (DuPont), virusresistenter Kürbis (Semini Vegetable Seeds), Tomaten mit manipulierter Fruchtreifung (Agritope), Canola (Calgene) sowie festere Tomaten (Calgene und Zeneca Plant Science).

Im Jahr 2000 betrug die Gesamtanbaufläche für genmanipulierte Kulturpflanzen (oder Transgen-Kulturpflanzen) nur rund 44 Mio. Hektar, wobei die USA mit einem Anteil von 68 % als Marktführer fungierten, gefolgt von Argentinien mit 22 %. In Europa liegt der Anteil auf Grund von politischen Entscheidungen praktisch bei Null.

Organismus	Neuerung	Verwendungszweck	Antragsteller	Rechtlicher Status
Mais	Insekten- und Herbizid-Toleranz	Nahrungsmittel und Inhaltsstoff	Ciba-Geigy, Novartis Seeds	APP
Sojabohnen	Herbizid-Toleranz	Nahrungsmittel und Inhaltsstoff	Monsanto	APP
Canola	Herbizid-Toleranz	Konserviertes Öl	AgrEvo UK, Plant Genetic Systems, Monsanto, Hoechst Schering	NTF
Mais	Insekten-Resistenz	Inhaltsstoff	Monsanto, Pioneer Overseas Corp	NTF
Mais	Herbizid-Toleranz	Inhaltsstoff	AgrEvo	NTF
Tomaten	Verzögerte Reifung	Tomaten-konserven	Zeneca	PED
Chicorée Radicchio (roter und grüner Chicorée)	Herbizid-Toleranz und männliche Sterilität	Gemüse	Bejo-Zaden	PED
Sojabohnen	Hoher Oleinsäuregehalt	Öl	E I DuPont Nemours	PED
Mais	Herbizid-Toleranz	Nahrungsmittel und Inhaltsstoff	Monsanto	PED
Sojabohnen	Herbizid-Toleranz	Saatgut	Plant Genetic Systems	PED
Mais	Herbizid- und Insektentoleranz	Gemüse, tiefgefrorener Zuckermais und Pulver, Inhaltsstoff	Novartis Seeds, Monsanto, Pioneer Overseas Corp	PED
Zuckerrüben	Herbizid-Toleranz	Zucker, Inhaltsstoffe aus Zuckermelasse	Monsanto & Novartis Seeds	PED
Mais	Herbizid- und Insektentoleranz		Pioneer Overseas Corp, Mycogen Seeds	PED
Futtermüll	Herbizid-Toleranz	Tierfutter	DLF-Trifolium, Monsanto, Danisco seeds	PED
Kartoffeln	Geänderter Stärkeaufbau	Stärke und Inhaltsstoffe	Amylogene	PED
Baumwoll	Herbizid- und Insektentoleranz	Verwendung wie bei anderen Baumwollarten	Monsanto	PED

Tabelle 2 - Von der EU zugelassene (APP), gemeldete (NTF) und beantragte (PED) Kulturpflanzen

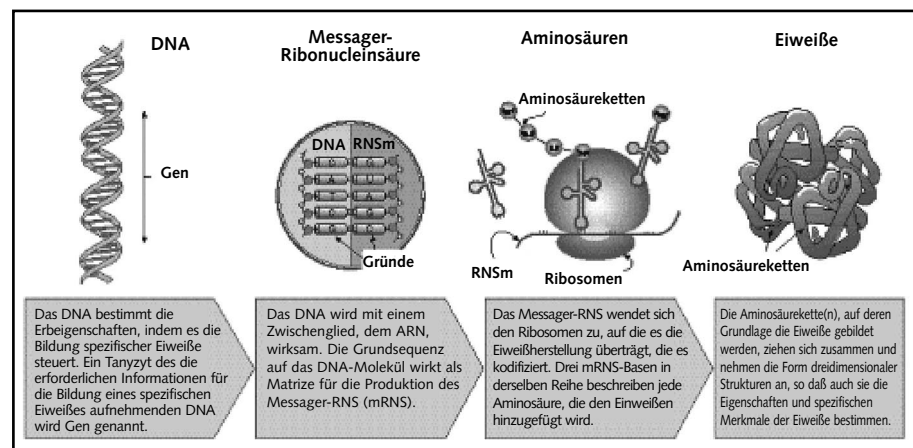


Abbildung 1 - Eiweißsynthese (Quelle: International Life Sciences Institute- ILSI)

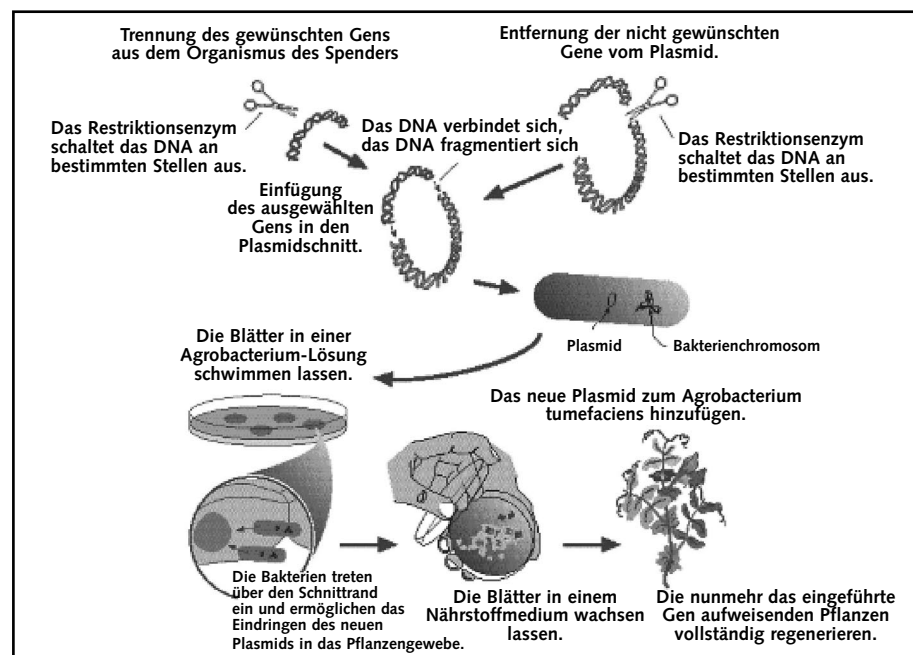


Abbildung 2 - Agrobacterium infiziert auf natürlichem Wege bestimmte Pflanzenarten und führt eine neuartige DNS in sie ein. Biologen verwenden spezielle Formen von Agrobacterium, um Pflanzen genetisch zu manipulieren (Quelle: International Life Sciences Institute- ILSI)

Die erste Generation von r-DNS-Kulturen legte den Schwerpunkt auf Verbesserungen der agronomischen Merkmale, um Verluste und Produktionskosten zu reduzieren, und speziell auf die Herbizidtoleranz, Kulturen mit Insektenschutz, Virus-resistente Kulturen und künftige Kulturen mit Dürre-resistenz, Salzresistenz und Temperaturtoleranz.

Die aktuelle zweite Generation, legt den Schwerpunkt auf qualitative Merkmale, die für den Verbraucher von wesentlich mehr Interesse sind. Diese Merkmale wurden oft geordnet nach: 1. Ölmanipulation, 2. Eiweißmanipulation, 3. Kohlenhydratmanipulation, 4. Sensorische Manipulation, 5. Verbesserungen von gesundheitspezifischen Bestandteilen, Inhaltsstoffen und Non-food-Inhaltsstoffen (Literaturnachweis 2).

Ölmanipulation. Pflanzenöl gehört zu den weltweit wichtigsten Grundnahrungsmitteln mit einer derzeitigen Jahresproduktion von 65 Millionen Tonnen. Durch die r-DNS-Technologie können wichtige Merkmale verbessert werden, so zum Beispiel der Nährwert, die Oxidationsstabilität und die Funktionalität. Beispiele hierfür sind die Entwicklung von Sojaöl mit hohem Gehalt an Oleinsäure, das 80 % Oleinsäure enthält, indem das Gen für die Oleatdesaturase beseitigt wird, oder von Canolaöl, das 30 % Stearat enthält, sowie der Ersatz von chemisch mit Wasserstoff angereicherten Ölen durch natürliche Öle ohne genmanipulierte Fettsäuren und die gesteigerte Pflanzenproduktion von langkettigen n-3 mehrfach ungesättigten Fettsäuren oder konjugierter Linolsäure.

Eiweißmanipulation. Beispiele hierfür sind die Verbesserung der Eiweißqualität durch eine Steigerung spezifischer und essentieller Aminosäuren, die Verbesserung der Eiweißfunktionalität, z.B. die Glutenqualität in Backmehl oder die Emulgationseigenschaften von Sojaproteinen.

Kohlenhydratmanipulation. Steigerung des Stärkegehalts in bestimmten Kulturen durch eine Regulierung des Stärkeenzymkomplexes, Änderung des Amylase-Amylopektin-Verhältnisses, Steigerung der unverdaulichen Kohlenhydrate, wie z.B. Kohlenhydrate vom Typ Inulin, Verbesserung der Produktion spezifischer Pektine.

Sensorische Manipulation. Manipulation der Reifung und Konsistenz von Kulturen wie Tomaten, Bananen, Erdbeeren, Ananas, Steigerung der Süße von Früchten oder der Aromabestandteile.

Manipulation von gesundheitlichen Aspekten. Beispiele hierfür sind der verbesserte Vitamin-, Mineralstoff- und Phytochemikaliengehalt, z.B. Golden Rice mit hohem Vitamin A- und Eisengehalt, aber auch verbesserte Phytaseproduktion in Getreide, wodurch die Bioverfügbarkeit divalenter Mineralstoffe erhöht wird, Reduzierung des Allergie auslösenden Potenzials, verbesserter Phytosterol-Gehalt in Pflanzen zur Verwendung für funktionelle Nahrungsmittel.

Ebenso wie genmanipulierte Kulturen, sind auch genmanipulierte Mikroorganismen für die Nahrungsmittelindustrie von Nutzen. Sie können als Nährboden für Nahrungsmittel wie Käse, Joghurt, Wein, Brot und Fleisch oder in Gärungsprozessen zur Produktion von Enzymen, Farbstoffen und organischen Säuren verwendet werden (Abb. 3).

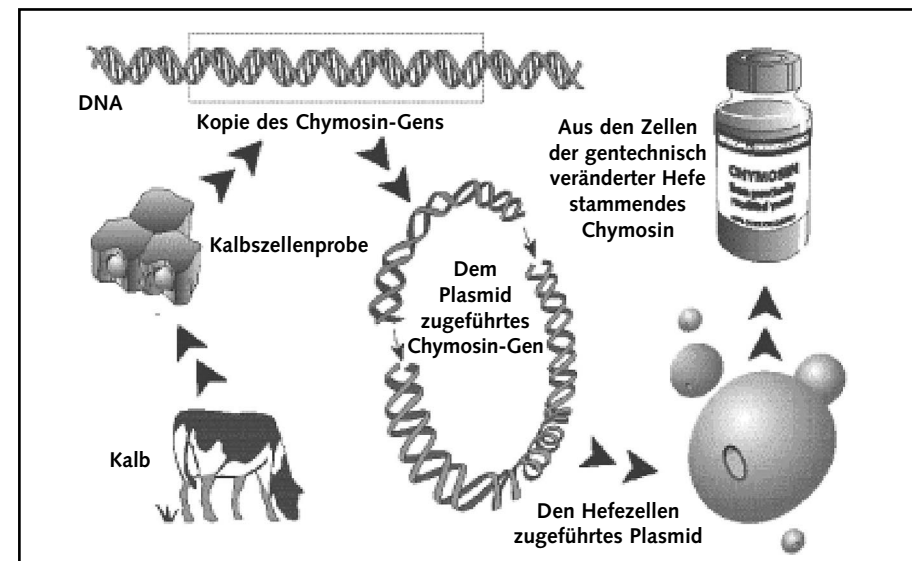


Abbildung 3 - Reines Chymosin für die Käseherstellung kann jetzt aus genmanipulierter Hefe gewonnen werden
(Quelle: International Life Sciences Institute- ILSI).

Genmanipulierte Nährböden sind in Europa derzeit nicht erhältlich, während in den USA die führenden Formen zulässig sind. Dagegen werden zahlreiche Nahrungsmittelenzyme und Zusatzstoffe durch genmanipulierte Mikroorganismen produziert, z.B. Chymosin, Alpha-Amylase, Catalase, Lipase, Glucose-Isomerase, Beta-Glucanase und Glucose-Oxidase. Sie müssen nicht speziell gekennzeichnet sein.

Verbraucherreaktionen

Im vergangenen Jahrzehnt hat es unzählige Debatten über die Verwendung von r-DNS-Technologien gegeben. Einerseits haben die meisten Wissenschaftler und Industrieunternehmen ihre Verwendung in Nahrungsmitteln, Medikamenten, Diagnosen, Umwelttechnologien sowie in der biotechnologischen Herstellung organischer Chemikalien befürwortet.

Diese Befürworter der r-DNS-Technologien fassen die Vorteile zusammen wie folgt:

- Bessere und wirtschaftlichere Nahrungsmittelversorgung für die Welt (auf Grund der Verbesserung der agronomischen Merkmale)
- Kontinuierliche Verbesserung der Ernährungsqualität einschließlich Nahrungsmittel von einzigartiger Zusammensetzung für Bevölkerungen, in deren Ernährung wichtige Nährstoffe fehlen
- Frisches Obst und Gemüse mit verbesserter Haltbarkeit
- Nahrungsmittel mit reduziertem Allergiepotezial
- Entwicklung funktioneller Nahrungsmittel, Impfstoffe und vergleichbarer Produkte von gesundheitlichem und medizinischem Nutzen
- Umweltfreundlichere landwirtschaftliche Methoden.

Auf der anderen Seite betonen viele Verbraucher und Verbraucherverbände:

- Sicherheitsbedenken im Hinblick auf genmanipulierte Nahrungsmittel
- Umweltgefahren
- Ethische Aspekte der Verwendung von r-DNS-Technologie für die Übertragung von Genen zwischen nicht-verbundenen Organismen.

Die meisten wissenschaftlichen Befürworter haben die mutmaßlichen Sicherheits- und Umweltrisiken damit abgetan, dass diese jeder wissenschaftlichen Grundlage entbehren.

Zwei führende internationale Verbraucherverbände, **Bureau Européen des Unions de Consommateurs** (BEUC) und **Consumers International** (CI), haben Stellungnahmen zu genmanipulierten Nahrungsmitteln veröffentlicht (Literaturnachweis 3 bzw. 4).

Das BEUC spricht sich in seiner Stellungnahme nicht grundsätzlich gegen genmanipulierte Nahrungsmittel aus, verlangt aber:

- Die entsprechende Kennzeichnung aller genmanipulierten Nahrungsmittel, einschließlich aller Inhaltsstoffe, die keine DNS oder Eiweiße enthalten, wie z.B. Stärke, Öle oder andere Inhaltsstoffe
- Die strenge Trennung von genmanipulierten und anderen Nahrungsmitteln und daraus abgeleiteten Produkten
- Ein strenges und unabhängiges Sicherheits- und Zulassungsverfahren.

Auf Grund der Einstellung der Verbraucher zu den r-DNS-Technologien hat das EU-Forschungsdirektorat über 5 große wissenschaftliche Projekte im Rahmen des Landwirtschafts- und Nahrungsmittel-Unterprogramms unterstützt, um die Reaktionen der Verbraucher ausführlich zu analysieren.

Das Projekt "European Debates on Biotechnology: Dimensions of Public Concern, 1999-2000" (**EUDEB**, Literaturnachweis 5) basierte auf den früheren Ergebnissen der Umfrage **Eurobarometer survey** (1996), die zu folgendem Schluss kam:

- Gefahren und Sicherheitsbedenken haben keinerlei Einfluss auf die öffentliche Unterstützung
- Den Verbrauchern mangelt es an Vertrauen in die zuständigen Regulierungsinstanzen.

Ziel des EUDEB-Projekts war es, herauszufinden, was die Verbraucher von genmanipulierten Organismen in Bezug auf moralische, gefahrenspezifische und praktische Erwägungen halten, und dann praktische Empfehlungen für politische Initiativen vorzulegen.

Im Rahmen von Interviews, Focus-Gruppen, Fragebögen und Podiumsdiskussionen kam man zu dem Schluss, dass die Europäer eine neutrale Haltung gegenüber der Biotechnologie in der Landwirtschaft einnehmen, dass sie aber sowohl gegen genmanipulierte Nahrungsmittel, als auch gegen das Klonen von Tieren sind (Abb. 4).

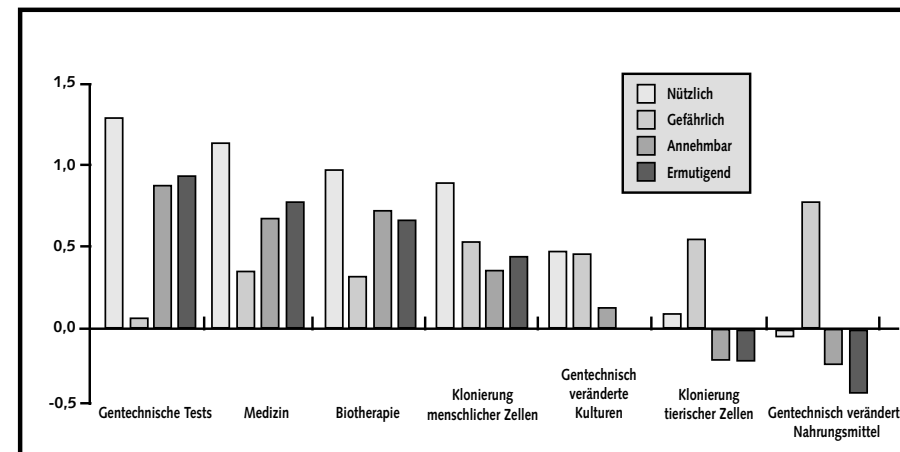


Abbildung 4 - Einstellung der Europäer zu mehreren Anwendungen der Biotechnologie (Gaskell, G. und Bauer, M.W. *Biotechnology 1996-2000: The years of controversy*; Literaturnachweis 7).

Diese negative Einstellung wurde auf den fehlenden Verbrauchernutzen aus der ersten Generation von genmanipulierten Nahrungsmitteln zurückgeführt (die sich ausschließlich mit agronomischen Merkmalen befassen).

Im Gegensatz dazu ist die Einstellung gegenüber der Anwendung von Biotechnologie in Medizin und Umwelt trotz des Widerstands gegen genmanipulierte Nahrungsmittel ausgesprochen positiv (Literaturnachweis 6).

53 % der Europäer sprachen sich gegen genmanipulierte Nahrungsmittel aus, 25 % waren risikotolerant und 22 % befürworteten genmanipulierte Nahrungsmittel.

Als Gründe für die Gegnerschaft wurden Bedrohungen des natürlichen Gleichgewichts, inakzeptables Risiko und Gefahr für künftige Generationen genannt. Zu den Ländern, die genmanipulierten Nahrungsmitteln gegenüber am positivsten eingestellt waren (% Gegner), gehörten die Niederlande (25 %), Spanien (30 %) und Finnland (31 %); am negativsten eingestellt waren Griechenland (81 %), Österreich (70 %) und Norwegen, Frankreich und Dänemark mit 65 % Gegnern. Wissenschaftler haben ein Buch zu diesem Thema veröffentlicht (Literaturnachweis 7).

Im Rahmen einer anderen Verbraucheranalyse mit dem Titel **CADE-GENTECH** (Literaturnachweis 8) sollte Wissen darüber erworben werden, inwieweit die Einstellung der Verbraucher zusammen mit anderen Faktoren ausschlaggebend für die Einkaufsentscheidungen war und wie Strategien für die Information von Verbrauchern über Nutzen und Risiken ihre Einstellung und ihre Einkaufsentscheidungen beeinflussen.

Die Ergebnisse basierten auf zwei spezifischen Produkten (Bier und Joghurt) und auf den Bevölkerungen Dänemarks, Deutschlands, Italiens und Großbritanniens.

Wie beim ersten Projekt ergab sich bei diesem Projekt eine erhebliche Skepsis gegenüber der Produktion von genmanipulierten Nahrungsmitteln. Diese Skepsis war in hohem Maß darauf zurückzuführen, dass verhältnismäßig wenig verbraucherrelevanter Nutzen unkontrollierbaren und unerwünschten Konsequenzen (Risiken) gegenüberstand. Ein weiteres interessantes Ergebnis war, dass «die Bombardierung der Verbraucher mit Informationen über Genmanipulation kaum dafür geeignet ist, die Akzeptanz von genmanipulierten Nahrungsmitteln durch die Verbraucher zu erhöhen»

Die Einstellung der Verbraucher zu genmanipulierten Nahrungsmitteln wurde noch in 3 weiteren Projekten analysiert. Eines davon, das **BABAS**-Projekt (Literaturnachweis 9), befasste sich mit der Bedeutung von geistigen Eigentumsrechten als ausschlaggebendem Faktor für ethische Akzeptanz; das **PABE**-Projekt (Literaturnachweis 10) analysierte die Einstellung der Verbraucher in Großbritannien, Frankreich, Deutschland, Italien und Spanien; das **LSSES**-Projekt (Literaturnachweis 11) verfolgte das Ziel, die Meinung der Öffentlichkeit zu den Life Sciences zu sondieren (über die Eurobarometer-Umfrage 1999).

EU-Richtlinien und gesetzliche Bestimmungen

Vor der Freisetzung einer neuen genmanipulierten Kultur oder eines genmanipulierten Mikroorganismus muss die entsprechende Zulassung bei den zuständigen Behörden eingeholt werden. Der Hersteller unterbreitet den Behörden einen Antrag mit Informationen über die genetische Manipulation und die Unbedenklichkeit des genmanipulierten Organismus für die Umwelt, für Menschen und Tiere.

Das EU-Verfahren für derartige Anträge besteht aus mehreren Etappen, an denen die Mitgliedstaaten, die Europäische Kommission, der Europäische Ministerrat und der ständige EU-Ausschuss beteiligt sind.

Die rechtlichen Aspekte im Zusammenhang mit der Zulassung und der Kennzeichnung eines genmanipulierten Organismus basieren in erster Linie auf den folgenden **grundlegenden Richtlinien**:

- **Richtlinie 220/90.** Bewusste Freisetzung von genmanipulierten Organismen in die Umwelt
- **Richtlinie 219/90.** Richtlinie für den Anbau von genmanipulierten Mikroorganismen und Zellkulturen in Gärungsapparaten
- **Bestimmung 258/97.** Die Richtlinie für neuartige Nahrungsmittel
- **Bestimmung 1139/98.** Kennzeichnung von genmanipulierten Organismen, z.B. Sojabohnen und Mais
- **Bestimmung 49/2000.** Kennzeichnung von genmanipulierten Organismen, insbesondere die 1%-Schwelle, unterhalb der eine Etikettierung nicht erforderlich ist
- **Bestimmung 50/2000.** Kennzeichnung von Nahrungsmitteln und Inhaltsstoffen mit Zusätzen und Geschmacksverbindungen aus genmanipulierten Organismen
- **Bestimmung 1852/2001.** Information der Öffentlichkeit

Folgende neue Richtlinienentwürfe dürften im Frühjahr 2003 verabschiedet werden:

- **Richtlinie 0173/2001 (COD).** Richtlinie über genmanipulierte Nahrungsmittel und Futterstoffe

- **Richtlinie 0180/2001 (COD).** Richtlinie über die Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung von genmanipulierten Organismen und Nahrungsmitteln/Futtermitteln, die aus genmanipulierten Organismen hergestellt werden.

Die Richtlinien und Entwürfe können abgerufen werden unter <http://europa.eu.int/eur-lex/> (Literaturnachweis 12).

Genmanipulierte Nahrungsmittel und Inhaltsstoffe aus genmanipulierten Organismen werden als separate Kategorien der Richtlinie für neuartige Nahrungsmittel behandelt. Dadurch soll die Auswahl der sicherheitsspezifischen Informationen erleichtert werden, die in den Antragsunterlagen enthalten sein sollten. In dieser Richtlinie gibt es zwei mögliche Verfahren für eine Zulassung: ein vollständiges Verfahren und ein abgekürztes Verfahren (oder Meldung). Das abgekürzte Verfahren kommt für Nahrungsmittel in Frage, die Derivate von genmanipulierten Organismen sind, aber keine solchen Organismen mehr enthalten, und die «im wesentlichen gleichwertig» mit dem natürlichen (nicht genmanipulierten) Gegenstück sind, z.B. Canolaöl, Maisstärke und bakterielles Riboflavin.

Die vorstehend genannten, noch nicht verabschiedeten Richtlinienentwürfe tragen der Einstellung der Verbraucher gegenüber genmanipulierten Nahrungsmitteln Rechnung und sollen die Kennzeichnungsanforderungen, die Rückverfolgbarkeit und die allgemeinen Vorschriften stärken.

Die vorgeschlagene Kennzeichnung soll es den Verbrauchern ermöglichen, sich frei zwischen genmanipulierten und nicht genmanipulierten Nahrungsmitteln zu entscheiden. Sie ermöglicht außerdem eine Rückverfolgbarkeit vom «Bauernhof bis zum Tisch». Damit müssen sämtliche Nahrungsmittel, die aus genmanipulierten Organismen hergestellt werden, unabhängig davon, ob das Endprodukt genmanipulierte DNS oder ein genmanipuliertes Eiweiß enthält, entsprechend gekennzeichnet werden, z.B. Sojaöl, Maisstärke oder Glucosesirup. Daneben muss auch genmanipuliertes Tierfutter gekennzeichnet werden, nicht aber Nahrungsmittel, die von Tieren stammen, die mit genmanipuliertem Futter gefüttert wurden.

Wichtig ist auch zu vermerken, dass der Richtlinienentwurf 0180/2001 die künftige Verwendung von antibiotischen Genmarkern verbietet, die bisher in den meisten r-DNS-Organismen verwendet wurden, um auf den erfolgreichen Gentransfer hinzuweisen.

Genmanipulation: Unbedenklichkeit, Rückverfolgbarkeit und Tests

Die wichtigsten Aspekte für die offizielle Zulassung und die Verbraucherakzeptanz von genmanipulierten Nahrungsmitteln sind:

1. Die Möglichkeit, das Vorhandensein von genmanipulierten Organismen oder daraus entstandenen Produkten zu ermitteln
2. Die Möglichkeit, sämtliche Sicherheitsaspekte zu bewerten.

Das Forschungsdirektorat der EU hat eine Reihe wissenschaftlicher Projekte unterstützt, deren Ziel in einer Verbesserung der Ermittlung von genmanipulierten Organismen in Nahrungsmitteln besteht und die sich speziell mit Methoden zur Bewertung ihrer Unbedenklichkeit befassen. Die Zielsetzungen dieser Studien sind nachstehend kurz beschrieben.

Genmanipulierte Nahrungsmittel oder genmanipulierte Rohstoffe lassen sich dadurch identifizieren oder kontrollieren, dass entweder die fremde DNS ermittelt wird, die in den genmanipulierten Organismus eingeschleust wurde, oder die neuen Proteine, die darin enthalten sind (Tabelle 3).

Methode	Test auf	Preis (Euro)	Analysedauer	Bemerkungen	Ergebnisse
Elisa	Eiweiß	2-3	2-4 Stunden	Einfach, erfordert aber eine gewisse Erfahrung Proteinspezifisch	Quantitativ
<i>Lateral flow strip</i>	Eiweiß	1,5-5	10-20 Minuten	Einfach	Qualitativ
PCR	DNA	100-320	1-3 Tage	Große Erfahrung und spezifische Ausrüstung erforderlich	Sehr sensibel und spezifisch. Quantitativ
<i>Southern blot</i>	DNA	100-320	4-6 Tage	Große Erfahrung und spezifische Ausrüstung erforderlich	Spezifisch

*Tabelle 3 - Kontrollmethoden für genmanipulierte Nahrungsmittel
(J. Pedersen, Dänisches Ministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Fischfang; Literaturnachweis 13).*

Bei der PCR-Methode (Polymerase Chain Reaction = Polymerase-Kettenreaktion) handelt es sich um eine extrem sensible Analyse, die weniger als 20 spezifische DNS-Moleküle/-Fragmente verstärken und quantifizieren kann. Es handelt sich um eine Enzymreaktion, die synthetische DNS-Fragmente verwendet, die mit der fremden DNS identisch sind, die in

die Kultur eingeführt wurde. Während der Analyse wird die interessante DNS-Sequenz verstärkt, oft mit einem Faktor von 10^9 , bis die Ermittlung beispielsweise durch Gel-Elektrophorese möglich ist (Literaturnachweis 14). Das Prinzip der PCR-Methode ist in Schema 5 dargestellt.

PCR-Verfahren können zu qualitativen (z.B. Prüfung oder Identifikation spezifischer DNS) oder quantitativen Zwecken verwendet werden. Im Handel sind mehrere Testsätze für interne oder externe Analysen erhältlich. Diese PCR-Analyse kann auf viele verschiedene Muster verwendet werden, z.B. Rohstoffe wie Saatgut, Schrot und Mehl, oder verarbeitete Produkte wie Milchprodukte, Brot, Eiweiße, Fleisch und naturreines Pflanzenöl.

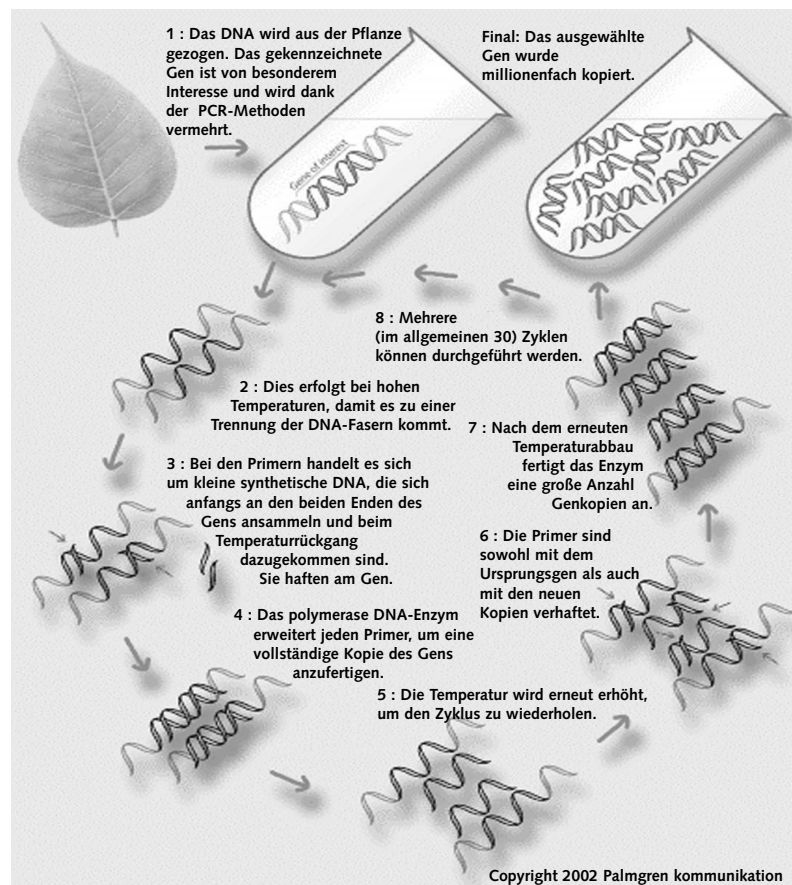


Abb. 5 - Kopieren der DNS durch PCR (Quelle: Palmgren kommunikation).

Zum Ermitteln von genmanipulierten Organismen in Nahrungsmitteln sind die Methoden basierend auf der Messung von in den neuen Genen enthaltenen Eiweißen zwar nicht so sensibel, aber schneller, billiger und einfacher durchzuführen als die PCR-Methoden.

Die ELISA (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay) Methode ist eine immunologische Methode, die sich oft für interne Qualitätskontrollen eignet, allerdings nur für genmanipulierte Nahrungsmittel nützlich ist, die intakte Proteine enthalten (d.h. die nicht beschädigt oder denaturiert sind).

Die Biochip-Analyse ist die neueste und fortschrittlichste Methode der DNS-Analyse. Unter Verwendung eines Nano-Drucksystems werden Punkte auf der Oberfläche eines Biochips in Form eines Rasters aufgebracht. Mit diesen Punkten gekoppelte Biomoleküle bilden eine Matrix, die DNS-Reihe genannt wird und das sensible Zentrum des Biochips darstellt. Die Biochips können zur einfachen Ermittlung von Pflanzenarten, zur Identifikation von genmanipulierten Organismen oder zur Prüfung etwaiger Veränderungen in den Genen verwendet werden.

Das Ziel des neuen EU-Projekts, **GMOCHIPS** (Literaturnachweis 15), besteht darin, eine neue Biochip-Technologie für die quantitative Ermittlung und die Typologie genmanipulierter Organismen nach der PCR-Verstärkung der fraglichen DNS-Sequenz zu entwickeln. Ein weiteres Projekt, DNA-TRACK (Literaturnachweis 16), befasst sich mit der Rückverfolgbarkeit von DNS-Streifen durch die Nahrungsmittelkette unter Verwendung von PCR, Echtzeit-PCR, DNS-Chips und einer neuen PNA-Technologie. Das Projekt **QPCRGMOFOOD** (Literaturnachweis 17) zielt auf eine weitere Entwicklung quantitativer und qualitativer Tests an genmanipulierten Nahrungsmitteln ab, einschließlich der Entwicklung von auf die Manipulation bezogenen spezifischen Tests für mindestens 12 genmanipulierte Organismen und Mehrfachtests zur Feststellung der Vielfalt der genetischen Manipulationen.

Sicherheitsaspekte in Bezug auf genmanipulierte Kulturpflanzen und Nahrungsmittel stehen häufig im Zusammenhang mit mehreren komplexen Problemen, die sorgfältig analysiert werden müssen. Dazu gehören unter anderem folgende (Literaturnachweis 18):

1. Toxizität und Nahrungsmittelsicherheit von genetisch veränderten Kulturpflanzen, z.B. die Toxizität von Proteinen, die in der neuen r-DNS oder neuen Stoffwechselprodukten enthalten sind.
2. Vertikaler Genfluss genetisch veränderter Kulturen, d.h. Gefahr einer Übertragung des neuen Gens auf die Umwelt.
3. Auswirkungen genetisch veränderter Kulturen auf andere Organismen als die Zielorganismen, z.B. Einfluss auf die natürliche Insektenpopulation infolge der Einführung des Bt-Gens zum Schutz gegen Schädlinge.
4. Allergie-auslösende Wirkung von Nahrungsmitteln aus genetisch veränderten Kulturpflanzen. Jedes neu eingeführte Protein muss rigoros unter Verwendung von immunologischen, in-vivo und physikalisch-chemischen Analysen getestet werden
5. Biologische Unbedenklichkeit und antibiotische Resistenzmarker in veränderten Pflanzen und Verbreitung von Genen durch horizontalen Genfluss. Laut dem neuen Richtlinienentwurf sollen antibiotische Resistenzmarker verboten werden, während neue Markergene unbedenklich im Hinblick auf den Gentransfer auf die Dickdarmbakterien beim Menschen sein müssen. Dasselbe gilt für alle neuen r-DNS-Sequenzen.

Das Forschungs-Direktorat der EU subventionierte daneben 12 Großprojekte zum Thema Nahrungsmittelsicherheit von genmanipulierten Organismen. Sie wurden in einem neuen Buch der Kommission veröffentlicht und diskutiert, das sämtliche von der EU finanzierten Projekte zum Thema biologische Unbedenklichkeit von genmanipulierten Organismen enthält (Literaturnachweis 19). Die meisten Projekte im Zusammenhang mit Nahrungsmitteln finden ebenfalls in diesem Buch Erwähnung.

Eines der europäischen Pionierprojekte zum Thema Bewertung von Sicherheitsaspekten war das TRANSafe-Projekt (Literaturnachweis 20), bei dem genmanipulierte Tomaten (insektenresistente Bt-Tomaten) und Blumenkohl für die Ausarbeitung von Sicherheitstests verwendet wurden, die zu einem nützlichen Modell für wissenschaftliche Ausschüsse und Beratungsgremien bei der Vorbereitung von Richtlinien für die Risikobewertung wurden.

Ziel des **SAFEOTEST**-Projektes (Literaturnachweis 21) ist die Entwicklung und Bestätigung der wissenschaftlichen Methodik, die gemäß den Bestimmungen der Europäischen Union für neuartige Lebensmittel und neuartige Zusatzstoffe zur Bewertung der Unbedenklichkeit von Nahrungsmitteln aus genmanipulierten Pflanzen erforderlich ist. Diese Methodik soll auf der Grundlage von 3 Strängen von genmanipuliertem Reis entwickelt werden, die die neuen Gene prägen, sowie von in-vivo Tests, Stabilitätstests, Nährstofftests und Toxizitätstests an Ratten und in-vitro Systemen.

In einem weiteren Projekt, **GMOCARE** (Literaturnachweis 22), besteht das Ziel in der Entwicklung neuer Methoden, die sensibel genug sind für die Bewertung von Gefahren aus unbeabsichtigten Nebenwirkungen, insbesondere aus unerwarteten gefährlichen Stoffwechselstörungen (z.B. Primär- und Sekundär-Pflanzenmetaboliten).

Die Sicherheitsbewertung des horizontalen Gentransfers ist das Forschungsthema des **GMOBILITY**-Projektes (Literaturnachweis 23). Schwerpunktbereich dieser Studie ist der Gentransfer auf die Mikroflora der Nahrungsmittelkette und im menschlichen Darm. Wissenschaftler sammeln Informationen zum unbeabsichtigten Gentransfer auf diese Mikroorganismen durch Verwendung von Nahrungsmitteln, Rumen und Nagetiermodellen sowie computerkontrollierten Magen-Darm-Trakt-Modellen.

ENTRANSFOOD (Literaturnachweis 18) ist ein themenspezifisches Network, das Forschungsaktivitäten früherer und laufender EU-subventionierter Projekte zusammenfasst, und soll die bisher angestellten und veröffentlichten Risikobewertungen kritisch unter die Lupe nehmen. Um die Sicherheit eines lebenslangen Verzehrs von genmanipulierten Organismen mit Mehrwert zu prüfen, soll das Netzwerk auch die Durchführbarkeit einer Post-Market-Überwachung in Bezug auf genmanipulierte Nahrungsmittel zusätzlich zu einer Pre-Market-Beurteilung prüfen. Auf der Projekt-Website (www.entransfood.com/) ist eine ausgezeichnete Diskussion der meisten Sicherheitsaspekte zu finden.

Neue Ergebnisse bei genmanipulierten Kulturpflanzen

Die Produktion von genmanipulierten Kulturpflanzen, die den Transfer eines einzigen Gens umfassen, ist angelaufen, und die Erforschung des Genoms mehrerer Kulturpflanzen ist gerade in der Durchführung (unter Kulturpflanzen ist bisher nur das Reisgenom vollständig erforscht). Wir haben jedoch in den kommenden Jahrzehnten noch viel in Erfahrung zu bringen: Wie werden Nahrungsmittelqualität und Gesundheitsparameter kontrolliert und neue Gene eingeführt, um die entsprechenden Merkmale zu verbessern? Wann werden wir das extrem komplexe Zusammenwirken zwischen DNS-Sequenzen/Genen, Stoffwechseländerungen sowie Auswirkungen auf Qualität und Gesundheit verstehen? Wann werden wir in der Lage sein, multigenetische Merkmale zu ändern und zu kontrollieren? Wann wird es die ersten genmanipulierten Tierprodukte geben?

Im **DELPHI-AGROFOOD**-Projekt (Literaturnachweis 24) versuchten Wissenschaftler die künftigen Auswirkungen der Gentechnologie zu bewerten. Die Prognose bis zum Jahr 2010 sah folgendermaßen aus (zeitlich gestaffelt):

Industrielle Nahrungsmittelanwendungen

- Die Verwendung Protein-gesteuerter Enzyme und Mikroorganismen ist in der Nahrungsmittelindustrie weit verbreitet.
- Die Genome der meisten Produktions-Mikroorganismen sind vollständig sequenziell geordnet.
- Produktion von Enzymen durch genmanipulierte Kulturpflanzen.

Rohstoffe pflanzlichen Ursprungs

- Diagnose von Pflanzenerkrankungen unter Verwendung von Gentechnologie
- Produktion von chemischen Spezialitäten durch pflanzliche Zellkulturen
- Allgemeine Verwendung von Pflanzenhybriden in der Landwirtschaft
- Entwicklung von Methoden zur Änderung von Poly-Gen-Eigenschaften und salz- oder dürre-resistenten Pflanzen

Rohstoffe tierischen Ursprungs

- Diagnose von Tierkrankheiten unter Verwendung von Gentechnologie
- Produktion von genmanipulierten Futterzusatzstoffen
- Produktion von Impfstoffen aus genmanipulierten Tieren
- Klonen in der Landwirtschaft und veränderte monogenetische Eigenschaften bei Zuchtfisch.

In letzter Zeit hat die Europäische Kommission über 10 Großprojekte im Zusammenhang mit genmanipulierten Produkten in Nahrungsmitteln unterstützt, speziell im Zusammenhang mit der verbesserten Lebensdauer von Gemüse, Obst und Beeren (4 Projekte), aber auch mit einer verbesserten Ernährung / Produktion von Inhaltsstoffen (2 Projekte) sowie mit agronomischen Merkmalen (4 Projekte).

Verbesserte Haltbarkeit

Erdbeeren sind ein extrem anfälliges Produkt von kurzer Haltbarkeit. Ziel eines Projektes unter Beteiligung mehrerer Partner (Literaturnachweis 25) war die Verbesserung der Haltbarkeit von Erdbeeren durch das Klonen von Genen, die an der Zellwandstruktur und ihrer Beschädigung und Farbveränderung beteiligt sind. Über das Projekt liegt noch kein abschließender Bericht vor, aber den beteiligten Wissenschaftlern gelang es, genmanipulierte Pflanzen erfolgreich herzustellen, wobei sie ihre Arbeit auf das Enzym Pectat-Lyase und das Hormon Auxin konzentrierten.

Mit dem Beginn des Reifungsprozesses erleidet eine Frucht Verluste auf Grund ihres fortschreitenden Alters und ihres Verfalls auf Grund von mikrobiellen Angriffen. Das ist bei sogenannten klimakterischen Produkten ein besonderes Problem, bei denen der Reifungsprozess durch das gasförmige Pflanzenhormon Ethylen kontrolliert wird (z.B. Tomaten). So bestand das Ziel eines anderen FAIR-Projektes (Literaturnachweis 26) darin, die Haltbarkeit nach der Ernte zu verlängern, indem Gene oder Genprodukte in genmanipulierten Pflanzen beseitigt oder so gesteigert wurden, dass unerwünschte Auswirkungen von Ethylen verhindert wurden, und neuartige umweltfreundliche Reifungshemmstoffe zu entwickeln. Unter anderem fanden die Wissenschaftler einen Hemmstoff

des Isoenzym ACC-Oxidase (das für die Reifung eine wichtige Rolle spielt) und Fördergene, die durch sogenannte «Antisense Technology» beseitigt werden können.

Die Regulierung der Ethylen-Biosynthese ist auch das Thema eines weiteren Projektes (Literaturnachweis 27). Sein Ziel bestand in der Charakterisierung von zwei Melonen mit dem ACC-Oxidase-Antisense-Gen und in der Entwicklung neuer robuster Hybride basierend auf denjenigen, die gleichzeitig verbesserte Kühlungstoleranz und Geschmack aufweisen.

Die Strategie eines anderen auf Haltbarkeit konzentrierten Projektes (Literaturnachweis 28) unterschied sich insofern von den vorstehend genannten, als darin versucht wurde, neue genmanipulierte Früchte mit verzögertem Alterungsprozess vor und nach der Ernte zu entwickeln. Forscher führten in diese Studie eine neues Gen in Verbindung mit der Cytokinin-Biosynthese unter der Kontrolle eines spezifischen Fördergens und eines Gens für Ascorbat-Oxidase ein.

Herstellung von gesunden Inhaltsstoffen / Nährstoffen

Aus diesem Bericht ging hervor, dass Kulturpflanzen mit einem verbesserten Gesundheitsprofil bereits erhältlich sind, beispielsweise Pflanzenöle oder Reis mit höherem Vitamin A- und Eisengehalt, und viele andere sind in der Planung. Die Europäische Union hat diese Entwicklung bereits unterstützt, die im Zuge der neuen Richtlinien und politischen Entscheidungen erheblich zunehmen dürfte.

In einem der EU-Pionierprojekte (Literaturnachweis 29) haben Wissenschaftler den Fettstoffwechsel in Raps (Canola) und einigen Pilzen sowie den Transfer von Genen, die die Produktion bestimmter Fettsäuren kontrollieren, unter Berücksichtigung der Kettenlänge und des Sättigungsgrades untersucht.

Im **CAROTENE-PLUS**-Projekt (Literaturnachweis 30) wurde der Schwerpunkt auf Pflanzen oder die mikrobielle Biosynthese von Carotinoiden und auf die Gene zur Kontrolle der Biosynthese gelegt, um verstärkte Pflanzen- oder

Mikrobenarten für die industrielle Produktion von Carotinoiden zu entwickeln. Carotinoide, darunter natürliche Lebensmittelfarbstoffe, Aromas und der VitaminA-Vorläufer Beta-Carotin sind Produkte von großem Interesse mit einem Marktwert von über 100 Mio. Euro / Jahr. Natürliche Carotinoide werden aus Paprika oder Karotten gewonnen oder durch Gärung produziert. Den Wissenschaftlern gelang eine Änderung des Carotinoid-Stoffwechsels in Tomaten, Reis und der Hefe *Phycomyces* durch genetische Manipulation.

Agronomische Merkmale

In einem anderen Gentechnikprojekt subventionierte die Kommission Entwicklungen zur Verbesserung der agronomischen und qualitätsspezifischen Merkmale von Raps (Literaturnachweis 31) und diversen Gemüsesorten (Literaturnachweis 32, **Transleg**; Literaturnachweis 33, **UNCLE**; Literaturnachweis 34, **MEDICAGO**).

Zusammenfassung

Um den Herausforderungen der Zukunft gerecht zu werden, wurde die biotechnologische Forschung im Hinblick auf Gentechnologien im Zusammenhang mit Nahrungsmitteln von der Europäischen Union stark unterstützt. Der Schwerpunkt wurde dabei auf Disziplinen mit Verbraucherbezug gelegt, insbesondere auf die Erforschung der Verbraucherreaktionen und -besorgnisse sowie die Forschung im Zusammenhang mit Fragen der Unbedenklichkeit und der Rückverfolgbarkeit. Diese Forschungsarbeiten dürften zusammen mit neuen Initiativen in Bezug auf rechtliche Aspekte (Richtlinien und Bestimmungen) Europa einen großen Schritt voran bringen und zu einer verbesserten landwirtschaftlichen und geschäftlichen Wettbewerbsfähigkeit und Lebensmittelqualität zum Nutzen der Verbraucher führen.

Danksagungen

Der Autor dankt Dr. Gerry Downey und Marta Vidal für die Überarbeitung des Manuskriptes und der Europäischen Kommission für die Finanzierung des Projektes (Nr. QLK1-2000-00040) im Rahmen des 5. Rahmenprogramms für Lebensqualität und den Umgang mit lebenden Ressourcen, Schlüsselaktion 1.

Literaturnachweise

1. **IFT-Expertenbericht über Biotechnologie und Nahrungsmittel**,
www.ift.org/govtrelations/biotech/
2. **K. Liu, Biotech crops:**
Products, properties and prospects,
Food Technology, 53(5), 42-49, 1999
3. **BEUC, Genetically modified foods campaign for consumer choice –
New revised policy position, 1999**,
http://www.beuc.org/public/xfiles2000/x2000/x028e.pdf
4. **CI**,
http://www.consumerinternational.org/campaigns/biotech/julian-
oecd.html
5. **Europäische Debatten über Biotechnologie: Dimensionen der
öffentlichen Besorgnisse, 1999-2000», EUDEB, QLG7-1999-00286**
http://www-97.oeaw.ac.at/ita/ebene4/e2-2c08.htm
Koordinator: Prof. George Gaskell
Methodology Institute, London School of Economics,
Houghton Street, London WC2A 2AE, UK.
Tel: +44 (0)20 7955 7702 / fax: +44 (0)20 7955 7005
e-mail: G.Gaskell@lse.ac.uk
URL: http://www.lse.ac.uk/Depts/Methodology/
6. **George Gaskell, Nick Allum, Martin Bauer, John Durant,
Agnes Allansdottir, Heinz Bonfadelli, Daniel Boy, Suzanne de
Cheveigné, Björn Fjaestad, Jan M. Gutteling, Juergen Hampel,
Erling Jelsøe, Jorge Correia Jesuino, Matthias Kohring, Nicole
Kronberger, Cees Midden, Torben Hviid Nielsen, Andrzej
Przestalski, Timo Rusanen, George Sakellaris, Helge Torgersen,
Tomasz Twardowski, Wolfgang Wagner.**
Biotechnology and the European public.
Nature Biotechnology 18, 935 - 938 (01 Sep 2000)
www.nature.com/nbt/
7. **Gaskell, G. and Bauer, M.W. Biotechnology 1996-2000:
The years of controversy**
London: Science Museum, 2001, ISBN: 1 900747 43X.
8. **Einstellung der Verbraucher und Entscheidungsfindung in Bezug auf
genmanipulierte Nahrungsmittelprodukte, FAIR-96-1667, CADE-GENTECH**
http://www.mapp.hha.dk/gen/pages/velkommen.html
Koordinator: Prof. Klaus G. Grunert
MAPP – Centre for Market Surveillance,
Research and Strategy for the Food Sector, The Aarhus School of
Business, Haslegaardsvej 10, 8210-Aarhus, Denmark,
tel: +45 89486487 / Fax: +45-86150177
e-mail: klg@asb.dk
URL: http://www.mapp.hha.dk/
9. **Bioethische Aspekte der Biotechnologie im Nahrungsmittelsektor,
FAIR-97-1848, BABAS**
http://www.kluyver.stm.tudelft.nl/efb/TGPPB/Home.htm
Koordinator: Prof. David J. Bennett
Cambridge Biomedical Consultants, Oude Delft 60,
NL-2611 CD Delft, The Netherlands;
phone +31-15 212 7800/7474 / fax +31-15 212 7111
e-mail: efb.cbc@tnw.tudelft.nl
URL: http://www.biopartneruk.com/Profiles/cbc_01.htm
10. **Öffentlicher Eindruck von der Biotechnologie in der europäischen
Landwirtschaft – Eindruck von der Biotechnologie, FAIR-98-3844, PABE**
Koordinator: Prof. Brian Wynne
Centre for the Study of Environmental Change,
Lancaster University, Bowland Tower East, LA1 4YT Lancaster, UK,
tel. +44 1524592678 / fax: +44-1524-846339
URL: http://www.lancs.ac.uk/depts/csec/
11. **Life Sciences in der europäischen Gesellschaft, QLG7-1999-00286, LSES**
http://www.lse.ac.uk/Depts/lse/index.html.
Koordinator: Prof. George Gaskell
Methodology Institute, London School of Economics,
Houghton Street, London WC2A 2AE, UK.
Tel: +44 (0)20 7955 7702 / fax: +44 (0)20 7955 7005
e-mail: G.Gaskell@lse.ac.uk
URL: http://www.lse.ac.uk/Depts/Methodology/
12. **EU-Richtlinien über genmanipulierte Nahrungsmittel**
http://europa.eu.int/eur-lex/

13. J. Pedersen. The Danish Ministry of Food, Agriculture and Fisheries. Private communication.

14. E. Gachet, G. G. Martin, F. Vigneau and G. Meyer, 1998. Detection of genetically modified organisms (GMOs) by PCR: a brief review of methodologies available. Trends In Food Science & Technology, 9, 11-12, 380-388.

15. Neue Technologie in der Ernährungswissenschaft angesichts der Vielzahl neuer genmanipulierter Organismen, G6RD-2000-00419, GMOCHIPS

<http://www.gmochips.org/>

Koordinator: Prof. José Remacle

Faculté Universitaire Notre-Dame de la Paix de Namur,

Laboratoire de Biochimie Cellulaire, FUNDP, URBC,

Rue de Bruxelles, 61, B-5000 Namur, Belgium,

tel : +32 81 724 127 / fax : +32 81 724 135

URL: www.fundp.ac.be/urbc, e-mail: jose.remacle@fundp.ac.be,

FUNDP@GMOchips.org.

16. Rückverfolgbarkeit von DNS-Fragmenten durch die Nahrungsmittelkette durch DNS-PNS-Verfahren, QLK1-2000-01658, DNA-TRACK

Koordinator: Università degli Studi di Parma

Dipartimento di Scienze Ambientali, Sezione di Genetica e

Biotechnologie Ambientali,

coordinatore: Prof. Nelson Marmioli

Parco Area delle Scienze, 43100 Parma, Italy,

tel: +39 521 905606 / fax: +39 521 905696

URL: <http://www.dsa.unipr.it./Ricerca/Marmioli.html>

17. Zuverlässige, genormte, spezifische, quantitative Ermittlung von genmanipulierten Nahrungsmitteln, QLK1-1999-01301, QPCRGMFOOD

<http://www.vetinst.no/Qpcrgmofood/Qpcrgmofood.htm>

Koordinator: Dr. Arne Holst-Jensen

National Veterinary Institute,

Section of Food and Feed Microbiology,

Ullevålsveien 68, P.O. Box 8156 ep. 0033 Oslo, Norway,

tel: +47 22 59 74 73 / fax: +47 22 59 74 75

e-mail: arne.holst-jensen@vetinst.no

URL: <http://www.vetinst.no/>

18. Europäisches Netz für die Sicherheitsbeurteilung von genmanipulierten Kulturpflanzen, QLK1-99-1182, ENTRANSFOOD

<http://www.entransfood.nl/>

Koordinator: Dr. Kuiper / Hans Marvin (Dissemination Officer)

State Institute for Quality Control of Agricultural Products (RIKILT),

Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen, The Netherlands,

tel: +31 317475543

e-mail: h.j.p.marvin@rikilt.dlo.nl

19. Von der Europäischen Kommission gesponserte Forschung in Bezug auf die Unbedenklichkeit von genmanipulierten Organismen, Europäische Kommission, ISBN 92-894-1527-4

<http://europa.eu.int/comm/research/quality-of-life/gmo/index.html>

20. Sicherheitsbeurteilung von genmanipulierten Kulturpflanzen, AIR3-2311

Koordinator: Dr. Hubert P.J.M

Noteborn, RIKILT-DLO, Bornsesteeg 45, NL-6708 PD Wageningen,

The Netherlands,

tel: +31 317-475462 / fax: +31 317 417717

21. Neue Methoden für Sicherheitstests an genmanipulierten Nahrungsmitteln, SAFOTEST, QLK1-1999-00651

<http://www.entransfood.nl/RTDprojects/SAFOTEST/safotest.html>

Koordinator: Dr. Ib Knudsen

Danish Veterinary and Food Administration, Moerkhoej Bygade 19,

2860 Soeborg, Denmark,

tel: +45 3395 6000 / fax: +45 3395 6698

e-mail: ik@fdir.dk

URL: <http://www.vfd.dk/>

22. Neue Methoden zur Beurteilung des Potenzials unbeabsichtigter Nebenwirkungen bei genmanipulierten Kulturpflanzen, GMOCARE QLK1-1999-00765

<http://www.entransfood.nl/RTDprojects/GMOCARE/GMOCARE.html>

Koordinator: Dr. Kuiper / Hans Marvin (Dissemination Officer)

State Institute for Quality Control of Agricultural Products (RIKILT),

Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen, The Netherlands,

tel./mail: +31 317475543 / h.j.p.marvin@rikilt.dlo.nl

URL: <http://www.rikilt.wageningen-ur.nl/>

23. Sicherheitsbewertung des horizontalen Gentransfers aus genmanipulierten Organismen in die Mikroflora der Nahrungsmittelkette und des menschlichen Darms, GMOBILITY, QLK1-1999-00527

<http://www.entransfood.com/RTDprojects/GMOBILITY/gmobility.html>

Koordinator: Jos M.B.M. van der Vossen

Department Food Microbiology and Quality management,
TNO Nutrition and Food Research Institute, Utrechtseweg 48,
3704 HE Zeist, The Netherlands,
fax: +31 30 6944901

e-mail: vandervossen@voeding.tno.nl

URL: <http://www.voeding.tno.nl>

24. Künftige Auswirkungen der Biotechnologie auf Landwirtschaft, Nahrungsmittelherstellung und Nahrungsmittelverarbeitung, DELPHI-AGROFOOD, FAIR-95-0269

Koordinator: Dr. Klaus Menrad

Fraunhofer Institute for Systems and Innovations Research,
Breslauer Str. 48, 76139 Karlsruhe, Germany,
tel: +49 7216809262 / fax: +49-721-6809-176

e-mail: me@isi.fhg.de

URL: <http://www.isi.fhg.de/homeisi.htm>

25. Qualitative Verbesserung von Erdbeeren durch Genmanipulation, FAIR-97-3005

Koordinator: Prof. Victoriano Valpuesta

Departamento de Biología Molecular y Bioquímica,
Facultad de Ciencias, Campus Universitario de Teatinos,
Universidad de Málaga, 29071 Málaga, Spain,
tel: 34 95 213 1932 / fax: +34 95 213 1932

e-mail: valpuesta@ccuma.sci.uma.es

URL: <http://www.uma.es/>

26. Kontrollierte Reifung und verlängerte Haltbarkeit von Obst und Gemüse durch Äthylen-Kontrolle, FAIR-95-0225

Koordinator: Dr. Ernst J. Woltering

ATO-DLO, Bornsesteeg 59, Box 17, 6700 AA, Wageningen,
The Netherlands,

tel: +31 317475111

e-mail: e.j.woltering@ato.agro.nl

URL: <http://www.ato.dlo.nl/>

27. Kommerzielle Machbarkeit der kontrollierten Melonenreife durch genetische Manipulation der Äthylen-Biosynthese, FAIR-96-1138

Koordinator: Dr. Denis LOR

Domaine de Maninet, Route de Beaumont, 26000 Valence, France,
tel: +33 (0)4 75 57 57 57 / fax: +33 (0)4 75 57 34 94

e-mail: Denis.LOR.LIMAGRAIN@limagrain.com

URL: <http://www.limagrain.com/>

28. Verbesserung von Qualität und Haltbarkeit bei Gemüse, FAIR-97-3161

Koordinator: Dr. Philip J. Dix

Biology Department, National University of Ireland, Maynooth,
Co. Kildare, Ireland,

tel: +353 1 7083836 / fax: +353 1 7083845

e-mail: phil.dix@may.ie

URL: <http://www.may.ie/academic/biology/>

29. Manipulation des Fettstoffwechsels zur Herstellung von Fettsäuren und Polyketiden zur industriellen Verwendung und Nutzung in funktionellen Nahrungsmitteln, AIR2-0967

Koordinator: Prof. David Archer

School of Life and Environmental Sciences, University of
Nottingham, University Park, Nottingham, NG7 2RD, UK,
phone: +44 (0) 115 9513313 / fax: +44 (0) 115 9513251

e-mail: david.archer@nottingham.ac.uk

<http://vsb.nott.ac.uk/life-env/personal/archer.htm>

<http://www.nottingham.ac.uk/life-env>

30. Genmanipulation des Carotinoid-Stoffwechsels: Ein neuer Weg zu Vitaminen, Farben und Aromen für den europäischen Markt, CAROTENE-PLUS, FAIR-96-1633

Koordinator: Dr. Giovanni Giuliano

Ente par le Nuove Technologie l'Energia e l'Ambiente (ENEA), Via Anguillarese
301, Casella Postale 2400, 00100 Santa Maria di Galeria Roma, Italy,
tel: +39 630483192

e-mail: giulianog@casaccia.enea.it

URL: <http://www.enea.it/>

31. Manipulation der Raps-Resistenz, FAIR-97-3072

Koordinator: Biotechnology Group Danish Institute of Agricultural Sciences

40 Thorvaldsensvej DK-1871, Frederiksberg C, Denmark,

tel: +45 3528 2580

e-mail: p.ulvskov@dias.kvl.dk

32. Koordination für einen gemeinsamen Ansatz bei der Manipulation von Hülsenfrüchten zur Entwicklung kommerzieller Anwendungen, TRANSLEG, AIR3-2224

Koordinator: Prof. Hans-Jorg Jacobsen
Lehrgebiet Molekulargenetik, Universitaet Hannover,
Herrenhäuser Str 2, 30419 Hannover, Germany,
tel: +49 5117624082 / fax: +49-511-7624088
e-mail: jacobsen@mbox.lgm.uni-hannover.de

33. Verstehen des Stickstoff- und Kohlenhydrat-Stoffwechsels für die Manipulation von Hülsenfrüchten, UNCLE, FAIR-95-0066

Koordinator: Prof. Ulrich Wobus
Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK),
Corrensstr. 3, D-06466 Gatersleben,
tel.: +49-39482-5220 / fax: +49-39482-5500
e-mail: wobusu@IPK-Gatersleben.de

34. Integriertes, strukturelles, funktionelles und vergleichendes Genommodell für Hülsenfrüchte *Medicago truncatula*, MEDICAGO, QLG-2000-30676

<http://medicago.toulouse.inra.fr/EU>
Koordinator: Dr. Jean Denarie
INRA /CNRS, UMR 215 Laboratoire de Biologie Moléculaire des
Relations Plantes-Micro-organismes,
BP 27, 31326 Castanet-Tolosan, France,
tel: +33 5 61 285058 / fax: +33 5 61 285058
e-mail: denarie@toulouse.inra.fr
URL : <http://www.toulouse.inra.fr>

Weiterführende Lektüre

- www.cordis.lu/cris2000/src/awareness.htm . A very good homepage published by the Commission, discussing most topics related to GMOs
- GM Crops, understanding the issues, edited by Professor Robert Pickard, British Nutrition Foundation and published with support from the UK Agricultural biotechnological Industry
- www.entransfood.com/. Excellent discussion of most aspects of GMO safety. Published by the EU concerted action, ENTRANSFOOD