
Chancen der Gentechnik bei Lebensmitteln

Klaus-Dieter Jany

Klaus-Dieter Jany und Ralf Greiner
Haid-und Neu-Straße 9, 76131 Karlsruhe

Vortrag auf dem [3. Norddeutschen Umweltsymposium](#) In einer bisher nicht dagewesenen Geschwindigkeit vollzieht sich gegenwärtig ein technischer Wandel in allen Lebensbereichen. Die meisten Menschen können kaum noch nachvollziehen, was hier geschieht. Sie stehen neuen Techniken zunehmend skeptisch bis ablehnend gegenüber, ohne grundsätzlich technikfeindlich zu sein. Die Notwendigkeit neuer Techniken wird immer häufiger in Frage gestellt. Nutzen und Risiken werden zunehmend intensiver unter Beteiligung der Öffentlichkeit diskutiert. Gerade die Einführung der Gentechnik in den Agrar- und Lebensmittelbereich stellt ein besonders deutliches Beispiel dar.

Gen- und Biotechnologie gelten als Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts und ihre zukünftige Bedeutung kann mit der heutigen wirtschaftlichen Stellung der Mikroelektronik und Informationstechnik verglichen werden. Die Gentechnik stellt eine Querschnittstechnologie dar, die weite Bereiche der Medizin, der Chemie, der Lebensmittelwirtschaft und des Umweltschutzes nachhaltig beeinflussen wird. Die Gentechnik ist nicht mit der Biotechnik identisch, sie hat aber die klassische Biotechnologie innovativ weiterentwickelt. Im Pharmabereich zeichnet sich für die Anwendung der Gentechnik bereits ein positiver Trend sowohl für die Wirtschaft als auch für die Akzeptanz der Produkte durch die Öffentlichkeit ab. Im Agrar- und Lebensmittelsektor dagegen ist bislang das Bild der Gentechnik mehr von Skepsis, Mißtrauen und Ablehnung geprägt.

Gentechnik und Züchtung

Mikroorganismen, Pflanzen und Tiere werden seit Jahrtausenden zum Wohle und Nutzen des Menschen eingesetzt und optimiert, wobei gerade der weite Bereich der Gewinnung und Veredelung von Lebensmitteln und Genußstoffen im Vordergrund stand und noch steht. Heute werden diese biologischen Systeme sehr bewußt und zielgerichtet in ihren genetischen Eigenschaften verändert. Seit einigen Jahren werden klassische Züchtung von Pflanzen und Stammoptimierung von Mikroorganismen durch neues Hilfsmittel, die Gentechnik, unterstützt. Die Gentechnik stellt die Methoden zur Auswahl geeigneter Zuchtlinien und Stämme, zur Erforschung und Kartierung von Merkmalen (Genen) sowie zur Isolierung und Übertragung einzelner Gene bereit.

Die Gentechnik unterstützt die Züchtung, aber sie ist nicht identisch mit ihr noch wird sie die Züchtung ersetzen. Beim Einsatz der Gentechnik ist es notwendig, ausgehend von einem sichtbaren (bekanntem) Merkmal zunächst das entsprechende Gen (DNA-Stück) zu identifizieren und es zu isolieren und zu charakterisieren (Genisolierung). Anschließend ist die DNA zu vermehren (Klonierung), das Gen in den gewünschten Organismus einzuschleusen (Gentransfer, Transformation) und dort zur Ausprägung seiner Funktion zubringen (Genexpression). Für Funktionsfähigkeit wird das Gen in seiner Regulationsregion an den Wirtsorganismus angepaßt und für die Markierung (Selektion) des transformierten Wirtes, des gentechnisch veränderten Organismus (GVO) wird es mit einem Markergen versehen. Das so modifizierte Genkonstrukt wird dann je nach Wirtsorganismus mehr oder minder gezielt übertragen. Die verwendete Transfermethode richtet sich nach dem Organismus, wobei hauptsächlich die Plasmid-induzierte und die direkte Genübertragung angewandt wird. Mit dem Gentransfer erhält der GVO somit gezielt nur die neue gewünschte Information. Da die in der DNA verankerte genetische Information grundsätzlich von allen Lebewesen verstanden wird, ist der Gentransfer nicht auf bestimmte, verwandte Organismen beschränkt, sondern erlaubt die Übertragung von Merkmalen frei von Kreuzungsbarrieren. Somit kann, anders als in der konventionellen Züchtung, auch artüberspringend genetische Information weiterzugeben. Mit der Gentechnik werden keine neuen Organismen, geschweige Monster, geschaffen, sondern nur wenige gut charakterisierte Gene dem Empfängerorganismus hinzugefügt, ohne seine vorhandenen Merkmale zu verändern. Gegenwärtig steht die Übertragung artfremder Gene noch im Vordergrund, jedoch werden mit zunehmendem Wissen immer mehr artgleiche Gene in die gentechnischen Veränderungen (An- bzw. Abschalten von Genen) einbezogen werden. Die Gentechnik eröffnet der Züchtung neue und zielgerichtetere Wege in der Gewinnung von Nutzorganismen.

Anwendungsbereiche

Heute werden nahezu alle Nutzorganismen in einer Kombination von Gentechnik und klassischen Methoden bearbeitet.

Lebensmittelverarbeitung

Zur fermentativen Gewinnung von Hilfs- und Zusatzstoffen durch gentechnisch veränderte Mikroorganismen und Zellkulturen (GVO). Aus GVO oder den Fermentationsbrühen werden Enzyme, Geschmacksverstärker, Süßstoffe, Aromen, Vitamine, Hormone und Dickungsmittel isoliert.

Zur Herstellung von GVO (Milchsäurebakterien, Hefen, filamentöse Pilze) als Starter-, Schutzkulturen. Diese GVO sollen/werden in der Milch-, Fleisch-, und Obst-/Gemüseverarbeitung, im Brau- und Backgewerbe sowie bei Fein- und Frischkostprodukten eingesetzt (werden).

Landwirtschaftliche Urproduktion

Zur Züchtung von transgenen Pflanzen mit Toleranzen oder neuen Resistenzen gegenüber Herbiziden, Virus-, Pilz- und Insektenbefall sowie mit Systemen zur Erhöhung der Lagerfähigkeit oder Qualitätsverbesserung landwirtschaftlicher Erzeugnisse.

Zur Züchtung transgener Tiere sowie zur Diagnostik und Genomanalyse bei Nutztieren.

Lebensmittelüberwachung

Zur Kontrolle der Prozeßtechnik und der Hygiene und Qualität von Lebensmitteln sowie zum Nachweis von gentechnisch veränderten Lebensmitteln.

Entsprechend den Anwendungsbereichen und den gesetzlichen Vorgaben werden **drei Kategorien von "gentechnisch veränderten" Lebensmitteln** unterschieden:

1. Das Lebensmittel ist selbst der lebende GVO: Tomate, Melone, Raps, Mais, Sojabohne, Kartoffel
2. Das Lebensmittel enthält lebende GVO: Joghurt mit Milchsäurebakterien
3. Das Lebensmittel enthält isolierte oder verarbeitete Produkte aus GVO, aber nicht den lebenden GVO mehr: Enzyme, Aminosäuren, Vitamine, Zucker, Stärken, Öle, oder inaktivierte GVO: Tomaten-Ketchup, Kartoffelpüree, Fruchtmarmeladen, pasteurisierter Joghurt, Bier, Brot.

In Deutschland hat die Gentechnik im Agrar- und Lebensmittelsektor noch keine große praktische Relevanz. Aber die Entwicklungen sind sowohl im EU-Raum als auch weltweit bereits soweit fortgeschritten, daß in naher Zukunft verstärkt Erzeugnisse aus GVO oder mit lebenden GVO auf den Markt gelangen werden. Die Methoden der Gentechnik sind etabliert und sie werden weltweit eingesetzt. Aufgrund der engen internationalen Handelsverflechtungen und der Etablierung eines gemeinsamen europäischen Marktes wird sich kein EU-Mitgliedsland gentechnisch gewonnenen Rohstoffen, Hilfsstoffen und Lebensmitteln entziehen können. Es stellt sich somit kaum noch die Frage ob wir die Gentechnik anwenden oder nicht anwenden wollen. Für die Agrar- und Lebensmittelwirtschaft stellt sich vielmehr die Frage nach dem verantwortungsvollen Umgang mit dieser neuen Technik, und ob sie langfristig auf den Einsatz der Gentechnik verzichten kann.

Landwirtschaftliche Urproduktion

Nahezu alle Pflanzen werden heute in einer Kombination von Gentechnik und klassischer Züchtung fortentwickelt Neben den Hauptnutzpflanzen wie Mais, Reis, Weizen, Roggen, Sojabohnen, Süßkartoffeln und Kartoffeln wurden gentechnische Modifizierung an mehr als 90 weiteren Pflanzenarten durchgeführt. Die Erzeugung von Toleranzen gegenüber Herbiziden sowie Resistenzen gegen Pilz- und Viruserkrankungen oder Insektenbefall stehen noch im Vordergrund, da diese Eigenschaften meist monogener Natur sind und hierfür Gene bekannt sind bzw. zur Verfügung stehen. Qualitätsmerkmale dagegen werden sehr häufig von mehreren Genen ausgeprägt, jedoch sind gegenwärtig nur wenige solcher Gene bekannt, aber in den nächsten Jahren werden zunehmend Pflanzen mit geänderten Qualitätsmerkmalen auf den Markt gelangen.

Gegenwärtig sind weltweit 48 und in den USA 35 transgene Pflanzen nach eingehender Prüfung zugelassen und ein großer Teil davon steht im gewerbsmäßigen Anbau. In Nordamerika betrug 1997 die Anbaufläche mit transgenen Pflanzen ca. 12 Mill. ha. Die Fläche entspricht der gesamten genutzten Ackerfläche Deutschlands. Für 1998 wird weltweit (ohne China) eine Ausweitung der Anbauflächen von transgenen Pflanzen auf 3040 Mill. ha geschätzt. In Tab. 1 ist die Anzahl der zum Inverkehrbringen zugelassener Pflanzen nach Ländern aufgelistet. Die Anzahl der Freisetzung beträgt weltweit -soweit ermittelbar über 20 000; allein in den USA fanden im Zeitraum von 1987/1998 (Feb) 14000 statt.

Tab. 1: Zulassung von transgenen Pflanzen zum Inverkehrbringen oder zum Inverkehrbringen von Verarbeitungsprodukten
--

34 Pflanzenvarietäten in den USA USDA-APHIS, FDA, EPA
26 Pflanzenvarietäten in Kanada AG Canada, Health Canada
20 Pflanzenvarietäten in Japan MAFF, MHW
9 Pflanzen in der Europäischen Union ¹ EU-Kommission

- 1 Pflanzenvarietät in Argentinien
- 1 Pflanzenvarietät in Australien
- 1 Pflanzenvarietät in Mexiko
- 1 Pflanzenvarietät in Brasilien
- 1 Nur für Bt-Mais von Novartis liegt eine Sortenzulassung vor

Im EU-Raum dürfen weder transgene Pflanzen kommerziell nutzbar angebaut werden noch kann ihr ökologisches und ökonomisches Potential genutzt werden. Allein der Import von Sojabohnen und Mais und Raps ist für Verarbeitungszwecke erlaubt. Alle transgenen Pflanzen und die daraus gewonnenen Erzeugnisse werden umfassend und intensiv einer staatlichen Sicherheitsbewertung unterzogen. Erst wenn die Unbedenklichkeit für Mensch und Umwelt auf wissenschaftlicher Basis festgestellt wurde, dürfen Pflanzen frei angebaut und ihre Erzeugnisse frei in den Verkehr gebracht werden. Bislang wurde noch keine neue Pflanzensorte oder ein Lebensmittel so umfassend untersucht wie die gentechnisch modifizierten. Insbesondere stellen Lebensmittel aus transgenen Pflanzen hinsichtlich Allergien die bestuntersuchteten und sichersten Erzeugnisse dar. Im Gegensatz zu den traditionellen Verfahren ist bei der Gentechnik das neu eingeführte Protein bekannt und sein allergenes Potential überprüft werden. Die gegenwärtig in der EU-befindlichen Erzeugnisse, sei es aus herbizid-toleranten Sojabohnen, Raps oder insekten-toleranten Mais entsprechen den traditionellen Produkten. Sie sind genau so sicher und gesund wie diese; es besteht kein neues oder anderes Gefährdungspotential.

In Zukunft werden immer mehr Änderungen hinsichtlich Qualitätsverbesserungen und der Zusammensetzung von Speichersubstanzen pflanzlicher Produkte sowie Resistenzen gegenüber von Stresssituationen an Bedeutung gewinnen. Mit mehr Erkenntnissen über Genregulation und über nutzbare Gene werden zusätzlich mehr Organismen gentechnisch "gezüchtet" werden, bei denen eigene oder Gene naher Verwandter benutzt und entsprechend der naturbedingten Situation an- bzw. ausgeschaltet werden. Die Effizienz und der zielgerichtete Einbau von Genen wird in Zukunft noch verbessert werden. Es kann angenommen werden, daß innerhalb der nächsten 20-30 Jahren kaum noch neue Nutzpflanzensorten auf den Markt kommen werden, die nicht irgendeiner Weise mit der Gentechnik in Berührung gekommen ist. Transgene Tiere werden voraussichtlich in den nächsten 20 Jahren keine Bedeutung für die Lebensmittelproduktion erlangen.

Lebensmittelverarbeitung

Starterkulturen

Lebende gentechnisch modifizierte Mikroorganismen sind bislang weltweit noch nicht als Starter- oder Schutzkulturen zugelassen worden. Aber die Entwicklungen sind hier bereits sehr weit fortgeschritten und in den nächsten Jahren kann mit dem Einsatz solcher GVO in der Lebensmittelverarbeitung gerechnet werden. In Großbritannien ist jeweils eine GV-Backhefe und eine Brauhefe zugelassen. Lediglich zu Versuchszwecken wird die Brauhefe genützt. Das deutsche Braugewerbe verzichtet auf die Entwicklung und den Einsatz von GV-Brauhefen.

Enzyme

Gentechnisch-modifizierte Mikroorganismen werden in vielfältiger Weise zur umweltschonenden und kostengünstigen Produktion von Enzymen und Zusatzstoffen eingesetzt. Mehr als 35 Enzyme aus GVO finden bereits in den unterschiedlichsten Lebensmittelverarbeitungsbranchen Anwendung. Enzyme stellen als Proteine direkte Genprodukte dar. Daher können alle lebensmitteltechnologisch-relevanten Enzymen recht einfach und kostengünstig aus/mit GVO gewonnen werden. Die aus GVO gewonnenen Enzyme sind Substitute für die bisher aus konventionellen Produktionsorganismen isolierten. Die Enzyme sind aber noch identisch. In Zukunft werden jedoch neue, auf die jeweilige Lebensmittelmatrix und das jeweilige Verfahren gentechnisch optimierte Enzyme eingesetzt werden. Erste Ansätze sind hier für Waschmittelenzyme gemacht worden. Nach Einschätzung von Enzymherstellern sollen noch in diesem Jahrhundert mehr als 80% der Enzyme mit GVO gewonnen werden.

Zusatzstoffe werden in der Lebensmittelverarbeitung als Geschmacksverstärker, Süßstoffe, Aminosäuren, Vitamine, Aromen, Farbstoffe, Konservierungs-, Verdickungsmittel und Emulatoren eingesetzt. Klassische Verfahren sollen durch die Verwendung von GVO effektiver und rentabel gestaltet werden. Da die meisten Zusatzstoffe nicht wie Enzyme direkte Genprodukte sondern Endprodukte komplexer Stoffwechselwege darstellen, ist die Optimierung der Organismen schwieriger als bei der Enzymsynthese. Die fermentative Gewinnung von Zusatzstoffen mit GVO hat gegenwärtig nur bei wenigen Produkten bereits eine wirtschaftliche Bedeutung. Mit Hilfe der Gentechnik ist es z.B. gelungen, die Synthese von Vitamin C ausgehend von Glucose mit einem einzigen Mikroorganismus zu bewerkstelligen. Hierdurch konnten vier chemische Prozeßstufen in der konventionellen Vitamin C Produktion ersetzt werden. Die Synthese von Vanillin und des pflanzlichen proteinogenen Süßstoffs Thaumatin (1000 mal süßer als Zucker) mit GVO sind möglich. Weit fortgeschritten sind gentechnische Modifizierungen von Mikroorganismen zur optimierten Aminosäuresynthese.

Chancen und Nutzen der Gentechnik

Im Gegensatz zum Medizin- und Pharmabereich findet die Gentechnik im Lebensmittelsektor kaum Akzeptanz; mehr als 80% der deutschen Verbraucher lehnen sie ab. Ein Nutzen der Gentechnik ist in unserer Überflußgesellschaft für

Konsumenten kaum erkennbar oder nachvollziehbar, zumal qualitativ hochwertige und preisgünstige Lebensmittel in mehr als ausreichenden Mengen jederzeit verfügbar sind. Qualitativ hochwertige Lebensmittel, eben gesunde und sichere, werden als selbstverständlich und beinahe als naturgegeben angesehen. Die Anstrengungen der Landwirtschaft für die Bereitstellung von hochwertigen Rohstoffen und der Erzeugung von sensorisch-ansprechenden und gesundem Erzeugnissen werden kaum beachtet; gar gewürdigt. Viel zu häufig wird vergessen, daß wissenschaftlicher und technischer Fortschritt die vielfältige Produktion von hochwertigen, sicheren und dabei preisgünstigen Lebensmitteln erst ermöglichte. Die Gentechnik ist innerhalb der Agrarproduktion und der Lebensmittelverarbeitung nur ein Teilaspekt. Die Gentechnik wird häufig nur in Verbindung mit Verfahrensoptimierungen, Rationalisierungen und Gewinnsteigerung gesehen. Zweifellos sind diese Punkte Triebkräfte für den Einsatz gentechnischer Verfahren, aber Produktverbesserungen, Kostenreduzierung und Wettbewerbsfähigkeit sollten in einem immer enger werdenden und weltumspannenden Angebotsmarkt die richtige Beachtung finden. Unmittelbarer Nutzen wird sich für alle aus den Möglichkeiten zur Verbesserung der ernährungsphysiologischen Wertigkeit von Nahrungsmitteln und der Entwicklung neuer verbesserter diätetischer Lebensmittel sowie der Reduzierung gesundheitlicher oder mikrobieller Risiken ergeben. Daneben eröffnet die Verwendung von transgenen Organismen Chancen zur Umweltentlastung in Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion, zur ökonomischeren Nutzung unserer natürlichen Ressourcen sowie zum verbesserten Erhalt von wertgebenden Inhaltsstoffen bei der Verarbeitung von Rohstoffen. In der nachfolgenden Tabelle (Tab. 3) sind Chancen und Nutzen der Gentechnik zusammengefaßt, wobei einige der Aspekte bereits nutzbringend umgesetzt worden sind.

Die Gentechnik unterstützt die klassische Pflanzenzüchtung zur Verbesserung der Produktivität und Ertragssicherung, zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber viralen oder pilzlichen Erkrankungen und zur Toleranz gegenüber Schadinsekten. Neben den reinen agronomischen Merkmalen werden gezielt Inhaltsstoffe verändert, einerseits hinsichtlich ihrer ernährungsphysiologischen Bedeutung und dem vorbeugenden Gesundheitsschutz (Reduktion von Herz-Kreislaufkrankungen, Krebsprävention und Lebensmittelallergien) und andererseits hinsichtlich als nachwachsende Rohstoffe (Fasern, Öl, Stärken) zur Erschließung neuer Einnahmequellen für landwirtschaftliche Betriebe.

Tab. 3: Chancen und Nutzen der Gentechnik im Agrar- und Lebensmittelsektor

Umsetzung ernährungswissenschaftlicher Erkenntnisse

- Änderungen im Fettsäuremuster
- Erhöhung des Ballaststoffgehaltes
- Erhöhung des Gehaltes an natürlichen Antioxidantien und Vitaminen

<LI TYPE="