EU.L.E.N-SPIEGEL

3/2004

Wissenschaftlicher Informationsdienst des Europäischen Institutes für Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften (EU.L.E.) e.V.
Der EU.L.E.n-Spiegel ist **unabhängig** und **werbefrei**.
10. Jahrgang, 30. Juni 2004 – www.das-eule.de

Gene, Glauben, Kannibalen

Von Udo Pollmer

Es ging schon viel zu lange gut mit der Grünen Gentechnik. Keine Umweltkatastrophe, keine greifbaren gesundheitlichen Nebeneffekte – nur Warnungen vor den unabsehbaren Folgen, wenn sich der Mensch an der Schöpfung vergreift. Selbst der viel zitierte Monarchfalter, der im Labor mit Pflanzenschutzmittel produzierendem Genmais vergiftet wurde und so als Beweis für Umweltschäden durch Gentechnik herhalten musste, gibt sich in freier Natur anders als von Umweltschützern beteuert. Dort gedeiht er in Genmaiskfeldern sogar besser als auf gentechnikfreien Flächen, weil ihn niemand dazu zwingt, etwas zu fressen, was ihm nicht bekommt.

Tatsächlich hat sich bislang nur eine Befürchtung der Kritiker bewahrheitet: In Argentinien sorgt der Anbau gentechnisch veränderter Sojabohnen für Probleme, die mit einer Resistenz gegen das Pestizid „Basta“ ausgestattet sind. Weil der Weltmarktpreis für Soja hoch ist und die ersten Soja-Ernten den bettelarmen Farmern ein stattliches Einkommen bescherten, verzichteten sie seither auf die übliche Fruchtfolge und pflanzen nur noch Gensoja an. In der Folge laugt die Monokultur den Boden aus und die reinen Sojafruchtfolgen selektieren Unkräuter, die gegen „Basta“ resistent sind. Deshalb spritzen die Landwirte von Ernte zu Ernte mehr „Basta“, was eine massive Pestizidbelastung zur Folge hat. Doch was führte zu der Misere? Die ruchlose Gentechnik, weil sie die Intensivlandwirtschaft fördert? Der falsche Umgang mit einer sonst nützlichen technischen Errungenschaft? Oder ist es nicht vielmehr die Armut der Landwirte?

Solche Details interessieren in der öffentlichen Diskussion kaum. Wir betreiben lieber eine künstliche Streitkultur, bei der die Medien mit den immer gleichen Schlagworten und Bildern die Wirklichkeit in den Köpfen bestimmen. Egal ob es um die Risiken der Gentechnik geht, um ihre Kennzeichnung oder um den Schutz des Verbrauchers: Die Medien brauchen Schaukämpfe mit eindeutig verteilten Rollen, mit Schurken und Helden. Und schon stehen gute Öko-Feen bösen Pommes-Produzenten gegenüber, die ihre Produkte heimlich in Gensojaöl fritieren. Längst bestimmt das Ergebnis die Fakten und nicht umgekehrt. Aufschlussreiche Informationen, die weder Befürworter noch Kritiker stützen, erfährt ohnehin niemand mehr. Dabei liegt die Wahrheit, so zeigen es die Beispiele Mutationszüchtung und Gene-Pharming in dieser Ausgabe, nicht in der Mitte, sondern oft ganz woanders. Unkritisch und ohne ihre Absichten zu kennen, sollte man deshalb keiner der beiden Seiten Glauben schenken.

Schwerpunkt	
Grüne Gentechnik	
Gentechnik-Kennzeichnung:	
Zur Interpretation freigegeben	3
Gentechnik auf dem Prüfstand	5
Mutationszüchtung: strahlende Alternative	9
Gene-Pharming: billig, effektiv und riskant	11
Adipositas	
Offener Brief an die Ernährungswirtschaft	13
Abspecken auf Kosten der Gesundheit	15
Wegen Übergewicht gefeuert	16
Margarineherstellung	
Und sie bewegt sich doch!	17
Facts und Artefacts	19
In aller Kürze	24
Die besondere Erkenntnis	24
Impressum	2

Rational, irrational, ganz egal

Von der Unaufrichtigkeit der Interessengruppen zeugt auch die neue Gentechnik-Kennzeichnungsverordnung. Sie hätte Verbraucherschützern wie Lebensmittelhändlern eine gute Gelegenheit geboten, endlich darauf hinzuweisen, dass der Deutsche seit vielen Jahren und mit fast jeder Mahlzeit der Gentechnik seine Referenz erweist. Existiert doch kaum ein verarbeitetes Lebensmittel, das nicht mit ihr in Berührung gekommen ist. Dank des neuen Deklarationsrechts aus dem Hause Künast wird der Verbraucher jedoch wieder nichts davon erfahren. Die Diskussion um Genlebensmittel verkommt zur Farce und die Wahlfreiheit des Bürgers entpuppt sich als Propaganda.

Währenddessen spielt die Lebensmittelwirtschaft auf Zeit und hofft, dass sich der Kunde an die Gentechnik im Lebensmittel gewöhnen wird. Doch niemand sollte genötigt werden, etwas zu essen, das er nicht mag. Ob die Ablehnung rational ist oder nicht, tut nichts zur Sache. Welcher Gentechnikexperte isst schon gerne Maden, auch wenn dies von vielen Völkern mit großem Genuss und ohne gesundheitlichen Schaden praktiziert wird? Wenn also ein Produzent die Gentechnik kulinarisch nutzen möchte, muss er seine Kunden schon vorher dafür gewinnen. Wenn er dies versäumt, ist er ein Gefangener seiner Unaufrichtigkeit. Die Hoffnung, der Verbraucher stumpfe eines Tages ab oder würde die Vorteile der neuen Technologie noch einsehen, ist trügerisch: Auch Kinder, die keinen Spinat mögen, erkennen nicht eines Tages plötzlich den Nutzen der grünen Pampe.

Erwachsene reagieren letztlich genauso. Hand auf's Herz: Wie groß ist Ihr Appetit auf eine Banane mit einem zusätzlichen Gen vom Menschen? Hat das nicht einen Beigeschmack von wissenschaftlich verbrämten Kannibalismus? Die Wirklichkeit kann grausam sein, aber manchmal anders als gedacht: Denn ein Drittel der menschlichen Gene ist mit denen einer handelsüblichen Banane identisch. Da mag es sogar beruhigen, dass neunzehn Zwanzigstel unserer Gene denen einer Ratte entsprechen. Vielleicht ändern solche Einsichten nicht nur unsere Vorstellung vom Erbgut, sondern auch unser überhöhtes Menschenbild.

IMPRESSUM

Herausgeber: Europäisches Institut für Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften (EU.L.E.) e.V.
Treffauerstr. 30, D-81373 München
Internet: <http://www.das-eule.de>
Vorstand und V.i.S.d.P.: Josef Dobler, München

Wissenschaftlicher Beirat:
Prof. Dr. Herman Adlercreutz, Helsinki
Prof. Dr. Michael Böttger, Hamburg
Dr. Hans F. Hübner, MD, Berlin
Prof. Dr. Heinrich P. Koch, Wien
Prof. Dr. Egon P. Köster, Dijon
Prof. Dr. Karl Pirlet, Garmisch-Partenkirchen

Spenden: EU.L.E. e.V. ist als gemeinnützig und besonders förderungswürdig anerkannt.
Spenden sind steuerabzugsfähig.
Konto 111 128 906, BLZ 701 500 00,
Stadtsparkasse München

Abdrucke: Der Abdruck einzelner Beiträge ist erwünscht, jedoch nur mit Genehmigung durch das EU.L.E. und bei entsprechender Quellenangabe gestattet. Erbeten werden zwei Belegexemplare. Der EU.L.E.n-Spiegel oder Teile daraus dürfen nicht zu Werbezwecken eingesetzt werden.

IMPRESSUM

Kontakt: Schloßberg 2, 69117 Heidelberg
Fon: ++49/(0)6221/40810-0, Fax: -1
E-Mail: frank@health.de

Redaktion: Dipl. oec. troph. Tamás Nagy (Chefredaktion)
E-Mail: nagy.t@gmx.de
Dr. med. Gunter Frank
Dipl. agr. biol. Anna Lam
Dipl. oec. troph. Jutta Muth
Dipl. oec. troph. Brigitte Neumann
Lebensmittelchemiker Udo Pollmer
Dr. med. Dipl. Ing. Peter Porz (Internist)
Dipl.-Biol. Susanne Warmuth

Bezug: Bezug des EU.L.E.n-Spiegels durch Fördermitgliedschaft oder Abonnement möglich. Studenten, Azubis und Arbeitslose erhalten Ermäßigung gegen Nachweis. Die Fördermitgliedschaft kostet 92.- Euro für Privatpersonen und 499.- Euro für Firmen. Nähere Info: Jutta Muth, Heinrich-Hesse-Straße 9, 35108 Rennertehausen, Fon ++49/(0)6452/7624, E-Mail: j.u.m.muth@gmx.de

Gentechnik-Kennzeichnung: Zur Interpretation freigegeben

Von Tamás Nagy

Darauf haben Verbraucherschützer lange gewartet: Pünktlich zum 18. April wurde in Europa eine verbindliche Kennzeichnung von gentechnisch hergestellten Lebensmitteln fällig. Als besonderes Zugeständnis an den verängstigten Konsumenten orientiert sich die neue Kennzeichnung nicht mehr wie bisher am Nachweisprinzip, sondern am Herstellungsprozess. Selbst wenn im Endprodukt keine fremde Erbsubstanz mehr nachgewiesen werden kann, soll beim Kauf erkennbar sein, ob Zutaten wie Lecithin ursprünglich aus gentechnisch veränderter Soja stammen. Dazu müssen Erzeuger, Verarbeiter und Handel ein warenbegleitendes Dokumentationssystem aufbauen, über das sich zurückverfolgen lässt, ob Zutaten aus GVOs (gentechnisch veränderte Organismen) hergestellt wurden. Die neuen Vorschriften versprechen also umfassende Transparenz und beruhigende Wahlfreiheit beim Shopping. Und so ganz nebenbei suggeriert die Politik dem Verbraucher, dass nicht gekennzeichnete Lebensmittel auch nicht mit Gentechnik in Berührung gekommen sind.

Gewaltige Ausnahmen

Wer nun glaubt, das neue Kennzeichnungssystem würde tatsächlich die Unterscheidung von Produkten mit und ohne Gentechnik ermöglichen, irrt sich gewaltig. Zu den Widersprüchen gehört zunächst die Tatsache, dass der weltweit mengenmäßig wichtigste Verwendungszweck von gentechnischen Produkten kennzeichnungsfrei bleibt: Sowohl Fleisch als auch Milch, Käse oder Eier können weiterhin unter Verfütterung von gentechnisch verändertem Mais, Soja oder Raps erzeugt werden, ohne dass der Konsument davon erfährt.

Dass auch die meisten Zusatzstoffe von der Deklarationspflicht ausgenommen sind, geht auf einen bewährten juristischen Kunstgriff des Gesetzgebers zurück. Bei der Definition von „Zutaten“ verweist die neue Kennzeichnungsverordnung (Artikel 2, Nummer 13) auf die Etikettierungsrichtlinie (2000/13/EG, Artikel 6, Absatz 4). Dort ist all das aufgeführt, was laut Gesetz nicht als Zutat gilt und daher nicht gekennzeichnet wird: z. B. alle Zusatzstoffe, die im Enderzeugnis zwar noch vorhanden sind, aber keine „tech-

nologische Wirkung“ entfalten. Dazu zählen nicht nur Lösungsmittel, Trägerstoffe für Aromen oder Formtrennmittel, sondern auch alle Zusätze, die die maschinelle Verarbeitung erleichtern sollen wie Schaumverhüter, Enzyme oder Emulgatoren – genau genommen also die meisten Zusätze aus dem Reich der Zusatzstoffe.

Damit bleibt das Prinzip der deutschen Lebensmittelkennzeichnungsverordnung (LMKV, § 5, Abs. 2, Zif. 2) gewahrt, die ebenfalls vorsieht, dass diese so genannten „Nicht-Zutaten“ nicht deklariert werden müssen. In der Tat hätte es fatale Folgen, wenn Nicht-Zutaten plötzlich wegen des Einsatzes von Gentechnik zu kennzeichnen wären: Dann müsste auf der Zutatenliste vieler Produkte eine zweite Liste auftauchen, die all jene Stoffe benennt, die zwar nicht zu deklarieren sind, aber aus GVOs stammen. Folglich würden selbst die naivsten Verbraucherschützer bemerken, dass unsere Lebensmitteldeklaration schon immer eine Farce war.

Rechtsfreie Räume

Doch es kommt noch besser: Auch für den Fall, dass ein Zusatzstoff rechtlich als Zutat gilt, hat der Gesetzgeber ein Hintertürchen offengelassen. Wurde dieser „mit Hilfe von“ GVOs hergestellt, muss er ebenfalls nicht gekennzeichnet werden. Nur wenn ein deklarationspflichtiger Stoff „aus“ GVOs stammt, ist dies kenntlich zu machen. Was das für die Kennzeichnungspraxis bedeutet, zeigt sich beispielsweise am Vitamin C. Als Rohstoff für die Ascorbinsäure kann nämlich gentechnisch veränderter Mais herhalten. Mittels gentechnisch veränderter Enzympräparate wird aus seiner Stärke zunächst Glucose gewonnen. Diese wiederum lässt sich mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen in Vitamin C umwandeln. Ohne Gentechnik hergestellte Ascorbinsäure ist auf dem Markt nicht erhältlich.

Während der Einsatz von Enzymen und Mikroorganismen unter die Verordnungsfloskel „mit Hilfe von“ GVOs fällt und damit ignoriert werden kann, liegt bei der verwendeten Maisstärke zunächst der Verdacht nahe, die Ascorbinsäure sei „aus“ einem GVO hergestellt und damit zu kennzeichnen. Doch Juristen kön-

nen ziemlich spitzfindig sein: Weil auch die Milch von Kühen nicht zu deklarieren ist, selbst wenn diese GVO-Mais bekommen, können Produkte von Mikroorganismen ebenfalls kennzeichnungsfrei bleiben, wenn diese mit GVO-Maisstärke „gefüttert“ werden. Demnach sind aus Sicht der Fachjuristen Stärke und Schweinefutter gleichwertig.

Außerdem, so eine weitere Auslegung, seien nur GVO-Derivate der ersten Verarbeitungsstufe zu kennzeichnen – z. B. Roh-Lecithin aus gentechnisch veränderter Soja –, nicht aber Derivate der zweiten Verarbeitungsstufe, wie etwa die Ascorbinsäure aus der Stärke gentechnisch veränderten Maises. Das Interpretationsmodell der so genannten stofflichen Äquivalenz sieht den Sachverhalt ähnlich: Danach fallen alle Verbindungen, die durch enzymatische, chemische oder fermentative Prozesse aus einem GVO-Stoff neu synthetisiert werden und sich daher von der ursprünglichen Substanz unterscheiden, nicht mehr unter den Anwendungsbereich der Verordnung. Das bedeutet, dass ein kennzeichnungspflichtiger Rohstoff wie Maisstärke kurioserweise gerade durch den Einsatz gentechnisch veränderter Organismen von der Deklaration freigestellt wird. Dies erlaubt eigentlich nur eine Schlussfolgerung: Je mehr Gentechnik zur Herstellung eines Zusatzstoffes erforderlich war, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Deklaration entfallen kann.

Verstoß gegen geltendes Recht?

Was für Vitamine gilt, trifft auch für viele andere Zusätze zu. So sind Farbstoffe (z. B. Vitamin B₂, b-Carotin), alle Enzyme, einige Verdickungsmittel (z. B. Xanthan), alle Aminosäuren (z. B. Glutamat), eine Handvoll natürlicher Aromen, Süßstoffe (z. B. Aspartam) und Säuren (z. B. Zitronensäure) ebenfalls nicht kennzeichnungspflichtig, obwohl Gentechnik bei ihrer Herstellung eine wichtige Rolle spielt. Die verunsicherte Lebensmittelwirtschaft vermutet angesichts dieses Interpretationsspielraums, dass der Gesetzgeber teilweise selbst nicht so genau wusste, was er vorschreiben wollte – und die Entscheidung über eine Deklaration lieber den „Kräften des Marktes“ überlässt. Da die Kennzeichnungsregelung bei Verstößen jedoch strafrechtliche Sanktionen androht, verletzt sie nach Ansicht von Amin Werner, Geschäftsführer und Anwalt des Backmittelverbandes, sowohl das Grundgesetz als auch die Europäische Menschenrechtskonvention. „Es kann aber nur jemand strafrechtlich schuldhaft handeln, wenn er die vorgegebenen Rechtspflichten erkennen bzw. verstehen und damit einhalten konnte“, so Werner.

Gentechnik in Bioware

Und wie sieht es bei den Bioprodukten aus? Nicht unbedingt besser. Obwohl die Öko-Kennzeichnungsverordnung in Sachen Gentechnik etwas rigider ist, betreibt sie ebenfalls ein ausgefeiltes Verwirrspiel: Sie verbietet zwar Enzyme, die mit Hilfe von gentechnisch veränderten Bakterien hergestellt wurden, erlaubt aber die Verwendung von gentechnisch hergestellten Nährstoffen wie z. B. Aminosäuren zur Enzymproduktion. Da am fertigen Produkt aber sowieso nicht mehr nachprüfbar ist, ob gentechnisch veränderte Organismen zur Produktion verwendet wurden und der Ökoszene geeignete Möglichkeiten fehlen, die Enzymproduktion zu kontrollieren, bleibt ihr nichts anderes übrig, als eine schriftliche Bestätigung des Lieferanten zu fordern, dass – entgegen aller Gepflogenheiten – keine Gentechnik zur Anwendung kam (vgl. *EU.L.E.n-Spiegel 2003/H.3/S.17-18*). Und Papier ist geduldig ...

Es gibt sogar begründete Zweifel, dass sich Bioprodukte dort, wo Gentechnik analytisch nachprüfbar ist, wesentlich von gewöhnlicher Ware unterscheiden. Während konventionelle Erzeugnisse bis zu 0,9 Prozent „technisch unvermeidbare, zufällige und unbeabsichtigte“ GVO-Beimischungen enthalten können, ohne dass eine Deklaration erforderlich wäre, brüstet sich „bio“ mit einem Grenzwert von 0,1 Prozent. Biotechnologen der Universität von Glamorgan in Großbritannien haben unlängst 25 zufällig ausgewählte Sojaprodukte aus Reformhäusern bzw. grünen Supermärkten überprüft. Sie fanden in fast jeder zweiten Probe genverändertes Soja, teilweise bis zu 0,7 Prozent. Vor diesem Hintergrund ist es nur verständlich, wenn selbst Bioproduzenten davor zurückschrecken, ihre Produkte mit dem Attribut „ohne Gentechnik“ auszuloben.

Getäuschte Verbraucher

So viele Mängel das neue Kennzeichnungsprinzip auch hat: Der Verbraucher wird für die wenig hilfreichen Informationen bezahlen müssen. Fachleute gehen davon aus, dass die notwendigen Maßnahmen in den Betrieben mit bis zu drei Prozent des Jahresumsatzes zu Buche schlagen werden. Wenn sie die Verarbeitung von kennzeichnungspflichtigen Rohstoffen und Zutaten verhindern wollen, müssen Lebensmittelhersteller einen enormen Aufwand betreiben: Neben erhöhtem Personalaufwand und teureren Rohstoffen sind kostenintensive Analysen nötig sowie umständliche Maßnahmen (z. B. Extra-Silos, Extra-Reinigungen), um die Vermischung von GVO-freien mit GVO-haltigen Rohstoffen zu vermeiden.

Die Mehrkosten werden an den Verbraucher weitergegeben, der für eine Kennzeichnung bezahlt, die ihm systematisch die wahren Tatbestände verschleiert und offenbar verhindern soll, dass er merkt, dass in praktisch jedem verarbeiteten Lebensmittel Gentechnik steckt. Welche Ausmaße der Einsatz von Gentechnik im einzelnen Produkt annehmen kann, zeigt sich beispielsweise am Käse. Ob er nun aus der Milch von Kühen stammt, die mit Gensoja gefüttert wurden, oder bei seiner Herstellung Gentechnik in Form von Enzymen (z. B. Chymosin), Farbstoffen (z. B. Vitamin B₂, β-Carotin) oder Konservierungsstoffen (z. B. Natamycin, Nisin, Lysozym) zum Einsatz kam: Der Konsument findet dazu keinerlei Hinweise auf dem Etikett. Seine Wahlfreiheit besteht folglich nur darin, gezielt Produkte solcher Hersteller zu wählen, die sich wahrheitsgemäß zur Gentechnik bekennen.

Verzweifelte Ökoszene

Dank fleißiger Verbraucherschützer soll ihm jetzt sogar diese Möglichkeit genommen werden. Seit Mitte April sind so genannte „Gendetektive“ von Greenpeace in Supermärkten unterwegs, um jene Packungen aufzuspüren, die ordnungsgemäß auf gentechnische Zutaten hinweisen. Über öffentlichen Druck will Greenpeace die Hersteller dazu zwingen, auf Gentechnik zu verzichten. Angesichts der juristischen Spiegelfechtereien bei der Deklaration sollte nichts leichter sein als das: Der Hinweis auf die Gentechnik verschwindet vom Etikett und die Zutaten bleiben exakt die gleichen wie zuvor. Begreift die Umweltszene tatsächlich nicht, dass

sie damit nur den Trend zur Verschleierung fördert und dem Verbraucher keinen Gefallen tut?

Auch die Kampagne von Foodwatch gegen McDonalds verfehlt ihr Ziel. Mit dem Slogan „Nur Futter ohne Gentechnik ergibt Burger ohne Gentechnik“ wollen die Verbraucherwächter das Fast-Food-Unternehmen dazu drängen, künftig nur noch Fleisch von solchen Lieferanten zu beziehen, die ihre Tiere mit garantiert gentechnikfreiem Futter versorgen. Bloß: Wieso fällt ihnen das erst jetzt ein? Seit vielen Jahren erhält unser Nutzvieh – egal ob bio oder konventionell – Vitamine, Aminosäuren und Medikamente aus gentechnischer Produktion. Und daran soll und wird auch die Kampagne nichts mehr ändern. Die verzweifelten Aktionen der Verbraucherschützer legen die Vermutung nahe, dass sie nach Feindbildern zum Nachweis der eigenen Existenzberechtigung suchen. Welchen Schutz kann der Verbraucher von Organisationen erwarten, die sich sein Vertrauen mit wenig sachdienlichen Informationen erschleichen und nicht einmal davor zurückschrecken, gerade die mehr als fragwürdige Kennzeichnungsverordnung als großen Erfolg zu feiern?

Literatur

Partridge M, Murphy DJ: Detection of genetically modified soya in a range of organic and health food products. British Food Journal 2004/106/S.166-180

Pressegespräch zu den neuen EU-Gentechnik-Kennzeichnungsvorschriften unter www.backmittelverband.de, Stand: 1.4.2004

Transgen kompakt: Gentechnisch veränderte Lebensmittel: Kennzeichnung. Unter www.transgen.de, Stand 1.4.2004

Werner A et al: Die Neue Gentechnik-Kennzeichnung und -Rückverfolgbarkeit. Sind diese Regelungen in der Praxis anwendbar? Lebensmittel & Recht 2004/H.1/S.1-13

Gentechnik auf dem Prüfstand

Von Tamás Nagy

Im Vorbehalt gegenüber der Grünen Gentechnik halten die Europäer derzeit einen Weltrekord. Zwar hat die EU-Kommission das fünfjährige Moratorium für gentechnisch veränderte Lebensmittel zwar aufgehoben, indem sie jüngst den Verkauf von Bt-Mais zuließ. Der Antragsteller jedoch, das Schweizer Unternehmen Syngenta, erklärte prompt, den Mais vorerst nicht in Europa anbieten zu wollen. Aufgrund der „aktuellen Lage“ – also der Ablehnung durch den Konsumenten – könne die Lebensmittelindustrie das Produkt nicht vermarkten.

Es sind vor allem Sicherheitsbedenken und ethische Einwände, die sich bei vielen Europäern einstellen, sobald sie an gentechnisch veränderte Lebensmittel denken. Schließlich erscheint es befremdlich, wenn plötzlich Bakteriengene in einer Pflanze aktiv

sein sollen, deren genießbare Teile verzehrt werden. Spätestens seit der BSE-Krise beschleicht auch den letzten gutgläubigen Verbraucher das Gefühl, dass Lebensmittel gefährlich sein können. Liegt es da nicht nahe, sich mit „natürlichen“ Bioprodukten von der Angst vor „künstlichen“ Laborerzeugnissen freizukaufen? Denn, und davon ist der verunsicherte Konsument überzeugt, was von Menschenhand zusammengewürfelt wurde, wäre natürlicherweise nie aufeinander getroffen. Deshalb sind die Folgen unvorhersehbar und daher unkontrollierbar. Wem sich diese Logik nicht von selbst erschließt, dem helfen Verbraucher- und Umweltschutzverbände auf die Sprünge.

Die düsteren Szenarien aus der Naturschutzecke versuchen Befürworter der Gentechnik mit Hochglanzbroschüren zu konterkarieren. Sie versprechen eine

heile Welt voller satter, fröhlicher und gesunder Kinder in der Dritten Welt – dank ertragreicher Genpflanzen oder einer „Schluck“-Impfung durch Obst mit eingebauten Impfstoffen. Doch gegen Verunsicherung und Angst sind Broschüren wirkungslos, selbst dann, wenn ihr Inhalt der Wahrheit entsprechen würde. Was fehlt, ist das Vertrauen in eine ganze Berufsgruppe: In die Wissenschaftler, die in dem Ruf stehen, vor nichts mehr zurückschrecken, nur um Aktienkurse hochzutreiben und Forschungsgelder einzustreichen. Durch Werbung lässt sich Vertrauen nicht herstellen.

Verdrängte Züchtungsmethoden

Was aber, wenn die „natürlichen“ Artgrenzen bereits vor der Gentechnik überschritten wurden? Was, wenn schon seit Jahrzehnten unbekümmert „fremde Gene“ freigesetzt werden, die nicht mehr rückholbar sind? Schließlich verzeichnet die moderne Pflanzenzüchtung nicht erst seit dem Einzug der Molekularbiologie enorme Leistungssprünge. Da gibt es beispielsweise die Hybridzüchtung, die durch Kreuzung von Weizen und

Roggen eine besonders robuste Getreideart hervorgebracht hat: Triticale, der sich als Körnerfutter in der Schweine- bzw. Geflügelmast durchsetzt und auch im ökologischen Landbau – hier gemeinhin als „Bio-Triticale“ bekannt – geschätzt wird. Bei der Hybridisierung werden künstlich erzeugte Klone bzw. Inzuchtlinien mit dem Ziel gekreuzt, gewünschte Merkmale wie Ertrag oder Resistenz zu kombinieren. Die entstehenden Pflanzen weisen einen zwei- oder mehrfachen Chromosomensatz auf. Mais, Spinat oder Tomaten sind inzwischen fast nur noch als Hybridsaatgut erhältlich.

Auch die Protoplastenfusion – sie vereinigt wahlweise halbe Chromosomensätze oder komplette Genome – hat sich schon lange als Züchtungsmethode bewährt. Hier erzwingt ein Elektroschock das Verschmelzen von Pflanzenzellen, deren Zellwand entfernt wurde. Von Bedeutung ist die Methode insbesondere in der Kartoffelzucht, da sie die Resistenz der Feldfrüchte gegenüber Viren und Pilzen verbessert. Allein an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, wo die Protoplastenfusion mittlerweile als Routineverfahren zum Einsatz kommt, werden seit Beginn der 90er Jahre jährlich rund 400 aus Fusionen entstandene Kartoffelvarietäten im Feldanbau geprüft.

Bio vor der Zerreißprobe

Die fließenden Grenzen zwischen Techniken wie Hybridzüchtung, Protoplastenfusion, Mutationszüchtung und Gentechnik machen dem Biolandbau zu schwer schaffen. Da man einerseits von der Angst vor der Gentechnik lebt, andererseits aber seit jeher auf konventionelles Hybridsaatgut zurückgreift, wächst der Druck, eine klare Regelung zu finden. Bis heute gilt eine konventionell gezüchtete Sorte bereits dann als ökologisch, wenn sie im Biobetrieb vermehrt wurde – was aber rein gar nichts darüber aussagt, mit welchen Methoden sie gezüchtet wurde. Zwar möchte ein Teil der Bioszene mittlerweile das Ruder herumreißen und künftig Ökosaatgut garantieren, das ohne moderne Pflanzenzüchtung zustande kam – also so wie es die Kundschaft erwartet und wie es ihr auch suggeriert wird. Dazu müsste man jedoch auf alte Landsorten zurückgreifen, die weniger Ertrag bringen und aufgrund ihrer Anfälligkeit gegenüber eingeschleppten, d.h. neuen Schädlingen und Krankheiten auch einen höheren Pflanzenschutzmitteleinsatz erfordern. Außerdem wäre die Züchtung im Biobereich plötzlich um Jahrzehnte zurückgeworfen. Folglich ist davon auszugehen, dass auch die Biobauern weiterhin Hybridsorten anbauen, welche zudem künstliche Gene enthalten, die in Atomkraftwerken erzeugt wurden.

Mit Hilfe der Atomindustrie

Bei aller lautstarken Kritik an der Grünen Gentechnik wird nicht zuletzt eine nach wie vor betriebene Züchtungsmethode besonders gerne „vergessen“. Sie ist direkt von der Atomindustrie abhängig und hat der Menschheit in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte beschert: die Mutationszüchtung. 1964 haben sich die Internationale Atomenergiebehörde (IAEA) und die Welternährungsorganisation (FAO) zusammengeschlossen, um die Sektion „Nukleartechnik in Ernährung und Landwirtschaft“ zu gründen, die von mehr als 600 Instituten und Laboratorien rund um den Globus in die Tat umgesetzt wird. Die Früchte dieser stolzen Allianz essen wir heute Tag für Tag – und das ganz ohne Bedenken. Um Kulturpflanzen zu neuen vorteilhaften Eigenschaften wie Krankheitsresistenz oder Mehrertrag zu verhelfen, bestrahlt man einfach ihr Saatgut mit einer satten Dosis Radioaktivität. Das hat eine Schädigung des Erbgutes zur Folge und birgt die Aussicht, unter den zahlreichen veränderten Pflanzen (Mutanten) auf ein paar zu stoßen, die eine nützliche Eigenschaft aufweisen (vgl. „Mutationszüchtung: strahlende Alternative“ auf Seite 9). Munter bestrahlt wurde und wird die gesamte Palette unserer wichtigsten pflanzlichen Nahrungslieferanten: nahezu sämtliche Getreidearten, Obst, Gemüse und Hülsenfrüchte.

Gleiches Gefahrenpotenzial

Warum schweigen Gentechnikgegner zu solchen bedeutsamen Kapiteln der modernen Pflanzenzüchtung? Warum bescheinigen sie einzig und allein der Gentechnik Risiken, während sie die anderer Züchtungstechniken schlichtweg ignorieren? Der Grund dafür ist denkbar einfach: Die Kritiker würden ihre Glaubwürdigkeit als „Umweltgewissen der Nation“ verlieren, denn keines ihrer Argumente wäre länger haltbar – egal, ob es um das Überschreiten von Artengrenzen, die mögliche Auskreuzung von neuen Genen auf andere Pflanzen oder die unmögliche Rückholbarkeit von „freigesetzten Genen“ geht. Schließlich gelten die vermeintlichen Risiken der Gentechnik für die Mutationszüchtung genauso – bloß hat diese durchaus diskussionswürdige Anwendung der Atomtechnik bislang keinen Umweltschützer gekümmert. Weder wurden Umweltverträglichkeitsprüfungen noch toxikologische Tests oder eine Kennzeichnung für Produkte gefordert, die künstliche Gene aus der Mutationszüchtung enthalten. Auch ist der Einsatz der Methode keiner Melde- oder Bewilligungspflicht unterstellt. Die Erzeugnisse werden bis heute direkt am ahnungslosen Verbraucher getestet.

Trotz aller Genpfuscherei in der Vergangenheit ist der Super-GAU für Mensch und Umwelt ausgeblieben – und das obwohl die früheren Methoden stärker dem Zufallsprinzip folgten als die gegenwärtigen. Im Laufe der Jahre wurden die Werkzeuge, um das Genom bzw. die Eigenschaften von Pflanzen zu verändern, immer effektiver und ausgefeilter. Sie entwickelten sich von der klassischen Kreuzungszüchtung über die Mutationszüchtung bis hin zur Gentechnologie. Während der Mutationszüchter das Pflanzengenom noch blind mit radioaktiver Strahlung beschießt und auf den seltenen Zufall einer sinnvollen Mutation hofft, geht der Gentechniker wesentlich gezielter vor. Natürlich treten bei der Gentechnik genau wie bei jeder anderen Züchtungsmethode ungewollte und unvorhersehbare Nebeneffekte auf (vgl. „Verwirrende DNA-Umtriebe“ auf Seite 8). Zumindest aber ist es mit ihrer Hilfe gelungen, die wesentlich größeren unliebsamen Effekte der Mutationszüchtung auszuschließen, bei der anstelle von einzelnen Genen komplette Genome umgekremelt werden.

Verkehrte Welt

Die Nahrungsmittelproduktion war und ist wie alles menschliche Tun mit Risiken verbunden. Da macht die Pflanzenzüchtung keine Ausnahme – gerade weil es

ihre Aufgabe ist, Experimente mit ungewissem Ausgang durchzuführen, die züchterischen Fortschritt ermöglichen sollen. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als das befürchtete Risiko gegen den erhofften Nutzen abzuwägen. Dazu jedoch bedarf es eines begleitenden Experiments. Vor diesem Hintergrund ist es unverantwortlich, wenn Umweltschützer einerseits Risikoforschung fordern und andererseits mutwillig Feldexperimente zerstören, die dem Risikotest gentechnisch veränderter Pflanzen dienen. Damit treten sie ihre eigene Forderung nach der Sicherheit von Gentechnik im wahrsten Sinne des Wortes „mit den Füßen“.

Während NGOs die Gentechnik pauschal als Teufelswerk brandmarken, versäumen sie es, sich auf jene Anwendungen zu konzentrieren, von denen erkennbar eine Gefahr ausgeht. So wird etwa das Gene-Pharming, also die Herstellung von Medikamenten, Impfstoffen oder Chemikalien durch transgene Pflanzen, kurioserweise fast nur von Befürwortern der Gentechnik beanstandet. Da man für diese Zwecke insbesondere Mais, Tomaten und andere essbare Kulturpflanzen manipuliert, steht zu befürchten, dass diese auf ihre Nachbarn auskreuzen und die Nahrungskette mit biologisch aktiven Stoffen anreichern: mit Toxinen, Hormonen oder Medikamenten. Dieser Effekt ist auch durch verschärfte gesetzliche Sicherheitsabstände beim Anbau „pharmazeutischer“ Mais- oder Kartoffelfelder nicht zu verhindern (vgl. „Gene-Pharming: billig, effektiv und riskant“ auf Seite 11).

Literatur

- Bauer D, Henatsch C: *Biologisch-dynamische Gemüsezüchtung – eine Standortbestimmung zur gegenwärtigen Diskussion um Züchtungstechniken. Lebendige Erde extra 2000/6/S.52-55*
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft unter www.lfl.bayern.de
- Cohen P: *Tougher laws on US pharm crops „not enough“*. *New Scientist* 22.3.2003/S.15
- IAEA/FAO-Sektion „Nukleartechnik in Ernährung und Landwirtschaft“ unter www.iaea.org/programmes/nafa/dx/index.html, Stand Juni 2004
- Lammerts van Bueren ET et al: *Sustainable organic plant breeding. Diskussionspapier G18 des Louis Bolk Instituts (Hrsg) unter www.anth.org/ifgene/breed1.htm*, Stand Juni 2004
- Novak FJ, Brunner H: *Plant breeding: Induced mutation technology for crop improvement. IAEA Bulletin 1992/34/S.25-33*
- Union of Concerned Scientists (Ed): *Pharm and industrial crops – the next wave of agricultural biotechnology. Unter www.ucsusa.org*, Stand Juni 2004
- Van Harten AM: *Mutation breeding. Cambridge University Press, Cambridge 1998*

Verwirrende DNA-Umtriebe

Nachdem der Zufall die entscheidende Triebkraft der Evolution ist, lässt er sich auch bei der Züchtung nicht ausschließen. Immer dann, wenn sich Lebewesen fortpflanzen, wird das Erbgut neu gemischt und bringt Individuen hervor, die es so noch nicht gegeben hat und nie wieder geben wird. Ob der Mensch nun in diesen Prozess eingreift oder ihm auf die Sprünge hilft: das Ergebnis ist und bleibt kaum vorhersagbar. Diese Unsicherheit begleitet die Züchtung seit eh und je, ganz unabhängig von der Art der angewandten Methode. Bei der klassischen Kreuzung tritt sie genauso auf wie bei der künstlichen Mutation oder der Gentechnik.

Während die Mutationszüchter schon seit Jahrzehnten zufällige Effekte an der DNA nutzen und gut mit ihnen vertraut sind, wollen die Gentechniker angeblich das Tor für Eingriffe ohne Nebeneffekte aufgestoßen haben. So wirbt das Unternehmen Syngenta damit, dass die Gentechnik ein „gezieltes Vorgehen und Abschätzen von Folgen“ ermöglichen würde. Darstellungen dieser Art sind nicht nur deshalb ungläubwürdig, weil die Folgen von Züchtung stets unberechenbar bleiben, sondern auch, weil gezielte Eingriffe voraussetzen, dass man genau weiß, wie das jeweilige Genom funktioniert und reagiert. Dass dies aber nicht annähernd der Fall ist, zeigen die bislang ungelösten Probleme, die der Einbau von mehreren Genen (multipler Gentransfer) mit sich bringt.

Kleiner Eingriff, großer Effekt

Wo aber funkt der Zufall beim Einschleusen fremder Gene dazwischen? Zum einen lässt sich nicht genau bestimmen, wo und in welcher Anzahl die neuen Basenpaare in der Pflanzen-DNA eingebaut werden. Dadurch bleibt die Menge an gebildetem Fremdprotein stark variabel (Positionseffekt). Eine weitere Unsicherheit besteht darin, dass ein und dasselbe Gen häufig für die Ausbildung mehrerer unterschiedlicher Eigenschaften verantwortlich ist (pleiotroper Effekt). Zudem setzt der Eingriff ins Erbgut zelleigene Mechanismen in Gang, wobei einzelne Gene in der Nähe der „Nahtstellen“ plötzlich ihre Positionen wechseln. Wird der Gencode solcher Verbindungsstellen abgelesen und in Proteine umgesetzt, entstehen so genannte „Fusionsproteine“, die meist jedoch keine biologische Bedeutung haben. Gegenwärtig arbeitet man an immer besseren Nachweisverfahren, um solche Veränderungen vorzeitig zu lokalisieren und untersuchen zu können – ausschließen aber lassen sie sich nicht.

Pfusch an Gensoja

Im Jahre 2001 erregte eine Studie belgischer Wissenschaftler Aufsehen, die im Erbgut von genveränderten Sojapflanzen unbekannte DNA-Abschnitte nachwies. Prompt rechtfertigte sich der Hersteller Monsanto damit, dass die veränderten Genabschnitte bereits bei der vorangegangenen Zulassung der Roundup-Ready-Soja bekannt gewesen seien. Während Gentechnikkritiker befürchten, dass die „Schnitzer“ an der DNA möglicherweise zur Bildung von allergenen oder toxischen Proteinen führen, beteuert Monsanto, dass die veränderten lesbaren Sequenzabschnitte für eine Proteinkodierung zu kurz wären. Anlass zur Spekulation gibt auch die Tatsache, dass sowohl Bt-Mais als auch Roundup-Ready-Soja einen deutlich höheren Ligninanteil aufweisen als nicht gentechnisch veränderte Arten. Es wird angenommen, dass solche ungewollten Veränderungen die Ursache dafür sind, weshalb die Stengel von Roundup-Ready-Soja bei großer Hitze aufplatzen und zu Ernteverlusten führen.

Widerspenstige Tomate

Besonders deutlich zeigen sich die Nebeneffekte der Gentechnik, wenn in den Eiweiß-, Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel von Pflanzen eingegriffen wird, um funktionelle Lebensmittel zu schaffen: Mais mit erhöhtem Anteil an essentiellen Aminosäuren, vorwiegend ungesättigte Fettsäuren produzierende Ölsaaten oder Kartoffeln mit ballaststoffartiger Stärkezusammensetzung. Da solche Eigenschaften, genau wie die pflanzliche Stressresistenz gegenüber Hitze, Dürre oder Salz, von sehr vielen Genprodukten kontrolliert werden und einem fein abgestimmten biochemischen Fließgleichgewicht unterliegen, sind sie mittels Gentechnik nur schwer zu manipulieren.

Ein Paradebeispiel für zahlreiche Fehlgriffe ist die Tomate, obwohl sie ein relativ kleines Genom besitzt und deshalb als idealer Modell-Organismus angesehen wird. Bei dem Versuch, das antioxidative Potenzial der Frucht zu erhöhen, stellten sich bislang mehr als zweifelhafte Erfolge ein. Als Wissenschaftler die Rate der Carotinoid-Biosynthese gentechnisch steigern wollten, erzeugten sie einen Pflanzenhormonmangel. In der Folge zeigten die transgenen Pflanzen ein unerwartet geringes Wachstum und bildeten kaum Früchte. Andere Versuche konzentrierten sich auf die Synthese von Lycopin. Die Substanz sorgt nicht nur dafür, dass die Tomate rot ist, sondern sie lässt sich

auch als Antioxidans verkaufen. Ein zusätzliches Bakteriengen sollte den letzten Schritt der Lycopin-Biosynthese beschleunigen. Doch die Tomaten bildeten bei weitem weniger des begehrten Lycopins als gewöhnlich. Der lang ersehnte Durchbruch gelang eher zufällig: Im Rahmen eines Experimentes, bei dem diverse pflanzliche Reifungshormone quantitativ manipuliert wurden, fand man in den transgenen Tomaten tatsächlich zwei- bis dreifach erhöhte Lycopin-Gehalte. Eine Erklärung steht bis heute aus.

Literatur

- Coghlan A: *Splitting headache. Monsanto's modified soya beans are cracking up in the heat. New Scientist* 20.11.1999/S.25
- Conner AJ, Jacobs JME: *Genetic engineering of crops as potential source of genetic hazard in human diet. Mutation Research* 1999/443/S.223-234
- Fray RG et al: *Constitutive expression of a fruit phytoene synthase gene in transgenic tomatoes causes dwarfism by redirecting metabolites from the gibberellin pathway. Plant Journal*

1995/8/S.693-701

- Monsanto (Ed): *Monsanto comments on Windels et al. (2001) publication regarding Roundup Ready soybeans. Unter www.agbios.com/docroot/decdocs/mon_081601, Stand Juni 2004*
- Romer S et al: *Elevation of the provitamin A content of transgenic tomato plants. Nature Biotechnology* 2000/18/S.666-669
- Roshni A et al: *Engineered polyamine accumulation in tomato enhances phytonutrient content, juice quality, and vin life. Nature Biotechnology* 2002/20/S.613-618
- Saxena D, Strotzky G: *Bt corn has a higher lignin content than non-Bt corn. American Journal of Botany* 2001/88/S.1704-1706
- Svitashev SK et al: *Complex transgene locus structures implicate multiple mechanisms for plant transgene rearrangements in hexaploid oat. The Plant Journal* 2002/32/S.433-445
- Syngenta (Hrsg): *Den technischen Fortschritt in der Pflanzenzüchtung verantwortungsvoll nutzen. Unter www.gruene-biotechnologie.de/downloads/Jachmann_Folien.pdf, Stand Juni 2004*
- Tax FE, Vernon DM: *T-DNA-associated duplication/translocation in Arabidopsis. Plant Physiology* 2001/126/S.1527-1538
- Windels et al: *Characterisation of the Roundup Ready soybean insert. European Food Research and Technology* 2001/213/S.107-111

Mutationszüchtung: strahlende Alternative

Von Udo Pollmer und Tamás Nagy

Nach rund 40 Jahren Mutationszüchtung steht fest, dass Radioaktivität die Pflanzenzüchtung nicht annähernd so beflügeln konnte wie erhofft. Gerade den hohen Erwartungen, die man beim Getreide in sie gesetzt hatte, wurde die Technik nicht gerecht. Um ausreichend viele brauchbare Mutanten zu gewinnen, mussten erheblich größere Mengen an Saatgut behandelt werden als zunächst angenommen. Dies dürfte entscheidend zur Entwicklung der Gentechnik beigetragen haben.

Mangels Alternativen haben Pflanzenzüchter dennoch viele Jahrzehnte auf Atomreaktoren gesetzt und so eine Reihe neuer Sorten geschaffen. Marktreife erlangten unter anderem mutierter Reis, Weizen, Gerste, Hafer, Soja, Mais und Raps sowie Zuckerrüben, Kartoffeln, Erdnüsse, Bohnen, Tomaten, Äpfel, Birnen, Aprikosen, Kirschen, Pfirsiche, Zitronen, Orangen, Papayas, Grapefruits, Oliven und Pfefferminze. Heute trägt mehr als die Hälfte der in Europa angebauten Gerste künstliche Gene in ihrem Erbgut und in Italien dominieren Hartweizen-Mutanten aus dem Reaktor die Durum-Anbaufläche. Eine wichtige Rolle spielte die Mutationszüchtung insbesondere bei Obstbäumen, da diese vegetativ vermehrt werden und die Genvariation durch konventionelle Kreuzung somit entfällt. Wichtig ist die Mutationszüchtung auch und gerade für den ökologischen Landbau, der auf resistente Sorten angewiesen ist.

Geheime Strahlungsaktivitäten

Mit Hilfe der Mutationszüchtung brachte man es weltweit auf mindestens 1800 neue Pflanzensorten. Davon wurden, wie die „Mutant Varieties Database“ der IAEA/FAO zeigt, mehr als 900 Sorten allein mittels γ -Strahlung gezüchtet. Die tatsächliche Zahl neuer Varietäten dürfte weit höher liegen als dokumentiert. Schließlich ist kein Züchter dazu angehalten, seine Experimente bei der IAEA in Wien anzuzeigen. Nicht nur der Ostblock hat es vermieden, die westliche Atomenergiebehörde umfassend über seine wissenschaftlichen Aktivitäten zu informieren, auch im Westen fehlen entsprechende Aufzeichnungen. Deshalb ist unbekannt, welche unserer heute genutzten Sorten künstliche Gene enthalten. Besonders engagiert wurde die Mutationszüchtung von Staaten der Dritten Welt betrieben, die damit ihre Teilhabe am Atomzeitalter demonstrieren wollten. Deshalb gibt es in den offiziellen Listen kaum eine exotische Nutzpflanze, deren Erbgut nicht mit Radioaktivität verändert wurde.

Obwohl die Mutationszüchtung heute wie ein Relikt aus einer technikgläubigen Zeit anmutet, hatte die Gesellschaft damals gute Gründe für ihr Tun. Aus ihrer Sicht war die Bestrahlung im Atomzeitalter nichts anderes als eine besonders natürliche Form der Züchtung. Denn auch in freier Natur kommt es durch Radioaktivität zu spontanen Mutationen, welche für die Pflanzenzüchtung früher bedeutender waren als heute.

Mit Strahlen & Chemie

Um Mutationen Pflanzengenom herbeizuführen, wird neben Röntgen-, Laser- und UV-Strahlen vor allem die energiereiche ionisierende Strahlung genutzt, wie sie in Atomreaktoren erzeugt wird (β - und γ -Strahlen sowie Neutronenbeschuss). Daneben spielen auch Chemikalien (z. B. Colchicin, Nitrosoverbindungen, Antibiotika oder Ethylmethansulfonat), Kälte- bzw. Wärmeschocks und die Zentrifugation von Saatgut eine gewisse Rolle. Obwohl es in den 80er Jahren einen Trend zur Chemikalienbehandlung gab, greift man weiterhin vor allem auf γ - und Röntgenstrahlen zurück, da diese relativ einfach zu handhaben sind und wiederholbare Ergebnisse liefern.

Dass die Erbgutschädigung zelleigene Reparatursmechanismen der DNA in Gang setzt, ist bei der Mutationszüchtung im Gegensatz zur Gentechnik erwünscht. Häufig wird die Strahlendosis mit zeitlichen Unterbrechungen verabreicht, sodass sich die Pflanzenzelle zwischendurch regenerieren bzw. an der DNA „arbeiten“ kann. Dies erhöht die Mutationsrate.

Bedenkenlos freigesetzt

Wie aber lief die Mutationszüchtung in der Praxis ab? Die Saatzuchtunternehmen transportierten regelmäßig ihr Saatgut im Lieferwagen zum Atomkraftwerk und ließen es dort bestrahlen. Die behandelten Samen wurden anschließend in möglichst rauen Klimaten wie dem Fichtelgebirge ausgesät, um sicherzustellen, dass nur die kräftigsten Pflanzen überlebten. Aus den unzähligen „Missbildungen“ wählten die Züchter jene seltenen Exemplare aus, die besondere Eigenschaften versprachen. Den Rest pflügte man einfach unter.

Die ausgewählten Merkmale wurden züchterisch stabilisiert und dann in Mutantensortimenten zur weiteren Verwendung bereitgehalten. Benötigte ein Züchter eine bestimmte Eigenschaft, besorgte er sich die passenden Mutanten und kreuzte die künstlichen Gene in bestehende Sorten ein. Mittlerweile existieren beispielsweise beim Reis rund 7000 Mutanten, die kürzere Halme aufweisen, schneller reifen, resistenter gegenüber Erkrankungen sind und einen höheren Ertrag bringen. Allein in China entstanden so über 200 zugelassene Reisvarietäten.

Folglich versuchte man, diesen natürlichen Prozess im Reaktor zu beschleunigen. Mittlerweile essen wir die Ergebnisse der Mutationszüchtung täglich und wahrscheinlich fast mit jedem Bissen. Unsere gegenwärtige Züchtung – egal ob mit oder ohne Gentechnik – geht von Sorten aus, die in vielen Fällen auch mit ihrer Hilfe erzeugt wurden.

Seit dem Triumphzug der Gentechnik wird die Züchtung mittels Radioaktivität auch in der Fachpresse nur noch selten thematisiert. Dabei bleibt die Methode vor allem für die Dritte Welt attraktiv, weil sie – im Gegensatz zur Gentechnik – nicht mit Abgaben für Patente oder Lizenzen verbunden ist. Selbst Industrieländer wie die Niederlande besinnen sich trotz des vielversprechenden Einzugs der Molekularbiologie mittlerweile wieder auf das Strahlenlotto. Der Grund: Die Technik ist nicht nur einfach, sondern auch kostengünstig, unter anderem weil die neuen Sorten ohne jede Sicherheitsauflagen angebaut und verkauft werden dürfen. Vor allem aber steht sie in der Öffentlichkeit schlichtweg nicht zur Debatte.

Befleckter Jutebeutel

Besonders erfolgreich war die Mutationszüchtung bei Zierpflanzen. Ihr verdanken wir die Blütenpracht eines modernen Blumengeschäftes. Ob Chrysanthemen, Gerbera, Rosen, Bougainvillea, Lantana oder duftende Tuberosen: Hätte man ihre Vorfahren nicht im Reaktor behandelt, würden sie uns heute kaum mit ihrer enormen Vielfalt und Farbenpracht entzücken. Diese Errungenschaften der Mutationszüchtung lassen sich sogar an den blumengeschmückten Rednerpulten eines beliebigen Anti-Atom- oder Anti-Gentechnik-Kongresses bestaunen. Selbst Faserpflanzen wie Jute und Baumwolle gestalteten die Züchter mit Radioaktivität nach ihren Wünschen. Seither muss der Blaue Engel auf der Jutetasche ein wenig schmunzeln, weil er auch mal Schleichwerbung für Kernkraft machen darf.

Nach wie vor bedeutend ist die Mutationszüchtung im Bereich der industriellen Mikrobiologie. Durch UV- und Röntgenstrahlung entstanden unter anderem unsere heutige Bier- und Bäckerhefen, unsere Starterkulturen für Wurst und Käse sowie zahlreiche weitere Mikroben, die biotechnologisch zur Erzeugung von Zusatzstoffen wie Säuren, Vitaminen oder Enzymen, aber auch von Antibiotika genutzt werden.

Risiko Mutterkorn

Zu den weniger bekannten Erfolgsgeschichten gehören die besonders wirkstoffreichen Mutterkornsorten. Einst sorgte der giftige Schlauchpilz (*Claviceps purpurea*) für weitaus weniger Grund zur Freude: Er befahl in regne-

rischen Jahren die Roggenfelder, was für die Menschen verheerende Folgen haben konnte. Der Ergotismus – damals als „Antoniusfeuer“ oder „Kalter Brand“ bezeichnet – war in seiner Tragweite durchaus mit den großen Seuchenzügen vergleichbar. Mutterkorn verursacht Lähmungen in den Extremitäten, Gangrän („Brand“, Autolyse des Gewebes) kann zum Verlust von Gliedmaßen führen, was zu jener Zeit den sicheren Tod bedeutete. Erst als dieser Zusammenhang bekannt war und das Mutterkorn müllerisch entfernt werden konnte, ließ sich diese Geißel der Menschheit kontrollieren.

Dann aber brachte die chemische Verwandtschaft der Mutterkornalkaloide zum LSD kreative Pharmazeuten auf die Idee, Mutterkorn als Rohstoff zur Herstellung von Medikamenten zu nutzen. Um die Ausbeute zu erhöhen, erzeugte man besonders ergiebige, d.h. besonders toxische Mutterkornsorten. Zur Gewinnung wurden die mutierten Sporen fleißig auf Roggenfeldern versprüht. Ob die Mutationszüchtung gleichzeitig zu jenen auffälligen Veränderungen des Pilzes beigetragen hat, die in den letzten Jahrzehnten beobachtet wurden – etwa der Befall bisher verschonter Getreidearten wie Weizen oder Veränderungen von Form, Farbe und Größe, die es erschweren, das einst auffäl-

lige Mutterkorn zu erkennen und müllerisch zu reinigen – bleibt offen. Doch unabhängig davon, ob hier ein Zusammenhang besteht oder nicht: Die pharmazeutische Industrie hat durch ihre Gedankenlosigkeit eine biologische Waffe freigesetzt, die seither eine Nahrungsgrundlage der Menschheit bedroht.

Literatur

- Broertjes C, Van Harten AM: Applied mutation breeding for vegetatively propagated crops. Elsevier, Amsterdam 1988*
- Kren V, Cvak L: Ergot: The Genus Claviceps. Harwood, Amsterdam 1999*
- Kume T et al: Economic scale of utilisation of radiation (II): Agriculture. Journal of Nuclear Science and Technology, 2002/39/S.1106-1113*
- Lexikon der Biologie. Herder Verlag, Freiburg 1986*
- Liu et al: Officially released mutant varieties in China. In: International Atomic Energy Agency (Ed): Mutation Breeding Review. 2004/14/S.1-62*
- Novak FJ, Brunner H: Plant breeding: Induced mutation technology for crop improvement. IAEA Bulletin 1992/34/S.25-33*
- Schum A: Mutation breeding in ornamentals: An efficient breeding method? Acta Horticulturae 2003/612/S.47-60*
- Tanaka R et al: Recent technical progress in application of ion accelerator beams to biological studies in Tiara. High Energy Accelerator Research Organisation (KEK) Progress Report 1998/S.894-898*
- Van Harten AM: Mutation breeding. Cambridge University Press, Cambridge 1998*

Gene-Pharming: billig, effektiv und riskant

Von Tamás Nagy

Obwohl viele Deutsche der Grünen Gentechnik nicht über den Weg trauen, verblassen ihre Vorbehalte, wenn es um die medizinischen Anwendungen der Technologie geht. Bei der Roten Gentechnik dominieren Akzeptanz und Hoffnung – vielleicht, weil die Furcht vor „fremden Genen“ der Angst vor Krankheit und Tod unterliegt. Daher verwundert es nicht, dass auch die brisante Mischung von rot und grün – also die Herstellung von Arzneimitteln in gentechnisch veränderten Nahrungspflanzen – hierzulande kaum kritisiert wird. Anders in den USA, wo rund 40 Wirkstoffe aus Pharmagewächsen vor ihrer Zulassung stehen. Dort hat sich inzwischen eine heftige Debatte um die neue Form der Medikamentenherstellung entzündet. Auslöser war verbliebener Genmais auf einem Acker mit herkömmlichen Sojabohnen, der zuvor zur Gewinnung eines Impfstoffes für Schweine angebaut wurde.

Altes Verfahren in neuem Gewand

Der Antrieb für die neue Gentech-Welle in Form von Gene-Pharming liegt auf der Hand: Die Methode

ermöglicht eine billigere Produktion begehrter Substanzen für medizinische und industrielle Zwecke. Dabei geht es vor allem um Stoffe „biologischen“ Ursprungs, insbesondere um Substanzen, die der menschliche Körper selbst herstellt. Die Gewinnung derartiger Präparate aus Leichen (z. B. Hypophysen-Extrakte) oder im Krankenhaus entnommenen Organen (z. B. Placenta) entfällt damit. In Arbeit oder bereits auf dem Markt sind Impfstoffe (gegen Hepatitis B, Polio, Diphtherie, Gelbfieber, Durchfallerkrankungen, HIV, Malaria) und Antikörper (Non-Hodgkin-Lymphom, Krebstherapie, Herpes, Karies) sowie Enzyme wie α -Galactosidase (Fabry-Krankheit) und Glucocerebrosidase (Gaucher-Krankheit), Antikoagulanzen, Hormone (Insulin, Erythropoietin) und Defensine (Antibiotika-Alternative).

Dass Impfstoffe oder Hormone gentechnisch gewonnen werden, ist keineswegs neu: Bereits seit Anfang der 80er Jahre setzt man zur Prophylaxe von Hepatitis B auf Virushüllproteine, die aus gentechnisch veränderten Hefen stammen. Früher wurde der Impf-

stoff aus dem Blut von Hepatitis-B-Kranken isoliert – ein aufwändiges und riskantes Verfahren, da dieser auch den Erreger selbst enthalten und daher zu Infektionen führen konnte. Neben transgenen Bakterien und Hefen sind heute vor allem Eizellkulturen Chinesischer Hamster als „Bioreaktoren“ im Einsatz. Daneben wird mittlerweile auf Ratten, Rinder und Hühner gesetzt, welche die Wirkstoffe über Urin, Milch oder Eier ausscheiden sollen.

Einfacher und ergiebiger ist die Produktion von Pharmaka in Pflanzen. Anders als bei der Nutzung von Tieren ist es hier unwahrscheinlich, dass die gewonnenen Wirkstoffe mit Pathogenen verunreinigt sind, die Zoonosen auslösen und den Menschen gefährden können. Außerdem lassen sich die Wirkstoffe auf einmal ernten und müssen nicht kontinuierlich „eingesammelt“ werden. Wählt man Nutzpflanzen als Produktionssysteme aus, so stehen effektive Anbausysteme zur Verfügung. Nicht zuletzt erübrigen sich Diskussionen mit Tierschützern.

Unmögliche Null-Toleranz

Doch was so verlockend einfach klingt und, weil es medizinischen Nutzen verspricht, außerhalb jeder Kritik steht, ist ein Risiko ersten Ranges. Denn es macht einen gewaltigen Unterschied, ob sich der Mais durch Gentechnik vor Maiszünslern schützt oder ob er auf den Menschen zugeschnittene Arzneimittel produziert, noch dazu in möglichst hoher Dosis. Während Ersteres ein traditionelles Züchtungsziel darstellt, weil es zur Nahrungssicherung beiträgt, und nur bei Ausschluss toxischer Effekte zugelassen wird, ist Letzteres so wenig akzeptabel wie hohe Rückstände von Arzneimitteln in Räucherlachs, Schweinenacken oder Kalbsleberwurst. Durch Auskreuzung auf dem Feld oder durch verbleibende Früchte (ausgefallene Körner, nicht geerntete Knollen, Schößlinge) besteht die Gefahr, dass eine bunte Vielfalt von Arzneimitteln unbemerkt in unsere Nahrungskette gelangt. Schließlich sieht niemand einer Kartoffel oder einem Sack Mais an, gegen welche Krankheiten er unbeabsichtigtweise schützen soll.

Immerhin gehen die Hersteller in den USA mittlerweile in die Offensive und fordern für Pharma-Pflanzen parallel zu Pestiziden individuelle Verschmutzungsgrenzwerte. Auch der Gesetzgeber hat reagiert und die Sicherheitsabstände auf den Feldern verdoppelt. Bloß: Sobald die Pflanzen in freier Natur angebaut werden, lässt sich eine Kontamination – da können die Sicherheitsabstände noch so groß und die Grenzwerte noch so niedrig sein – langfristig nicht vermeiden (vgl. *EU.L.E.n-Spiegel* 2003/H.3/S.17-18). Um eine Null-Toleranz zu gewährleisten, müsste das Gene-Pharming in hermetisch abgeriegelten Gewächshäusern stattfin-

den, bei denen sichergestellt wird, dass Saatgut nicht unbeabsichtigt in den Müll gerät oder von einem interessierten Praktikanten im elterlichen Schrebergarten angepflanzt wird. Das aber ist unrealistisch, weil bestimmte Wirkstoffe nur dann in ausreichenden Mengen hergestellt werden können, wenn der Pflanzenanbau auf größeren Flächen stattfindet.

Pfusch bei der Operation

Freilich ließen sich die Risiken des Gene-Pharming besser begrenzen, wenn nur solche Pflanzen Medikamente produzieren würden, die nicht der menschlichen Ernährung dienen wie z. B. Tollkirschen oder Tabak. Hier aber sind die Hersteller dann doch eher auf Gewinnmaximierung und weniger auf Sicherheit bedacht: Nachdem sie zahlreiche Pflanzen als mögliche Produktionssysteme durchgetestet haben, erwies sich der Mais als besonders ergiebig – ermöglicht er doch eine relativ hohe Ausbeute an begehrten Wirkstoffen in seinen Speicherorganen. Statt auf nicht essbare Kulturpflanzen umzusteigen, liebäugeln die Molekularbiologen deshalb damit, sein Auskreuzungspotenzial durch Terminator-Technologie einzudämmen. Dabei sollen zusätzlich eingebrachte „Terminator-Gene“ dafür sorgen, dass die Pharmagewächse nur noch solche Samen produzieren, die nicht mehr keimfähig sind.

Obwohl sich die Gesellschaft über die höchst zweifelhaften Gefahren von Genmais für Schmetterlinge aufregt, nimmt sie die offenkundigen Risiken des Gene-Pharmings fast gleichgültig hin. Zu dieser Entwicklung haben auch die Medien beigetragen. Je mehr sie über vermeintliche Skandale der Grünen Gentechnik berichten, desto mehr gehen die tatsächlichen Gefahren der jungen Technologie unter. Mit der Gentechnik verhält es sich wie mit einer chirurgischen Operation: Ob sie als Methode riskant ist oder nicht, hängt davon, wie man sich ihrer bedient, und selbst bei sachkundiger Anwendung wird es stets Kunstfehler geben. Deshalb sind auch bei ihr alle Anwendungen auszuschließen, durch die unsere Nahrungsversorgung gefährdet werden könnte. Ein zweites Mal sollten wir uns einen Fall „Mutterkorn“ nicht leisten.

Literatur

- Anon.: Here we go again. Plans to add drug genes to food crops prove we've learned nothing. *New Scientist* 6.7.2002/S.3
- Cohen P: Tougher laws on US pharm crops „not enough“. *New Scientist* 22.3.2003/S.15
- Dove A: Uncorking the biomanufacturing bottleneck. *Nature Biotechnology* 2002/20/S.777-779
- Giddings G et al: Transgenic plants as factories for biopharmaceuticals. *Nature Biotechnology* 2000/18/S.1151-1155
- Union of Concerned Scientists (Ed): *Pharm and industrial crops – the next wave of agricultural biotechnology.* www.ucsusa.org, Stand Juni 2004