

# Einführung: Grüne Gentechnik

Hans Walter Heldt

Man kann die Grüne Gentechnik als Verfahren zur Veränderung des pflanzlichen Genoms, des Trägers der pflanzlichen Erbinformation, beschreiben. Zur Veränderung des pflanzlichen Genoms gibt es unterschiedliche Techniken. Eine seit vielen Dekaden angewandte Technik der Genveränderung, die aber im öffentlichen Bewußtsein nicht der Gentechnik zugerechnet wird, ist die Pflanzenzüchtung mittels der Auslösung von Mutationen, bei denen die DNA des pflanzlichen Genoms durch Zufallsereignisse verändert wird. In den meisten Fällen verlieren die durch die veränderte DNA kodierte Proteine ihre Funktion, in selteneren Fällen aber werden auch ihre Eigenschaften derart verändert, daß dadurch für den Züchter vorteilhaftere Eigenschaften der Pflanzen entstehen. Mutationen werden, wenn auch relativ selten, durch die natürliche Umwelt hervorgerufen und sind die Ursache für evolutionäre Entwicklung. Alle unsere Kultursorten sind Produkte einer derartigen durch menschliche Auswahl geförderten Entwicklung, die sich z. B. bei den Getreiden über viele tausend Jahre erstreckte. Für Züchtungen werden heutzutage mutagene Chemikalien (die oft zugleich beim Tier auch Krebs auslösen), oder auch Röntgenstrahlen oder andere Atomstrahlen, z.B. aus radioaktivem Kobalt als Strahlenquelle, genutzt, um eine sehr hohe Mutationsrate zu erreichen. So werden zufällige Veränderungen im Pflanzengenom erzeugt, wobei anschließend durch ein langwieriges Auswahlverfahren die Pflanzen selektiert werden, die dem Züchter erkennbare Vorteile bieten. Diese könnte beispielsweise in einem verbesserten Schutz gegen Fraßfeinde bestehen.

Durch derartige Mutationsauslösungen werden seit vielen Jahren neue Kultivare erzeugt, die heute einen wichtigen Teil unserer täglichen Nahrung bilden. Ein Beispiel liefert der für die Herstellung von Spaghetti verwendete Hartweizen, welcher durch Behandlung mit Gammastrahlen erzeugt wurde. Wir würden diesen genveränderten Produkten eine Natürlichkeit nie absprechen. Bei Genveränderungen hat es aber auch Pannen gegeben. Eine gegenüber Fraßfeinden besonders widerstandsfähige Selleriezüchtung mußte zurückgezogen werden, da die Berührung mit den Blättern bei den Gartenarbeitern schwere Allergien auslöste, eine gegenüber Fraßfeinden als besonders widerstandsfähig selektierte Kartoffelpflanze erwies sich wegen des hohen Solaningehalts in den Knollen als für den menschlichen Verzehr ungeeignet.

Natürlicherweise enthalten Pflanzen hohe Mengen an giftigen und oft sogar krebserregenden Stoffen, wie z.B. Phenole, cyanogene Glucosinolate oder Alkaloide, die den vielfältigen Fraßfeinden die Nahrung vergällen und vergiften. Pflanzen können vor ihren Fraßfeinden nicht weglaufen und schützen sich durch diese Stoffe davor, gefressen zu werden. In landwirtschaftlich genutzten Pflanzen hat der Mensch oft aus Gründen des Geschmacks und der Unverträglichkeit diese Abwehrstoffe herausgezüchtet, was sich nachteilig auf die Resistenz dieser Pflanzen gegenüber vielen Schädlingen und in ihrer Konkurrenz mit Wildpflanzen auswirkte. Daher ist ein

Anbau zahlreicher Kulturpflanzen abhängig, von Schädlings- und Unkrautbekämpfung, die in der Landwirtschaft zumeist durch ein Versprühen von Insektiziden und Herbiziden, das Überleben der Kulturpflanzen sichert.

## Gezielte Veränderung des Pflanzengenoms

Im Gegensatz zu den zufälligen Genveränderungen, die durch Mutationen erzeugt werden, deren Ergebnisse empirisch durch Selektion nach äußerlichen Merkmalen erreicht werden, ist es seit 1984 möglich, das Pflanzengenom gezielt zu verändern. Das Verfahren hierzu liefert uns die Natur. Seit vielen Millionen Jahren nutzen die Bodenbakterien *Agrobacterium tumefaciens* dieses Verfahren der pflanzlichen Genveränderung, um zu überleben. Diese Bakterien befallen Pflanzen an verletzten Stellen, häufig an der Basis von Stengeln, und transferieren einen Teil ihres Erbgutes in das Genom der Pflanzen, wodurch die so genetisch veränderten Pflanzenzellen sich krebsartig vermehren und zudem in großen Mengen bestimmte Substanzen (sog. Opine) herstellen, die den Bakterien als Nahrung dienen. Diese krebsartigen Wucherungen sehen wie Gallen aus, man nennt sie daher Wurzelhalsgallen.

Die Erkenntnis, daß die Bildung dieser Wurzelhalsgallen auf einer durch Bakterien erzeugten Veränderung des pflanzlichen Genoms beruht, verdanken wir in erster Linie den Pionierarbeiten

von Jeff Schell (Direktor des Max-Planck-Instituts für Züchtungsforschung, Köln) und Marc von Montagu (Gent). 1983 gelang es den Forschern erstmalig, eine Pflanze mit Hilfe von *Agrobacterium tumefaciens* als Genfähre gentechnisch zu verändern. Noch im gleichen Jahre wurde diese Methode auch von einem Team der amerikanischen Firma Dupont erfolgreich angewendet. Wohl kaum eine Entdeckung in der Botanik hat so weitreichende Folgen gehabt, wenn man bedenkt daß 2001 in den USA etwa 70% der angebauten Sojabohnen, 25% des Mais und 70% der Baumwolle auf Sorten entfallen, die mit Hilfe von *Agrobacterium tumefaciens* gentechnisch verändert wurden.

Wir haben hier den Fall, daß als Ergebnis der Grundlagenforschung an einer exotischen Thematik, nämlich der speziellen Gallenbildung bei Pflanzen, eine die Landwirtschaft revolutionierende Technik entwickelt wurde (vgl. Beitrag Wackernagel).

### Vorbehalte gegen die Grüne Gentechnik in Deutschland

In Deutschland, wo wesentliche Grundlagen der Grünen Gentechnik gelegt wurden, wird deren Nutzung durch mangelnde öffentliche Akzeptanz, geschürt durch professionelle Gentechnikgegner, bis heute nahezu vollständig verhindert. Folge davon ist, daß heute der Schwerpunkt dieser Forschung in der Neuen Welt liegt und inzwischen der größte Teil der erteilten Patente über die Anwendung der Grünen Gentechnik von Firmen in den USA gehalten wird.

Es ist bemerkenswert, daß unkontrollierte pflanzliche Genveränderungen durch zufällige Mutationen, wie sie bei den eingangs erwähnten Züchtungspraktiken seit vielen Jahrzehnten durchgeführt werden, wie auch das praktizierte Einkreuzen von Wildformen mit den bestehenden Risiken der Bildung von toxischen Inhaltsstoffen, in der Bevölkerung keinerlei Widerspruch hervorrufen, während gezielte Genveränderungen, bei denen man weiß, was man tut, auf so vehemente Ablehnung stoßen. Ein gravierendes Problem für die Bevölkerung liegt darin, daß, nicht zuletzt durch eine Vernachlässigung des naturwissenschaftlichen Unterrichts an unseren Schulen, sehr große Unkenntnisse über die Eigenschaften und Funktionen von Genen bestehen. So ergab vor einiger Zeit eine Meinungsumfrage in Deutschland, daß 44% der Befragten der Ansicht sind, naturbelassene Tomaten hätten keine Gene. Daß der Verzehr einer gentechnisch veränderten Tomate die eigene menschliche Erbsubstanz verändern kann, glaubten 30%. In Österreich gab es Pläne für ein Volksbegehren für „genfreie Nahrung“. Ängste werden geschürt, wenn in der Presse Bilder erscheinen, auf denen professionelle Gentechnik-Gegner Schutzanzüge angezogen

haben, um Versuchsfelder mit transgenen Pflanzen zu zerstören. Bei einem so mangelhaften Kenntnisstand der Öffentlichkeit ist es nicht verwunderlich, daß Nahrungsmitteln, welche Produkte aus gentechnisch veränderten Pflanzen sind, mit großem Mißtrauen begegnet wird. Dies hat dazu geführt, daß manche Lebensmittelketten und gastronomischen Betriebe damit werben, daß sie Produkte aus gentechnisch veränderten Pflanzen (mitunter als Gene Food abfällig bezeichnet) aus ihrem Angebot genommen haben, ohne daß dies durch objektive Kriterien hinsichtlich der Qualität dieser Produkte zu rechtfertigen wäre. Nach Plänen aus dem Verbraucherschutzministerium für die Einführung eines Gütesiegels für Agrarprodukte sollen die so ausgezeichneten Produkte nicht von gentechnisch veränderten Pflanzen stammen dürfen. Es erscheint dem Betrachter als irrational, daß hier sogar in einer Regierungsvorlage ausschließlich das Verfahren der Genveränderung und nicht die Eigenschaften der so erzeugten Sorte als Qualitätsmaßstab gewertet wird. Die Politik folgt der öffentlichen Meinung. Damit eine objektivere Bewertung der Chancen einer modernen Landwirtschaft stattfinden kann, ist eine Aufklärung der Öffentlichkeit dringend geboten. Diese Aufklärung sollte das Für und Wider der Grünen Gentechnik gegeneinander abwägen.

Dies sei an einem Beispiel erklärt: Es wurde ein gentechnisch veränderter Mais erzeugt, der ein bestimmtes bakterielles Protein (BT-Protein) enthält, durch welches die Raupen des Maiszünslers, die sehr große Ernteverluste hervorrufen, getötet werden, wenn sie von den Blättern oder



Stengeln der Maispflanzen fressen. Da in den USA an den Rändern von Maisfeldern oft Seidenpflanzen (*Asclepias currasavica*) als Unkräuter wachsen, von deren Blütenpollen sich die Larven des prächtigen Monarchfalters ernähren, und da die Möglichkeit besteht, daß Maispollen durch den Wind auf die Seidenpflanzenblüten gelangen können, wurden in einem Laborexperiment Pollen des Bt-Mais auf Seidenpflanzenblüten gestrichen. Man beobachtete dabei, daß die Monarchfalter-Larven auf diesen präparierten Blüten langsamer wuchsen und eine höhere Mortalität hatten als normal. Dieser Tatbestand führte zu einem Aufschrei in der Presse, in der Öffentlichkeit entstand der Eindruck, daß durch den gentechnisch veränderten Mais die Monarchfalter gefährdet seien. Dies trug dazu bei, daß in der Europäischen Union ein Moratorium für die Zulassung gentechnisch veränderter Pflanzen beschlossen wurde.

Sieht man davon ab, daß der Versuch unter überaus artifiziellen Bedingungen durchgeführt wurde (spätere Versuche unter Freilandbedingungen konnten diese Gefährdung der Falter nicht bestätigen, vgl. Beitrag Ahl-Goy, S. 22), so wurde auch nie öffentlich diskutiert, daß die Alternative zu dem Pflanzenschutz durch fraßgeschützten genveränderten Mais zumeist ein konventioneller Pflanzenschutz ist, bei dem Insektizide, oft bestehend aus Nervengiften die für Mensch und Tier gleichermaßen toxisch sind, versprüht werden, was die Vernichtung sehr vieler unbeteiligter Insekten einschließlich der Schmetterlinge zur Folge hat. Ist nicht die Frage berechtigt: *Was ist schädlicher für die Schmetterlinge: der Anbau des gentechnisch veränderten Mais, oder ein konventioneller Pflanzenschutz, bei dem neben den Schädlingen auch noch viele andere Insekten, darunter auch die prächtigen Schmetterlinge, in sehr wirksamer Weise getötet werden?*<sup>1</sup>

### Was nützt uns die Grüne Gentechnik?

Dieses Beispiel mag belegen, daß für eine Bewertung der Nützlichkeit der Verwendung transgener Pflanzen in der Landwirtschaft eine differenzierte Betrachtung erforderlich ist, welche Gegenstand des 6. Symposiums der deutschen Akademien der Wissenschaften war. Für das Symposium konnten prominente Vertreter aus Wissenschaft und Wirtschaft mit ihren sehr unterschiedlichen Sichtweisen zur Grünen Gentechnik für einen intensiven Dialog gewonnen werden. Bei der Komplexität der Materie konnte die Frage „Was nützt uns die Grüne Gentechnik?“ nicht abschließend beurteilt werden. Es war das Ziel des Treffens, Fakten zu besprechen, die möglicherweise in einem späteren Symposium unter Einbeziehung von sowohl wirtschaftlichen wie auch ethischen Kriterien einer Bewertung unterzogen werden könnten.

Die weitgehende Durchsetzung gentechnisch veränderter Kultivare, wie Soja, Baumwolle, Raps und Mais in der Neuen Welt, ist ein klares Indiz der Nützlichkeit dieser Produkte der Gentechnik, die Landwirte würden sie sonst bei den höheren Kosten für das Saatgut nicht anbauen. Zudem sind keine Fälle bekannt, daß Personen durch den Verzehr von Produkten aus den oben genannten Kultivaren als Folge der gentechnischen Veränderungen zu Schaden gekommen sind. Auch haben sich die beschworenen Gefahren für die Umwelt bisher nicht bestätigt. Experten sind sich einig darüber, daß im globalen Rahmen die Grüne Gentechnik für die Welternährung und im Hinblick auf die nachhaltige Bereitstellung von Industrierohstoffen eine große Bedeutung haben wird. Der Grünen Gentechnik werden insgesamt große Zukunftschancen vorausgesagt. Ein Bericht des Entwicklungsprogramms der Vereinten Nationen kommt zu dem Schluß, daß genveränderte Organismen einen technischen Durchbruch für die Entwicklungsländer darstellen können.

In Deutschland und anderen europäischen Ländern haben jedoch Vorbehalte der Öffentlichkeit eine Anwendung der Grünen Gentechnik in der Landwirtschaft nahezu vollständig verhindert. Dabei wurden vielfach Argumente gegen die Gentechnik ins Feld geführt, die sich als nicht stichhaltig erwiesen haben. Ob sich die Gentechnik in Deutschland oder ganz Europa in der ohnehin subventionierten Landwirtschaft durchsetzt oder nicht, ist in globaler Hinsicht von geringer Relevanz. Bedenklich erscheint, daß im Gefolge der öffentlichen Ablehnung die Industrien und Forschungsstätten, die sich mit der Grünen Gentechnik beschäftigen, auf lange Sicht ihre Tätigkeit stark reduzieren oder sogar abwandern und Deutschland seine anfänglich hohe Kompetenz auf einem wichtigen Gebiet der Biotechnologie einbüßt. Sollten wir es wieder einmal erleben daß der Zug ohne uns abfährt? Können wir uns das leisten?

#### *Anschrift des Verfassers:*

Prof. Dr. Hans Walter Heldt  
Universität Göttingen  
Albrecht-von-Haller-Institut  
für Pflanzenwissenschaften  
Untere Karspüle 2  
37073 Göttingen

#### *Anmerkung*

<sup>1</sup> In ihrer Pressemitteilung vom 26. 2. 2002 zitiert die Volkswagen-Stiftung den dänischen Biologen Henrik Mouritsen, der den jüngsten Frosttot von Monarch-Schmetterlingen in Mexiko, dem ca. 85% der Falterpopulation zum Opfer gefallen sind, kommentiert. „Solche 'natürlichen Katastrophen' kommen immer wieder vor und sind bei Massenpopulationen auch besonders auffällig. Den Fortbestand der Art gefährdet dies aber nicht.“