

## **Gentechnikforschung für den Nutzpflanzenbau in Entwicklungsländern**

Bis zum Jahr 2050 wird die Weltbevölkerung von derzeit etwa 6 auf über 9 Milliarden Menschen anwachsen. Dieses Wachstum findet überwiegend in Entwicklungsländern statt. In vielen dieser Länder bestehen gravierende Ernährungsengpässe. Häufig sind diese verbunden mit einer zunehmenden Degradation der Böden durch Raubbau an den natürlichen Ressourcen. Eine Ausweitung der Ackerfläche ist kaum noch möglich. Zur Ernährungssicherung ist deshalb eine Steigerung der Flächenproduktivität und eine Reduzierung der Ernteverluste durch biotische und abiotische Stressfaktoren unabdingbar. Um dieser Herausforderung begegnen zu können, müssen alle geeigneten Agrartechnologien eingesetzt werden. Von der pflanzlichen („Grünen“) Gentechnik sind hierbei bedeutende Beiträge zu erwarten. Das DFOR appelliert an die politischen Entscheidungsträger, die wissenschaftliche Weiterentwicklung dieser neuen Technologie durch geeignete Förderprogramme stärker als in der Vergangenheit zu unterstützen. Ein erheblicher Bedarf wird dabei auch in der Erforschung potentieller Risiken der Gentechnik gesehen. Mit Hinblick auf die für das Jahr 2015 angestrebten Millenniumsziele sollte den Forschungsprogrammen hohe zeitliche Priorität eingeräumt werden.

### **A. Gentechnik als Instrument der Pflanzenzüchtung**

Die Gentechnik<sup>2</sup> stellt eine grundlegende Erweiterung des Methodenspektrums der Pflanzenzüchtung dar. Auf gentechnischem Wege ist ein gezielter DNA-Transfer in lokal adaptiertes Zuchtmaterial möglich. Im Gegensatz zum traditionellen Rückkreuzungsverfahren werden dabei keine unerwünschten, mit der Ziel-DNA eng gekoppelten Gene („linkage drag“) des Donorgenoms übertragen.

Zudem ist bei etablierter Methodik der gentechnische Transfer von Erbanlagen um mehrere Generationen schneller, und damit effizienter, als das klassische Rückkreuzungsverfahren. Das transferierte Gen kann aus derselben Spezies, einer verwandten Wildart oder einem anderen Organismus stammen. Auch nach der Aminosäuresequenz von Proteinen

---

<sup>1</sup> Entwurf: Prof. Dr. H.H. Geiger, Universität Hohenheim, (350)

<sup>2</sup> Unter Gentechnik wird die auf natürlichem Wege nicht mögliche Erzeugung oder Nutzung von Organismen verstanden, deren genetisches Material durch Einbringung von DNA (direkt oder mittels Vektor) verändert wurde (verkürzt nach Gentechnikgesetz § 3). Der Begriff schließt nicht den Einsatz molekularer Marker als Hilfsmittel der züchterischen Selektion ein.

synthetisierte Gene sind einsetzbar. Die Grüne Gentechnik ermöglicht der Pflanzenzüchtung somit den Zugriff auf genetischer Ressourcen auch jenseits der Kreuzbarkeitsbarriere.

## **B. Stand und Perspektiven**

In vielen Entwicklungsländern verspricht der Anbau transgener (gentechnisch verändert) Sorten mittel- bis langfristig wesentliche Beiträge zur Ernährungssicherung sowie zum Umwelt- und Gesundheitsschutz. Beispiele:

Viröse, bakterielle und/oder pilzliche Krankheiten, Schadinsekten und parasitische Blütenpflanzen verursachen immense Ernteverluste. Hinzu kommen beträchtliche Minderungen durch Nachernteschädlinge. Auf diesem Gebiet konnte die Gentechnik bisher ihre größten Erfolge verzeichnen. Ein wichtiges Beispiel ist das bakterielle *Bt*-Gen, das bei Einbringung in das pflanzliche Genom Resistenz gegen Lepidopteren (z.B. Maiszünsler, Kohlschabe oder Baumwollkapselwurm) bewirkt. Wie mehrjährige Erfahrungen im großflächigen Anbau von *Bt*-Sorten in China, Indien und Südafrika zeigen, ermöglicht die Gentechnik hier erhebliche Einsparungen an Pflanzenschutzmitteln und trägt somit nicht nur zur Rentabilität, sondern auch maßgeblich zum Gesundheitsschutz bei. Ressourcenschwache Kleinbauern profitieren von dieser Technologie besonders stark.

Unkräuter stellen im Pflanzenbau der Tropen und Subtropen eine gravierende Begrenzung der Produktivität und Rentabilität dar. Sorten mit transgener Herbizidtoleranz erlauben (schon heute) eine kostengünstige und umweltfreundliche Kontrolle der Unkräuter im Vergleich zum manuellen Jäten bzw. konventionellen Herbizideinsatz.

Unter den abiotischen Stressfaktoren kommt dem Wassermangel die bei weitem größte Bedeutung zu. Im Jahre 2025 wird in mehr als 50 Ländern mit akutem Wassermangel für die landwirtschaftliche Produktion gerechnet. Gefragt sind daher Sorten, die über eine hohe Wassernutzungseffizienz verfügen und sich nach Dürreperioden rasch erholen. Trotz erheblicher, langjähriger Anstrengungen der internationalen Agrarforschung wurden mit konventionellen Ansätzen auf diesem Gebiet nur geringe Fortschritte erzielt. Auch hier eröffnet die Gentechnik neue Wege, wie erste experimentelle Erfolge mit einem aus Hefe in Tabak eingebrachten Trehalose-Gen zeigen. Dieses Gen spielt bei Wüstenpflanzen eine zentrale Rolle bei der Regeneration nach lang anhaltender Trockenheit. Analoge Ansätze werden zur Erhöhung der Salztoleranz verfolgt. Da Dürre- und Salztoleranz komplexe, polyfaktoriell vererbte Merkmale sind, können leistungsüberlegene Sorten allerdings nur langfristig erwartet werden.

In vielen Entwicklungsländern wird die menschliche Gesundheit nicht nur durch den Mangel an Nahrung, sondern auch durch deren unzureichende biologische Wertigkeit und Di-

versität beeinträchtigt. Mittels Gentechnik kann die Zusammensetzung der Proteine, Fette und Öle von Ernteprodukten grundlegend verbessert werden. Zudem wird daran gearbeitet, die Bildung allergen wirkender Proteinkomponenten durch Blockierung oder Eliminierung der zugrunde liegenden Strukturgene zu verhindern. Ferner sind durch Einsatz mikrobieller Gene Fortschritte im Abbau der von manchen Schadpilzen in die Ernteprodukte abgegebenen Toxine (z.B. Aflatoxine von Schimmelpilzen) zu erwarten. Große Chancen werden nicht zuletzt in der Entwicklung von Pflanzensorten mit erhöhtem Mikronährstoffgehalt (Vitamine, Eisen, Zink u.a.) gesehen. Die Übertragung dreier Gene der Provitamin-A-Synthese in Reis ist als ein erster wichtiger Schritt in diese Richtung zu werten, wenngleich Provitamin A in den heutigen Hochleistungssorten nur eine geringe Bioverfügbarkeit besitzt.

Neue Perspektiven ergeben sich mittels Gentechnik auch in dem für die Armutsbekämpfung wichtigen nicht-alimentären Bereich. Hierzu zählt zum einen die Entwicklung „maßgeschneiderter“ Industrierohstoffe (Fette, Kohlenhydrate, Fasern etc.) für den Inlandsbedarf wie auch für den Export. Zum anderen bestehen gute Chancen, transgene Pflanzen für die preiswerte und zuverlässige Erzeugung dringend benötigter Arzneimittel zu züchten.

### **C. Bedenken**

Die in Fachdiskussionen über Chancen und Risiken der Grünen Gentechnik häufig geäußerten Bedenken betreffen mögliche Gefahren in gesundheitlicher, ökologischer und wirtschaftlicher Hinsicht.

Als gesundheitliche Risiken transgener Sorten stehen vor allem Eiweißallergien oder nur langfristig erkennbare nachteilige Nebenwirkungen von Nahrungs- oder Futtermitteln sowie die Entstehung von Antibiotikumresistenz in der Mikroflora des Magen-/Darmtraktes durch horizontalen Gentransfer zur Diskussion. Mit proteinchemischen und lebensmitteltechnologischen Verfahren können das allergene Potential eines Proteins bzw. substantielle Veränderungen von Lebensmitteln vor dem Inverkehrbringen einer Sorte zwar zuverlässig abgeklärt werden. Ungünstige Langzeitwirkungen des Verzehrs gentechnisch veränderter Nahrung lassen sich jedoch nicht mit letzter Sicherheit ausschließen. Eine angemessene Risikobegleitforschung erscheint daher sinnvoll und notwendig. Die Eintrittswahrscheinlichkeit für horizontalen Gentransfer im Magen-/Darmtrakt ist so gering, dass sie gegenüber dem Gentransfer von mit der Nahrung aufgenommenen Mikroorganismen in die Magen-/Darmflora vernachlässigbar ist. Zudem wird heute in der Gentechnik überwiegend auf den Einsatz von Antibiotikumresistenz als Selektionsmarker verzichtet.

In ökologischer Hinsicht konzentrieren sich die Bedenken auf die Reduzierung der biologischen Diversität im Pflanzenbau, die Störung der natürlichen Nahrungsketten durch Auswilderung, bei Resistenzgenen die Schädigung von Nicht-Zielorganismen, die Steigerung der Aggressivität pathogener Viren durch Interaktion mit viraler DNA von Resistenzgenkonstrukten sowie der Zusammenbruch großflächig eingesetzter Resistenzen. Die meisten der vorstehenden Risiken sind auch beim Anbau konventioneller Sorten nicht auszuschließen. Inwieweit transgene Sorten diesbezüglich kritischer zu bewerten sind, kann nur eine langjährige Risikobegleitforschung klären. Konstitutive virale Promotoren werden künftig in der Grünen Gentechnik kaum noch eine Rolle spielen, da schon heute ein breites Spektrum gewebe- und stadienspezifischer pflanzlicher Promotoren verfügbar ist.

Schwer abschätzbar sind die sozio-ökonomischen Risiken. Überhöhte Preise und mangelhafte Saatgutverteilungssysteme benachteiligen Kleinbauern stärker als marktorientierte Großbetriebe. Andererseits würden Kleinbetriebe dann besonders stark profitieren, wenn durch den Anbau einer transgenen Sorte das Fehlen eines teuren Betriebsmittels, etwa eines dringend benötigten Pestizids, substituiert werden kann. Eine erhöhte Abhängigkeit in der Saatgutversorgung der Bauern von den Gentechikkonzernen ist mittel- bis langfristig nicht zu befürchten, da bewährte Genkonstrukte von konventionellen Züchtern auf Lizenzbasis in lokal adaptierte Sorten übertragen werden können. Allerdings setzt dies kompetente regionale Züchtungseinrichtungen voraus. Wo effektive Saatgutverteilungssysteme fehlen, sollten nur nachbaufähige Sorten (Klone, Linien, Populationen) gentechnisch verändert werden. Patente auf öffentliche Güter, wie z.B. angepasste Landsorten, sind zu verhindern. Die internationalen Abkommen wie WTO/TRIPS, ITPGR, CBD, UPOV3 etc. zum Schutz und zur wirtschaftlichen Nutzung biologischer Diversität sollten konsequent angewendet und weiterentwickelt werden.

Für die Anwendung und Akzeptanz der Grünen Gentechnik in Entwicklungsländern werden neben einer Abwägung zwischen Chancen und Risiken sehr stark auch ethische Prinzipien und/oder Anbau- und Verzehrsgewohnheiten bedeutsam sein. Gentechnische Projekte sollten daher partizipative Forschungsansätze mit einbeziehen.

Bei der Risikobeurteilung ist zu unterscheiden zwischen Gefährdungspotenzial (z.B. Toxizität des Genprodukts) und Eintrittswahrscheinlichkeit in Freisetzungsexperimenten oder bei großflächigem Anbau (z.B. Wahrscheinlichkeit der Übertragung des Transgens in die Wildflora). Auch bei geringer Eintrittswahrscheinlichkeit sollten Gene mit Gefährdungspotential grundsätzlich nicht oder – bei hohem erwartetem Nutzen - nur unter strikten Sicher-

---

<sup>3</sup> WTO/TRIPS = World Trade Organisation/Trade related Aspects of Intellectual Property Rights  
ITPGR = International Treaty on Plant Genetic Resources  
CBD = Convention on Biological Diversity  
UPOV = International Convention on the Protection of New Plant Varieties

heitsvorkehrungen zum praktischen Einsatz kommen. Dieser Forderung entsprechen alle internationalen Übereinkommen zur biologischen Sicherheit. Um Nutzen und Gefährdungspotenzial der Gentechnik vorab gegeneinander abwägen zu können, erscheint eine wissenschaftlich fundierte Folgenabschätzung unverzichtbar.

Während die Funktion eines Gens anhand seiner DNA-Sequenz eindeutig vorhersagbar ist, lassen sich seine Nebenwirkungen auf andere Funktionen (Pleiotropie) und seine Wechselwirkungen mit anderen Genen (Epistasie) im voraus nur schwer oder gar nicht abschätzen. Gesetzlich geregelte Sicherheitsstandards und Kontrollen sind deshalb auch für Entwicklungsländer Voraussetzung für den Einsatz Grüner Gentechnik.

#### **D. Fazit und Handlungsbedarf**

Integriert in die klassische Pflanzenzüchtung, sind von der Grünen Gentechnik mittel- bis langfristig für Entwicklungsländer grundlegende Fortschritte in der Ernährungssicherung sowie im Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit zu erwarten. Auf diesem Wege kann sie maßgeblich zur Verbesserung der Lebensbedingungen, nicht nur der Landbevölkerung, beitragen und weitere Maßnahmen zur Armutsbekämpfung, Wirtschaftsentwicklung und Krisenprävention wirksam unterstützen.

Für die Risikobeurteilung der Grünen Gentechnik ist nicht der Weg entscheidend, sondern das Ergebnis, also die von der übertragenen DNA ausgehende Wirkung. Nach dem heutigen Kenntnisstand ist weltweit von keiner der in den Verkehr gebrachten transgenen Sorten eine wissenschaftlich fundierte gesundheitliche oder ökologische Gefährdung ausgegangen. Gleichwohl sind weiterhin effektive, gesetzlich geregelte Maßnahmen der Risikoprävention erforderlich. Die europäischen und amerikanischen Sicherheitsstandards sollten hierbei als verbindliche Richtschnur dienen.

Von den nationalen Forschungseinrichtungen eines Entwicklungslandes lässt sich Gentechnik nur erfolgsversprechend nutzen und problemorientiert weiterentwickeln, wenn diese Einrichtungen über gut geschultes Personal und geeignete Arbeitsmöglichkeiten verfügen und in der betreffenden Region effektive Pflanzenzüchtungs- und Saatgutverteilungssysteme etabliert sind. In vielen Ländern sind solche Kapazitäten erst aufzubauen. Dafür sind massive Unterstützungsmaßnahmen der Industrieländer erforderlich.