

**Diskursprojekt**  
**"Szenario Workshops: Zukünfte der Grünen Gentechnik"**

---

**Transgene Pflanzen mit neuen Anbaueigenschaften**

---

BASISINFORMATION NR. 2

---

Bei der 1. Generation genetisch veränderter (gv) Pflanzen werden für den landwirtschaftlichen Anbau relevante Eigenschaften gentechnisch eingeführt (Input-Traits). In der folgenden Basisinformation werden sowohl jene Merkmale vorgestellt, die durch die Grüne Gentechnik als erste in Angriff genommen wurden, als auch diejenigen, die zukünftig bearbeitet werden sollen. Die Prinzipien der zwei bedeutendsten Gruppen von gv Pflanzen mit veränderten agronomischen Eigenschaften (Input-Traits) werden dargestellt: das der insektenresistenten gv Pflanzen und das der herbizidtoleranten gv Pflanzen. Abschließend werden unterschiedliche Bewertungen zu gv Nutzpflanzen mit Input-Traits aufgezeigt. Mögliche Auswirkungen dieser gv Pflanzen werden eingeführt und in den Basisinformationen der nachfolgenden Themenbereiche vertieft.

---

ZIELE UND ANWENDUNGEN VON GV PFLANZEN DER  
1.GENERATION

Die in Basisinformation Nr. 1 dargestellten Techniken erlauben den Züchtern, Gene in Kulturpflanzen einzuführen, die ihnen landwirtschaftlich relevante Eigenschaften verleihen, hierbei handelt es um die so genannten Input-Traits. Damit wird versucht, das klassische Dilemma der Pflanzenzüchtung zu umgehen, erwünschte Eigenschaften in Nutzpflanzen einzubringen, ohne gleichzeitig weitere Merkmale der Pflanze zu verändern. Mit Hilfe der Grünen Gentechnik können bereits in Anwendung befindliche Hochleistungssorten gegen negative Effekte durch Schadorganismen geschützt werden, die sich in modernen Landbewirtschaftungssystemen wegen der dort hohen Erträge besonders stark auswirken können.

In der konventionellen Intensivlandwirtschaft wird die Schädlingsbekämpfung durch Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln bewerkstelligt. Ein Ziel der Entwicklung gv Pflanzen mit neuen Anbaueigenschaften ist es deshalb, Alternativen zur konventionellen Abwehr ertragsmindernder Organismen im Agrar-Ökosystem zu ermöglichen (Brandt 2004). Vor allem zwei Varianten von gv Pflanzen werden derzeit weltweit angebaut: sol-

che mit Resistenz gegen Fraßinsekten und solche mit einer Herbizidtoleranz. Bei welchen Nutzpflanzen diese Verwendung finden wird in Basisinformation Nr. 4 ausgeführt.

Weitere Ziele von gv Pflanzen mit Input-Traits sind die Resistenz gegen Pilze, Bakterien und Viren und vor allem eine Steigerung bzw. Stabilisierung der Erträge durch Toleranz gegen umweltbedingte Stressfaktoren (siehe Link TransGen, Anbaueigenschaften). Angesichts des Klimawandels müssen Nutzpflanzensorten entwickelt werden, die bei zunehmender Hitze, gleichzeitiger Wasserknappheit und zunehmender Versalzung bewässerter Flächen in Folge hoher Verdunstung unverändert gute Erträge liefern. Ebenso werden frosttolerante Pflanzen entwickelt, um eine Landwirtschaft in kälteren Regionen zu ermöglichen. Diese Ziele werden zwar derzeit beforscht, sie haben aber bislang nicht die Bedeutung wie insektenresistente oder herbizidtolerante gv Pflanzen erlangt. Da alle diese Pflanzen sich noch im Entwicklungsstadium befinden, können sie auch noch keine Anwendung im Anbau finden.

---

## INSEKTENRESISTENTE GV PFLANZEN

Eine bei landwirtschaftlichen Nutzpflanzen zurzeit häufig eingesetzte genetische Veränderung ist der Einbau von Genen, die die Produktion einer nur für bestimmte Insekten toxisch wirkenden Stoffklasse in der Pflanze bewirkt. Es handelt sich dabei um verschiedene Unterarten des Cry-Proteins, die alle von dem im Boden lebenden Bakterium *Bacillus thuringiensis* (deshalb Bt-Toxin) produziert werden. Diese Toxine werden auch im Ökologischen Landbau zum Pflanzenschutz eingesetzt, indem man mit Insekten befallene Bestände mit einer Bakteriensuspension besprüht. Die giftige Wirkung der Bt-Toxine entfaltet sich im Verdauungstrakt der Zielinsekten, indem sie sich spezifisch an bestimmte Oberflächenstrukturen der Darmzellen anlagern. Hierbei werden die Zellen aufgelöst, was letztendlich zum Tod der befallenen Tiere führt (siehe Link TransGen, Bt-Konzept).

Damit das Aufbringen von Bt-Toxinen gegen Fraßinsekten erfolgreich ist, muss das Mittel zur richtigen Zeit gespritzt werden. Die Schwierigkeit besteht darin, dass einige Fraßschädlinge die meiste Zeit im Inneren der befallenen Pflanzen verbringen und dadurch mit dieser Methode nur in einem sehr kurzen Zeitraum bekämpft werden können. Ein prominentes Beispiel hierfür ist der Maiszünsler, ein kleiner unscheinbarer grau-brauner Schmetterling, der seine Eier auf die Blattunterseiten der Maispflanzen ablegt. Seine Larven leben als Fraßschädling im Stängel und höhlen diesen langsam von innen her aus. Dies führt zu Wachstumseinschränkungen und zur Instabilität der Maispflanze, die meist vor der Ernte umknickt, wodurch der Ertrag der betroffenen Pflanze weitgehend verloren geht.

Es wurden bislang über 100 verschiedene Cry-Proteine identifiziert, die sich in ihrer chemischen Struktur voneinander unterscheiden (Brandt 2004). Sie interagieren mit den

spezifischen Oberflächenstrukturen der Darmzellen verschiedener Gruppen von Schadinsekten. Dementsprechend kann man verschiedene Typen von Bt-Toxinen unterscheiden: Cry1 wirkt spezifisch auf Schmetterlinge (Lepidoptera), Cry2 auf Schmetterlinge bzw. Zweiflügler (Diptera), Cry3 auf Käfer (Coleoptera) und Cry4 auf Zweiflügler. Gegen Nematoden sind die Varianten Cry5 und 6 wirksam. Die Gene der entsprechenden Bt-Toxine werden je nach zu bekämpfender Schadinsektenart auf die Nutzpflanzen übertragen (siehe Basisinformation Nr. 1) und das jeweilige Bt-Toxin wird von den gv Pflanzen meistens in allen Pflanzenteilen gebildet. Fressen oder saugen die Schadorganismen an den Pflanzen, nehmen sie die Cry-Proteine in ihr Verdauungssystem auf, wo diese ihre Giftwirkung entfalten und die Tiere abtöten. Durch die spezifische Wirkung nur auf einige Insektengruppen ist sichergestellt, dass andere Lebewesen inklusive des Menschen durch die Bt-Toxine nicht geschädigt werden können.

Der Einsatz insektenresistenter Pflanzen kann Veränderungen in den landwirtschaftlichen Anbausystemen zur Folge haben. Mögliche Auswirkungen dieser Änderungen und der transgenen Eigenschaften auf Agrarökosysteme werden in den Basisinformationen 21 und 22 behandelt.

---

## HERBIZIDTOLERANTE GV NUTZPFLANZEN

Der zweite zentrale Anwendungstyp von gv Pflanzen im landwirtschaftlichen Anbau sind Pflanzen, die durch den Einbau eines entsprechenden Gens unempfindlich gegen bestimmte Herbizide gemacht wurden. In Kombination mit den entsprechenden Unkrautvernichtungsmitteln spricht man bei dieser Anwendung von einem Herbizidtoleranz-(HT-) Anbausystem. Generell unterscheidet man selektive und Total-Herbizide. Selektive Herbizide werden im Ackerbau eingesetzt, um bestimmte Gruppen von Unkräutern zu bekämpfen, die mit den Kulturpflanzen um Licht und Nährstoffe konkurrieren. Diese konventionellen Agrochemikalien hemmen je nach Stoffklasse die Photosynthese bzw. die Atmungs- oder Stoffwechselprozesse spezifischer Unkräuter. Total- bzw. Breitbandherbizide töten dagegen alle Pflanzen, die nicht gegen den Wirkstoff resistent bzw. tolerant sind, gelten aber als umweltverträglicher.

Die konventionelle Pflanzenzüchtung hat bereits in vielen Kulturpflanzensorten zufällig aufgetretene Toleranzen gegen bestimmte Chemikalien selektiert bzw. eingekreuzt. Diese Pflanzen besitzen Mechanismen, die die Aufnahme der Gifte verlangsamen, die Sensitivität verringern oder für einen schnelleren Abbau sorgen (Brandt 2004). Solche Toleranzen existieren allerdings nur für ein paar wenige Herbizide, was das Spektrum der einsetzbaren Herbizide bzw. den Zeitraum deren Einsatzes stark einschränkt. Die chemische Unkrautbekämpfung sieht sich deshalb mit dem Problem von Resistenzbildungen bei den Unkräutern konfrontiert, weshalb in den letzten Jahrzehnten ein immer komplizierteres und teureres Unkrautmanagement nötig wurde.

Mit Hilfe des HT-Systems wird versucht, den Ansatz zu verbreitern. Eingesetzt werden Breitbandherbizide, die unspezifisch auf alle Pflanzen wirken. Resistenzgene gegen diese Chemikalien werden aus herbizidtoleranten Pflanzen oder Bodenmikroorganismen mit Hilfe der Gentechnik (siehe Basisinformation Nr.1) auf Nutzpflanzen übertragen. Beim Anbau solcher gv Pflanzen können mit Hilfe des Breitbandherbizides aufwachsende Unkräuter auf den Feldern zielgenau abgetötet werden, während die gv Nutzpflanze die Behandlung wegen der vermittelten Toleranz als einzige überlebt.

Momentan gibt es vor allem zwei HT-Systeme, die landwirtschaftlichen Anbau Bedeutung haben. Das erste basiert auf dem Photosynthesehemmer Phosphinotricin (Gluphosphinat), das unter dem Namen LibertyLink von der Firma Bayer Crop Science vertrieben wird und das unter dem Handelsnamen Basta bekannt ist. Die zugehörigen gv Nutzpflanzen verfügen über ein bakterielles Gen, das der Pflanze hilft, die Chemikalie schnell unschädlich zu machen und abzubauen.

Das zweite zurzeit angewendete HT-System verwendet das ebenfalls auf alle Pflanzen wirkende Totalherbizid Glyphosat, das unter dem Markennamen Roundup vom Agrarkonzern Monsanto vertrieben wird. Es blockiert ein lebenswichtiges Enzym, das für die Bildung essentieller aromatischer Aminosäuren zuständig ist, ohne die die Pflanze bestimmte Eiweiße nicht herstellen kann. Gv Pflanzen mit Roundup-Toleranz verfügen über ein Gen für ein bakterielles Enzym, das die Funktion des blockierten pflanzlichen Enzyms übernehmen kann.

Durch die Verwendung der Breitbandherbizide wird auch beim Anbau herbizidtoleranter Pflanzen die Anbaupraxis gegenüber dem konventionellen Anbausystem verändert. Über die positiven und negativen Auswirkungen dieser Änderungen in HT-Anbausystemen wird kontrovers diskutiert. Weiterführende Informationen zu diskutierten möglichen ökologischen Folgewirkungen können in den Basisinformationen 20-22 nachgelesen werden.

---

## UNTERSCHIEDLICHE BEWERTUNGEN VON GV PFLANZEN MIT INPUT-TRAITS

Für landwirtschaftliche Nutzpflanzen und Anbausysteme, die umweltbedingte Stressfaktoren besser tolerieren können, besteht angesichts der Herausforderungen wachsender Nachfrage nach pflanzlichen Rohstoffen (siehe Basisinformationen 7 und 8) ein großer Bedarf. Der Ansatz hierfür gv Pflanzen mit optimierten agronomischen Eigenschaften einzusetzen, wird von den Gentechnikbefürwortern als viel versprechend angesehen.

Bisher befinden sich viele Entwicklungen lediglich im Stadium der Forschung. Erfahrungen mit großflächigem Anbau von gv Nutzpflanzen mit Input-Traits wurden fast nur bei Bt-Pflanzen mit Insektenresistenz oder herbizidtoleranten Nutzpflanzen gemacht. Die landwirtschaftliche Anbaufläche war 2007 jedoch mit 20 Mio. ha für Bt-Pflanzen (vor

allem Mais und Baumwolle) und 72 Mio. ha für HT-Pflanzen (vor allem Soja), was etwa 1% bzw. 3,5% der Weltanbaufläche entspricht nur gering. Innerhalb der wenigen angebauten Pflanzenarten mit gv Varianten kann deren Anteil allerdings zum Teil sehr bedeutend sein. Beispielsweise werden bei Soja bereits seit einigen Jahren über 50% der Flächen mit gv Pflanzen bebaut (detaillierte Anbauzahlen siehe Basisinformation Nr. 4).

Wirtschaftliche Argumentationen betonen das ökonomische Potential insektenresistenter Bt-Pflanzen z.B. durch eine Verbesserung der Ertragssicherheit. Pro Jahr werden schätzungsweise 15% der landwirtschaftlich genutzten Pflanzen oder ihrer Samen durch Schädlingsfraß vernichtet beziehungsweise durch Übertragung von Pilzen, Bakterien oder Viren geschädigt (Brandt 2004). Die Verwendung von gv Bt-Pflanzen könnte diesen Anteil verringern und wie der Einsatz von HT-Nutzpflanzen Einsparungen beim Pflanzenschutzmitteleinsatz mit sich bringen. Kritiker bezweifeln diese Einschätzung und favorisieren andere Lösungen (siehe Basisinformation Nr. 18).

In Deutschland und vielen Ländern der EU ist die Akzeptanz (siehe Basisinformation Nr. 10) der Nutzung von gv Pflanzen mit Input-Traits unter anderem wegen des fehlenden unmittelbaren Verbrauchernutzens (siehe Basisinformation Nr. 5) sowie wegen befürchteter Gesundheits- und Umweltrisiken (siehe Basisinformation Nr. 19 bis 22) der gv-Pflanzen bislang gering, was hier auch an einem nur geringen Anteil an der Anbaufläche ersichtlich ist (siehe Basisinformation 4).

---

## LINKS ZU VERTIEFENDEN INFORMATIONEN

TransGen, Transparenznetzwerk Grüne Gentechnik: gv agronomische Eigenschaften  
[www.transgen.de/pflanzenforschung/anbaueigenschaften](http://www.transgen.de/pflanzenforschung/anbaueigenschaften)

TransGen, Transparenznetzwerk Grüne Gentechnik: Anwendungen des Bt-Konzepts  
[www.transgen.de/anbau/btkonzept](http://www.transgen.de/anbau/btkonzept)

---

## LITERATUR

Brandt, Peter (2004): Transgene Pflanzen: Herstellung Anwendung, Risiken und Richtlinien. Birkhäuser, Basel.

Skorupinski, B. (1996): Gentechnik für die Schädlingsbekämpfung. Enke, Stuttgart.

---

veröffentlicht am 13.08.2008

Autoren:

KNAPP, MARTIN; MEYER, ROLF; BOYSEN, MATHIAS; SCHULZE, NICOLE

Diskursprojekt durchgeführt von



Gefördert durch

