

InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 173
Juni 2016

Inhalt

<i>Stoffwechsel-Design: Malaria-Wirkstoff Artemisinin aus Tabakpflanzen</i>	<i>S. 1</i>
<i>Biosicherheit: Genetische Transformation von Soja verursacht nur wenige unerwartete Erbgut-Veränderungen</i>	<i>S. 2</i>
<i>Gesellschaft: Über 100 Nobelpreis-Träger verurteilen Greenpeace-Propaganda gegen gentechnisch veränderte Nutzpflanzen</i>	<i>S. 3</i>
<i>Forschung Schweiz: Agroscope beantragt Freisetzung von gentechnisch verändertem Winterweizen mit erhöhtem Ertrags-Potential</i>	<i>S. 4</i>
<i>Politik Schweiz: Gentech-Moratorium soll bis 2021 verlängert werden</i>	<i>S. 5</i>

Stoffwechsel-Design



Einjähriger Beifuss (*Artemisia annua*), die ursprüngliche Artemisinin-Quelle. Der Wirkstoff kann jetzt auch aus gentechnisch veränderten Tabakpflanzen gewonnen werden

Photo ©: Jorge Ferreira / Wikimedia

Malaria-Wirkstoff Artemisinin aus Tabakpflanzen

Malaria ist mit weitem Abstand die verheerendste Tropenkrankheit, mit mehreren hundert Millionen Betroffenen Patienten vor allem in Afrika und Asien, und verantwortlich für fast eine halbe Million Todesfälle pro Jahr. Die wirksamsten Therapien beruhen auf dem Wirkstoff Artemisinin, der natürlicherweise in der asiatischen Heilpflanze Einjähriger Beifuss (*Artemisia annua*) vorkommt. Der Anbau dieser Pflanze ist langwierig, die Extraktion des Wirkstoffs aufwändig, und die Ausbeute gering. Die Verfügbarkeit von aus dem Einjähriger Beifuss gewonnenen Artemisinin und die Preise auf dem Weltmarkt schwanken stark.

Seit einigen Jahren kann ein Vorläufer von Artemisinin auch aus gentechnisch veränderten Hefezellen gewonnen werden. Dieses Verfahren ermöglicht eine zuverlässigere Produktion des Wirkstoffs vor allem für die wohlhabenden Länder, ist aber immer noch vergleichsweise teuer. Trotz humanitärer Programme für Entwicklungsländer können lange nicht alle Malaria-Patienten mit dem wirksamen Medikament behandelt werden.

Forscher vom deutschen Max-Planck-Institut in Potsdam-Golm um den Projektleiter Ralph Bock haben nun den komplizierten Stoffwechsel-Weg, der im Einjährigen Beifuss zur Synthese von Artemisinin führt, in Tabakpflanzen eingebaut. Es ist ihnen so gelungen, grössere Mengen der direkten Vorläufersubstanz Artemisininsäure herzustellen, die sich mit geringem Aufwand chemisch zu Artemisinin umwandeln lässt.

Auch wenn die verschiedenen an der Artemisinin-Synthese beteiligten Pflanzengene bekannt sind, kommt es für ein effizientes Zusammenspiel auf eine genaue Abstimmung der jeweiligen Genaktivitäten an - und es ist nicht möglich, die am besten geeignete Kombination vorherzusagen. Die Forscher wählten daher einen neuartigen Ansatz, den sie als COSTREL («combinatorial supertransformation of transplastomic recipient lines») bezeichnen. Zuerst wurden vier zentrale, vom Beifuss abgeleitete Stoffwechsellgene in verschiedenen Anordnungen in die Chloroplasten der Tabakpflanzen eingebaut. In vielversprechende Kandidatenpflanzen, in denen nun Vorläufer von Artemisinin nachgewiesen werden konnten, wurden

anschliessend fünf weitere Hilfgene, welche die Produktion von Artemisinin unterstützen, in verschiedenen Kombinationen in das Erbgut im Zellkern eingebaut. Dies führte in manchen Fällen zu einer deutlichen Verstärkung der Wirkstoff-Synthese in den Tabakpflanzen. Aus vielen Pflanzen mit sehr unterschiedlichen Stoffwechsellmustern konnten durch biochemische Analysen dann Tabaklinien identifiziert werden, welche bis zu 120 mg Artemisininsäure pro kg Blattmasse enthalten.

Schon mit den jetzt verfügbaren transgenen Tabakpflanzen wäre es möglich, den gesamten Weltbedarf an Artemisinin (etwa 100 Tonnen jährlich) auf einer Anbaufläche von etwa 200 km² zu produzieren. Zum Vergleich: das ist etwas weniger als die Fläche des Neuenburgersees. Die Forscher gehen aber davon aus, dass sich der Wirkstoffgehalt in den Tabakpflanzen noch weiter steigern lässt. Sie hoffen, damit einen wichtigen Schritt hin zu einer effizienteren und kostengünstigeren Produktionsmethode für das Malaria-Medikament Artemisinin geleistet zu haben. Darüber hinaus schlagen sie den von ihnen entwickelten COSTREL-Ansatz, mit einer Kombination verschiedener Stoffwechsellgene und folgender Auswahl der produktivsten Pflanzenlinien, auch für andere neue Ansätze des Stoffwechsel-Designs vor.

Quellen: Paulina Fuentes et al. 2016, [A new synthetic biology approach allows transfer of an entire metabolic pathway from a medicinal plant to a biomass crop](https://doi.org/10.7554/eLife.13664), eLife 5:e13664 (DOI:10.7554/eLife.13664); Evangelos C Tatsis & arah E O'Connor 2016, [New developments in engineering plant metabolic pathways](#), Current Opinion in Biotechnology 42:126–132

Biosicherheit

Genetische Transformation von Soja verursacht nur wenige unerwartete Erbgut-Veränderungen

Der klassische Ansatz der Pflanzenzüchtung beruht auf der Neukombination vorhandener Pflanzeigenschaften durch Kreuzung, und der Auswahl geeigneter Nachkommen. Dies setzt voraus, dass die gewünschten Eigenschaften innerhalb der Pflanzenart natürlicherweise vorkommen. Oft ist dies jedoch nicht der Fall. Dann kann der Züchter nachhelfen – entweder mit unkontrollierten Erbgut-Veränderungen, z. B. durch Chemikalien oder Bestrahlung, oder durch die Übertragung eines Gens aus einem anderen mehr oder weniger nahe verwandten Organismus. So entstehen cisgene (Spender und Empfänger von der gleichen Art) oder transgene (Spender und Empfänger verschiedene Arten) Pflanzen.

Vor über drei Jahrzehnten (1983) wurden die ersten gentechnisch veränderten, transgenen Pflanzen in der Fachliteratur beschrieben, seit zwei Jahrzehnten (1996) werden gentechnisch veränderte Nutzpflanzen im grossen Massstab angebaut. Obwohl praktische Belege dafür fehlen, wird ihre Sicherheit jedoch immer wieder angezweifelt. Ein verbreitetes Argument ist, dass der Prozess der Genübertragung (Transformation) zu unerwarteten, möglicherweise gefährlichen Veränderungen im Erbgut führen könnte.

Die immer empfindlicheren Methoden der Erbgut-Analyse ermöglichen es immer besser, diese Vermutung zu prüfen. Ein Forscherteam von der Universität Minnesota beschreibt in einer aktuellen Veröffentlichung einen Vergleich von fünf transgenen Sojalinien und 45 Sojalinien, bei denen durch eine oft in der Pflanzenzüchtung eingesetzte Behandlung mit schnellen Neutronen Mutationen (Erbgut-Veränderungen) eingeführt wurden. Als Vergleich dienten 41 unterschiedliche, natürliche Sojasorten. Untersucht wurden sowohl punktförmige Veränderungen im Erbgut («single nucleotide substitutions») als auch grössere, strukturelle Veränderungen (Insertionen,

Deletionen, Translokationen).

Es zeigte sich, dass die transgenen Sojapflanzen relativ kleine und seltene Strukturveränderungen aufwiesen (sechs betroffene Gene in fünf Pflanzen). Bei den mit Neutronen bestrahlten Pflanzen wurden zehn Mal mehr Strukturveränderungen beobachtet, wobei zum Teil sehr grosse Erbgut-Bereiche betroffen waren. Interessanterweise führte das trotzdem nur selten zu sichtbaren Auswirkungen auf die Pflanzen. Bei den natürlich vorkommenden Soja-Sorten dagegen waren etwa hundert Mal häufiger strukturelle Erbgut-Veränderungen zu verzeichnen als bei den transgenen Pflanzen.

Auch bei den punktförmigen Veränderungen zeigten sich grosse Unterschiede. Für die transgenen Sojapflanzen und für solche aus Neutronen-Bestrahlung zeigten sich weniger als hundert Austausch einzelner Erbgut-Bausteine (Nukleotide) im Vergleich zu der Ausgangssorte. Bei den natürlichen Varianten fanden sich dagegen über eine Millionen Unterschiede.

Die Autoren schliessen aus den Resultaten, dass die Transformation mit einem Fremdgen – zumindest in den von ihnen untersuchten Pflanzen – im Vergleich zum verbreitet eingesetzten Züchtungs-Verfahren Neutronen-Bestrahlung oder der natürlicherweise zwischen Sorten beobachteten Variabilität nur geringe Auswirkungen auf die Integrität des Pflanzen-Erbguts hat. Die seltenen, von ihnen beobachteten Veränderungen in transgenen Pflanzen unterschieden sich darüberhinaus nicht von genetischen Variationen, die auch spontan in der Natur entstehen. Spekulationen über unerwartete, schädliche Auswirkungen solcher Veränderungen sollte daher ihrer Ansicht nach bei gentechnisch veränderten Pflanzen nicht mehr Gewicht gegeben werden als bei herkömmlich durch Mutagenese gezüchteten Pflanzen, oder beim Vergleich natürlich vorkommender Varianten.

Quelle: Justin E. Anderson et al. 2016, [Genomic variation and DNA repair associated with soybean transgenesis: a comparison to cultivars and mutagenized plants](https://doi.org/10.1186/s12896-016-0271-z), BMC Biotechnology 16:41 (DOI:10.1186/s12896-016-0271-z)

Gesellschaft

Über 100 Nobelpreis-Träger verurteilen Greenpeace-Propaganda gegen gentechnisch veränderte Nutzpflanzen

Greenpeace ist nicht die einzige Nicht-Regierungsorganisation (NGO), die sich gegen den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen engagiert, steht aber mit seinem globalen Netzwerk, professioneller PR-Arbeit und einem geschätzten jährlichen Budget von etwa 300 Mio. EUR mit an deren Spitze.

In einem offenen Brief kritisieren über 100 Nobelpreis-Träger die irreführende Darstellung von Risiken, Nutzen und Auswirkungen der Agrar-Biotechnologie durch Greenpeace, und die Unterstützung krimineller Verwüstungen von bewilligten Versuchsfeldern und Forschungsprojekten.

Als besonders problematisch beurteilen die Wissenschaftler die langjährige Greenpeace-Kampagne gegen die Entwicklung des "Golden Rice", der durch einen hohen Provitamin-A-Gehalt einen wichtigen Beitrag zur Reduktion des Vitamin-A-Mangels in Entwicklungsländern leisten könnte, der jährlich zu mehreren 100'000 Fällen von Blindheit und Kindersterblichkeit führt. Die Nobelpreis-Träger weisen darauf hin, dass es trotz dem Anbau von Biotech-Pflanzen seit zwei Jahrzehnten keinen einzigen Fall von nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit gibt, und auch Umwelt und Biodiversität von GVO-Pflanzen profitieren können.

Sie fordern die Greenpeace-Führung auf, die wissenschaftlichen Grundlagen

und die praktischen Erfahrungen mit Biotech-Pflanzen endlich zur Kenntnis zu nehmen, und die Kampagne gegen den "Golden Rice" und andere gentechnisch veränderte Nutzpflanzen einzustellen. Der Widerstand, der einzig auf durch wissenschaftliche Daten widerlegte Emotionen und Dogmen basiert müsse gestoppt werden.

Bis Ende Juni 2016 hatten bereits 110 Nobelpreis-Träger diese Aufforderung unterzeichnet, darunter auch die Schweizer Nobelpreisträger Werner Arber und Edmond Fischer.

Quellen: [107 Nobel laureates sign letter blasting Greenpeace over GMOs](#), The Washington Post, 29.07.2016; Website [supportprecisionagriculture.org](#); [Nobelpreisträger schiessen gegen Greenpeace](#), NZZ.ch, 30.06.2016

Forschung Schweiz

Agroscope beantragt Freisetzung von gentechnisch verändertem Winterweizen mit erhöhtem Ertrags-Potential

Von allen Kulturpflanzen wird Weizen weltweit auf den grössten Flächen angebaut, er leistet den wichtigsten Beitrag als direkte Eiweissquelle für die menschliche Ernährung und spielt auch als Grundnahrungsmittel für die Kalorienversorgung der Weltbevölkerung eine entscheidende Rolle. Durch züchterischen Fortschritt und verbesserte Anbauverfahren konnten die durchschnittlichen Weizen-Erträge seit den 1960er Jahren um über 140% gesteigert werden. Seit der Jahrtausendwende sind die jährlichen Ertragssteigerungen jedoch deutlich zurückgefallen – viel zu wenig, um mit der weiter wachsenden Weltbevölkerung Schritt zu halten. Es scheint, als ob die klassische Kreuzungs-Züchtung ihr Steigerungspotential weitgehend ausgeschöpft hat. Als Alternative werden auch biotechnologische Verfahren untersucht, um die Weizen-Erträge zu steigern.

Forscher vom deutschen Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) haben hierzu ein für den Zuckertransport in Pflanzen zuständiges Gen aus Gerste in Winterweizen übertragen. Gesteuert wurde das Gen durch ein in den Körnern aktives Promoter-Element, ebenfalls aus Gerste. Ziel der Forscher dabei war es, den Zuckertransport in die wachsenden Weizenkörner zu steigern und so den Ertrag zu erhöhen. Tatsächlich konnten sie bei Pflanzen im Treibhaus grössere Körner und um 28% gesteigerte Erträge beobachten. Auch in halboffenen Gewächshäusern wurden, wenn auch weniger deutliche, Ertragssteigerungen gemessen (+5%). Offenbar spielen die Wachstumsbedingungen der Pflanzen eine grosse Rolle für ihre agronomischen Eigenschaften.

Die Forschungsanstalt Agroscope hat Mitte April bei der zuständigen Behörde Bundesamt für Umwelt BAFU einen Antrag eingereicht, um die am IPK entwickelten gentechnisch veränderten Weizenlinien zwischen Herbst 2016 und Herbst 2021 auf dem geschützten Versuchsfeld «Protected Site» in Reckenholz bei Zürich unter realen Feldbedingungen in der Schweiz zu prüfen. Dabei soll einerseits untersucht werden, ob auch unter Freilandbedingungen hier ein verbesserter Ertrag erzielt werden kann. Es ist durchaus möglich, dass sich der veränderte Zuckertransport in den Pflanzen auch auf andere Eigenschaften auswirkt, so wurde in Vorversuchen auch ein erhöhter Eiweissgehalt beobachtet. Daher sollen in Reckenholz auch andere wichtige agronomische Eigenschaften, wie z. B. die Widerstandsfähigkeit gegen Erkrankungen und Schädlinge, sowie Aspekte der Biosicherheit geprüft werden.

Der Freisetzung-Antrag wird jetzt vom BAFU und weiteren Fachbehörden

gründlich geprüft, dabei werden auch Einsprachen und Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit entgegen genommen. Mit einer Entscheidung wird in den nächsten Monaten gerechnet. Auf dem Versuchsfeld bei Reckenholz werden bereits seit 2014 gentechnisch veränderte, mehлтаuresistente Weizenlinien im Freiland getestet, seit 2015 cisgene Kartoffeln, welche gegen die Kraut- und Knollenfäule resistenter sind. Im Frühjahr 2016 wurde auch die Freisetzung feuerbrandresistenter cisgener Apfelbäume bewilligt.

Quellen: [Agroscope plant Feldversuch mit gentechnisch verändertem Winterweizen](#), Agroscope Medienmitteilung, 06.06.2016; [Gesuch um Bewilligung eines Freisetzungsvorgangs mit gentechnisch veränderten Weizenlinien \(BBl 2016 4496\)](#), Bundesblatt Nr. 23 vom 14. Juni 2016; [Feldversuch mit gentechnisch veränderten Winterweizenlinien mit erhöhtem Ertragspotenzial](#), Agroscope Fact Sheet, 03.06.2016; Informationsseite www.protectedsite.ch; Isolde Saalbach et al. 2014, [Increased grain yield and micronutrient concentration in transgenic winter wheat by ectopic expression of a barley sucrose transporter](#), Journal of Cereal Science 60:75–81

Politik Schweiz

Gentech-Moratorium soll bis 2021 verlängert werden

An seiner Sitzung vom 29. Juni 2016 hat der Schweizer Bundesrat eine gesetzliche Grundlage für die weitere Verlängerung des Gentech-Moratoriums vorgeschlagen und zur Diskussion an das Parlament überwiesen. Bis Ende 2021 sollen keine gentechnisch veränderten Pflanzen oder Tiere für eine Anwendung in der Schweizer Landwirtschaft zugelassen werden, *«um den zahlreichen, verbleibenden Unsicherheiten und Zweifeln Rechnung zu tragen»*.

Für die Zeit danach schlägt der Bundesrat eine Koexistenz-Regelung vor, die dem Wortlaut nach einen GVO-Anbau unter bestimmten Voraussetzungen ermöglicht, ihn in der Praxis aber unmöglich macht: der Anbau gentechnisch veränderter Nutzpflanzen soll ausschliesslich in zusammenhängenden, abgeschlossenen GVO-Anbaugebieten erlaubt werden, sofern sämtliche landwirtschaftliche Produzenten des Gebiets dies unterstützen und gemeinsam beantragen. Dieser Regelungsvorschlag ignoriert, dass neuartige Anbauverfahren (wie andere technologische Neuentwicklungen auch) zuerst von einem kleinen Kreis innovativer Unternehmer geprüft werden, bevor sie bei Erfolg eine breitere Anwendung finden. Eine einstimmige Unterstützung ist daher kaum von Anfang an zu erwarten.

Gleichzeitig veröffentlichte der Bundesrat einen Bericht zur Kosten-Nutzen-Analyse von gentechnisch veränderten Pflanzen. Dessen Erstellung hatte das Parlament bei der Moratoriums-Verlängerung im Jahr 2013 (bis 2017) als Entscheidungsgrundlage nach Ablauf des Moratoriums beim Bundesrat in Auftrag gegeben. Neben dem Bericht wurden auch die zugrunde liegenden Untersuchungen von Wissenschaftlern der Forschungsanstalt Agroscope und vom Bundesamt für Landwirtschaft in der Fachzeitschrift *«Agronomy for Sustainable Development»* veröffentlicht.

Der Bericht kommt zum Schluss, dass der Einsatz von GVO eine umweltschonendere Land- und Ernährungswirtschaft fördern könnte. Herbizidtolerante Zuckerrüben, Kraut- und Knollenfäule-resistente Kartoffeln und Schorf- und Feuerbrand-resistente Apfelbäume würden wahrscheinlich im Anbau weniger Pflanzenschutzmittel als herkömmliche Sorten benötigen. Dies würde in einem schonenderen Umgang mit den natürlichen Ressourcen, einer geringeren Belastung von Luft, Boden und Wasser und in gewissen Fällen auch weniger negativen Auswirkungen auf Nichtzielorganismen und die Biodiversität resultieren. Diesen ökologischen Vorteilen stehe aller-

dings eine geringe Akzeptanz von GVO-Produkten in der Schweizer Bevölkerung gegenüber, die voraussichtlich zu einem schlechten Absatz führen dürfte. Ausserdem würden aufwändige Massnahmen zur Koexistenz und Warenflusstrennung zu Mehrkosten führen, so dass ein GVO-Anbau in der Schweiz vom sozioökonomischen Standpunkt aus negativ zu beurteilen sei.

Die Abwägung ökologischer Vorteile gegenüber sozioökonomischen Nachteilen ist nicht einfach – vor allem, da die letzteren auf einer Verunsicherung der Bevölkerung gegenüber einer für die Schweiz neuen Technologie beruhen. Ob ein weitere Verlängerung des Gentech-Moratoriums und damit ein nationales Verbot für eine Technologie, die seit zwei Jahrzehnten in vielen Ländern erfolgreich eingesetzt wird, einen nützlichen Beitrag zu einer konstruktiven Auseinandersetzung in der Öffentlichkeit leistet, wird das Parlament beurteilen müssen.

Quellen: [GVO-Anbau: Bundesrat will Moratorium verlängern und Regelung ausarbeiten](#), Medienmitteilung Schweizer Bundesrat, 29.06.2016; [Botschaft zur Änderung des Gentechnikgesetzes](#); [Änderung des Gentechnikgesetzes](#) (Entwurf); [Bericht zur Kosten-Nutzen-Bilanz von gentechnisch veränderten Pflanzen](#), Schweizer Bundesrat, 22.06.2016; Doris Wohlfender-Bühler et al. 2016, [Genetically modified crops in Switzerland: implications for agrosystem sustainability evidenced by multi-criteria model](#), Agronomy for Sustainable Development 36:33 (DOI: [10.1007/s13593-016-0367-9](#))

Kontakt und Impressum



POINT erscheint monatlich in elektronischer Form ([Archiv](#) der vorherigen Ausgaben). Der Newsletter fasst aktuelle Meldungen aus Forschung und Anwendung rund um die grüne Biotechnologie zusammen. Für ein kostenloses Abonnement können Sie sich per [e-mail](#) an – und abmelden. Wir freuen uns auf Ihre Fragen und Anregungen!

Text und Redaktion: [Jan Lucht](#)

scienceindustries, Postfach, CH-8021 Zürich

Telefon: 044 368 17 63

e-mail: jan.lucht@scienceindustries.ch

Eine Initiative von **scienceINDUSTRIES**
S W I T Z E R L A N D