

# InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 135  
März 2013

## Inhalt

- Akademien der Wissenschaften Schweiz: Biotech-Nutzpflanzen könnten Schweizer Landwirten ökologische und wirtschaftliche Vorteile bieten* .S. 1
- Lebensmittel-Sicherheit: 20 Jahre Forschung zu Inhaltsstoffen von GVO-Nutzpflanzen* .....S. 3
- Bt-Baumwolle: Guter Schutz vor Raupenfrass kann Aktivierung natürlicher Abwehrmechanismen reduzieren* .....S. 4
- Pflanzen-Biologie: Genveränderter Mais mit verbesserter Aluminiumtoleranz – ganz natürlich* .....S. 5

## Akademien der Wissenschaften Schweiz



### Gesunde, knackige Äpfel am Baum

© USDA-ARS, Photo: Peggy Greb

## Biotech-Nutzpflanzen könnten Schweizer Landwirten ökologische und wirtschaftliche Vorteile bieten

Verschiedene mit Hilfe der Gentechnik entwickelte Nutzpflanzen, die bereits jetzt verfügbar sind oder es in wenigen Jahren werden, könnten in der Schweiz zu einer umweltschonenden und ertragreichen Landwirtschaft beitragen. Daher dürfe die Schweiz der Grünen Gentechnik das Potential, zu einer nachhaltigen Landwirtschaft und zur Ernährungssicherheit beizutragen, nicht leichtfertig absprechen. Das ist das Fazit eines aktuellen, breit abgestützten Berichts der Akademien der Wissenschaften Schweiz, dem Verbund der vier schweizerischen Akademien der Naturwissenschaften (SCNAT), der Geistes- und Sozialwissenschaften (SAGW), der medizinischen Wissenschaften (SAMW) und der technischen Wissenschaften (SATW). Etwa 35 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler waren als Autoren oder Experten an der Entstehung des Berichts beteiligt. Die Akademien möchten damit im Rahmen ihres Auftrags Politik und Gesellschaft beraten, und sich für einen gleichberechtigten Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft engagieren.

Im Sommer 2012 war der Synthesebericht des umfangreichen nationalen Forschungsprogramms NFP59 zu Nutzen und Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen vorgelegt worden. Dieses hatte für GVO-Nutzpflanzen keine speziellen Risiken identifiziert, die über solche von herkömmlichen Pflanzensorten hinausgehen. Für einige Biotech-Sorten wurden im Vergleich zu konventionellen Sorten moderate wirtschaftliche Vorteile vorhergesagt, der Mehr-Aufwand für die Koexistenz zwischen Landwirtschaft mit und ohne GVO wäre bei vernünftigen Rahmenbedingungen überschaubar. Im NFP59-Synthesebericht wurde klar darauf hingewiesen, dass die Schweizer Landwirtschaft im Bereich Nachhaltigkeit noch Verbesserungspotential aufweist, und dass Auswirkungen von neuen Biotech-Pflanzensorten auf die Nachhaltigkeit eine wichtige Entscheidungsgrundlage für oder gegen einen möglichen Anbau in der Schweiz seien.

Der jetzt veröffentlichte Bericht der Akademien zeigt anhand von konkreten Beispielen, dass manche Biotech-Pflanzen hier tatsächlich Vorteile für die Schweizer Landwirtschaft bieten könnten. Kartoffeln, die gegen den Erreger der Kraut- und Knollenfäule resistent sind, müssten deutlich weniger ge-

spritzt werden. Dies würde den Anbau wirtschaftlicher machen, Arbeit und Pflanzenschutzmittel einsparen. Derartige Pflanzen werden mit unterschiedlichen Ansätzen von verschiedenen europäischen Gruppen entwickelt, und haben ihre stark verbesserte Krankheits-Resistenz bereits in mehreren Freilandversuchen bewiesen. Obstbäume sind anfällig gegen Pilzkrankungen wie den Apfelschorf und müssen wiederholt mit Fungiziden behandelt werden. Gegen den durch Bakterien ausgelösten Feuerbrand werden Antibiotika gespritzt – mit der Folge, dass 2011 fast 10 Tonnen Honig in der Schweiz wegen Überschreitung der Grenzwerte vernichtet werden mussten. Gentechnische Methoden beschleunigen die Entwicklung von krankheitsresistenten Obstsorten – auch hier gibt es bereits vielversprechende Ansätze. Schliesslich könnten die in den USA bereits seit Jahren mit grossem Erfolg angebauten herbizidtoleranten Zuckerrüben den Aufwand für die Unkrautbekämpfung und die Zahl der erforderlichen Herbizid-Behandlungen deutlich senken – davon würde die Umwelt profitieren, zudem wäre könnte der Gewinn für den Landwirt um 40% steigen.

Der Bericht der Akademien weist auch auf Erfolge von GVO-Nutzpflanzen für eine nachhaltigere Landwirtschaft im Ausland hin – so z. B. virusresistente Papaya auf Hawaii, schädlingsresistente Baumwolle in Australien und herbizidtoleranter Raps, der in Kanada zu einer schonenderen Bodenbearbeitung beiträgt. Diskutiert werden auch vermeintliche und tatsächliche Herausforderungen beim Anbau von GVO-Pflanzen, wie die Koexistenz, die Verhinderung der Resistenzentwicklung, Auswirkungen auf die Biodiversität oder die Monopolisierung des Saatguts – zusammen mit Lösungsansätzen, wie sich ungünstige Auswirkungen reduzieren oder verhindern lassen. Insgesamt gibt der Bericht der Akademien einen sehr guten Einblick in den aktuellen Stand des Wissens und in das Potential von Biotech-Nutzpflanzen für die Landwirtschaft in der Schweiz.

Wenige Tage vor der Veröffentlichung des Berichts hatten sich die Präsidenten der vier Akademien in einem offenen Brief an das Parlament gewendet, um das grosse Befremden der Wissenschaft über den Umgang des Parlaments mit den Forschungsergebnissen des NFP59 auszudrücken. Bereits vor dem Vorliegen des NFP59-Syntheseberichts waren im Parlament die Weichen für die inzwischen beschlossene zweite Verlängerung des Gentech-Moratoriums bis 2017 gestellt worden, eine politische Evaluation der Forschungsergebnisse habe nicht stattgefunden – nachdem zuvor die noch ausstehenden NFP59-Ergebnisse als wichtiger Grund für die erste Moratoriumsverlängerung angegeben worden waren. Die mehrfache Verlängerung des Moratoriums mit wechselnden Begründungen wecke die Befürchtung, dass aus dem inzwischen mindestens 12-jährigen Moratorium schleichend ein Verbot für die Gentechnologie in der Landwirtschaft werde. Technologieverbote hätten weitreichende Konsequenzen für die Zukunftsfähigkeit eines Landes, und würden den Aufbau von Kompetenzen verhindern. Die Wissenschaftler fordern die Politik auf, ihre Verantwortung wahrzunehmen und die Resultate der Forschung umfassend in ihre Entscheide mit einzubeziehen.

In einer Reaktion auf den offenen Brief der Akademien haben sieben Nationalrätinnen und Nationalräte unter Federführung der Grünen Adèle Thorens Goumaz ebenfalls in einem offenen Brief die Kritik der Wissenschaftler zurückgewiesen. Mitunterzeichnet haben die Nationalräte Markus Ritter (Präsident Schweiz. Bauernverband) und Jacques Bourgeois (Direktor Schweiz. Bauernverband). Sie betonen, ihre Verantwortung als Parlamentarierinnen und Parlamentarier vollumfänglich wahrgenommen zu haben, und

das Gentech-Moratorium in voller Kenntnis der Sachlage demokratisch legitimiert verlängert zu haben. Ausserdem gehe es bei der Entscheidungen nicht nur um mögliche Risiken, sondern um eine gesellschaftliche Wahl. Sie weisen auf die Qualitätsstrategie der Landwirtschaft mit den Schwerpunkten Natürlichkeit, Sicherheit, Gesundheit und Nachhaltigkeit hin, die bedinge dass die Landwirtschaft auf die Verwendung von GVO verzichte.

Tatsächlich war das wichtigste politische Argument für die jetzt beschlossene Moratoriumsverlängerung der Marketing-Aspekt – ein gesetzlich verankertes Gentech-Verbot soll den Absatz von Produkten der Schweizer Landwirtschaft im In- und Ausland fördern. Insofern scheint es auch keine Rolle zu spielen, dass die Wissenschaft klar zeigt dass die Grüne Biotechnologie positive Beiträge zu mehreren Schwerpunkten der «Qualitätsstrategie» leisten kann – es kommt nicht auf Fakten an, sondern auf die verbreitet eher skeptische Wahrnehmung einer neuen Technologie. Auch wenn dadurch konkrete Chancen verpasst werden.

**Quellen:** [Neue gentechnisch veränderte Pflanzen bringen Schweizer Landwirten ökologischen und ökonomischen Nutzen](#), Medienmitteilung der Akademien der Wissenschaften Schweiz, 19. 03. 2013; [Gentechnisch veränderte Nutzpflanzen und ihre Bedeutung für eine nachhaltige Landwirtschaft in der Schweiz](#), Bericht der Akademien der Wissenschaften Schweiz ( 2013), [Offener Brief an den Nationalrat und an den Ständerat: Kein schleichendes Gentechnikverbot in der Schweizer Landwirtschaft](#), Akademien der Wissenschaften Schweiz, 28. 02. 2013; [Offener Brief von Mitgliedern des Bundesparlaments an die Akademie der Wissenschaften Schweiz bezüglich des Anbaus von gentechnisch veränderten Pflanzen \(GVP\) in der Schweizer Landwirtschaft](#) (www.gruene.ch), 18. 3. 2013.

## Lebensmittel- Sicherheit

### 20 Jahre Forschung zu Inhaltsstoffen von GVO-Nutzpflanzen

Wie soll die Sicherheit von Lebensmitteln, die mit modernen biotechnologischen Methoden entwickelt wurden, im Vergleich zu herkömmlichen Nahrungsmitteln beurteilt werden? Vor 20 Jahren stellte die OECD das Konzept der «Substanziellen Äquivalenz» vor, das zu einem wichtigen Bestandteil nationaler Beurteilungsverfahren geworden ist. Das Prinzip der substanziellen Äquivalenz geht davon aus, dass neuartige Lebensmittel ein vergleichbares Risiko wie herkömmliche aufweisen, wenn ihre stoffliche Zusammensetzung äquivalent ist. Seither wurde in vielen Ländern im Rahmen der Zulassungsverfahren eine grosse Zahl an Untersuchungen zur Zusammensetzung von GVO-Lebensmitteln durchgeführt. Besorgniserregende unerwartete Änderungen der Zusammensetzung wurden dabei nie beobachtet. In einem aktuellen Übersichtsartikel im «Journal of Agricultural and Food Chemistry» stellen zwei US-Forscher die bisherigen Erkenntnisse zusammen – und werfen die Frage auf, ob diese sehr aufwendigen und teuren Untersuchungen immer noch gerechtfertigt sind.

Viele konventionell gezüchtete Pflanzen haben toxische Inhaltsstoffe. So enthält die in den Tropen als Grundnahrungsmittel wichtige Maniokwurzel giftige Blausäure – ohne spezielle Zubereitungsverfahren drohen Vergiftungen. Auch die Gartenbohnen, die bei uns auf dem Speiseplan stehen, würden bei rohem Verzehr Probleme bereiten – sie enthalten das giftige Eiweiss Phaseolin, das durch Kochen inaktiviert werden muss. Durch klassische Züchtungsprogramme zur Verbesserung bestimmter Pflanzeigenschaften wurde in der Vergangenheit bei neuen Sorten gelegentlich auch der Gehalt gesundheitsschädlicher Stoffe unbeabsichtigt gesteigert, z. B. bei Kartoffeln oder Sellerie. Untersuchungen an herkömmlich gezüchteten Nutzpflanzen zeigen, dass deren Inhaltsstoffe je nach Sorte und Wachstumsbedingungen

grossen Schwankungen unterlegen sind.

Die grosse Bandbreite unterschiedlicher Zusammensetzungen herkömmlicher Nutzpflanzen übertrifft die beobachtete Variabilität bei GVO-Nutzpflanzen bei weitem. Dies geht z. B. aus der Analyse von 148 GVO-Nutzpflanzen durch die US-Lebensmittelsbehörde FDA hervor, oder von 189 GVO-Sorten (incl. solcher mit kombinierten Gentech-Eigenschaften) durch die Behörden in Japan. Auch über 80 unabhängige wissenschaftliche Untersuchungen von Grundlagenforschern an einer grossen Zahl von GVO-Nutzpflanzen mit unterschiedlichen Eigenschaften kommen zum Schluss, dass sich diese in ihrer Zusammensetzung nicht grundsätzlich von herkömmlichen Pflanzen unterscheiden, und somit Sicherheitsbedenken aufgrund einer unerwarteten Veränderung der Zusammensetzung ohne Grundlage sind.

Die beiden Autoren des Übersichtsartikels weisen auf den enormen Aufwand hin, der für Studien zur Zusammensetzung von neuen GVO-Sorten erforderlich ist. Neue Empfehlungen der europäischen Zulassungsbehörde EFSA sehen alleine für dieses Kriterium Freilandversuche an acht unterschiedlichen Standorten, mit je vier Wiederholungen, vor. Dabei sollen als Vergleichsgrundlage auch sechs nicht gentechnisch veränderte Sorten mit untersucht werden. Die Kosten für die Studien zur Zusammensetzung neuer GVO-Sorten haben sich in den letzten Jahren aufgrund stetig steigender Anforderungen verzehnfacht, und betragen inzwischen über 1 Mio. US\$ pro Studie. Da diese Untersuchungen bisher keinerlei Hinweis auf mögliche schädliche unbeabsichtigte Veränderungen der Zusammensetzung neuer GVO-Nutzpflanzen gegeben haben, regen die Autoren eine Diskussion darüber an, ob dieser grosse Aufwand rein wissenschaftlich für alle neuen GVO-Sorten gerechtfertigt ist – oder auf solche neuen Sorten beschränkt werden sollte, bei denen aufgrund der neuen Eigenschaften mit einer bedeutsamen Änderung der Zusammensetzung gerechnet werden kann. Eine Senkung der Zulassungs-Anforderungen auf ein wissenschaftlich gerechtfertigtes Mass würde die Hürde für die Entwicklung neuer Biotech-Nutzpflanzen deutlich senken, und dieses wichtige Werkzeug auch kleinen und mittleren Pflanzenzüchtern zugänglich machen.

**Quellen:** Rod A. Herman & William D. Price 2013, [Unintended Compositional Changes in Genetically Modified \(GM\) Crops: 20 Years of Research](#), Journal of Agricultural and Food Chemistry, online 15.2.2013, [DOI:10.1021/jf400135r](#); [Safety Evaluation of Foods Derived by Modern Biotech](#), OECD 1993.

## Bt-Baumwolle

### Guter Schutz vor Raupenfrass kann Aktivierung natürlicher Abwehrmechanismen reduzieren

Nutzpflanzen mit dem Bt-Eiweiss, das ursprünglich aus Bodenbakterien stammt, sind gegen wichtige Schadinsekten geschützt. Sowohl bei Mais als auch bei Baumwolle wird diese mit Hilfe der Gentechnik eingeführte Pflanzen-Eigenschaft in vielen Ländern erfolgreich eingesetzt. Bt-Baumwolle wird weltweit bereits auf über 80% der Baumwollfelder angebaut, und hat zu einer deutlich verbesserten Kontrolle der wichtigsten Schadinsekten bei gleichzeitig verringertem Insektizidbedarf geführt. In einigen Weltregionen zeigte sich, dass andere, gegen das Bt-Eiweiss unempfindliche Schädlingarten auf Bt-Baumwollfeldern häufiger vorkamen. Bisher ging man davon aus, dass dies eine Nebenwirkung des insgesamt verringerten Insektizideinsatzes sei. Wahrscheinlich gibt es aber noch eine weitere Erklärung für diesen Effekt. Forscher um Jörg Romeis von der Forschungsanstalt Ag-



roscope ART haben jetzt einen Mechanismus aufgezeigt, durch den der optimaler Schutz gegen eine Schädlingsart anderen Pflanzenschädlingen nutzen könnte.

Werden Baumwollpflanzen von blattfressenden Insekten, wie z. B. von schädlichen Raupen, attackiert, nehmen sie die Blattschäden wahr und produzieren als Abwehrreaktion verstärkt bestimmte chemische Substanzen (Terpenoide), die Schädlingen den Appetit verderben sollen. Da bei Bt-Baumwollpflanzen viel weniger Blattschäden durch Raupenfrass auftreten, produzieren sie auch weniger Terpenoide. In Treibhausversuchen konnten Romeis und Mitarbeiter zeigen, dass Blattläuse – die mit ihren saugenden Mundwerkzeugen selber keine Blattschäden verursachen – auf den wenig beschädigten Bt-Baumwollpflanzen mit niedrigem Terpenoid-Gehalt besser gedeihen als auf von Raupen angefressenen konventionellen Pflanzen mit hohem Terpenoid-Gehalt.

Auf dem Feld spielen Blattläuse (auch auf Bt-Sorten) kaum eine Rolle als Baumwollschädlinge, da sie von natürlichen Feinden in Schach gehalten werden. Es ist allerdings möglich, dass von der hier beobachteten verringerten Abwehrkraft von Bt-Baumwollpflanzen gegen andere Insekten auch wirtschaftlich wichtige sekundäre Schädlinge, wie z. B. Weichwanzen, profitieren – dies wollen die Forscher in weiteren Versuchen erkunden. Da nicht alle Pflanzenschädlinge durch die Bt-Technologie kontrolliert werden, sind integrale Ansätze zur Schädlingskontrolle wichtig. Ein genaues Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Pflanze, Insekten und verschiedenen Strategien der Schädlingsbekämpfung, zu dem die neuen Resultate von Romeis und Mitarbeitern beitragen, ist eine wichtige Grundlage für die Entwicklung verbesserter, integraler Ansätze für die Schädlingsbekämpfung.

**Quellen:** Steffen Hagenbucher et al. 2013, [Pest trade-offs in technology: reduced damage by caterpillars in Bt cotton benefits aphids](#), Proc. Royal Soc. B vol. 280 no. 1758, online 13. 3. 2013, DOI:10.1098/rspb.2013.0042; [Indirekte Nebenwirkungen des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen: Des einen Leid, des anderen Freud auf dem Baumwollfeld](#), Medienmitteilung Schweiz. Nationalfonds, 13. 3. 2013

## Pflanzen- Biologie

### Genveränderter Mais mit verbesserter Aluminiumtoleranz – ganz natürlich

Toxische Wirkungen von Aluminiumverbindungen im Boden schränken in vielen Weltregionen das Pflanzenwachstum ein, speziell in für die Lebensmittelproduktion kritischen Regionen der Tropen und Subtropen. Aluminiumsalze kommen verbreitet im Boden vor. Sie werden aber nur in Regionen mit sauren Böden problematisch für Pflanzen, da unter diesen Bedingungen toxische Aluminium-Ionen in Lösung gehen und so von den Pflanzen aufgenommen werden können. Da etwa die Hälfte des potentiellen Ackerlands der Erde saure Böden aufweist, ist Aluminium-Toxizität ein grosses globales Problem für die Landwirtschaft. Nur Trockenheit stellt eine noch grössere Bedrohung für die Nahrungsmittelversorgung der Menschheit dar. Ein Forscherteam aus den USA und aus Brasilien hat jetzt eine genveränderte Maispflanze mit deutlich erhöhter Aluminiumtoleranz gefunden, und den biologischen Mechanismus aufgeklärt.

Die Forscher untersuchten als Grundlage für Zuchtprogramme eine grosse Anzahl von Maispflanzen auf ihre Aluminium-Toleranzeigenschaften, und entdeckten so das wichtige Toleranzgen *MATE1*. Hierbei handelt es sich um ein Transporteiweiss in den Wurzelspitzen, das die Absonderung von Zitronensäure in den Boden steuert. Diese bindet dort toxische Aluminiumionen,

und verhindert so ihre Aufnahme über die Wurzeln - die Pflanze ist geschützt. Eine genauere Untersuchung von drei besonders Aluminium-toleranten Maissorten aus den südamerikanischen Tropen, aus einer Region mit besonders sauren Böden, ergab für die Forscher eine Überraschung: diese trugen nicht nur ein *MATE1*-Gen wie fast alle anderen Maissorten, sondern gleich drei identische Kopien. Die erhöhte Gen-Zahl bewirkt eine verstärkte Ablesung der Erbinformation, und so die Produktion einer grösseren Menge des Resistenz-Eiweisses in den Maiswurzeln. So können Maislinien mit diesem Dreiergen besonders hohen Aluminium-Konzentrationen im Boden widerstehen.

Es ist schon lange bekannt, dass das Mais-Erbgut ausserordentlich flexibel ist, und die unterschiedlichen Eigenschaften der zahlreichen verschiedenen Maissorten auf natürliche genetische Veränderungen zurückgehen. Zu spontan aufgetretenen Mutationen, die nur kleine Genabschnitte betreffen, kommen auch springende Gene, die andere Mais-Gene an- oder abschalten können, sowie Rearrangements grösserer Abschnitte des Erbguts. Hierzu gehören neben spontanen Genverlusten (Deletionen) auch Verdoppelungen oder gar Vervielfachungen bestimmter Genabschnitte. Obwohl bei Mais viele derartige Genom-Rearrangements bekannt sind, ist die hier beschriebene Verdreifachung des *MATE1*-Gens eine der ersten Gen-Vervielfältigungen, die Grundlage einer wichtigen agronomischen Eigenschaft in Pflanzen ist. Offenbar fand in einer der Vorfahren der Maissorte eine spontane, zufällige Genvermehrung des *MATE1*-Gens statt. In der Regel bringen solche natürlichen Genveränderungen keine Vorteile für die Pflanzen, und gehen wieder verloren. In diesem speziellen Fall führte die Gen-Vermehrung jedoch zu einem Überlebens-Vorteil auf Böden mit schädlichen Aluminium-Konzentrationen, wurde an die Nachkommen weitervererbt und konnte sich so in lokal angepassten Sorten durchsetzen. Da diese spezielle Genveränderung in fast allen anderen Maissorten fehlt, gehen die Forscher davon aus dass sie sich erst während der Entwicklung des modernen Kulturmais in den letzten Jahrtausenden ereignet hat, und daher – mit dem Massstab der Evolution gemessen – erst vor relativ kurzer Zeit.

In der Natur sind natürliche Genveränderungen wichtige Quellen unterschiedlicher Eigenschaften für Nutzpflanzen. Ein Verständnis der molekularbiologischen Grundlagen ermöglicht es, diese Eigenschaften gezielt in Zuchtprogrammen einzusetzen, um neue Sorten mit gewünschten, verbesserten Merkmalskombinationen zu erhalten.

**Quellen:** [Lyza G. Maron et al. 2013, Aluminum tolerance in maize is associated with higher MATE1 gene copy number](#), Proc. Natl. Acad. Sci. USA 110:5241-5246; [Triple copies of gene make maize tolerant to toxic soil](#), Cornell Chronicle, 18. 03. 2013.

## Kontakt und Impressum



POINT erscheint monatlich in elektronischer Form auf Deutsch und Französisch. Er fasst aktuelle Meldungen aus Forschung und Anwendung rund um die grüne Biotechnologie zusammen. Für ein kostenloses Abonnement (e-mail) können Sie sich auf unserer Website [www.internutrition.ch](http://www.internutrition.ch) anmelden, dort steht auch ein [Archiv](#) der vorherigen Ausgaben zur Verfügung. Wir freuen uns auf Ihre Fragen und Anregungen!

Text und Redaktion: [Jan Lucht](#)

scienceindustries, Postfach, CH-8021 Zürich  
Telefon: 044 368 17 63

Homepage: [www.internutrition.ch](http://www.internutrition.ch), e-mail: [info@internutrition.ch](mailto:info@internutrition.ch)

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