

# InterNutrition POINT

## Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 175  
September 2016

### Inhalt

<i>Pflanzenschutz: Neue Wirkstoffe aus Farn und Bodenbakterien bewahren Nutzpflanzen vor Insekten</i> .....	S. 1
<i>Biotech-Nutzpflanzen: Langfristige Auswirkungen auf Herbizid- und Insektizideinsatz in den USA</i> .....	S. 2
<i>Ökonomie und Ökologie: Globale Auswirkungen des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen 1996 - 2014</i> .....	S. 4
<i>Regulierung neuer Technologien: Welt-erste Mahlzeit aus CRISPR-genveränderten Pflanzen</i> .....	S. 4
<i>Neue Züchtungsverfahren: Bundesamt für Landwirtschaft BLW verfolgt aufmerksam die Entwicklungen</i> .....	S. 6

### Pflanzen- schutz



***Tectaria macrodonta.***  
Der exotische, essbare Farn enthält einen insektiziden Wirkstoff  
© Smithsonian Institute / [plantillustrations.org](http://plantillustrations.org)

### Neue Wirkstoffe aus Farn und Bodenbakterien bewahren Nutzpflanzen vor Insekten

Pflanzen, die sich selber vor gefräßigen Schädlingen schützen können: zu dieser wichtigen Eigenschaft für die Landwirte hat die Gentechnik entscheidend beigetragen. Auf über 80 Millionen Hektaren weltweit werden insektenresistente Sorten z. B. von Mais oder Baumwolle angebaut, die durch den Einbau eines Gens aus dem Bodenbakterium *Bacillus thuringiensis* ein insektizides Bt-Eiweiß produzieren. Dadurch können sie verschiedene Schadinsekten abwehren. Es ist allerdings möglich, dass nach langem Anbau von Bt-Pflanzen Resistenzen bei den Schädlingen auftreten. Ausserdem wirkt das Bt-Eiweiß gegen verschiedene bissende Insekten, z. B. Raupen von verschiedenen Faltern, aber nicht gegen saugende Insekten wie Blattläuse. Alternative Möglichkeiten der Insekten-Kontrolle sind daher gefragt. Zwei aktuelle Veröffentlichungen beschreiben die Entdeckung neuer Wirkstoffe, mit denen in transgenen Nutzpflanzen Schädlinge kontrolliert werden können.

Wissenschaftler des Saatgut-Unternehmens DuPont Pioneer suchten nach neuen Möglichkeiten, den Mais-Wurzelbohrer mit einem biotechnologischen Ansatz zu bekämpfen. Dieser Käfer und seine Larven richten enorme Schäden in Maiskulturen in den USA an, und breiten sich auch in Europa aus. Verschiedene Bt-Maissorten bieten einen guten Schutz gegen den Wurzelbohrer, allerdings werden vereinzelt Resistenzen beobachtet. Um einen langfristigen und nachhaltigen Pflanzenschutz zu gewährleisten, suchten die Forscher in verschiedenen US-Bundesstaaten nach Boden-Bakterien, die Wirkstoffe gegen den Wurzelbohrer produzieren. Nach umfangreichen Tests vieler verschiedener Bakterien wurden sie fündig: *Pseudomonas chloroaphis* produzierte eine Substanz mit der gewünschten Wirkung. Schnell gelang es den Forschern, das dafür verantwortliche Bakterien-Gen zu isolieren, und in Maispflanzen einzubauen. Das Resultat: die transgenen Pflanzen waren gegen Attacken durch den Wurzelbohrer geschützt – auch gegen solche Insekten, die gegen das Bt-Eiweiß resistent geworden waren. Dabei wirkt das neue insektizide Eiweiß hoch spezifisch: verschiedene andere Insekten-

Arten wurden davon nicht beeinflusst. Die Eignung des neuen Wirkstoffes für den Pflanzenschutz in gentechnisch veränderten Maissorten wird jetzt gründlich abgeklärt.

Pflanzensaft saugende Insekten, wie Blattläuse, Thripse (Fransenflügler) und Weisse Fliegen werden durch keine der gegenwärtig verfügbaren Biotech-Strategien in gentechnisch veränderten Pflanzen in Schach gehalten. Ein Forscherteam aus Indien hat sich daher auf die Suche gemacht, um einen neuen Wirkstoff gegen die Baumwoll-Weisse Fliege zu finden. Diese Insekten schädigen Nutzpflanzen, indem sie ihnen Nährstoffe entziehen und mit ihren Ausscheidungen (Honigtau) das Wachstum von schädlichen Pilzen begünstigen. Ausserdem übertragen die Weissen Fliegen eine grosse Zahl von Pflanzen-Viren, und verbreiten so Krankheiten.

Die Forscher gingen von der Beobachtung aus, dass Farne nur sehr selten von Insekten angegriffen werden. Sie enthalten daher möglicherweise von Natur aus Substanzen, die einen Schädlingsbefall verhindern. Extrakte von 38 verschiedenen Farn-Arten wurden auf ihre Wirkung gegen Weisse Fliegen geprüft. 25 davon liessen Weisse Fliegen absterben. Eine exotische Farnart, *Tectaria macrodonta* zeigte eine starke Wirkung, zudem war der Wirkstoff besonders stabil. Die Forscher reinigten daraufhin die Wirksubstanz, ein Eiweiss, und isolierten das dazugehörige Farn-Gen. Wurde dieses in Baumwollpflanzen eingebaut, konnten sich daran saugende Weisse Fliegen nicht mehr vermehren und weiter ausbreiten. Auch die Übertragung eines Baumwoll-Virus durch die Weissen Fliegen wurde in den gentechnisch veränderten Baumwollpflanzen blockiert. Offenbar wirkt die Farn-Substanz spezifisch, da andere Insekten unbeeinträchtigt blieben. Mit dem Wirkstoff aus Farn hoffen die indischen Wissenschaftler, eine neue Strategie zur Kontrolle der Weissen Fliege bei Baumwolle und auch in anderen Nutzpflanzen entwickelt zu haben. Da es sich bei dem Farn, der ursprünglichen Quelle des Eiweisses, um eine essbare Sorte handelt und auch in Tierversuchen keine nachteiligen Auswirkungen des Wirkstoffes beobachtet wurden, gehen die Forscher davon aus dass transgene Pflanzen damit für die tierische und menschliche Ernährung geeignet wären. Eine geeignete Kombination von Bt-Genen und Farn-Genen könnte Baumwollpflanzen gegen ein breiteres Spektrum von Schädlingen schützen, als das bisher der Fall ist.

**Quellen:** Ute Schellenberger et al. 2016, [A selective insecticidal protein from Pseudomonas for controlling corn rootworms](https://doi.org/10.1126/science.aaf6056), Science (online 22.09.2016), DOI:10.1126/science.aaf6056; Anoop Kumar Shukla et al. 2016, [Expression of an insecticidal fern protein in cotton protects against whitefly](https://doi.org/10.1038/nbt.3665), Nature Biotechnology (online 05.09.2016), DOI:10.1038/nbt.3665-

## Biotech- Nutzpflanzen

### Langfristige Auswirkungen auf Herbizid- und Insektizideinsatz in den USA

Seit gentechnisch veränderte Nutzpflanzen im Jahr 1996 erstmals im grossen Massstab angebaut wurden, wird über deren Auswirkungen auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln diskutiert. Insektenresistente Sorten wie der Bt-Mais sollten den Einsatz von Insektiziden reduzieren, während herbizidtolerante Sorten wie Roudup-Ready Soja in erster Linie die Unkrautbekämpfung erleichtern sollten.

Für die USA wurde jetzt eine agrarökonomische Langzeit-Studie präsentiert, welche den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bei je 5000 Mais- und Sojafarmern aus verschiedenen Regionen über einen Zeitraum von 14 Jahren (1998 – 2011) vergleicht. Das umfangreiche statistische Material geht damit

weit über bisher vorhandene Studien hinaus, und erlaubt genauere Aussagen.

Über den gesamten Untersuchungs-Zeitraum wurden bei glyphosatoleranten Sojasorten nach Gewicht 28% mehr Herbizide eingesetzt als bei den konventionellen Sorten. Das hängt damit zusammen, dass Glyphosat eine höhere Aufwandrate hat als die bei konventioneller Soja eingesetzten Herbizide. Dafür hat es pro Gewichtseinheit weniger nachteilige Umweltauswirkungen. Wird statt des Gewichts der Einfluss auf die Umwelt betrachtet («environmental impact quotient» EIQ) zeigt sich praktisch kein Unterschied mehr zwischen der Umweltbelastung durch Herbizide bei konventioneller und Gentech-Soja.

Bei insektenresistentem Bt-Mais zeigt sich ein anderes Bild: hier ist der Insektizideinsatz gegenüber konventionellen Sorten um 11.2% reduziert (EIQ: -10.4%). Die erhofften Einsparungen werden daher in der Praxis auch beobachtet. Besonders eindrucksvoll ist es, wenn der langfristige Trend des Insektizideinsatzes in den USA betrachtet wird: In den 14 untersuchten Jahren, in denen bei Mais der Flächenanteil von insektenresistenten Gentech-Sorten von 10% auf etwa 70% anstieg, sind insgesamt bei allen Maiskulturen eingesetzte Insektizid-Menge und Umweltbelastung um 75% zurückgegangen. Das hat sowohl mit dem Einsatz wirksamerer, weniger belastender Wirkstoffe als auch mit einer grossflächigen Reduktion des Schädlingsdrucks durch den verbreiteten Anbau insektenresistenter Sorten zu tun, von welcher sowohl konventionelle als auch Biotech-Landwirte profitieren.

Bei Soja-Kulturen, bei denen der Flächenanteil herbizidtoleranter Sorten zwischen 1989 und 2011 von knapp 40% auf über 90% anwuchs, war zwischen 1998 und 2006 nur ein leichter Anstieg der insgesamt verwendeten Herbizidmenge und sogar ein Rückgang der Umweltbelastung zu beobachten. Seit 2007 zeigt sich jedoch ein kontinuierlicher Anstieg. Als einen wahrscheinlichen Grund hierfür geben die Autoren die zunehmende Resistenz mancher Unkräuter gegen Glyphosat an, welche Landwirte dazu veranlasst wieder vermehrt alternative Herbizide einzusetzen. Tatsächlich ist bei glyphosat-toleranten Sojakulturen der Flächenanteil, der ausschliesslich mit Glyphosat zur Unkrautkontrolle behandelt wird, von etwa 70% (1998) auf etwa 40% (2011) zurückgegangen.

Ein wichtiger Schluss der Autoren dieser Studie ist, dass zunehmende Resistenzentwicklung bei Unkräutern gegen das Herbizid Glyphosat aufgrund zu einseitiger, grossflächiger Anwendung in den USA die über das erste Anbau-Jahrzehnt beobachteten Umwelt-Vorteile zunehmend in Frage stellt. Hier drängt sich ein nachhaltigerer Ansatz zur Unkrautkontrolle, mit einer Kombination verschiedener und komplementärer Massnahmen, auf. Bei insektenresistenten Mais-Kulturen dagegen konnte aufgrund resistenzminimierender Anbauvorschriften, wie der Verpflichtung zur Aussaat von nicht gentechnisch veränderten Refugien auf einem Teil der Anbaufläche, die Entwicklung resistenter Insekten so weit gebremst werden das sich diese nicht auf den Insektizidverbrauch niederschlagen. Trotzdem sollten auch bei der Kontrolle von Schad-Insekten Kombinationen von Bekämpfungsmassnahmen eingesetzt werden, um den Nutzen gentechnisch veränderter Sorten langfristig zu sichern.

**Quellen:** [Largest-Ever Study Reveals Environmental Impact of Genetically Modified Crops](#), University of Virginia today, 14.09.2016; Edward D. Perry et al. 2016, [Genetically engineered crops and pesticide use in U.S. maize and soybeans](#), Science Advances 2:e1600850 (DOI:10.1126/sciadv.1600850).

## Ökonomie und Ökologie

### Globale Auswirkungen des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen 1996 - 2014

Bereits seit mehreren Jahren veröffentlichen die Agrarökonominnen Graham Brookes & Peter Barfoot jährlich eine Zusammenstellung der globalen Auswirkungen des zunehmenden Anbaus von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen. Der aktuelle Bericht, zusammengefasst in zwei Artikeln der Fachzeitschrift «GM Crops & Food» sowie vollständig verfügbar zum Herunterladen, umfasst den Zeitraum 1996 – 2014.

Die klaren wirtschaftlichen Vorteile für Landwirte – im Durchschnitt über 100 US\$/ha im Jahr 2014 im Vergleich zu konventionellen Kulturen – beruhen zu zwei Dritteln auf höheren Erträgen und zusätzlicher Produktion, wobei Landwirte in Entwicklungsländern die grösste Produktivitätssteigerung verzeichnen. Global gesehen betrug das zusätzliche landwirtschaftliche Einkommen durch den Einsatz von Gentech-Pflanzen 150 Milliarden US\$.

Zwischen 1996 und 2014 ermöglichte die «Grüne Biotechnologie» bei Mais eine zusätzliche globale Produktion von 321.8 Millionen Tonnen, bei Soja waren es 158.4 Millionen Tonnen. Damit wurde ein entscheidender Beitrag zur Versorgung der Weltbevölkerung mit Futter- und Nahrungsmitteln geleistet. Gleichzeitig wurde durch die effizientere Ausnutzung der vorhandenen Agrarfläche der Druck auf eine weitere Expansion, und damit eine Beeinträchtigung unberührter Naturregionen, reduziert. Die Autoren schätzen, dass 2014 ohne Biotech-Sorten auf 7.5 Mio. ha mehr Land Soja hätte angebaut werden müssen um die Produktion aufrecht zu erhalten. Bei Mais wäre eine zusätzliche Fläche von 8.9 Mio. ha, bei Baumwolle 3.7 Mio. ha, und bei Raps 600'000 ha erforderlich gewesen.

Als Vorteile für die Umwelt werden ein reduzierter Bedarf von Pflanzenschutzmitteln (-8.2% von 1996 – 2014) mit gleichzeitigem Rückgang der negativen Umweltauswirkungen (EIQ) von 18.5% angegeben, und eine Reduktion der Treibhausgas-Emissionen (22.4 Mia. kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente in 2014). Das entspricht dem jährlichen Ausstoss von 10 Millionen Autos.

**Quellen:** Graham Brookes & Peter Barfoot 2016, [Global income and production impacts of using GM crop technology 1996–2014](#), GM Crops & Food 7:1 (online 26.04.2016; DOI:10.1080/21645698.2016.1176817); Graham Brookes & Peter Barfoot 2016, [Environmental impacts of genetically modified \(GM\) crop use 1996-2014: Impacts on pesticide use and carbon emissions](#), GM Crops & Food 7:2 (online 02.06.2016; DOI:10.1080/21645698.2016.1192754); Graham Brookes & Peter Barfoot, [GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2014 \(full report\)](#), PG Economics Ltd, UK (May 2016); [Global economic benefits of GM crops reach \\$150 billion](#), PG Economics Limited media release, 31.05.2016

## Regulierung neuer Technologien

### Welt-erste Mahlzeit aus CRISPR-genveränderten Pflanzen

Neue gentechnische Verfahren haben in den letzten Jahren die Möglichkeiten der gezielten Erbgut-Veränderung enorm vereinfacht und beschleunigt. Als neues «Schweizer Sackmesser» der Biotechnologie gilt vor allem das CRISPR/Cas9-Verfahren, das gezielte Schnitte an präzise vorbestimmten Positionen im Erbgut ermöglicht. Die Technologie hat sowohl die Grundlagenforschung als auch praktische Anwendungen in vielen Bereichen vorangetrieben – auch in der Pflanzenzucht.

Bei manchen Anwendungen des CRISPR-Verfahrens entstehen Veränderungen im Erbgut, die genau gleich auch in der Natur entstehen können. In

vielen Ländern wird daher heiss diskutiert, ob solche «naturidentischen» Organismen aufgrund des Herstellungsverfahrens als «gentechnisch verändert» eingestuft werden sollten und damit strengen Sicherheits- und Zulassungsaufgaben unterstehen sollten, oder ob hier weniger strikte Regeln, die sich an den neuen Eigenschaften des Organismus orientieren, angewendet werden sollten. Vielen Forschern ist es dabei ein Dorn im Auge, dass Organismen keinerlei Auflagen unterliegen wenn sie in der Natur vorkommen oder durch ungerichtete Erbgutveränderung (Bestrahlung, mutagene Chemikalien) erzeugt werden, vollkommen identische Organismen, die im Labor mittels der CRISPR-Technologie verändert wurden, aber streng reguliert werden sollen.

Der schwedische Pflanzenforscher Stefan Jansson von der Universität Umeå hatte wiederholt auf diesen Widerspruch hingewiesen. Ende 2015 hatte der schwedische Landwirtschafts-Ausschuss ihm bestätigt, dass mit Hilfe der CRISPR-Technologie veränderte Pflanzen, die keine fremde Erbinformation enthalten, nicht als gentechnisch veränderte Organismen betrachtet werden. Die Europäische Kommission konnte sich auf diesem Gebiet noch zu keiner Klärung entschliessen und hat eine längst angekündigte Entscheidung immer wieder verschoben.

Aufgrund der Einstufung durch die schwedischen Behörden konnte Jansson mit CRISPR erzeugte Kohlpflanzen, die eine geringfügige Erbgutveränderung ohne Fremd-DNA trugen, Ende Mai 2016 in seinem privaten Hausgarten anpflanzen, und in seinem [Blog](#) über die Fortschritte dabei berichten.

Mitte August 2016 war es dann soweit: er erntete den CRISPR-Kohl zusammen mit anderen selbst gezogenen Gemüsesorten. Er bereitete daraus



*Tagliatelle mit CRISPR-Gemüse – vielleicht die welterste Mahlzeit mit genveränderten Pflanzen, die mit Hilfe der neuen CRISPR-Technik gezüchtet wurden. Photo: [Stefan Jansson](#)*

ein Tagliatelle-Gericht zu, und verspeiste dieses vor der Kamera zusammen mit dem schwedischen Reporter Gustaf Klarin. Koch und Gast waren vom Geschmack begeistert, und genossen unter strahlendem Himmel auf der offenen Terrasse den historischen Moment: die welterste, öffentliche und legale Mahlzeit mit CRISPR - veränderten Pflanzen. Aufgrund der laufenden Diskussionen scheint CRISPR aktuell in

aller Munde zu sein – und jetzt auch im wörtlichen Sinn zum vielleicht ersten Mal auch in Form eines Gemüses.

Mit seiner kulinarischen Aktion möchte Jansson zu der Auseinandersetzung um die rechtliche Einstufung von neuen Züchtungsverfahren und der Beurteilung des neuen CRISPR-Verfahrens beitragen. Neben zahlreichen Anwendungen in der Pflanzenzüchtung wird CRISPR unter anderem auch in der Nutztier-Zucht, zur Produktion neuartiger Wirkstoffe gegen Krankheitserreger, in der Lebensmittel-Wirtschaft und in der Medizin eingesetzt.

**Quellen:** [Umeå researcher served a world first \(?\) CRISPR meal](#), Umeå University Press

Release, 05.09.2016; [Did a Swedish researcher eat the first CRISPR meal ever served?](#), Science Insider, 07.09.2016; [Future garden plants are here!](#), Stefan Jansson' blog; ["Green light in the tunnel": Opinion of the Swedish Board of Agriculture – a CRISPR-Cas9-mutant but not a GMO](#), Umeå University Press Release, 17.11.2015; [Fact sheet \(with figures\) describing the PsbS case](#) and [More elaborate background description \(with scientific references\) of the PsbS case](#), Umeå Plant Science Centre; Rodolphe Barrangou & Jennifer A Doudna 2016, [Applications of CRISPR technologies in research and beyond](#), Nature Biotechnology 34:933–941

## Neue Züchtungs- verfahren

### Bundesamt für Landwirtschaft BLW verfolgt aufmerksam die Entwicklungen

Die neuen Verfahren zur gezielten Erbgut-Veränderung mit Hilfe von biotechnologischen «Gen-Scheren» revolutionieren weltweit die Züchtung. Vor allem im Pflanzenbereich explodieren neue Forschungsansätze und praktische Anwendungen förmlich. Die rasante Entwicklung bringt aber auch viele Unsicherheiten mit sich.

Sylvain Aubry vom Schweizer Bundesamt für Landwirtschaft gibt im September-Newsletter des BLW einen guten Überblick zu den Chancen, aber auch zu den zahlreichen offenen Fragen, welche die neuen Züchtungsverfahren im Pflanzenbereich mit sich bringen. Dazu gehören technische Fragen bei der Anwendung, aber auch rechtliche Fragen zur Einstufung und Beurteilung der Produkte der neuen Verfahren. Wie bei allen neuen Technologien müssen auch sozioökonomische Aspekte berücksichtigt werden. Schliesslich stellen sich auch ethische Fragen: wo liegt bei den neuen Ansätzen die Grenze zwischen «natürlich» und «künstlich»? Die früher deutliche Abgrenzung verschwimmt mit der raschen technologischen Entwicklung zunehmend.

Für die Pflanzenzüchtung könnten die neuen Verfahren eine Vielzahl neuer Pflanzen-Eigenschaften beitragen, darunter auch solche die für eine ressourcenschonende Landwirtschaft mit reduziertem Einsatz von Betriebsmitteln geeignet sind. Allerdings sollte nicht vergessen werden, dass Züchtungen auch mit den neuen Verfahren immer auch auf Sorten basieren, die über viele Jahre hinweg mit klassischen Methoden erzeugt wurden. Die Züchtung der Zukunft wird wohl auf einer Kombination von klassischen und modernen Verfahren beruhen. Wenn in Zukunft neue Eigenschaften eingeführt werden, die eine Verbesserung der Nachhaltigkeit der Agro-Ökosysteme bewirken, sei eine neue landwirtschaftliche Revolution allenfalls denkbar – auch für die Schweiz. Das Bundesamt für Landwirtschaft verfolgt die Entwicklung aufmerksam.

**Quelle:** [Grünere Revolution? Neue Pflanzenzüchtungsverfahren im Rampenlicht](#), Newsletter «Das BLW informiert» Nr. 15 (September 2016), Bundesamt für Landwirtschaft BLW.

## 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](mailto:jan.lucht@scienceindustries.ch)

Eine Initiative von

scienceINDUSTRIES  
S W I T Z E R L A N D