

# InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 191  
Februar 2018

## Inhalt

*Nutzen: 21 Jahre Feldforschung belegen höhere Erträge und weniger Schimmelpilzgifte in gentechnisch verändertem Mais .....S. 1*

*Tomaten: Gerstengene steigern Resistenz und aktivieren Abwehrkräfte gegen Schädlinge .....S. 3*

*Australien: Welterste Anbauzulassung für mit omega-3-Fettsäure angereicherte Nutzpflanze .....S. 4*

*Burkina Faso: Kleinbauern wünschen sich die gentechnisch veränderte, insektenresistente Bt Baumwolle zurück .....S. 5*

## Nutzen



### **Insektenresistenter Bt-Mais**

Photo ©: [transgen.de](http://transgen.de)

## **21 Jahre Feldforschung belegen höhere Erträge und weniger Schimmelpilzgifte in gentechnisch verändertem Mais**

Seit 1996 werden gentechnisch veränderte Maissorten grossflächig angebaut. Im Jahr 2016 wurden sie in 16 Ländern auf insgesamt 60 Mio. ha gepflanzt, das entspricht mehr als ein Viertel der gesamten globalen Mais-Anbaufläche. Auf fast 90% der Biotech-Mais-Anbaufläche wächst insektenresistenter Bt-Mais, der durch ein Gen aus Bodenbakterien gegen Frass-Insekten geschützt ist. Auch in Europa werden solche insektenresistenten Bt-Maissorten angepflanzt: in Spanien werden sie von den Landwirten aufgrund ihrer positiven Erfahrungen seit 1998 auf mehr als einem Drittel der gesamten Mais-Anbaufläche eingesetzt.

Trotz der praktischen Erfahrung mit dem Anbau gentechnisch veränderter Maissorten auf riesigen Flächen über mehr als zwei Jahrzehnte und einer grossen Zahl wissenschaftlicher Untersuchungen, bei denen eine Vielfalt agronomischer Aspekte des Maisanbaus unter die Lupe genommen wurden, ist in vielen Ländern die Skepsis gegenüber dem Nutzen und möglichen Gefahren eines Anbaus von gentechnisch veränderten Pflanzen immer noch verbreitet. Etwa 38 Länder weltweit, darunter 19 in Europa, haben den Einsatz von gentechnisch veränderten Maissorten verboten, erlauben aber weiterhin deren Import als Lebens- oder Futtermittel.

Laura Ercoli und ihre Kolleginnen und Kollegen von der Scuola Superiore Sant'Anna und der Universität in Pisa haben nun über 6000 wissenschaftliche Veröffentlichungen aus den Jahren 1996 – 2016 gesichtet, die sich mit dem Anbau gentechnisch veränderter Maissorten beschäftigen.

Dabei stellten sie strenge Anforderungen: die Untersuchungen mussten unter realistischen Feldbedingungen stattgefunden haben, es mussten gentechnisch veränderte Maissorten mit bis auf die Veränderung gleichartigen konventionellen Sorten Seite an Seite verglichen worden sein, und die beschriebenen Daten mussten von genügender Menge und Qualität sein, um eine statistische Auswertung zu erlauben.

76 Veröffentlichungen, ausschliesslich aus begutachteten («peer reviewed») Fachzeitschriften, erfüllten die strengen Voraussetzungen. Die weit über 1000 darin beschriebenen Einzel-Beobachtungen stammten von fünf Conti-

zenten, darunter waren auch Feldstudien mit gentechnisch verändertem Mais aus neun europäischen Ländern. Die in der Literatur beschriebenen Resultate wurden in einer umfangreichen Datenbank zusammengestellt, und einer Meta-Analyse unterzogen.

Es zeigte sich, dass die Erträge mit den gentechnisch veränderten Maissorten zwischen 5.4% und 24.5% höher ausfielen als mit gleichartigen, konventionellen Sorten. Besonders hohe Erträge konnten dabei mit neueren Sorten erzielt werden, die mehrere gentechnisch vermittelte Eigenschaften (z. B. Resistenz gegen verschiedenen Insekten; Herbizidtoleranz) vereinen.

Die Nährstoff-Zusammensetzung in den Maispflanzen wurde durch die gentechnische Veränderung nicht beeinflusst. Ein wichtiger Unterschied wurde aber deutlich, wenn das Erntegut auf den Gehalt an gesundheitsschädlichen Pilzgiften untersucht wurde: bei den Biotech-Maissorten lag der Mykotoxin-Gehalt im Durchschnitt um 28.8% niedriger, für einzelne Pilzgifte war der Vorteil noch grösser.

Schimmelpilze benutzen Frass-Verletzungen durch Insekten oft als Einfallstor, um Maiskolben zu infizieren. Bei den insektenresistenten Bt-Maissorten waren die Beschädigungen an den Kolben um fast 60% reduziert im Vergleich zu den konventionellen Sorten, daher boten sie den Pilzen weniger Angriffsfläche. Die Belastung mit Schimmelpilz-Giften ist bei Mais ein ernstes Problem, das umfangreiche Kontrollen des Ernteguts erfordert. Werden die strengen Grenzwerte überschritten, dürfen die Maiskörner nicht mehr zu Lebensmitteln verarbeitet werden.

Der gute Schutz, den Bt-Maissorten gegen Schädlinge ermöglichen, ist der Grund für den verbreiteten Einsatz derartiger Pflanzen. So kann der Befall mit dem gefürchteten Maiswurzelbohrer *Diabrotica virgifera* durch die Auswahl geeigneter Bt-Maissorten um 89.7% reduziert werden. Leiden darunter auch alle anderen Insekten und gar Nützlinge im Feld? Da die Bt-Maissorten sehr spezifisch nur gegen bestimmte Schädlingsklassen wirken, ist das nicht der Fall. Die Meta-Analyse zeigte keine nachteiligen Auswirkungen auf zahlreiche untersuchte Nicht-Zielorganismen.

Eine Ausnahme stellten bestimmte parasitische Wespen dar, die ihre Eier in Maiszünslerlarven ablegen. Da diese Mais-Schädlinge durch Bt-Mais gut kontrolliert werden, finden die Schädlings-Parasiten weniger Futter vor – dementsprechend war ihre Anzahl in Bt-Maisfeldern reduziert. Keine Probleme zeigten sich mit dem Abbau von Ernte-Rückständen von gentechnisch verändertem Mais auf dem Feld, dieser erfolgte sogar etwas schneller als bei konventionellen Maissorten.

Zusammengenommen zeigen diese Daten aus einer Grosszahl von Feldversuchen aus der ganzen Welt über 21 Jahre, dass gentechnisch veränderte Maissorten Erträge erhöhen und zugleich die Qualität des Ernteguts durch eine reduzierte Mykotoxinbelastung steigern. Sie bieten damit sowohl wirtschaftliche als auch gesundheitliche Vorteile gegenüber konventionellen Sorten. Vor allem in Europa werden diese Vorteile von politischen Entscheidungsträgern jedoch weitgehend ignoriert, die lieber auf pauschale Anbauverbote setzen als auf Selbstbestimmung und Wahlfreiheit der Konsumenten.

**Quellen:** Elisa Pellegrino et al. 2018, [Impact of genetically engineered maize on agronomic, environmental and toxicological traits: a meta-analysis of 21 years of field data](#), Scientific Reports 8:3113; [Gen-Mais nutzt der Gesundheit](#), Spektrum.de, 23.02.2018

## Tomaten

### Gerstengene steigern Resistenz und aktivieren Abwehrkräfte gegen Schädlinge

Ein unscheinbarer, aber umso gefährlicherer Pflanzenschädling breitet sich aus: *Tuta absoluta*, die Tomaten-Miniermotte. Ursprünglich in Südamerika beheimatet, wurden die Insekten 2006 nach Spanien eingeschleppt und haben in kürzester Zeit weite Regionen des Mittelmeerraums befallen. Sie wurden aber auch schon in Grossbritannien und der Schweiz beobachtet sowie in entfernteren Ländern Asiens und Afrikas. Sie bedrohen inzwischen die globale Tomaten-Produktion, wo sie ohne Gegenmassnahmen Ernteverluste von 80% - 100% verursachen können. Sie verschmähen aber auch andere Nutzpflanzen, wie Kartoffeln und Auberginen, nicht.

Die millimetergrossen Larven bohren sich in Blätter, Stängel und Früchte, und fressen diese von innen auf. Die ebenfalls sehr kleinen ausgewachsenen Motten legen etwa 250 Eier und können bis zu 12 Generationen pro Jahr durchlaufen. Eine Bekämpfung ist aufgrund der geschützten Lebensweise und rascher Resistenzentwicklung sehr schwierig.

Ein spanisches Forschungsteam berichtet jetzt über die Entwicklung von gegen die Miniermotte resistenten Tomaten durch Übertragung von zwei Abwehrgenen aus der Gerste. Die beiden Gene steuern die Produktion von Proteinase-Inhibitoren, das sind Eiweisse welche die Verdauungsaktivität von fressenden Insekten beeinträchtigen können. Tatsächlich wuchsen Mottenlarven auf den transgenen Tomatenpflanzen langsamer, fast die Hälfte von ihnen starb vor dem Falter-Stadium. Die überlebenden Motten legten über 80% weniger Eier, 40% von ihnen waren ganz steril. Diese Effekte wurden auf die Blockierung von Verdauungs-Enzymen der Schädlinge zurückgeführt. Dabei zeigte sich, dass in den transgenen Pflanzen auch Tomaten-eigene Proteinase-Inhibitoren als Abwehrmechanismen aktiviert wurden.

Um zu prüfen, ob die transgenen Tomaten nachteilige Auswirkungen auf Nützlinge haben, prüften die Wissenschaftler die Entwicklung der grünen Tabak-Wanze *Nesidiocoris tenuis* auf den Pflanzen. Diese Insekten können grosse Mengen von Schadinsekten vertilgen, und werden für die biologische Schädlingsbekämpfung eingesetzt. Es zeigten sich keine Beeinträchtigungen der Nützlinge, offenbar wirken die Abwehrgene aus Gerste spezifisch. Interessanterweise lockten die transgenen Pflanzen die Nützlinge sogar aktiv durch die Aussendung bestimmter Geruchs-Moleküle an. Es ist bekannt, dass Pflanzen durch Geruchsstoffe mit Nützlingen kommunizieren können, dies scheint auch hier der Fall zu sein.

Die beschriebenen transgenen Tomatenpflanzen mit Proteinase-Inhibitor-Genen aus der Gerste scheinen sich sowohl durch direkte Auswirkung der Gerstengene als auch indirekt, durch eine Aktivierung von Tomaten-Schutzmechanismen und das Anlocken von Nützlingen, besser gegen die Tomaten-Miniermotte wehren zu können.

Prof. José Pío Beltrán, einer der beteiligten Forscher, fasst zusammen: «*Unsere Arbeit zeigt, dass durch die Kombination transgener Nutzpflanzen mit biologischer Schädlingsbekämpfung eine integrierte Kontrolle von Tuta absoluta möglich ist*».

**Quellen:** Rim Hamza et al. 2018, [Expression of two barley proteinase inhibitors in tomato promotes endogenous defensive response and enhances resistance to Tuta absoluta](#), BMC Plant Biology 18:24; [Researchers create plaque-resistant tomatoes](#), RUVI media release, 01.02.2018

## Australien

### Welterste Anbauzulassung für mit omega-3-Fettsäure angereicherte Nutzpflanze

Langkettige omega-3-Fettsäuren sind wichtig für die Gesundheit von Hirn, Augen, Herz sowie die Entwicklung von Kindern. Da der menschliche Stoffwechsel diese Substanzen nicht selber herstellen kann, sind wir auf eine Aufnahme mit der Nahrung angewiesen. Dort finden sich die gesundheitsfördernden Fettsäuren vor allem in Fisch und Meeresfrüchten.

Allerdings nehmen 83% der Weltbevölkerung bereits heute weniger omega-3-Fettsäuren zu sich als von der Weltgesundheitsorganisation WHO empfohlen. Die zunehmende Überfischung der Weltmeere schränkt die Verfügbarkeit von Fisch aus Wildfang weiter ein. Ohne neu zu erschliessende Quellen geht man daher für die nächsten Jahre von einem zunehmenden Versorgungs-Engpass mit den lebenswichtigen Fettsäuren aus. Forscher und die Nahrungsmittel-Industrie verfolgen daher verschiedene Ansätze, um eine langfristige und nachhaltige Versorgung sicherzustellen. Dazu gehören die Produktion von omega-3-Fettsäuren aus gezüchteten Meeres-Algen, oder in gentechnisch veränderten Pflanzen wie Leindotter ([POINT 157, Januar 2015](#)) oder Raps ([POINT 174, Juli 2016](#)).

Das australische Unternehmen Nuseed hat jetzt am 13. Februar 2018 die weltweit erste Anbauzulassung für eine mit der langkettigen omega-3-Fettsäure DHA angereicherte Rapsorte erhalten. In einer engen Zusammenarbeit mit den staatlichen australischen Forschungsorganisationen CSIRO und GRDC hatten die Forscher den Rapspflanzen sieben Stoffwechselgene aus Hefen und aus marinen Mikroalgen eingepflanzt, und so deren Fettstoffwechsel massgeschneidert. Das Unternehmen geht davon aus, dass auf einer Hektare mit gentechnisch veränderten DHA-Rapspflanzen dieselbe Menge an omega-3-Fettsäuren produziert werden kann wie in 10'000 kg Wildfisch enthalten ist.

Die australische Gentechnik-Zulassungsbehörde OGTR hat den Anbau von transgenem DHA-Raps in ganz Australien zugelassen, sowie seine Verwendung als Futtermittel. Auch als Lebensmittel wurde der omega-3 Raps in Australien und Neuseeland bereits zugelassen. In den USA findet bereits ein vor-kommerzieller Anbau der neuen Nutzpflanzen statt, für das Jahr 2019 ist die Markteinführung vorgesehen. Zunächst sollen die Pflanzen als Futtermittel in der Aquakultur eingesetzt werden, um so wertvolle Zuchtfische als Alternative zum Wildfang zu produzieren.

Bisher wird der Bedarf der Zuchtfische an omega-3 Fettsäuren vor allem mit Fischmehl aus Wildfang abgedeckt, und trägt so zu einer weiteren Belastung der Weltmeere bei. Die omega-3 Fettsäuren aus Raps können den Verbrauch mariner Ressourcen reduzieren, und so auf dem Umweg über die Fischzucht zu einer gesunden und nachhaltigeren menschlichen Ernährung beitragen. Zu einem späteren Zeitpunkt ist vorgesehen, omega-3 DHA aus Raps direkt als Nahrungszusatz für den Menschen anzubieten.

**Quellen:** [Commercial release of canola genetically modified for omega-3 oil content \(DHA canola\)](#), Office of the Gene Technology Regulator (Australia), 13.02.2018; [Nufarm welcomes world's first regulatory approval for plant-based long chain omega-3](#), Nuseed media release, 13.02.2018

## Burkina Faso

### Kleinbauern wünschen sich die gentechnisch veränderte, insektenresistente Bt Baumwolle zurück

Baumwolle ist die wichtigste Nutzpflanze in Burkina Faso. Sie bietet Arbeit für 350'000 Bauern und eine Lebensgrundlage für etwa 3 Millionen Einwohner des westafrikanischen Staates. Im Jahr 2004 wurde Burkina Faso zum grössten Baumwoll-Produzenten in Afrika und überholte damit Mali. Seither wurde der Baumwollsektor weiter ausgebaut und modernisiert. Im Jahr 2008 wurde der Anbau gentechnisch veränderter, insektenresistenter Bt-Baumwolle freigegeben. Dies ermöglichte es, auf vier der zuvor sechs Insektizid-Behandlungen zu verzichten, und steigerte die Erträge um 15%-20%. 2014 hatte Bt-Baumwolle einen Anteil von 70% der gesamten Baumwoll-Anbaufläche erreicht, einen positiven Beitrag zu Einkommen und Wohlergehen der Kleinbauern geleistet, und galt weithin als Erfolgsgeschichte für den Nutzen gentechnisch verbesserter Pflanzen.

Allerdings waren die grossen Handelsgesellschaften, die in Burkina Faso für den Absatz verantwortlich sind, mit der Qualität der geernteten Baumwolle nicht mehr zufrieden. Sie verzeichneten einen Rückgang der Faserlänge, und dadurch geringere Preise, die auf dem Weltmarkt erzielt werden konnten. Sie führten die Qualitätseinbussen auf den Einsatz der Bt-Baumwollsorten zurück, und setzten im Jahr 2016 eine Beschränkung der Anbaufläche für Bt-Baumwolle auf etwa 50% durch, und ab 2017 eine vollständige Umstellung zurück zu konventionellen Sorten.

«Aus für genmanipulierte Baumwolle – zurück zur Natur dank Burkina Faso» jubelten die gentech-kritischen Netzfrauen.org. Weltweit wurde Burkina Faso von nicht-Regierungsorganisationen zu einem Symbol des erfolgreichen Kampfes der unterjochten Bauern gegen eine industrielle Landwirtschaft und die Gentechnik ausgerufen. Dabei wurden verbreitet Wertvorstellungen der europäischen Wohlstandsgesellschaft auf Afrika projiziert. Die Mühe, die Bauern in Burkina Faso selber nach ihren Erfahrungen und Wünschen zu fragen, machte sich kaum jemand.

Der Agrarökonom Stijn Speelman von der belgischen Universität Gent hat nun zusammen mit Kollegen aus Belgien, den Niederlanden und Burkina Faso die Resultate einer Befragung von 324 Baumwoll-Bauern in Burkina Faso in der Fachzeitschrift *New Biotechnology* präsentiert. Die Landwirte hatten im Durchschnitt 25 Jahre Erfahrung beim Baumwollanbau, davon für einen grossen Teil von ihnen sechs Jahre mit Bt-Baumwolle.

Mehr als 95% der befragten Bauern bestätigten, dass sie mit Einsatz der Bt-Baumwolle statt der früher vorgeschriebenen sechs Insektizid-Behandlungen nur noch maximal zwei Spritzungen durchführen mussten, und dass sie keinen Befall der Pflanzen mit Falter-Schädlingen wie dem gefürchteten Baumwoll-Kapselwurm mehr beobachteten. Sie würden viel Zeit durch den reduzierten Spritzeinsatz sparen, und hätten auch weniger körperliche Beschwerden. Bei der Frage nach Ertragssteigerungen mit Bt-Baumwolle stimmten die Landwirte überwiegend zu, umso stärker, je grösser ihre Betriebe waren. Der Preis für das teurere Bt-Saatgut wurde jedoch verbreitet kritisiert, der auf unrealistischen Annahmen der Saatguthändler beruht. Auch zeigte die Befragung Nachholbedarf bei der Information der Landwirte über molekularbiologische Hintergründe, bei den optimalen landwirtschaftlichen Praktiken und beim Resistenz-Management. Trotzdem beantworteten die Bauern die Frage nach einer Verbesserung ihrer Lebensumstände durch den Einsatz der Bt-Baumwolle mit «eher ja».

Die Baumwoll-Bauern waren jedoch nicht vorbereitet auf den Rückzug des Bt-Saatgutes vom Markt durch die grossen Handels-Unternehmen und die Regierung ab 2016, und kannten den Grund hierfür nicht. Weniger als 2% der befragten Landwirte begrüsst die Rückkehr zum ausschliesslichen Anbau konventioneller Baumwollsorten, 88% lehnten diese Einschränkung deutlich ab.

Für die Baumwoll-Bauern in Burkina Faso bedeutet die Entscheidung für einen Anbaustopp für Bt-Baumwolle, in die sie selber nicht einbezogen waren, kein «zurück zur Natur», sondern mehr Arbeit, mehr Insektizidverbrauch, geringere Erträge und dadurch weniger Einkommen, da sie nach Erntegewicht bezahlt werden. Die grossen Handelsunternehmen, die den Baumwollmarkt beherrschen und den Bauern die Bedingungen und das Saatgut vorgeben, haben hier eine andere Perspektive, da sie sich nicht nur an der Erntemenge, sondern auch an den Weltmarktpreisen orientieren, und so unter Umständen auch mit niedrigeren Erträgen profitieren können (siehe auch [POINT 179, Januar 2017](#)). Hier wäre es wünschenswert, wenn die Anliegen der Bauern verstärkt bei den Entscheidungen berücksichtigt würden, damit der Technologiestreit nicht auf dem Rücken der Landwirte ausgetragen wird.

Aufgrund von ungünstigen Wetterbedingungen und Problemen mit der Schädlingsbekämpfung, auch durch den Wegfall der insektenresistenten Bt-Baumwollsorten als Option im Pflanzenschutz, ist der Baumwollertrag in Burkina Faso mit den wieder ausschliesslich konventionellen Baumwollsorten von 445 kg im Jahr 2014 auf aktuell 333 kg zurückgegangen, den schlechtesten Ertrag seit mehr als 20 Jahren. Burkina Faso hat dadurch seinen ersten Rang als Baumwollproduzent in Afrika wieder verloren – an Mali, das damit seinen 2004 eroberten Spitzenplatz zurückerobert.

Mittlerweile ist nicht ausgeschlossen, dass das technologische Pendel in Burkina Faso eines Tages wieder in die andere Richtung schwingt. Hierzu fanden bereits Kontakte zwischen einer der grossen Baumwoll-Handelsgesellschaften und Pflanzen-Biotechunternehmen statt, die im Baumwollbereich aktiv sind. Diese Entwicklungen sind allerdings aufgrund laufender Fusions- und Abspaltungsverfahren in der Saatgut-Industrie blockiert. Der Wunsch für Burkina Faso dabei: schädlingsresistente Baumwollsorten, die hohe Erträge mit hervorragender Faser-Qualität vereinen.

**Quellen:** Edouard I.R.Sanou et al. 2018, [Farmers' knowledge and opinions towards bollgard II® implementation in cotton production in western Burkina Faso](#), New Biotechnology 42:33-41; [Burkina Faso loses rank as top African producer after dropping GMO cotton](#), Cornell Alliance for Science, 08.01.2018; [Cotton: World Markets and Trade](#), USDA Foreign Agricultural Service, 08.02.2018; [GM cotton's return to Burkina Faso on hold over Bayer-Monsanto deal](#), Reuters.com, 27.02.2018; [Bt-Baumwolle: Erfolgsgeschichte oder Katastrophe für die Bauern in Burkina Faso?](#), POINT Newsletter 179 (Januar 2017).

## 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