

# InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

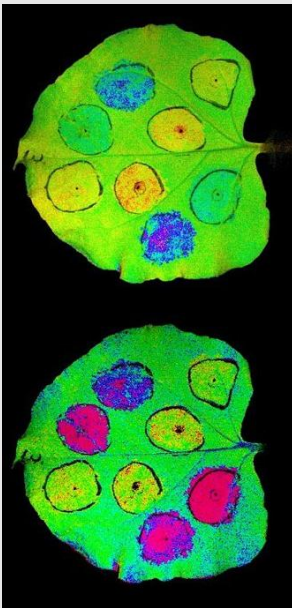
Nr. 177

November 2016

## Inhalt

<i>Photosynthese : Schnellere Anpassung an wechselnde Lichtverhältnisse steigert Pflanzen-Erträge</i> .....	S. 1
<i>Krankheits-Resistenz: Das Breitband-Resistenzgen Lr34 aus Weizen schützt auch Maispflanzen vor Pilzbefall</i> .....	S. 2
<i>Ökonomie und Ökologie: Folgen eines globalen Verbots von Gentech-Pflanzen</i> .....	S. 3
<i>Nutzen für Konsumenten und Umwelt: US-Anbauzulassung für Phytophthora-resistente Kartoffeln, Verkauf stossfester Biotech-Sorten läuft an</i> .....	S. 4

## Photosynthese



### Genexpressions-Studien an Tabakblättern

Photo ©: Lauriebeth Leonelli and Matthew Brooks/UC Berkeley

## Schnellere Anpassung an wechselnde Lichtverhältnisse steigert Pflanzen-Erträge

Im Gegensatz zu Tieren können Pflanzen bei ungünstigen Umweltbedingungen nicht einfach davonlaufen, sondern müssen an ihrem Standort verharren. Sie haben daher im Lauf der Evolution ausgefeilte Mechanismen entwickelt, um mit extremen Bedingungen umzugehen. Diese Anpassungsvorgänge sichern das langfristige Überleben der Art, sind aber nicht immer optimal für den Ertrag von Nutzpflanzen. Forscher haben jetzt einen Anpassungsmechanismus an zu starkes Licht überlistet, der die pflanzliche Produktivität schmälert.

Licht ist lebenswichtig für Pflanzen. Es dient als Energiequelle für die Photosynthese, durch die Pflanzen aus dem Kohlendioxyd der Luft und aus Wasser Zucker als Stoffwechsel-Grundstoff gewinnen. Zuviel Licht ist aber für Pflanzen schädlich, da sie die aufgenommene Energie nicht schnell genug verarbeiten können. Hier tritt sozusagen als Überdruck-Ventil ein Lichtschutz-Mechanismus in Kraft, der die überschüssige Energie in Form von Wärme wieder abgibt. Allerdings reagiert dieses Ventil ziemlich träge: einmal ausgelöst, wird Sonnenenergie eine Zeitlang weiter nutzlos in Wärme umgewandelt, auch wenn die Lichteinstrahlung durch Wolken oder Schattenwurf wieder auf ein erträgliches Mass zurück geht.

Hier setzte ein internationales Forscherteam aus den USA, Grossbritannien und Polen in einem durch die Bill und Melinda Gates-Stiftung finanzierten Projekt an. Was wäre, wenn sich Pflanzen schneller an wechselnde Lichtverhältnisse anpassen könnten, und vor allem den Lichtschutz-Mechanismus schneller wieder abschalten könnten? Die Wissenschaftler übertrugen drei Pflanzengene, die an der Regulation der Photosynthese beteiligt sind, aus dem mit Senf verwandten Ackerschmalwand in Tabakpflanzen. Die gentechnische Veränderung führte tatsächlich dazu, dass die Pflanzen nach einem plötzlichen Wechsel vom prallen in gedämpftes Licht den Lichtschutz-Mechanismus schneller wieder inaktivierten. Da sie dadurch die Energie des abgeschwächten Lichts besser nutzen konnten, war ihre Photosyntheseleistung unter diesen Bedingungen höher als bei den unveränderten Kontrollpflanzen. In Freilandversuchen, unter natürlich schwankenden Lichtverhältnissen

nissen, produzierten die transgenen Tabakpflanzen 14% bis 20% mehr Biomasse – ein Anzeichen dafür, dass sie die verfügbare Lichtenergie effizienter nutzen können.

Das langfristige Ziel des Forschungsprojektes ist es, die Erträge von Nutzpflanzen zu steigern, damit diese mit dem steigenden Bedarf der wachsenden Weltbevölkerung Schritt halten. Da die Lichtschutz-Mechanismen in verschiedenen Pflanzenarten sehr ähnlich sind, hoffen die Forscher dass sie ihre Resultate vom Tabak auf Nahrungspflanzen übertragen können – schon jetzt laufen die ersten Versuche mit Reis und Mais.

Eine Bedingung der Finanzierung des Forschungsprojekts durch die Bill und Melinda Gates Stiftung ist, dass Nutzpflanzen, die als Produkt der Arbeiten entstehen, für Kleinbauern in Entwicklungsländern in Afrika und Südasien frei verfügbar sind.

**Quellen:** Johannes Kromdijk et al. 2016, [Improving photosynthesis and crop productivity by accelerating recovery from photoprotection](#), Science 354:857-861, [How turning off a plant's sunshield can grow bigger crops](#), Science News, 17.11.2016; [Scientists tweak photosynthesis to boost crop yield](#), University of Illinois News, 17.11.2016; [Crop Yield Gets Boost with Modified Genes in Photosynthesis](#), Berkeley Lab News Release, 17.11.2016; [RIPE - Realizing Increased Photosynthetic Efficiency for sustainable increases in crop yield](#) project website

## Krankheits-Resistenz

### Das Breitband-Resistenzgen *Lr34* aus Weizen schützt auch Maispflanzen vor Pilzbefall

Über 1'000 Millionen Tonnen Mais werden jährlich global produziert – eine fast unvorstellbare Menge. Dabei wird Mais sowohl als Nahrungs- als auch als Futtermittel eingesetzt und spielt so eine wichtige Rolle für die Ernährung der Menschheit, er dient aber auch als Grundstoff für technische Produkte wie Bio-Kunststoffe, Stärke und Treibstoff.

Die Maisproduktion wird aber durch zahlreiche Pflanzenkrankheiten bedroht, man geht weltweit von etwa 9% Verlusten aus. Besonders prominent dabei sind dabei Pilzkrankungen, wie die Blattfleckenkrankheit Turicum-Blattdürre (ausgelöst von *Exserohilum turcicum*) oder der Maisrost (*Puccinia sorghi*).

Als eine der wirksamsten und nachhaltigsten Strategien zur Bekämpfung von Pilz-Erkrankungen bei Pflanzen gilt die Züchtung dauerhaft pilzresistenter Sorten. Pflanzenzüchter kennen hunderte von Resistenz-Merkmalen in Getreidepflanzen, und berücksichtigen diese schon lange in Zuchtprogrammen. Ein Problem dabei: ein Grossteil dieser Resistenzen ist sehr spezifisch, und oft nur gegen einzelne Untergruppen eines Krankheitserregers aktiv. Auch können viele Resistenzen bereits durch eine kleine Anpassung des Erregers durchbrochen werden. Dauerhafte Resistenzgene, dazu noch solche mit einer Wirkung gegen verschiedene Krankheitserreger, sind sehr selten. Ein Beispiel dafür ist das *Lr34* Resistenzgen aus Weizen, das gegen eine Vielzahl pathogener Pilze wirkt und seit über 100 Jahren in der Weizenzüchtung eingesetzt wird, ohne dass die Resistenz bisher durchbrochen wurde. Mit gentechnischen Verfahren konnte diese Resistenz auch in Gerste und Reis übertragen werden (siehe «Ein Resistenzgen mit Breitband-Wirkung», [POINT 167, Dezember 2015](#)).

Die Doktorandin Justine Sucher und Ihre Kollegen aus den Gruppen von Beat Keller und Simon Krattinger von der Universität Zürich, zusammen mit Forschern aus Frankreich und Deutschland, konnten jetzt zeigen dass *Lr34* aus Weizen auch in Maispflanzen wirkt, und diese gegen verschiedenartige

Pilzkrankungen schützt. Sie übertrugen das Weizengen unter Kontrolle durch den eigenen Promoter (Ablese-Signal) in Mais, und prüften die resultierenden Pflanzen im Labor auf ihre Empfindlichkeit gegen Maisrost und die Blattfleckenkrankheit. Die Entwicklung beider Schaderreger, die sich in ihrem Infektionszyklus unterscheiden, war auf den transgenen Maispflanzen deutlich gebremst. Dies führte zu einer verbesserten Resistenz. Manche Resistenz-Eigenschaften in Pflanzen führen zu leichten Ertragseinbußen in Situationen ohne Krankheitsbefall («yield drag»). Unter Laborbedingungen wurde keine Einschränkung von Wachstum oder Entwicklung der Maispflanzen durch das eingefügte *Lr34*-Gen beobachtet. Dies müsste aber noch durch Versuche unter realistischen Anbaubedingungen im Freiland überprüft werden.

Das Weizen-*Lr34*-Gen kann mit gentechnischen Methoden auch in andere Getreidearten (Reis, Gerste) übertragen werden und verbessert ihre Pilzresistenz. Allerdings werden gentechnisch veränderte Varianten dieser Getreide erst im kleinen Massstab oder zu Versuchszwecken angebaut, ein großflächiger Anbau ist umstritten. Im Gegensatz dazu haben sich bei Mais gentechnisch veränderte Sorten, z. B. mit verbesserter Insektenresistenz, in vielen Ländern etabliert und manchen knapp ein Drittel des weltweiten Maisanbaus aus. Hier dürfte eine weitere gentechnische Veränderung auf weniger Akzeptanzprobleme stossen. Die Forscher hoffen daher, dass sie neben einem grundsätzlich verbesserten Verständnis der Resistenzmechanismen mit ihrer gentechnischen Resistenzübertragung einen konkreten Weg zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten im Mais, dem Getreide mit der weltweit grössten Erntemenge, aufzeigen konnten.

**Quelle:** Justine Sucher et al. 2016, [The durable wheat disease resistance gene \*Lr34\* confers common rust and northern corn leaf blight resistance in maize](#), Plant Biotechnol. J. (in press 15.11.2016, doi: [10.1111/pbi.12647](#))

## Ökonomie und Ökologie

### Folgen eines globalen Anbau-Verbots für Gentech-Pflanzen

Gentech-Pflanzen wachsen auf 13% der globalen Ackerfläche, in einigen Ländern werden für Kulturen wie Soja oder Baumwolle über 90% Biotech-Sorten angepflanzt. Was würde auf internationaler Ebene passieren, wenn gentechnisch veränderte Sorten verboten würden, und Landwirte ausschliesslich konventionelle Pflanzen anbauen könnten? Drei Agrarökonominnen aus den USA haben ersucht, diese Frage durch eine Computer-Modellierung zu beantworten.

Sie verwendeten dazu Ertrags- und Wirtschaftlichkeitsdaten für konventionelle und gentechnisch veränderte Pflanzen aus vielen verschiedenen Ländern. Aufgrund der weltweiten wirtschaftlichen Verflechtungen wirken sich Veränderungen an einzelnen Orten jedoch global aus. So können Kosten- oder Preisänderungen für bestimmte Kulturen auch Anbauentscheidungen der Landwirte in entfernten Weltregionen beeinflussen. Um dem komplexen wirtschaftlichen Netzwerk Rechnung zu tragen, verwendeten die Forscher das an der Purdue University entwickelte GTAP-BIO (Global Trade Analysis Project) Modell.

Je nach Kultur und Land würde eine Umstellung von Gentech- auf konventionelle Pflanzen geringe (z. B. Soja in Brasilien), deutliche (z. B. Mais in USA: -7.63%) oder starke Auswirkungen auf den Ertrag haben (z. B. Baumwolle in Indien -18.41%). Die Ertragsänderungen würden sich auf die Weltmarktpreise auswirken. So gehen die Autoren für Soja von einem globalen Ange-

bots-Rückgang von -1,4% aus, und von einer resultierenden Preissteigerung von +4.05%. Auch für andere Handelsgüter wie Reis, Weizen und Hirse würden die Preise steigen, was zu allgemein höheren Lebensmittelpreisen führen würde. Diese fallen in armen Entwicklungsländern deutlicher aus (z. B. Indien: + 2.2%) als in Industrienationen (z. B. USA: weniger als +1%). Die wirtschaftlichen Gesamtfolgen («Ökonomische Wohlfahrt») für einzelne Länder würden sich klar unterscheiden. Obwohl die USA das Land mit der grössten GVO-Anbaufläche ist, würde sich ein weltweites GVO-Verbot für die Volkswirtschaft dort positiv auswirken, da die USA mit ihren umfangreichen Agrar-Exporten deutlich von den steigenden Weltmarktpreisen profitieren würde. Länder wie China, die stark von Agrar-Importen abhängen, würden einen Wohlstandsrückgang hinnehmen müssen. Weltweit gesehen würde ein Verbot von GVO-Nutzpflanzen die ökonomische Wohlfahrt um 8.5 Mia. US\$ reduzieren.

Gravierender als die unmittelbaren wirtschaftlichen Auswirkungen könnten die Folgen eines GVO-Verbots für die weltweite Landnutzung und die Freisetzung von Treibhausgasen sein. Als Ausgleich für die geringeren Erträge mit konventionellen Pflanzensorten würde die globale Ackerfläche um 3.1 Mio. ha zunehmen. 2.5 Mio. ha würden aus der Umwandlung von Weideland stammen, 0.6 Mio. ha durch Rodung von Wäldern, vor allem in Indien und Afrika. Hierdurch würden 900 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente freigesetzt und ausserdem die Flächen, die zu einer Bindung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre beitragen, reduziert – beides mit nachteiligen Folgen für die Klimaerwärmung.

Die Autoren der Studie anerkennen die gesellschaftlichen Diskussionen um den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen in der Landwirtschaft, die stark durch das Engagement von Umwelt-Organisationen geprägt wird. Sie fordern, dass bei einer ganzheitlichen Beurteilung auch die Umwelt-Kosten eines Verbots von Gentech-Pflanzen in Form der veränderten Landnutzung und der erhöhten Treibhausgas-Emissionen berücksichtigt werden.

**Quellen:** Harry Mahaffey et al. 2016, [Evaluating the Economic and Environmental Impacts of a Global GMO Ban](#), Journal of Environmental Protection 7:1522-1546; [Model predicts elimination of GMO crops would cause hike in greenhouse gas emissions](#), Purdue University Agricultural News, 04.11.2016

## Nutzen für Konsumenten und Umwelt

### US-Anbauzulassung für Phytophthora-resistente Kartoffeln, Verkauf stossfester Biotech-Sorten läuft an

Gleich vier neuartiger Eigenschaften vereinen neue mit biotechnologischen Methoden entwickelte Kartoffelsorten, die das US Landwirtschaftsministerium in den letzten Wochen zugelassen hat: Sie sind stossfest und entwickeln keine braunen Druckstellen, beim Erhitzen bilden sie weniger gesundheitsschädliches Acrylamid, sie können längere Zeit ohne Qualitätseinbussen kühl gelagert werden und sie benötigen weniger Fungizide beim Anbau, da sie gegen den Erreger der Kraut- und Knollenfäule resistent sind. Ermöglicht wurden diese Eigenschaften durch die gezielte Übertragung von Gensequenzen aus Kultur- und Wildkartoffeln, ganz ohne fremde Erbinformation. Das US-amerikanische Agrarunternehmen J. R. Simplot Company bezeichnet diese Kartoffelsorten daher als *Innate*® («angeboren»).

Die Anbauzulassung umfasst die zweite Generation *Innate*® Kartoffelsorten Ranger Russet und Atlantic. Bereits vor einem Jahr war die Sorte Russet Burbank zugelassen worden. Die drei Ausgangssorten werden in den USA verbreitet angebaut. Der gentechnische Ansatz ermöglicht es, den Pflanzen

verbesserte Eigenschaften hinzuzufügen, ohne die bewährten Anbaueigenschaften der Ausgangssorten zu verändern, was bei der klassischen Kreuzungs-Züchtung unmöglich ist. In den *Innate*®-Kartoffeln wurden unerwünschte Gene durch den Einbau eines zusätzlichen Kartoffel-Genfragments abgeschaltet (RNAi-Ansatz), das Phytophthora-Resistenzgen entstammt einer Wildkartoffel-Sorte. Vor der Vermarktung wartet die J. R. Simplot Company noch das Ergebnis einer freiwilligen Überprüfung durch die Lebensmittelsicherheits-Behörde FDA sowie durch die Umweltschutz-Behörde EPA ab. Beide Bescheide werden für Anfang 2017 erwartet, so dass die neuen Sorten voraussichtlich ab nächsten Frühling auf den Markt kommen können.

Von den Vorteilen der neuen Sorten sollen Kartoffel-Produzenten, Verarbeiter und Konsumenten profitieren. Die Unempfindlichkeit gegen braune Flecken, die durch Stösse bei der Ernte oder beim Transport verursacht werden, vermindert den Ausschuss und damit Lebensmittel-Abfälle. Der Anteil von Kartoffeln der höchsten Qualitätsstufe nach der Ernte kann so um 15% gesteigert werden. Auch bei der Verarbeitung zu Hause bleiben die Kartoffeln lange fleckenfrei und appetitlich. Durch eine Reduktion des Gehalts der Kartoffeln an Asparagin bildet sich bei starkem Erhitzen, z. B. beim Frittieren, bis zu 90% weniger des gesundheitsschädlichen Acrylamids. Eine weitere Anpassung eines Stoffwechsel-Gens bewirkt, dass bei der gekühlten Lagerung der Kartoffeln weniger Zucker entstehen, welche eine unerwünschte Geschmacksveränderung bewirkten. So können Kartoffeln ohne Qualitätseinbussen länger gelagert werden, bis zu sechs Monaten bei 3 °C. Durch die Resistenz gegen Phytophthora, den Erreger der hochgradig ansteckenden Kraut- und Knollenfäule, sollen schliesslich aufgrund der Erfahrungen bei den Feldversuchen 25% - 40% der Fungizid-Behandlungen eingespart werden können.

Dass Phytophthora-resistente Biotech-Kartoffeln jetzt wohl zuerst in den USA im kommerziellen Massstab angebaut werden, entbehrt nicht einer gewissen Ironie. Für eine ähnliche Kartoffelsorte mit einem Wildkartoffel-Resistenzgen («Fortuna») hatte nach dem Abschluss jahrelanger Forschungs- und Entwicklungsarbeit und zahlreichen erfolgreichen Feldversuchen in Europa das Unternehmen BASF PlantScience im Jahr 2011 den Antrag auf Anbaubewilligung in der EU gestellt, diesen aber 2013 aufgrund des ungünstigen Umfelds in Europa wieder zurückgezogen. Auch herbizidtolerante Zuckerrüben wurden zunächst in Europa für den lokalen Anbau entwickelt, erreichten ihren grossen kommerziellen Erfolg dann allerdings in den USA (siehe [POINT 132, Dezember 2012](#)). Der Anbau-Antrag für die EU wurde nach 13 Jahren vergeblichen Wartens auf eine Entscheidung im Jahr 2013 zurückgezogen.

Während die *Innate*® Kartoffeln der zweiten Generation noch auf den Startschuss zum grossflächigen Anbau warten, findet die erste Generation zunehmend den Weg in die Regale der Lebensmittelgeschäfte in den USA. Unter dem Markennamen *White Russet*™ werden stossfeste, nicht bräunende Kartoffeln mit reduzierter Acrylamid-Bildung beim Erhitzen vermarktet. Nach der US-Anbauzulassung im Vorjahr wurden 2015 *White Russet*™-Kartoffeln auf 160 ha angebaut, 2016 schon auf 2'600 ha. Bisher wurden bereits 18'000 t der Knollen mit Mehrwert in den USA in Lebensmittelgeschäften als Speisekartoffeln oder verarbeitete Produkte verkauft, aber auch über Restaurants abgesetzt. Das entspricht bereits etwa 1% der Kartoffelverkäufe. In einer Werbekampagne, die sich direkt an die Konsumenten

richtet, unterstreicht die J. R. Simplot Company die Vorzüge ihrer Biotech-Kartoffeln aufgrund verbesserter Qualität direkt für Konsumenten, aber auch für die Nachhaltigkeit, da bei der Verarbeitung weniger Lebensmittelabfälle entstehen.

**Quellen:** [USDA approves 2 types of genetically engineered potatoes](#), FoxNews/Associated Press 01.11.2016; [USDA Announces Extension of Deregulation to Two GE Potato Lines](#), US Department of Agriculture News, 28.10.2016; [Innate® Second Generation Potato Receives FDA Safety Clearance](#), Simplot media release, 13.01.2016; [www.innatepotatoes.com](#) website; [whiterusset.com - The White Russet™ - A better potato](#) website; [White Russet: Direktvermarktung einer Gentechnik-Kartoffel](#), transgen.de, 23.11.2016.

## 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