

POINT Newsletter

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 218

Juli / August 2020

Inhalt

<i>Gesundheit: Allergenreduzierter Weizen durch CRISPR/Cas9 Genomeditierung</i>	S. 1
<i>Genome Editing: Innovative Züchtungsverfahren ermöglichen eine Fülle von verbesserten Nutzpflanzen auf dem Weg zum Markt</i>	S. 2
<i>EU: 2. Jahrestag des umstrittenen EuGH-Urteils zur rechtlichen Einstufung neuer gentechnischer Verfahren</i>	S. 3
<i>Biotech-Pflanzen: Globaler Nutzen für Landwirte und Umwelt</i>	S. 5
<i>Mykotoxine: Insektenresistenter Bt-Mais ist weniger von Aflatoxinen betroffen</i>	S. 6

Gesundheit



Hartweizen-Ähren

Abbildung:

[Martinarak/wikipedia.org](https://de.wikipedia.org/wiki/Hartweizen)

Allergenreduzierter Weizen durch CRISPR/Cas9 Genomeditierung

Nicht umsonst ist Weizen eins der wichtigsten Grundnahrungsmittel für die menschliche Ernährung, und die Nutzpflanze mit der grössten weltweiten Anbaufläche. Brot, Pizza, Kuchen, Biskuits, Pasta... Weizen ist sehr vielseitig einsetzbar. Die hervorragenden Verarbeitungseigenschaften hängen auch mit der idealen Mischung von Kohlenhydraten und Eiweissen im Weizenmehl zusammen, durch welche stabile, aber lockere Teige geformt werden können. Allerdings kann gerade der Eiweissanteil bei manchen Verbrauchern auch für gesundheitliche Probleme sorgen.

Zöliakie, die Unverträglichkeit gegenüber dem Weizen-Eiweiss Gluten, hat in den letzten Jahren immer mehr Aufmerksamkeit erhalten. Aber auch andere Weizen-Inhaltsstoffe können problematisch sein. alpha-Amylase / Trypsin-inhibitoren (ATI) sind Eiweisse, die im Weizenkorn vorkommen und es vor Schädlingsbefall schützen sollen. Allerdings wirken ATI allergen: sie spielen bei der Auslösung der Berufskrankheit Bäcker-Asthma eine wichtige Rolle. Diese Atemwegsallergie zwingt jährlich zahlreiche Arbeiter in Bäckereien oder in Mühlen dazu, ihren Beruf aufzugeben. Aber auch die «Nicht-Zöliakie-Weizensensitivität» (NCWS), von der geschätzte 10 % der Bevölkerung betroffen sind, wird mit ATI in Zusammenhang gebracht, ebenso wird eine verstärkende Rolle bei der Entwicklung von Zöliakie vermutet.

Da die nachteiligen Gesundheitsauswirkungen von Weizen aufgrund des ATI-Gehalts in den letzten Jahren immer deutlicher werden, setzen Forscher aus Italien, Grossbritannien und Frankreich unter Federführung von Francesco Sestili und Stefania Masci jetzt einen molekularbiologischen Ansatz ein, um den ATI Gehalt von Hartweizen zu reduzieren. Sie schalteten zwei Gene, welche an der Ausprägung der allergenen Eigenschaften im Weizen beteiligt sind, mit Hilfe der CRISPR/Cas9 Genomeditierung aus. Dazu mussten sie zunächst die genetische Information für die CRISPR/Cas9 Genschere und die Programmierung, an welchen Positionen im Weizen-Erbgut diese schneiden sollte (gRNA), in die Weizenzellen hineinbringen. Sie verwendeten dazu winzige, mit den entsprechenden DNA-Sequenzen beschichtete Goldpartikel, die mit einer «Gen-Kanone» in die Pflanzenzellen geschossen wurden. Dort wurde die Erbinformation abgelesen und zu einer

funktionellen Genschere umgebaut. Aufgrund der entsprechenden Programmierung wurden dadurch mehrere gezielte Schnitte in zwei ATI-Weizengenen eingeführt. Den Forschern gelang es, 14 Weizenpflanzen mit verschiedenen gerichteten Mutationen in den ATI-Genen zu finden. In drei Pflanzen waren beide Gene wie gewünscht durch den Verlust von Gen-Segmenten ausgeschaltet, zudem waren keine Vektor-Sequenzen mit dem CRISPR/Cas9 und gRNA- Konstrukten mehr nachweisbar.

Die Analyse zeigte, dass in diesen Pflanzen die beiden ATI-Gene nicht mehr abgelesen wurden. Für eines der beiden ATI-Eiweiße standen auch analytische Antikörper zur Verfügung, diese reagierten nicht mehr mit den Pflanzenextrakten. Die Forscher gehen daher davon aus, dass das allergene Potential dieser Hartweizen-Pflanzen reduziert wurde. Dies muss allerdings noch durch weitere Versuche bestätigt werden. Auch müssen die agronomischen Eigenschaften der veränderten Weizenpflanzen und die Backqualität des daraus erzeugten Mehls überprüft werden, bevor eine Weiterentwicklung als Nutzpflanze erfolgen kann. Die Forscher weisen darauf hin, dass mit dem von ihnen verfolgten Ansatz der Genomeditierung mehrere Weizengene zugleich in kurzer Zeit verändert werden konnten, um die Gesundheitseigenschaften der Pflanzen zu optimieren – was mit herkömmlichen Züchtungsansätzen entweder gar nicht möglich gewesen wäre oder wesentlich länger gedauert hätte. Andere Forscherteams verfolgen übrigens die vielversprechenden Arbeiten an glutenreduziertem Weizen mit Hilfe der Genomeditierung ([POINT 187, Oktober 2017](#)) weiter – auch hier mit der Hoffnung, neue Sorten mit einem deutlichen Gesundheits-Nutzen für die Konsumenten zu entwickeln.

Quellen: Francesco Camerlengo et al. 2020, [CRISPR-Cas9 Multiplex Editing of the \$\alpha\$ -Amylase/Trypsin Inhibitor Genes to Reduce Allergen Proteins in Durum Wheat](#), Front. Sustain. Food Syst. (online 31.07.2020, [doi:10.3389/fsufs.2020.00104](#)); Aurélie Jouanin et al. 2019, [Outlook for coeliac disease patients: towards bread wheat with hypoimmunogenic gluten by gene editing of \$\alpha\$ - and \$\gamma\$ -gliadin gene families](#), BMC Plant Biology 19:333

Genome Editing

Innovative Züchtungsverfahren ermöglichen eine Fülle von verbesserten Nutzpflanzen auf dem Weg zum Markt

Technologische Neuerungen haben der Pflanzenzüchtung in den letzten Jahren einen enormen Schub verliehen. Immer mehr Pflanzen mit einer Vielzahl neuer Eigenschaften werden mit den präzisen, technisch relativ einfachen und vor allem schnellen Verfahren der Genomeditierung entwickelt und befinden sich weltweit auf dem Weg zum Markt.

In den USA werden genomeditierte Pflanzen, denen kein artfremdes Erbgut eingebaut wurde und die auch durch konventionelle Züchtungsverfahren erzeugt werden könnten, **nicht** als «gentechnisch veränderte Organismen» eingestuft. Das US Landwirtschaftsministerium bestätigt diese Einstufung auf Anfrage der Entwickler; sowohl die Anfrage als auch die amtliche Antwort werden auf der USDA-Website veröffentlicht.

Allein im August 2020 wurden mindestens 26 derartige Entscheidungen veröffentlicht, für fast jeden Tag eine neue genomeditierte Pflanze. Darunter befinden sich krankheitsresistenter Reis, Raps mit verbesserter Ölqualität und reduzierten Ernteverlusten, eine Kohlsorte mit weniger strengem Geschmack, haltbarere Avocado, und speziell für das «Urban Farming» geeignete Tomatenpflanzen. Im Vergleich zu den aktuell angebauten gentechnisch veränderten Nutzpflanzen, die vor allem verbesserte agronomische Eigenschaften haben und damit Vorteile für die Landwirte bieten, fällt

auf, dass sich bei den Neuentwicklungen viel mehr Produkte mit unmittelbarem Konsumentennutzen finden.

Die Antragsteller sind eine gleichmässige Mischung von Universitäten und öffentlichen Einrichtungen, innovativen Startup-Firmen und etablierten spezialisierten Pflanzenzüchtern, z. B. aus dem Kartoffelbereich. Die ganz grossen globalen Saatgutunternehmen fallen auf dieser Liste nicht ins Gewicht. Offenbar hat sich in den USA aufgrund der günstigen Rahmenbedingungen eine innovative Landschaft von kleinen und mittleren Unternehmen und Forschungsorganisationen entwickelt, die mit Hilfe der neuen Züchtungsverfahren ein breites Angebot an verbesserten Nutzpflanzen entwickeln. Für eine Marktzulassung in den USA sind für Lebensmittel neben der Anbaubewilligung durch das Landwirtschaftsministerium noch eine Bewilligung der Ernährungsbehörde FDA erforderlich, für Pflanzenschutzanwendungen auch durch die Umweltbehörde EPA. Das Bewilligungsverfahren für biotechnologisch verbesserte Pflanzen wurde kürzlich überarbeitet.

Eine Zusammenfassung zur globalen marktorientierten Entwicklung genomeditierter Nutzpflanzen gibt ein im Frühjahr 2020 präsentierter, aufdatierter Bericht des deutschen Julius Kühn-Instituts im Auftrag des deutschen Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Dieser fasst die Fachliteratur bis Juni 2019 zusammen. Damit sind die Zahlen zwar nicht mehr ganz aktuell, dafür ermöglicht der Bericht einen Überblick zu den weltweiten Entwicklungen.

Von den 231 ausgewerteten wissenschaftlichen Studien und Antragsgesuchen stammte die deutliche Mehrheit (101) aus China, gefolgt von den USA (78), Japan (17) und Deutschland und Frankreich (je 7). 41 verschiedene Nutzpflanzenarten wurden bearbeitet, am häufigsten Reis, Tomaten und Mais. Aber auch für Erdnuss, Kiwi, Salat, Salbei, Bananen und Maniok fanden sich Beispiele für eine marktorientierte Verbesserung durch Genomeditierung. Die wichtigsten Eigenschaften waren agronomische Verbesserungen, dicht gefolgt von Verbesserungen der Lebens- und Futtermittelqualität und Stesstoleranz. Insgesamt wurden in der Studie 140 marktorientierte oder bereits marktreife Anwendungen der Genomeditierung in Nutzpflanzen beschrieben, 26 davon wurden federführend in der EU entwickelt. Auch diese Studie zeigt einen geographisch und inhaltlich breit aufgestellten Innovationsschub aufgrund der neuen Züchtungsverfahren.

Quellen: [Regulated Article Letters of Inquiry](#), US Department of Agriculture – APHIS (Website); [Regulatory Exemptions](#), US Department of Agriculture – APHIS (Website); Dominik Modrzejewski et al. 2020, [2. Aktualisierung der Übersicht über Nutz- und Zierpflanzen, die mittels neuer molekularbiologischer Techniken für die Bereiche Ernährung, Landwirtschaft und Gartenbau erzeugt wurden – marktorientierte Anwendungen \(Version 20.03.2020\)](#), Julius Kühn-Institut / Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (D)

EU

2. Jahrestag des umstrittenen EuGH Urteils zur rechtlichen Einstufung neuer gentechnischer Verfahren

Am 25. Juli 2018 fällte der Europäische Gerichtshof EuGH aufgrund der veralteten rechtlichen Grundlagen sein restriktives Urteil, das alle mittels gerichteter Mutagenese wie dem Genome Editing veränderte Organismen pauschal als gentechnisch veränderte Organismen (GVO) klassifiziert und sie strengen EU Zulassungs- und Kennzeichnungsbestimmungen unterwirft. Wissenschafts- und Wirtschaftskreise reagierten empört, und wiesen darauf hin, dass damit viele Forschungs- und Entwicklungsprojekte auch im Interesse einer nachhaltigeren Landwirtschaft in der EU um Jahre zurückgewor-

fen oder ganz blockiert werden. Zahlreiche Organisationen, darunter die Gruppe der wissenschaftlichen Chefberater der EU selber und der wissenschaftliche Rat der Europäischen Akademien, hatten dringenden Handlungsbedarf betont, um die rechtlichen Rahmenbedingungen für neue gentechnische Verfahren den fortgeschrittenen wissenschaftlichen Entwicklungen anzupassen und den Innovationsstandort Europa nicht zu gefährden.

Zum zweiten Jahrestag des EuGH-Urteils veröffentlichte die «*European Sustainable Agriculture through Genome Editing*» Initiative EU-SAGE, ein Netzwerk von 132 führenden Forschungseinrichtungen in Europa, eine offene Stellungnahme zur Genomeditierung in Pflanzen. Darin drängen sie auf eine Überarbeitung der gesetzlichen Rahmenbedingungen für das Genome Editing in der EU, um sie an den Stand der Wissenschaft anzupassen. Die Genomeditierung eröffne Chancen für die Entwicklung klimatoleranter, weniger auf Dünger und Pflanzenschutzmittel angewiesener und ressourceneffizienterer Nutzpflanzen. Ausserdem sollten die weltweiten regulatorischen Bestimmungen harmonisiert werden. Die Rolle wissenschaftlicher Innovationen, auch in der Landwirtschaft, müsste verstärkt in das Bewusstsein der Gesellschaft gerückt werden.

Auch der europäische Saatgut-Verband Euroseeds beklagte, dass trotz der ehrgeizigen «*Farm-to-Fork*» EU Landwirtschaftsstrategie mit einem starken Fokus auf die Nachhaltigkeit die Gesetzgeber immer noch keine Bereitschaft zeigen, den Landwirten Zugang zu den Produkten innovativer Züchtungsverfahren zu ermöglichen. Ein Grossteil möglicher Produktivitätsverbesserungen in der Landwirtschaft würde auf verbesserten Sorten, auch aufgrund innovativer Züchtungsverfahren, beruhen.

Auch 23 führende, im «*Grain Club*» vereinte führende deutsche Agrar-Verbände kritisierten die Innovations-Blockade aufgrund des EuGH-Urteils, und wiesen darauf hin, dass die Rechtsunsicherheit die ganze Warenkette, vom Feld bis zur Ladentheke, blockiert. Damit die internationalen Handelsströme weiterhin funktionieren und die Versorgungsmärkte sowie Arbeitsplätze nicht gefährdet werden, müssten die Bestimmungen zu agrarischen Rohstoffen verschiedener Weltregionen miteinander kompatibel sein.

Die Mühlen der europäischen Politik malen allerdings langsam. Zunächst wurden als Grundlage für weitere Entscheidungen eine Reihe von Studien durch die EU Kommission in Auftrag gegeben. Diese sollen die aktuelle EU Gesetzgebung und ihre Umsetzung im Gentechnik-Bereich beleuchten, eine Übersicht zur aktuellen Anwendung der neuen Technologien in allen Bereichen (Landwirtschaft, Industrie, Pharma) geben, mögliche Ansätze der Risikobeurteilung aufzeigen und die zu erwartenden zukünftigen Entwicklungen auch der Märkte abschätzen. Ausserdem sollen ethische und gesellschaftliche Auswirkungen der Genomeditierung analysiert werden. Die Resultate der Studien sollen im April 2021 vorliegen, es ist noch unklar wie der europäische Gesetzgeber danach weiter vorgehen wird.

Quellen: [A Scientific Perspective on the Regulatory Status of Products Derived from Gene Editing and the Implications for the GMO Directive](#), EU High Level Group of Scientific Advisors, November 2018; [The regulation of genome-edited plants in the European Union](#), European Academies' Science Advisory Council EASAC, März 2020; [EU-SAGE Open statement on genome editing in plant sciences](#), European Sustainable Agriculture through Genome Editing network, July 2020; [Second Birthday of the ECJ ruling – two years of "rest in peace" for Plant Breeding Innovation](#), Euroseeds.eu, 23.07.2020; [2 Jahre EuGH-Urteil zu den neuen Züchtungstechniken: 23 Verbände fordern rasche Aktualisierung des EU-Gentechnikrechts](#), The Grain Club, 22.07.2020; scienceindustries Fact Sheet «[Neue gentechnische Verfahren – Chancen und rechtliche Weiterentwicklung](#)», August 2020

Biotech- Pflanzen

Globaler Nutzen für Landwirte und Umwelt

Der weltweit zunehmende Anbau gentechnisch veränderter Nutzpflanzen hat breite ökologische und ökonomische Auswirkungen. Eine umfangreiche Studie der britischen Agrarökonomen Graham Brookes und Peter Barfoot untersucht die Entwicklung in den Jahren 1996 bis 2018. Die Resultate wurden in einem detaillierten 213-seitigen Bericht sowie in zwei extern begutachteten Artikeln in einer Fachzeitschrift präsentiert.

Im Jahr 2018 wurden gentechnisch veränderte Soja-, Mais- Baumwoll- und Rapsorten auf insgesamt 183.7 Mio. ha angebaut, etwa 13 % der weltweiten Ackerfläche. Weitere Biotech-Kulturen, wie Luzerne, Zuckerrüben, Papaya und Auberginen wuchsen auf gut 1.7 Mio. ha.

Mehrerträge mit Biotech-Sorten konnten vor allem durch geringere Ernteverluste mit insektenresistenten Pflanzen erzielt werden. In den 23 Jahren seit 1996 konnten so durchschnittliche Ertragssteigerungen von 16.5 % bei Mais und 13.7 % bei Baumwolle erreicht werden. Herbizidtolerante Sorten erleichtern eine effiziente Produktion, aber nicht unbedingt Ertragssteigerungen. In Südamerika ermöglichten herbizidtolerante Sojasorten allerdings die Aussaat von Soja unmittelbar nach Weizen in derselben Saison, so dass auch hier ein jährlicher Mehrertrag resultierte. So konnten allein im Jahr 2018 zusätzlich 25.3 Mio. t Soja und 47.87 Mio. t Mais aufgrund der Verwendung gentechnisch verbesserten Saatguts produziert werden. Biotech-Nutzpflanzen leisten so einen wichtigen Beitrag zur Welternährung.

Umweltauswirkungen durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (Environmental Impact Quotient EIQ) gingen mit Biotech-Kulturen um durchschnittlich 19 % zurück. Insektenresistente Sorten ermöglichten eine signifikante Reduktion des Insektizideinsatzes (z. B. -32.2 % bei Baumwolle, -59 % bei Mais). Bei herbizidtoleranten Sorten wurde zwar eine leichte Zunahme der eingesetzten Wirkstoffmenge verzeichnet, aber aufgrund der günstigeren Umweltprofile reduzierten sich die Umweltauswirkungen (z. B. -12.9 % EIQ bei Soja). Darüber hinaus ermöglichen Treibstoffeinsparungen aufgrund reduzierter Pflanzenschutzmassnahmen mit Biotech-Pflanzen sowie eine verstärkte Kohlenstoffbindung in den Böden (z. B. durch pflug-reduzierten Anbau mit herbizidtoleranten Kulturen) deutliche Reduktionen im Ausstoss von Treibhausgasen.

Die wirtschaftlichen Vorteile für Landwirte beim Anbau von Gentechn-Nutzpflanzen resultieren aus reduzierten Kosten für Betriebsmittel und Arbeit, einer höheren Effizienz sowie Ertragssteigerungen. Im Jahr 2018 konnte so ein Mehrgewinn für Landwirte von 18.95 Milliarden US\$ erzielt werden, seit 1996 beträgt die Summe der gesteigerten landwirtschaftlichen Einkommen +225 Milliarden US\$. Die Mehrkosten für das gentechnisch verbesserte Saatgut lohnen sich für die Farmer: für jeden hier investierten Dollar konnten die Landwirte einen Mehrgewinn unter dem Strich von \$3.75 verbuchen. Diese deutlichen finanziellen Vorteile werden auch in den nächsten Jahren den weiteren Anbau von Biotech-Pflanzen fördern – wovon dann auch die Weltwirtschaft und die Ernährungssicherheit (durch die gesteigerte Produktion) und die Umwelt (weniger Umweltauswirkungen durch Pflanzenschutzmassnahmen, weniger Treibhausgasausstoss, weniger Druck auf die Biodiversität durch Ausweitung der Produktionsflächen) profitieren.

Quellen: [Crop biotechnology continues to provide higher farmer income and significant environmental benefits](#), PG Economics media release, 15.07.2020; Graham Brookes & Peter Barfoot 2020, [GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2018 \(full](#)

[report](#)), PG Economics Ltd, UK; Graham Brookes & Peter Barfoot 2020, [Environmental impacts of genetically modified \(GM\) crop use 1996–2018: impacts on pesticide use and carbon emissions](#), GM Crops & Food 11:215-241; Graham Brookes & Peter Barfoot 2020, [GM crop technology use 1996-2018: farm income and production impacts](#), GM Crops & Food 11:242-261

Mykotoxine

Insektenresistenter Bt-Mais ist weniger von Aflatoxinen betroffen

Von Schimmelpilzen gebildete Giftstoffe in Getreide können beim Verzehr die Gesundheit von Mensch und Tier beeinträchtigen. Für gentechnisch veränderten, insektenresistenten Bt-Mais ist schon lange bekannt, dass er weniger der hochgiftigen von Fusarienpilzen gebildeten Mykotoxine wie Fumonisin enthält. Der biotechnologische Insektenschutz reduziert Frass-Schäden an den Kolben, welche Pilzsporen als Einfallspforte dienen können.

Weil die Infektionsbedingungen wesentlich komplexer sind, war bisher weniger klar, ob der Anbau von Bt-Maissorten auch Auswirkungen auf die Verunreinigung des Ernteguts mit den stark krebserregenden, von Aspergillus-Pilzen gebildeten Aflatoxinen hat. Forscher aus Hong Kong und den USA haben sich jetzt zunutze gemacht, dass Mais in Industrienationen wegen der grossen Gesundheitsrelevanz nach der Ernte routinemässig auf Pilzgifte untersucht wird. Werden die strengen Grenzwerte überschritten, erhalten Landwirte nur einen reduzierten Verkaufspreis oder dürfen das Erntegut gar nicht für die menschliche Ernährung verwenden. Gegen diese wirtschaftlichen Ausfälle können sich Landwirte in den USA versichern. Die Forscher untersuchten nun im Zeitraum von 2001 – 2016 die Zahl der Aflatoxin- verursachten Schadensmeldungen bei der Ernteversicherung, und verglichen diese mit dem steigenden Flächenanteil von insektenresistentem Bt-Mais am Gesamt-Maisanbau in wichtigen Anbauregionen der USA.

Die Wissenschaftler stellten einen deutlichen, umgekehrten Zusammenhang fest: je grösser der Anteil von Bt-Mais auf der Anbaufläche war, desto seltener mussten die Farmer Versicherungsansprüche wegen Aflatoxinbelastung anmelden. Für die 16 untersuchten US-Staaten betrug die Schadensreduktion durch den Bt-Maisanbau zwischen 120 Mio. bis 167 Mio. US\$ pro Jahr, immerhin etwa 0.4 – 0.6 % des Gesamtwerts des Ernteguts. Neben einem höheren Gewinn durch gesteigerte Erträge und reduzierte Kosten für die Schädlingsbekämpfung bietet Bt Mais auch durch die verbesserte Qualität des Ernteguts wirtschaftliche Vorteile für die Landwirte. In Ländern mit weniger strengen oder fehlenden Lebensmittelkontrollen auf Mykotoxine wäre auch ein Gesundheitsnutzen für Konsumenten durch reduzierte Aflatoxinbelastung denkbar, allerdings fehlen hierzu noch konkrete Daten.

Quelle: Jina Yu et al. 2020, [The Impact of Bt Corn on Aflatoxin-Related Insurance Claims in the United States](#), Scientific Reports 10:10046

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 [anmelden](#) und natürlich auch [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