

# InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 204  
April 2019

## Inhalt

<i>Base Editing: Neue Herbizidtoleranzen bei Weizen könnten Unkrautbekämpfung vereinfachen</i> .....	S. 1
<i>Genome Editing: Innovative Verfahren der Pflanzenzüchtung für die weltweite Ernährungssicherheit</i> .....	S. 2
<i>Genome Editing: Liberale Regulierung in Australien, grosse internationale Unterschiede bei Bestimmungen für neue Züchtungsverfahren</i> .....	S. 3
<i>Event-Hinweis: «Fascination of Plants Day» 2019</i> .....	S. 6

## Base Editing



### Reife Weizenähre

Photo ©: [Bluemoose / wikimedia](#)

## Neue Herbizidtoleranzen bei Weizen könnten Unkrautbekämpfung vereinfachen

Das Ziegen gras *Aegilops tauschii* macht Landwirten in China das Leben schwer. Dieses Wildgras ist eines der Vorfahren des modernen Brotweizens, verdrängt auf den Weizenfeldern zunehmend die Kultursorte und beeinträchtigt so die Erträge. Die Bekämpfung des Ziegengrases ist ausgesprochen schwierig, da die Unkräuter sehr ähnliche Eigenschaften haben wie die der Weizen selbst. Als einziges Herbizid zur Blattbehandlung ist in China das Sulfonylharnstoff (SU)-Herbizid Mesosulfuron zugelassen, das aber nicht nur das Unkraut, sondern auch Weizenpflanzen selber schädigt.

Herbizidtolerante Weizensorten könnten die Ziegen gras-Bekämpfung deutlich erleichtern. Tatsächlich existieren konventionell durch Mutagenese gezüchtete Weizensorten, welche gegen Imidazolinone (IMI)-Herbizide tolerant sind. Allerdings werden diese Pflanzenschutzmittel im Boden nur langsam abgebaut und können nachfolgende Kulturen beschädigen. In China, wo mehrere Kulturen pro Jahr gepflanzt werden, werden diese Pflanzenschutzmittel daher nicht eingesetzt.

Es sind Punktmutationen in Weizengenen bekannt, die zu Toleranz gegen verschiedene Herbizidklassen führen. Allerdings ist es schwierig, diese durch zufällige chemische oder physikalische Mutagenese in Kultursorten einzuführen. Da das Weizenerbgut durch Verschmelzung von drei Vorläufer-Arten entstand und jede davon einen doppelten Chromosomensatz trug, hat der moderne Weizen sechs Gen-Kopien. Um eine Herbizid-Toleranz zu erreichen, müssten möglichst alle dieser sechs Allele mutiert werden, ohne zugleich allzu viele Genveränderungen an anderen Positionen im Genom auszulösen. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist äusserst gering.

Hier könnten die modernen Verfahren des Genome Editings helfen: mit ihnen lassen sich mehrere ähnliche Positionen im Erbgut gleichzeitig verändern. Ein chinesisches Forscherteam um Caixa Gao, einer der Pionierinnen für den Einsatz des Genome Editings bei Nutzpflanzen, setzte hierbei auf das äusserst präzise Verfahren des Base Editings. Dabei werden zielgerichtet einzelne Buchstaben der Gensequenzen ausgetauscht, ohne Schnitte in das Erbgut einzuführen. Daher ist das Resultat der Veränderung viel genau-

er vorhersehbar.

Durch Verwendung eines Cytidin-Deaminase Base Editors, der gezielt an spezifische Positionen der Acetolactat-Synthase (ALS)- und acetyl-CoA Carboxylase-Gene in Weizen gesteuert wurde, erzeugten die Forscher Weizenpflanzen mit Punktmutationen in einem oder beiden Genen. Je nach Art und Kombination der Mutation wurden so Weizenpflanzen erhalten, die gegen Herbizide aus der Klasse der Sulfonylharnstoffe (SU), der Imidazolinone (IMI) oder der Aryloxyphenoxypropionate (FOP) tolerant waren, ohne dabei artfremde Erbinformationen zu tragen.

Die hier beschriebenen Mutationen lassen sich entweder durch Base Editing oder durch klassische Kreuzungen in produktive Elite-Weizensorten einführen, die Herbizid-Toleranzen können auch miteinander kombiniert (gestapelt) werden. Das ermöglicht den Einsatz unterschiedlicher Herbizide mit günstigen Umwelt-Profilen im Wechsel – eine Strategie, welche die spontane Entstehung von Herbizid-Resistenzen bei den Unkräutern langfristig unterdrücken kann.

Projektleiterin Caixia Gao hatte nach ihrer Ausbildung in China zwölf Jahre in Europa bei einem dänischen Saatgut-Unternehmen an der Verbesserung von Grassorten gearbeitet, auch mit gentechnischen Verfahren. Da sie aufgrund der in Europa verbreiteten Skepsis gegenüber gentechnisch veränderten Nutzpflanzen wenig Hoffnung hatte, die Früchte ihrer Arbeit jemals auf dem Feld zu sehen, kehrte sie 2009 nach China zurück, wo sie sich Genome Editing Ansätzen bei Getreide zuwandte. 2013 beschrieb sie mit ihrem Team die erste erfolgreiche Anwendung von Genome Editing bei Weizen und Reis. Sie gehört zu den weltweit führenden Expertinnen der gezielten Erbgut-Veränderungen bei Nutzpflanzen, und findet in China ein attraktives Umfeld für Ihre innovativen Forschungs-Arbeiten.

**Quellen:** Rui Zhang et al. 2019, [Generation of herbicide tolerance traits and a new selectable marker in wheat using base editing](#), Nature Plants (online 15.04.2019, doi:10.1038/s41477-019-0405-0); [CRISPRed wheat helps farmers control weeds](#), Chinese Academy of Sciences, 15.04.2019; [Portrait: CAIXIA GAO, Crop engineer](#), State Key Laboratory of Plant Cell and Chromosome Engineering Beijing

## Genome Editing

### Innovative Verfahren der Pflanzenzüchtung für die weltweite Ernährungssicherheit

Eine Welt ohne Hunger ist möglich – wenn es gelingt, die Produktion von Nahrungsmitteln nachhaltig zu steigern, diese gerecht zu verteilen, und extreme Armut zu eliminieren. Dabei ist die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität ein zentrales Element für die sozio-ökonomische Entwicklung. Ein internationales Team von renommierten Forschern aus Belgien, Pakistan, Deutschland, Saudi Arabien und von den Philippinen beschreibt in einem Perspektiven-Artikel in der Fachzeitschrift Science, dass neue Verfahren der Pflanzenzüchtung einschliesslich Genome Editing bei sorgfältiger Anwendung und mit einem wissenschafts-basierten Regulierungsansatz einen entscheidenden Beitrag zur globalen Ernährungssicherheit leisten können.

Obwohl gentechnisch veränderte Nutzpflanzen in mehreren Entwicklungs- und Schwellenländern – wie China, Indien, Pakistan, Bangladesch und Südafrika – für die Kleinbauern höhere Erträge, einen geringeren Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, weniger Armut und eine verbesserte Ernährung gebracht haben, zögern viele Länder in Afrika und Asien beim Einsatz von

transgenen Pflanzen. Gründe dafür sind oft irrtümlich vermutete Risiken und die Sorge, Export-Märkte im gentech-skeptischen Europa zu verlieren.

Neue Verfahren der Pflanzenzüchtung einschliesslich des Genome Editings, z. B. mit dem CRISPR/Cas9 System, kommen oft ohne den dauerhaften Einbau fremder Erbinformationen in Nutzpflanzen aus, können aber gleichwohl wichtige Eigenschaften der Pflanzen verbessern. Die Forscher führen als bereits veröffentlichte konkrete Beispiele mehltaresistenten Weizen für Westasien und Nordafrika an, trockenoleranten Mais für Süd- und Ostafrika, krankheits- und dürretoleranten Reis für Südost-Afrika, Virus-resistente Maniok für Ost- und Zentralafrika, und krankheitsresistente Bananen für West- und Zentralafrika. Das Fehlen von artfremden Genen könnte hier eine Zulassung der Pflanzen vereinfachen und beschleunigen, sofern ein effizientes, wissenschafts-basiertes Zulassungssystem zur Verfügung steht.

Entscheidend dabei sind nach Ansicht der Autoren wirkungsvolle Zusammenarbeiten und Partnerschaften zwischen Regierungen untereinander sowie mit Unternehmen. Die Bündelung von Ressourcen ermöglicht die effiziente Entwicklung, die Zulassung und die Verbreitung von verbesserten Pflanzensorten für die Landwirte, wobei Kleinbauern keine Lizenzabgaben zahlen sollten. Auch eine gute Kommunikationsstrategie und der Aufbau von Forschungskapazitäten sind wichtig.

Die Regulierung der neuen Züchtungsverfahren in den Industrienationen wird wichtige Weichen für deren möglichen Einsatz in Entwicklungs- und Schwellenländern stellen, da sich diese verbreitet an den nationalen Bestimmungen der Handelspartner orientieren, um Handels-Probleme zu vermeiden. Die kürzliche, sehr restriktive Auslegung der EU-Bestimmungen durch den Europäischen Gerichtshof ist daher enttäuschend und könnte den internationalen Fortschritt bei der Verbesserung von Pflanzensorten hemmen. Andererseits könnten die gelockerten Regelungen für genomeditierte Pflanzen, z. B. in den USA und in Japan, international ein neues Paradigma für die Regulierung innovativer Züchtungsverfahren einläuten. Eine weniger strenge Regulierung für genomeditierte Nutzpflanzen in Europa würde ein positives Signal für Entwicklungsländer aussenden, die bessere landwirtschaftliche Technologien für die Lebensmittelsicherheit benötigen. Genome Editing könnte so zu einer mächtigen Ergänzung im Kampf gegen Hunger und Armut weltweit werden, auch wenn es kein Allheilmittel darstellt und viele weitere Ansätze und Technologien erforderlich sind. Die globale Gemeinschaft sollte nach Ansicht der Autoren diese Gelegenheit ergreifen, indem sie förderliche regulatorische Rahmenbedingungen und Unterstützungs-Mechanismen entwickelt.

**Quellen:** Syed Shan-e-Ali Zaidi et al. 2019, [New plant breeding technologies for food security](#), Science 363:1390-1391; [Grand regional/global challenges where new plant breeding technologies can provide immediate solutions](#), Zaidi et al 2019 Supplementary Table 1; [Neue Züchtungstechnologien können Welternährung verbessern](#), Presseinformation Georg-August-Universität Göttingen, 29.03.2019

## Genome Editing

### **Libérale Regulierung in Australien, grosse internationale Unterschiede bei Bestimmungen für neue Züchtungsverfahren**

Wie soll der Umgang mit Organismen, deren Erbgut mit den neuen Verfahren des Genome Editings verändert wurde, sowie mit den daraus hergestellten Produkten geregelt werden? In praktisch allen Ländern wurden die Grundlagen des Gentechnik-Rechtes gelegt, lange bevor die präzisen Werkzeuge der Gen-Chirurgie, wie CRISPR-Cas9, andere gerichtete Nukleasen,

aber auch die neuen Technologien des Base Editings verfügbar wurden. Während manche Länder versuchen, die neuen Verfahren den bisherigen Bestimmungen unterzuordnen, entwickeln andere Länder neue gesetzliche Regelungen, um mit dem Technologie-Schub Schritt zu halten.

In **Australien** präsentierten die Behörden am 10. April 2019 nach einem umfassenden Anhörungsverfahren Anpassungen der Gentechnik-Bestimmungen. Dabei werden Produkte des Genome Editings, bei denen nur gerichtete Schnitte im Genom erfolgen, aber keine fremden Erbinformationen übertragen werden (SDN-1), ausdrücklich vom Geltungsbereich der Gentechnik-Regelungen ausgenommen. Sie unterstehen nicht den Auflagen für gentechnisch veränderten Organismen, da solche Brüche des DNA-Strangs jederzeit auch natürlich entstehen können und es keinen Hinweis auf mögliche spezielle Risiken dabei gebe. Die neuen Bestimmungen gelten für Pflanzen, Tiere sowie menschliche Zell-Linien, und treten am 8. Oktober 2019 in Kraft. Wissenschaftler reagierten erfreut auf diese Entscheidung, da es jetzt endlich Rechtssicherheit für wichtige Forschungsprojekte gebe. Allerdings wurde auch kritisiert, dass die Bestimmungen aus wissenschaftlicher Sicht nicht immer logisch seien: so gelten Organismen, die durch Oligonukleotid-gerichtete Mutagenese erzeugt werden, weiterhin als GVO, da bei diesem Verfahren ein kurzes Stück Erbgut-Matrize übertragen wird. Die so erzeugten kleinen Veränderungen im Erbgut sind dabei oft nicht von solchen des nicht regulierten Genome Editings (SDN-1) zu unterscheiden. Der Fokus auf das Herstellungsverfahren statt auf die Eigenschaften der veränderten Organismen kann so zu unbefriedigenden Resultaten führen.

**Japan** arbeitet aktuell an Bestimmungen zu Lebensmitteln, die mit Hilfe des Genome Editings erzeugt wurden. Die zuständige Expertengruppe gab im März bekannt, dass ihrer Ansicht nach keine spezielle Sicherheitsprüfung für solche Lebensmittel erforderlich sei. Es gebe kaum Unterschiede für die Lebensmittel-Sicherheit zwischen traditioneller Züchtung und Genome Editing, erklärte Prof. Hirohito Sone, der Vorsitzende der Arbeitsgruppe.

In den **USA** gab das Landwirtschaftsministerium USDA im März 2018 bekannt, dass es keine Pläne gebe, mittels Genome Editing oder anderer Verfahren veränderte Pflanzen den Gentechnik-Bestimmungen zu unterstellen, sofern diese Pflanzen auch durch klassische Züchtungsverfahren erzeugt werden könnten. Da es in diesen Fällen kein spezielles Risiko gebe, könnten so Innovationen bei der Pflanzenzüchtung ermöglicht werden.

Eine ganze Reihe von aktuellen wissenschaftlichen Veröffentlichungen gibt einen Überblick zu den Regulierungsansätzen für die neuen gentechnischen Verfahren, und zeigt so deren Bandbreite auf. **Argentinien** hat bereits früh das Potential der neuen Züchtungsverfahren erkannt, und 2015 entsprechende Regelungen erlassen. Durch Genome Editing veränderte Tiere und Pflanzen werden durch die Behörden beurteilt, dies kann bereits früh in der Entwicklungsphase geschehen. Dabei wird geprüft, ob die Organismen «neuartige Kombinationen von genetischem Material» haben – nur dann werden sie als gentechnisch verändert eingestuft.

Argentinien lehnt sich damit bei der GVO-Einstufung an die internationale Definition eines «lebenden veränderten Organismus» (LMO) im Cartagena Biosicherheits-Protokoll an. Genome Editing Techniken ohne Einbau von Fremd-Erbinformation führt nicht zu neuen Kombinationen von genetischem Material, und damit nicht zu GVO. Auch in **Chile, Brasilien** und **Kolumbien** beurteilen die Behörden von Fall zu Fall, ob ein veränderter Organismus

als GVO eingestuft wird. Auch in diesen Ländern dient das Vorhandensein einer «neuartigen Kombinationen von genetischem Material» als regulatorische Richtschnur.

**Kanada** verfügt über ein unter Industrieländern einzigartiges Zulassungssystem, da es grundsätzlich alle Pflanzen mit neuartigen Eigenschaften einem Zulassungsverfahren unterstellt – unabhängig davon, ob diese durch klassische Züchtung, ungerichtete Mutagenese, gentechnische Veränderung durch ein Transgen oder durch Genome Editing erzeugt wurden. Der Fokus liegt hier also eindeutig auf dem Produkt, nicht dem Herstellungs-Prozess.

In der **EU** verschleppte die Europäische Kommission das bereits länger fällige Verfahren zur Anpassung der Gentechnik-Bestimmungen unter Einbezug der neuen Züchtungsverfahren, und schob eine Positionierung immer und immer wieder hinaus. Dies führte zu dem verbreitet als unbefriedigend eingestuften Urteil des Europäischen Gerichtshofs vom Juli 2018, das basierend auf veralteten rechtlichen Grundlagen alle Produkte des Genome Editings ausnahmslos als gentechnisch veränderte Organismen (GVO) einstuft, und damit strengen Zulassungs- und Kennzeichnungs-Anforderungen unterwirft. Die Bestimmungen für Produkte des Genome Editings in der EU gehören damit zu den restriktivsten weltweit, was sowohl Innovationen in der EU blockiert als auch unweigerlich zunehmende Probleme im internationalen Handel mit sich bringen wird.

Am 23. April 2019 wandten sich 22 führende europäische Wirtschaftsverbände, darunter der Saatgutverband European Seed Association ESA, der Futtermittelverband FEFAC, der Lebensmittel- und Getränkeverband Food Drink Europe, und der Biotechnologie-Dachverband EuropaBio an die EU Mitgliedsstaaten und die Kommission. In einem offenen Brief forderten sie gesetzlichen Anpassungen, um mit innovationsfreundlichen Regelungen eine sauberere Umwelt, eine gesündere Ernährung und den Schutz der Biodiversität zu ermöglichen und zukünftigen Herausforderungen, wie dem Klimawandel, entgegenzutreten. Zu diesem Zweck verlangen die Verbände, dass keine Produkte den strengen GVO-Bestimmungen unterstellt werden sollten, welche auch durch herkömmliche Techniken erzeugt oder durch spontane natürliche Prozesse entstehen könnten. Die Organisationen weisen darauf hin, dass dieser regulatorische Grundsatz weltweit von einer wachsenden Zahl von Ländern geteilt wird.

Die **Schweiz** überprüft aktuell die geltenden gesetzlichen Bestimmungen für das Genome Editing und weitere neue gentechnische Verfahren. Im Auftrag des Bundesrates sollen im Laufe des Jahres 2019 Vorschläge für zukunftstaugliche Regulierungsansätze ausgearbeitet werden, welche spezifisch das Risiko bestimmter Aktivitäten berücksichtigen und dafür angemessene, abgestufte Rahmenbedingungen schaffen.

**Quellen:** [Australian gene-editing rules adopt 'middle ground'](#), Nature News, 23.04.2019; [Technical Review of the Gene Technology Regulations 2001: Decision](#), Australian Office of the Gene Technology Regulator, 10.04.2019; [Gene-edited foods are safe, Japanese panel concludes](#), Science, 19.03.2019; Dennis Eriksson et al. 2019, [A comparison of the EU regulatory approach to directed mutagenesis with that of other jurisdictions, consequences for international trade and potential steps forward](#), New Phytol. (in press, doi:10.1111/nph.15627); Michael F. Eckerstorfer et al. 2019, [Plants Developed by New Genetic Modification Techniques—Comparison of Existing Regulatory Frameworks in the EU and Non-EU Countries](#), Front. Bioeng. Biotechnol. 7:26; Gijs A. Kleter et al. 2019, [Gene-Edited Crops: Towards a Harmonized Safety Assessment](#), Trends in Biotechnology 37:443-447; [22 European business organisations ask the EU for pro-innovation rules for plant breeding](#), European Seed Association ESA media release, 23.04.2019.

## Event-Hinweis



# Fascination of Plants Day May 18<sup>th</sup> 2019

Weltweit finden um den 18. Mai 2019 zahlreiche Veranstaltungen zum «Fascination of Plants Day» statt. Dieser Aktionstag möchte rund um den Globus die Menschen für Pflanzen begeistern und die Bedeutung der Pflanzenforschung für Gesellschaft und Umwelt aufzeigen. Der Anlass findet alle zwei Jahre statt, dieses Jahr bereits zum fünften Mal. Ende April waren bereits etwa 240 Anlässe in 47 Ländern angemeldet, allein 20 davon aus der Schweiz.

Vorträge rund um die Pflanzenzüchtung, Pflanzen unter der dem Mikroskop erleben, Laborbesuche zum Wechselspiel Pflanzen-Mikroorganismen, ein Genome Editing-Workshop für Schulklassen, ein Quizz-Parcours im botanischen Garten: breit ist das [Angebot](#) an verschiedenen Orten der Schweiz, das über den März 2019 verteilt stattfindet. Neugierige werden mit spannenden Erkenntnissen und Erfahrungen belohnt! Der Anlass steht unter dem Patronat der [Europäischen Organisation für Pflanzenwissenschaften EPSO](#), in der Schweiz koordiniert das [Swiss Plant Science Web](#) die Aktivitäten.

**Quellen:** [Plant Days 2019: Angebote Schweiz](#); [International "Fascination of Plants Day" Website](#)

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

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