

InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 207

Juli / August 2019

Inhalt

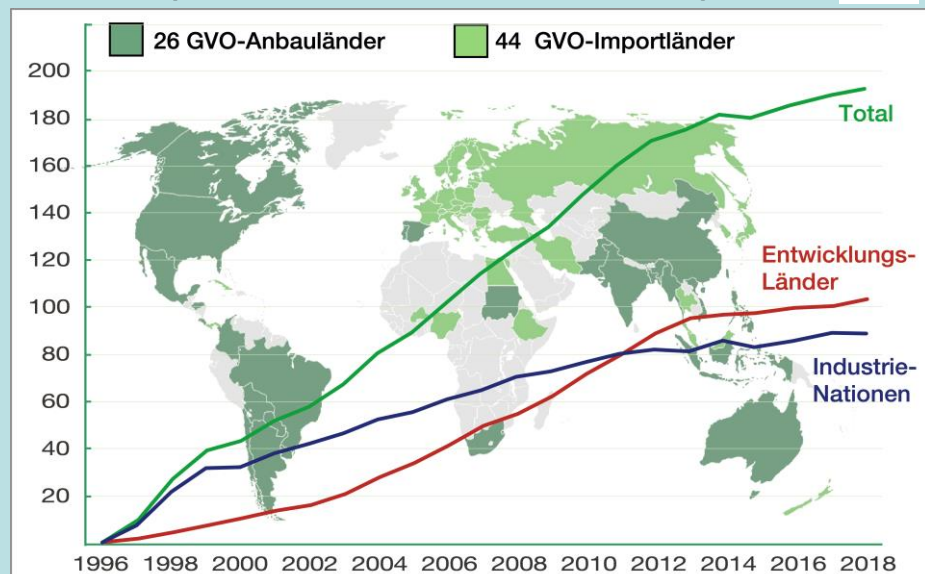
<i>ISAAA Statistik: Neuer Flächen-Rekord für Biotech-Nutzpflanzen im 23. Anbaujahr</i>	S. 1
<i>Forschung Genome Editing I: CRISPR macht Weizen auswuchsfest und regenresistent</i>	S. 2
<i>Forschung Genome Editing II: Nikotinfreier Tabak mit CRISPR/Cas9</i> ..	S. 3
<i>Anwendung Genome Editing: Nicht-bräunender Salat in kommerziellen Anbauversuchen in den USA</i>	S. 4
<i>Europa: Forderungen nach einer innovationsfreundlichen Regulierung für das Genome Editing in der Pflanzenzucht werden immer lauter</i>	S. 4
<i>TA SWISS: Interdisziplinäre Technikfolgenabschätzung zum Genome Editing</i>	S. 6
<i>EU: Europäische Kommission lässt neun GVO-Pflanzen als Lebens- und Futtermittel zu</i>	S. 7

ISAAA Statistik

Neuer Flächen-Rekord für Biotech-Nutzpflanzen im 23. Anbaujahr

Seit gentechnisch veränderte Nutzpflanzen im Jahr 1996 erstmals grossflächig in der Landwirtschaft eingesetzt wurden, werden sie von Landwirten weltweit auf immer grösseren Flächen angebaut. Im Jahr 2018, dem 23. Anbaujahr, erreichte die Biotech-Anbaufläche bereits 191.7 Millionen Hektaren. Das entspricht 13.5% der weltweiten Ackerfläche. Das geht aus der am 22.08.2019 veröffentlichten jährlichen Anbaustatistik des «International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications» (ISAAA) hervor.

Globale Anbaufläche für Biotech-Pflanzen (Millionen Hektaren, 1996 – 2018)



ISAAA 2019: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops 2018

2018 wurden gentechnisch veränderte Pflanzen in 26 Ländern angebaut. Die führenden Nationen dabei sind die USA (75 Mio. ha), gefolgt von Brasilien (50.2 Mio. ha), Argentinien (23.9 Mio. ha), Kanada (12.7 Mio. ha) und Indien (11.6 Mio. ha). Für alle Kulturen, in denen biotechnologisch verbesserte Sorten verfügbar sind, liegt der GVO-Durchdringungsgrad in diesen fünf Ländern bei zum Teil deutlich über 90%, und damit nahe an der Sättigung. In Europa wird gentechnisch veränderter, insektenresistenter Bt-Mais in Spanien und Portugal auf 121'000 Hektaren angebaut. Kaum bekannt ist, dass etwa ein Drittel der spanischen Mais-Anbaufläche mit Biotech-Sorten bestellt wird.

Neben den 26 Ländern mit eigenem GVO-Anbau importierten 44 weitere Länder Agrarrohstoffe aus Biotech-Pflanzen, darunter die Länder der EU. Insgesamt verfügten damit 70 Länder über Zulassungen für GVO-Nutzpflanzen.

Neben den schon lange etablierten gentechnisch veränderten Mais-, Soja-, Baumwoll- und Rapsorten erweitert sich das Spektrum der landwirtschaftlich genutzten Biotech-Sorten ständig, und umfasst heute auch Luzerne, Zuckerrüben, Papaya, Kürbis, Auberginen, Kartoffeln, Äpfel und Zuckerrohr. Auch für die kommenden Jahre wird mit einem weiteren Ausbau des Angebots an verbesserten Eigenschaften für Landwirte und Konsumenten gerechnet.

Quellen: [Biotech Crops Continue to Help Meet the Challenges of Increased Population and Climate Change](#), ISAAA media release, 22.08.2019; [ISAAA Brief 54-2018: Executive Summary](#) (PDF download); [Brief 54: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2018](#), ISAAA (August 2019).

Forschung Genome Editing I

CRISPR macht Weizen auswuchsfest und regenresistent

Regnet es auf reife Getreideähren, können die Körner direkt am Halm auskeimen. Der bei Landwirten gefürchtete Auswuchs schmälert die Erträge, und verdirbt die Qualität des Erntegutes. In einer umfassenden Zusammenarbeit haben Forscher von acht verschiedenen Instituten in Japan Weizen mittels Genome Editing so verändert, dass er wesentlich langsamer keimt. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit für Auswuchs nach Regen deutlich verringert. Sie zielten dabei auf die Veränderung des aus Roggen bekannten *Qsd1*-Gens ab, welches eine wichtige Rolle bei der Regulierung der Samenruhe spielt.

Bei der Weizenzüchtung stellt sich die besondere Herausforderung, dass das Weizen-Erbgut aus der Verschmelzung von drei nahe verwandten Vorfahren entstanden ist. So trägt Weizen von jeder Erbanlage sechs ähnliche Kopien, je drei von jedem Elternteil. Auswirkungen spontaner genetischer Veränderungen in nur einer oder wenigen Gen-Kopien, welche in der klassischen Züchtung verwendet werden können, werden daher oft nicht sichtbar, da sie von den übrigen Gen-Kopien überdeckt werden. Die Forscher wählten daher den Ansatz des Genome Editings mit CRISPR/Cas9, um möglichst viele Kopien der *Qsd1*-Zielgene in Weizen zugleich auszuschalten.

Es gelang ihnen, durch gezielte Schnitte im Erbgut einzelner Pflanzen fünf der sechs Weizengene auf einen Schlag zu inaktivieren. Mit Hilfe von High-Tech Verfahren der beschleunigten Kreuzungszüchtung konnten sie innerhalb von nur 14 Monaten daraus Weizenlinien produzieren, in denen alle sechs Genkopien ausgeschaltet waren, und darüber hinaus auch keine Überreste der CRISPR/Cas9 Maschinerie mehr im Erbgut zu finden waren.

Die genom-editierten Pflanzen zeigten im Vergleich zu den ursprünglichen Weizenlinien keine Auffälligkeiten ihrer Struktur oder des Wachstums. Die Keimungsdauer der Körner war jedoch deutlich verlangsamt – eine Veränderung, die eine deutliche Verbesserung der Auswuchs-Festigkeit bewirken sollte.

Den Forschern ging es bei ihrem Ansatz nicht darum, eine verbesserte Weizensorte für den unmittelbaren kommerziellen Einsatz zu entwickeln. Sie wollten in erster Linie einen neuartigen Ansatz zur Beschleunigung der Weizenzüchtung aufzeigen. Weil Gerste nur zwei Genkopien hat, werden hier die Resultate spontaner natürlicher Mutationen viel schneller sichtbar als bei Weizen mit sechs Genkopien. Entsprechend ist die agronomische Funktion von Genen bei Gerste viel besser verstanden.

Dieses Wissen, zusammen mit dem effizienten Werkzeugkasten des Genome Editings, ermöglicht es jetzt, bei Gerste identifizierte nützliche Veränderungen schnell auch in das Erbgut von Weizen zu übertragen. Mit klassischen Züchtungsansätzen würde dieses etwa zehn Jahre dauern, mit Unterstützung des Genome Editings konnte das japanische Forscherteam diesen Zeitraum auf ein gutes Jahr reduzieren.

Der technologische Fortschritt macht so umfangreiches Wissen aus der Gerstezüchtung jetzt auch für die Weizenzüchtung zugänglich, und beschleunigt den Züchtungsfortschritt um das fast zehnfache. Im Gegensatz zu der weniger verbreitet angebauten Gerste steht Weizen auf Platz drei der wichtigsten Grundnahrungsmittel der Menschheit. Züchterische Verbesserungen bei Weizen haben daher eine große Tragweite für die Sicherung der Welt-ernährung.

Quellen: Fumitaka Abe et al. 2019, [Genome-Edited Triple-Recessive Mutation Alters Seed Dormancy in Wheat](#), Cell Reports 28:1362-1369; [Rain-resistant wheat variety developed using genome editing](#), Asahi Shimbun, 21.08.2019.

Forschung Genome Editing II

Nikotinfreier Tabak mit CRISPR/Cas9

Nikotin ist der Inhaltsstoff, der Tabak-Raucher abhängig macht. Wie Nikotin im Stoffwechsel der Pflanzen entsteht, ist gut verstanden. Mit verschiedenen gentechnischen Tricks haben Forscher daher schon vor längerem Tabakpflanzen mit genetischen Veränderungen erzeugt, deren Nikotingehalt deutlich gesenkt ist. Durch Einsatz der CRISPR/Cas9 Genschere ist es Julia Schachtsiek und Felix Stehle von der Technischen Universität Dortmund nun gelungen, Tabakpflanzen mit einem um 99,7% reduzierten Nikotingehalt herzustellen.

Sie schalteten durch gezielte Erbgut-Schnitte sechs verwandte, an der Nikotinproduktion beteiligte Stoffwechsel-Eiweiße aus. Da die entsprechenden Tabak-Gene untereinander sehr ähnlich sind, gelang dies mit Hilfe von einem einzelnen CRISPR-Konstrukt. Durch Kreuzungen der Nachkommen erhielten die Forscher dann nicht-transgene, praktisch nikotin-freie Tabakpflanzen ohne fremdes Erbmateriale. Daraus ließen sich prinzipiell Tabak-Produkte mit weniger oder ganz ohne ohne Nikotin herstellen, was Raucher auf dem Weg zum Verzicht auf Zigaretten unterstützen könnte. Aufgrund der restriktiven gesetzlichen Regelungen für genom-editierte Pflanzen in der EU ist allerdings nicht klar, ob und wann derartige Pflanzen in Europa eingesetzt werden können.

Quellen: Julia Schachtsiek & Felix Stehle 2019, [Nicotine-free, nontransgenic tobacco \(Nicotiana tabacum L.\) edited by CRISPR-Cas9](#), Plant Biotech. J. (online 17.06.2019, doi:10.1111/pbi.13193); [Low-nicotine Gene-edited Tobacco Could Combat Nicotine Addiction – But Not in Europe](#), technologynetworks.com, 23.08.2019.

Anwendung Genome Editing

Nicht-bräunender Salat in kommerziellen Anbauversuchen in den USA

Knackiger Salat ist im Sommer eine Wonne – weniger Freude macht es, wenn er sich schon bald nach dem Kauf an den Schnittflächen bräunlich verfärbt. Dabei handelt es sich um eine Oxydationsreaktion, welche Pflanzen in der Natur bei Verletzungen vor Befall durch Mikroorganismen schützt. Gesundheitlich sind die verfärbten Salatteile unbedenklich, aber sie sind wenig appetitanregend: oft wird verfärbter Salat weggeworfen.

Für die USA wird geschätzt, dass jährlich Salat für etwa 3 Milliarden US\$ wegen Verfärbung im Abfallkübel landet. Diese Verschwendung von Lebensmitteln möchte das junge Biotech-Unternehmen Intrexon reduzieren. Es hat mit Hilfe des Genome Editings Römer-Salat (Romanesco) entwickelt, bei dem die Braunfärbung deutlich langsamer auftritt. So bleibt der Salat im Kühlschrank bis zu zwei Wochen frisch und appetitlich.

Im Februar 2019 erhielt Intrexon die Bestätigung des US Landwirtschaftsministeriums, dass ihr GreenVenus™-Salat in den USA nicht als gentechnisch verändert eingestuft wird, da ihm keine fremden Erbinformationen zugeführt wurden und nur die Salatgene selber verändert wurden. Somit können diese Pflanzen ohne spezielle Bewilligung angebaut werden.

Im Sommer 2019 gab Intrexon bekannt, dass das Unternehmen kommerzielle Anbauversuche in den USA startet – nur zwei Jahre nach dem ersten Konzept für das neue Produkt. Genome Editing erlaubt eine wesentlich schnellere Entwicklung innovativer Produkte für Landwirtschaft und Konsumenten, als das mit den bisherigen Züchtungsverfahren möglich ist.

Quellen: [Intrexon Announces Advances in Non-Browning GreenVenus™ Romaine Lettuce](#), Intrexon media release, 03.06.2019; [US Department of Agriculture Biotechnology Regulated Article Letters](#), 08.02.2019 (Intrexon Genome Edited Lettuce).

Europa

Forderungen nach einer innovationsfreundlichen Regulierung für das Genome Editing in der Pflanzenzucht werden immer lauter

Am 25. Juli 2018 hatte der Europäische Gerichtshof alle mit Hilfe des Genome Editings veränderten Organismen aufgrund der veralteten EU Gesetzgebung pauschal als «gentechnisch veränderte Organismen» eingestuft, und sie damit einer strengen Zulassungs- und Kennzeichnungspflicht unterstellt. Die Entscheidung sorgte vor allem bei Pflanzenforschern und -Züchtern für Empörung, da damit innovative Entwicklungen in Europa blockiert werden. Dies zu einem Zeitpunkt, wo die Anforderungen an die Pflanzenzüchtung wegen wachsendem Nahrungsmittelbedarf, dem Streben nach einer immer nachhaltigeren Landwirtschaft und dem Klimawandel stetig wachsen, und global das Innovationstempo durch neue Züchtungsverfahren wie dem Genome Editing rapide zunimmt.

Ein Jahr später hat die Unruhe unter den Forschern nicht abgenommen. In einem offenen Brief wandten sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von 126 europäischen Pflanzenforschungsinstituten an das EU Parlament und an die Kommission, und drängten darauf, eine innovationsfreundliche Regulierung für neue Züchtungsverfahren zu ermöglichen. Der regulatori-

sche Rahmen in der EU würde den aktuellen Stand der Wissenschaft nicht widerspiegeln. Immer mehr Länder weltweit würden sachlich fundierte gesetzliche Rahmenbedingungen schaffen, um einen vernünftigen Umgang mit dem Genome Editing zu ermöglichen. Europa sollte dabei nicht hintanstehen, um auch zukünftig eine nachhaltige Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion zu ermöglichen.

Die European Federation of Biotechnology (EFB), der führende Zusammenschluss von nationalen Biotechnologie-Verbänden, Wissenschaftsorganisationen, Universitäten und Forschungsinstituten mit 30'000 Einzelmitgliedern, meldete sich mit einem Positionspapier zu Wort. Sie weist darauf hin, dass die juristische Auslegung durch den Europäischen Gerichtshof wissenschaftlich ungenau sei, und führt eine Reihe von Argumenten an, warum die negativen Auswirkungen des Gerichtsbeschlusses aufgehoben werden sollten. Die aktuellen Bestimmungen würden verhindern, dass die EU in der Forschung für die globalen Herausforderungen eine führende Rolle spiele.

Eine Gruppe junger Studenten aus acht EU Mitgliedsstaaten lancierte im Juni 2019 die Europäische Bürgerinitiative «Grow scientific progress: crops matter!». Diese fordert eine klare Unterscheidung zwischen mutagenesebasierten neuen Züchtungsverfahren wie dem Genome Editing und konventionellen GVOs, da die Techniken zu unterschiedlichen Produkten führen können. Darüber hinaus fordert sie eine stärker produktbezogene Risikobewertung der resultierenden Organismen im Gegensatz zu einer technikbasierten Bewertung. Etwaige Risiken seien nur mit dem Produkt verbunden, und nicht mit der Technik zur Herstellung des Produkts. Organismen mit neuartigen Eigenschaften sollen weiterhin auf ihre Sicherheit geprüft werden und vor ihrer Freisetzung eine Zulassung benötigen. Ziel der Initianten, die sich bei ihren Forschungsarbeiten an der Universität Wageningen (NL) kennengelernt hatten, ist es, innerhalb von einem Jahr eine Million Unterschriften zu sammeln. Unterzeichnen können alle EU-Bürger.

Auch in der Schweiz wird intensiv über den Umgang mit dem Genome Editing in Europa diskutiert. Im Rahmen eines trinationalen Pflanzenforscher-Kongresses (TNAM 2019) fand am 11. April 2019 in Zürich ein öffentlicher Runder Tisch zum Thema «Wie weiter nach dem Urteil des EUGH zum Genome Editing» statt. An diesem nahmen ausser Pflanzen-Forscherinnen und Forschern aus der Schweiz (Prof. Jean Marc Neuhaus), Deutschland (Prof. Holger Puchta) und Österreich (Dr. Ortrun Mittelsten Scheid) auch ein Jurist und Mitglied der Eidgenössischen Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich (Prof. Matthias Mahlmann) sowie eine Vertreterin der gentech-kritischen Kleinbauernvereinigung (Franziska Schwab) teil, das Publikum diskutierte engagiert mit. Eine Zusammenfassung der Veranstaltung wurde von dem europäischen Doktorats-Programm PlantHUB veröffentlicht.

Diskutiert wurde über die Auswirkungen des EUGH-Urteils, Nutzen und Risiken des Genome Editings, die Angst vor neuen Technologien, Anwendungen von Genome Editing in der Landwirtschaft, und Kommunikation. Während die Pflanzenforscher die Chancen der neuen Technologien betonten und einen differenzierten Umgang damit verlangten, betonte der Kleinbauernverband unvorhersehbare Gesundheitsgefahren neuer Techniken wie CRISPR/Cas9 und forderte daher eine strenge Regulierung.

Eine wichtige Schlussfolgerung der Debatte war der Bedarf nach einer

gesellschaftlichen Auseinandersetzung, in der auch die politischen und ethischen Dimensionen der Forschung erörtert werden. Aktuell arbeiten die Bundesbehörden BAFU und BLW ein Diskussionspapier aus, aufgrund dessen der Bundesrat entscheiden wird, ob die gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Gentechnologie in der Schweiz angepasst werden sollten, und falls ja auf welche Weise.

Quellen: [European scientists ask the EU Parliament and EU Commission reconsider genome editing for sustainable agriculture and food production](#), Vlaams Instituut voor Biotechnologie (VIB), 25.07.2019; [Open Statement for the use of genome editing for sustainable agriculture and food production in the EU \(PDF mit Unterschriften\)](#); [Pressure increases for ECJ rule banning use of genome editing in agriculture to be reversed](#), ScienceBusiness.net, 01.08.2019, [Gene Editing Regulations: A Position Paper from the European Federation Of Biotechnology](#), EFB, Juni 2019; [European Citizens' Initiative: Grow scientific progress - crops matter!](#), [www.growscientificprogress.org](#); [Growing scientific progress: Students are launching an EU Citizens' Initiative](#), The Parliament, 25.07.2019; [Report: Public Round Table «What next after the ECJ judgement on gene editing?» \(ETH Zürich, 11.04.2019\)](#), PlantHUB D22, 03.07.2019

TA SWISS

Interdisziplinäre Technikfolgenabschätzung zum Genome Editing

Am 27.08.2019 hat TA-SWISS, das Schweizer Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung, die Ergebnisse einer interdisziplinären Expertenstudie zum Thema Genome Editing vorgelegt. Diese soll Entscheidungsgrundlagen für das Schweizer Parlament und den Bundesrat liefern. Die 473-seitige Studie gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der verschiedenen Anwendungen, Chancen und Risiken der neuen Technologien. Medizinische Anwendungen stehen im Mittelpunkt der Studie, so die somatische Gentherapie, Eingriffe in die menschliche Keimbahn und die Xenotransplantation. Für die Medizin werden grosse Chancen für die Behandlung von Krankheiten aufgezeigt, aber auch wichtige ethische Fragen, die gelöst werden müssen.

Für die Pflanzen- und Tierzucht werden die aktive Forschung und Entwicklung (insbesondere im Pflanzenbereich) zusammengefasst und die Innovationschancen, wie ertragreichere Pflanzen, die weniger Agrochemikalien benötigen, beschrieben. Die komplexe regulatorische Situation insbesondere in der EU und der Schweiz wird als Hindernis für die Entwicklung angesehen. Um die Transparenz zu verbessern, wird die Entwicklung geeigneter Analysemethoden zum Nachweis erbgutveränderter Produkte oder anderer Ansätze für die Rückverfolgbarkeit gefordert.

Für Gene Drives wird eine eingehende Sicherheitsbewertung der möglichen Umweltauswirkungen verlangt, zusammen mit einer öffentlichen Debatte über Bedingungen, unter denen die Anwendung von Gene Drives für die Gesellschaft akzeptabel sein könnten.

Als übergreifende Empfehlungen für alle Anwendungen des Genome Editings fordern die Experten eine transparente und unvoreingenommene öffentliche Debatte, die klare Identifizierung von Unsicherheiten und Grenzen des vorhandenen Wissens, und die Begrenzung von Risiken durch systematische Erforschung von On- und Off-Target-Effekten.

Quellen: [TA-SWISS Expertenstudie Genome Editing](#), TA-SWISS Projektseite; Alexander Lang et al. 2019, [Genome Editing – Interdisziplinäre Technikfolgenabschätzung](#), TA-SWISS Publikationsreihe (Hrsg.): TA 70/2019, Zürich: vdf (vollständige Studie); [Ein molekulares Skalpell für Eingriffe am Erbgut: Chancen und Risiken des Genome Editing](#), Kurzfassung der Studie «Genome Editing» (PDF); [Genome Editing](#), TA SWISS Medienmitteilung, 27.08.2019

EU

Europäische Kommission lässt neun GVO-Pflanzen als Lebens- und Futtermittel zu

Am 27. Juli 2019 hat die Europäische Kommission neun gentechnisch veränderte Pflanzen zum Import als Lebens- und Futtermittel zugelassen. Bei sieben davon handelt es sich um Neuzulassungen: die Baumwolllinie GHB614xLLCotton25xMON1598, die Maislinien 5307, MON 87403, 4114, MON87411 und Bt11xMIR162x1507xGA21, sowie die Sojalinie MON87751. Zwei bestehende Bewilligungen wurden verlängert (Raps Ms8xRf3, Mais 1507xNK603). Zudem wurde eine gentechnisch veränderte Nelke als Schnittblume zugelassen. Alle Pflanzen hatten die erforderliche Sicherheitsprüfung der EFSA durchlaufen und waren den EU Mitgliedsstaaten zur Entscheidung vorgelegt worden. Da hierbei keine Mehrheiten für oder gegen eine Zulassung erzielt werden konnte, entschied die Kommission aufgrund der wissenschaftlichen Beurteilung der EFSA. Alle Bewilligungen sind für zehn Jahre gültig.

Die herbizid-tolerante und gegen den Maiswurzelbohrer resistente Maislinie MON87411 trägt eine RNA-Interferenz (RNAi)-Kassette, welche die Ableitung eines wichtigen Stoffwechsellagens der schädlichen Käferlarven blockiert und diese so ausschaltet – ein relativ neuer, hochspezifischer Ansatz in der Schädlingsbekämpfung.

Zusammen mit den aktuell bereits im [EU GMO Register](#) eingetragenen 62 gentechnisch veränderten Linien wächst die Zahl der in der Europäischen Union als Nutzpflanzen zugelassenen GVO auf insgesamt 69 (13 x Baumwolle, 30 x Mais, 5 x Raps, 20 x Soja, 1 x Zuckerrübe). Dazu kommen noch zahlreiche Kombinationen von Einzellinien.

Quellen: [The Commission authorises nine genetically modified products for food and feed uses and one as ornamental cut flower](#), European Commission - Daily News, 26.07.2019; [Mit RNAi Gene gezielt blockieren - ein elegantes Konzept gegen Viren und Schädlinge](#), www.transgen.de.

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

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