

InterNutrition POINT

Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 205
Mai 2019

Inhalt

- Kraut- und Knollenfäule: Krankheitsresistente Biotech-Kartoffelsorten geben Kleinbauern in Uganda HoffnungS. 1*
- Genome Editing: Grosse Chancen zur Anpassung von Reis an den Klimawandel und zur allgemeinen Verbesserung von NutzpflanzenS. 2*
- Russland: Massives Genome Editing Programm zur Verbesserung von NutzpflanzenS. 4*
- EU: Ethiker, Forscher und Agrarminister fordern forschungs- und praxisfreundliche Anpassungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen für das Genome EditingS. 5*
- Norwegen: Biotechnologierat schlägt abgestufte Risikobewertung und Lockerungen für die Freisetzung von manchen GVO vorS. 6*

Kraut- und Knollenfäule



Herkömmliche (l) und cisgene, Phytophthora-resistente Kartoffeln (r) im Feldversuch

Photo ©: Dr. Marc Ghislain / [2Blades Foundation](#)

Krankheitsresistente Biotech-Kartoffelsorten geben Kleinbauern in Uganda Hoffnung

Praktisch überall, wo Kartoffeln angebaut werden, kämpfen die Landwirte mit der Kraut- und Knollenfäule. Die weltweit wichtigste, durch *Phytophthora infestans*-Pilze ausgelöste Krankheit kann ohne intensive Behandlung der Pflanzen mit Pflanzenschutzmitteln zu grossen Ertragsverlusten führen.

Während in wohlhabenden Industrieländern Landwirte zum Teil über zehn Mal pro Saison Fungizide einsetzen und so Ernteverluste minimieren, können sich Kleinbauern in armen Ländern die teuren Agro-Chemikalien nur in kleinen Mengen – wenn überhaupt - leisten und so keinen optimalen Pflanzenschutz gewährleisten. Entsprechend geht man bei Kartoffeln in Afrika von Ernteeinbussen von 15% - 30% durch die Kraut- und Knollenfäule aus, in Uganda können diese bis zu 60% betragen.

Da Kartoffeln weltweit auf Platz drei der wichtigsten Nahrungspflanzen stehen (nach Reis und Weizen) ist das Interesse gross, krankheitsresistente Sorten zu züchten. Die Erfahrung aus vielen Jahrzehnten zeigt, dass die Entwicklung Phytophthora-resistenter Kartoffelsorten durch klassische Züchtung ein langwieriger Prozess ist, und eine weitere Übertragung der Resistenz-Eigenschaften in andere, lokal verankerte Kartoffelsorten fast unmöglich ist. Daher haben verschiedene Forschungsgruppen mit gentechnischen Verfahren Resistenzgene aus Wildkartoffeln in Kultursorten eingebracht und gezeigt, dass sich so innerhalb kurzer Zeit eine nachhaltige, starke Resistenz gegen Phytophthora in verschiedenen Kartoffelsorten erzielen lässt.

Ein Forschungsprojekt des International Potato Center (CIP), eines wichtigen internationalen Züchtungszentrum zur Verbesserung von Kartoffeln speziell für die weniger wohlhabenden Länder, beschäftigt sich daher seit einigen Jahren mit der Entwicklung von Kraut- und knollenfäuleresistenten Kartoffeln für Afrika südlich der Sahara. Ein Forscherteam um Marc Ghislain vom CIP in Nairobi, zusammen mit Kolleginnen und Kollegen aus Uganda und Peru, übertrug drei Resistenzgene (*RB*, *Rpi-blb2* und *Rpi-vnt1.1*) aus

südamerikanischen Wildkartoffelsorten in die in Uganda verbreitet angebauten Kultursorten «Desiree» and «Victoria».

Sie erhielten so mehrere genetisch veränderte Kartoffellinien, welche nach einer Charakterisierung im Treibhaus über drei Anbau-Saisons in Uganda im Freiland geprüft wurden. Es zeigte sich, dass die Biotech-Kartoffeln trotz hohem Krankheitsdruck normal wuchsen und keine Krankheits-Symptome aufwiesen, während in unmittelbarer Nachbarschaft gesetzte herkömmliche Sorten weitgehend durch die Kraut- und Knollenfäule verwüstet wurden.

Ohne Fungizid-Behandlung erzielten die resistenten Biotech-Varianten von «Desiree» and «Victoria» Erträge von etwa 29 and 45 t/ha. Das entspricht etwa dem drei-bis vierfachen, was die konventionellen Varianten dieser Sorten in Uganda mit moderatem Pflanzenschutz liefern. Die konventionellen Sorten wiesen im direkten Vergleich ganz ohne Pflanzenschutz Verluste von etwa 75% und 90% der Erntemenge auf, und produzierten von der Qualität her gar keine vermarktbareren Knollen. Dies weckt die Hoffnung, dass neue pilzresistente Kartoffelsorten für Landwirte in Uganda ohne oder mit nur bescheidenem Fungizideinsatz deutlich höhere Erträge abwerfen könnten als die bislang verwendeten Sorten. Sie könnten so einen Beitrag zu einem höheren Einkommen und einer gesicherten Nahrungsversorgung für die Kleinbauern leisten.

Es ist allerdings noch nicht klar, wann diese Innovation den Bauern zugutekommen könnte. Obwohl Uganda in den letzten Jahren wichtige Schritte für eine gesetzliche Regulierung des Anbaus von gentechnisch veränderten Pflanzen gemacht hat, bleibt die Möglichkeit für eine Zulassung momentan noch aufgrund politischer Streitigkeiten blockiert.

In der Schweiz werden bereits seit April 2015 cisgene Varianten der Kartoffelsorten «Atlantic» und «Désirée» mit Wildkartoffel-Resistenzgenen erfolgreich im Freiland geprüft, auf dem Versuchsfeld der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz bei Zürich. Auch hier konnte eine hohe Resistenz der Kartoffelsorten gezeigt werden. In Europa steht dabei weniger die Sicherung der Nahrungsversorgung im Zentrum als eine Verbesserung der Nachhaltigkeit im Kartoffelanbau durch eine Reduktion der erforderlichen Fungizidbehandlungen. Obwohl die biotechnologisch verbesserten Kartoffelsorten hier ihr grosses Potential aufgezeigt haben, ist auch in der Schweiz und anderen europäischen Ländern aufgrund der politischen Widerstände unklar, wann und ob sie bei uns ihre Vorteile auf dem Acker beweisen können.

Quellen: Marc Ghislain et al. 2019, [Stacking three late blight resistance genes from wild species directly into African highland potato varieties confers complete field resistance to local blight races](#), Plant Biotechnology Journal 17:1119-1129; [Biotech Potato Keeps Late Blight Disease in Check, New Study Finds](#), International Potato Center CIP media release, 21.02.2019; [Late Blight of Potato in Africa: Field testing of a resistance gene stack in potato against late blight disease in Africa](#), 2Blades Foundation Project; [Cisgene Kartoffeln mit verbesserter Resistenz gegen Kraut- und Knollenfäule](#) (Agroscope Feldversuch).

Genome Editing

Grosse Chancen zur Anpassung von Reis an den Klimawandel und zur allgemeinen Verbesserung von Nutzpflanzen

Der Klimawandel macht die Wachstumsbedingungen für Pflanzen unberechenbarer, Wetterextreme wie ungewöhnliche Hitze, Trockenheit, aber auch Unwetter mit Überflutungen werden immer häufiger. Das schlägt sich auch in stärker schwankenden Ernteerträgen nieder. Eine kürzlich vorgelegte Studie von Elisabeth Vogel und weiteren Umweltwissenschaftlern schätzt,

dass Klimaextreme für 18 bis 43 Prozent der weltweit beobachteten Ertragsschwankungen verantwortlich sind. Vor allem in intensiv bewirtschafteten Regionen mit hoher Produktivität, also den industrialisierten Anbauregionen, kann das massive Auswirkungen auf die Ernten wichtiger Kulturen und damit auf die globale Ernährungssicherheit haben. So sind in Nordamerika der Anbau von Soja, Sommerweizen und Mais besonders von Klimaschwankungen betroffen, in Europa der Sommerweizen, und in Asien Reis und Mais.

Durch klassische Züchtung lassen sich Nutzpflanzen nur langsam, in kleinen Schritten an geänderte Wachstumsbedingungen anpassen. Und auch wenn eine solche Anpassung in einer Sorte erzielt wird, ist es eine enorme Herausforderung, diese Eigenschaft durch Kreuzungen in die vielen lokal angepassten Sorten auf der Welt zu übertragen. Es ist klar, dass hier zusätzliche Werkzeuge im Handwerkskoffer der Pflanzenzüchter benötigt werden, um möglichst rasch Lösungen für die wachsenden Herausforderungen der Landwirtschaft durch Klimaextreme anzubieten. Hier bieten die erst seit wenigen Jahren verfügbaren molekularbiologischen Werkzeuge für das Genome Editing eine grosse Chance: sie sind sehr schnell, vergleichsweise einfach anzuwenden, und die Resultate lassen sich rasch auf verschiedene Pflanzensorten übertragen.

Reis liefert Kalorien für die halbe Weltbevölkerung, zugleich wächst er in Regionen, welche Klimaschwankungen besonders ausgesetzt sind. Akshaya Biswal und Kollegen aus den USA und aus Indien zeigen in einem aktuellen Übersichtsartikel das Potential auf, das moderne Verfahren der Genomeditierung für die Verbesserung der Klimatoleranz von Reis bieten. Das Ziel dabei ist die Sicherung und Steigerung der Erträge trotz Klimawandel.

Wichtige Eigenschaften, die Reis weniger anfällig gegen Klimaextreme machen, sind Dürre-Toleranz, die Fähigkeit auch länger dauernde Überflutung schadlos zu überstehen, sowie Unempfindlichkeit gegen Hitze und Kälte. Für alle diese Eigenschaften sind wichtige Gene in Reis bekannt, die an der Merkmals-Ausprägung beteiligt sind. Diese sind Kandidaten für eine Veränderung durch Genomeditierung, um so die Pflanzeigenschaften gezielt anzupassen. Untersuchungen an Wildreissorten haben Gene für Stressresistenz zutage gebracht, welche in Kulturreisorten verloren gegangen sind. Durch Verfahren des Genome Editings lassen sich diese auch dann in Kultursorten übertragen und an definierten Orten einbauen, wenn die Wild- und Kultursorten nicht miteinander gekreuzt werden können.

Tatsächlich wurden bereits verschiedene Eingriffe in das Reis-Erbgut mittels CRISPR/Cas9 beschrieben, welche Auswirkungen auf die Stress-Toleranz der Pflanzen hatten. Ein weiterer wichtiger Anwendungsbereich des Genome Editings bei Reis ist es, die Funktion neu identifizierter Gene und ihre Beteiligung an der Klimatoleranz zu ergründen, indem sie gezielt ausgeschaltet werden. Zusammengenommen eröffnen die neuen Genome Editing Verfahren viele Möglichkeiten, die Klimatoleranz von Reis zu steigern und so die Eigenschaften der Pflanzen an den Klimawandel anzupassen.

Auch Felix Wolter, Patrick Schindele und Holger Puchta vom Karlsruher Institut für Technologie (D) zeigen in einer aktuellen Veröffentlichung in der Fachzeitschrift «BMC Plant Biology» auf, wie das CRISPR/Cas9 System zu einer enormen Beschleunigung der Pflanzenzüchtung beitragen kann. Bei der Entwicklung der heutzutage verwendeten leistungsfähigen Elitesorten für Pflanzenbau ist ein Grossteil der in der Natur vorhandenen genetischen

Variabilität verloren gegangen. Das schränkt den Möglichkeitsraum der Züchter ein, diese Sorten mit herkömmlichen Kreuzungen weiter zu entwickeln. Allerdings erlaubt die Möglichkeit, die genetische Variabilität der Wildsorten durch die schnelle Entschlüsselung ihrer Genom-Sequenz zu erkunden und die Erkenntnisse daraus mit Hilfe des CRISPR/Cas9 Systems oder anderer Verfahren der Genomeditierung auf etablierte Kultursorten zu übertragen, einen Quantensprung in der züchterischen Verbesserung.

Durch die gezielten Erbgut-Eingriffe sind dabei sowohl subtile Anpassungen der Ablesung und Regulierung einzelner Gene möglich als auch das komplette Ausschalten bestimmter Eigenschaften. Auch ermöglichen die Werkzeuge zur Genomeditierung die gleichzeitige Veränderung an mehreren Erbgut-Positionen – wichtig, da Pflanzen oft über zahlreiche Kopien einzelner Gene verfügen. So können Züchter die Einschränkungen der beschränkten genetischen Vielfalt der Kultursorten hinter sich lassen, und die Entwicklung verbesserter Nutzpflanzen auf beispiellose Art und Weise vorantreiben.

Quellen: Elisabeth Vogel et al. 2019, [The effects of climate extremes on global agricultural yields](#), Environmental Research Letters 14:054010); [Klimaextreme gefährden Ernährungssicherheit: Industrialisierte Anbauregionen sind besonders betroffen](#), Pflanzenforschung.de, 22.05.2019; Akshaya K. Biswal et al. 2019, [CRISPR mediated genome engineering to develop climate smart rice: Challenges and opportunities](#), Seminars in Cell & Developmental Biology (online 10.05.2019, [doi:10.1016/j.semcdb.2019.04.005](#)); Felix Wolter et al. 2019, [Plant breeding at the speed of light: the power of CRISPR/Cas to generate directed genetic diversity at multiple sites](#), BMC Plant Biology 19:176

Russland

Massives Genome Editing Programm zur Verbesserung von Nutzpflanzen

Russland ist ein wichtiges Agrar-Export-Land, und zugleich das grösste Land, welches sowohl den Anbau als auch den Import gentechnisch veränderter Nutzpflanzen momentan verbietet. Allerdings schwankten die Erträge in den letzten Jahren, und eine schlechte Ernte im Jahr 2018 trieb die Preise für Export-Weizen auf ein Vier-Jahres-Hoch. Die langfristige Sicherung der Erträge ist daher ein wichtiges Anliegen.

Im April 2019 gab Russland ein ehrgeiziges, 1,7 Mia. US\$-Programm bekannt, um bis zum Jahr 2020 zehn durch Genome Editing verbesserte Pflanzen- und Tiersorten zu entwickeln, und zwanzig weitere bis 2027. Diese Entscheidung sorgte aufgrund des bestehenden Gentech-Anbauverbots zunächst für Erstaunen. Allerdings umfasst das 2016 von Wladimir Putin in Kraft gesetzte Verbotsgesetz nur «genetische Veränderungen, die nicht durch natürliche Prozesse entstehen können». Da viele der durch Genome Editing eingeführten, punktförmigen Erbgut-Veränderungen genauso auch durch natürliche Mutationen entstehen können, werden sie in Russland offenbar nicht als gentechnische Veränderung eingestuft und unterstehen nicht dem gesetzlichen Verbot. Damit ähnelt die Einstufung dieser «naturidentischen» Organismen ohne fremde zugeführte Erbinformationen als nicht-GVO auch der Interpretation in den USA. Ausdrücklich als zu verbessernde Organismen werden in dem russischen Erlass Gerste, Weizen, Zuckerrüben und Kartoffeln genannt – vier Agrar-Handelswaren, in deren Produktion Russland eine Spitzenstellung einnimmt.

An der Russischen Akademie der Wissenschaften in Moskau läuft bereits ein Forschungsprogramm, um krankheitsresistente Kartoffel- und Zuckerrübensorten mittels Genome Editing zu entwickeln. An nahrhafteren und leichter zu verarbeitenden Gerste- und Weizensorten wird in St. Petersburg und in

Nowosibirsk gearbeitet. Russische Forscher begrüßten die Forschungs-Investitionen, nachdem Russland viele Jahre hinter anderen grossen Nationen in den Forschungsausgaben zurückgeblieben war. Da jedoch die Forschungs-Infrastruktur nicht gut ausgebaut ist, ist noch unklar, ob die ehrgeizigen Ziele des Programms in der gewünschten Zeit erreicht werden können. Allerdings wird international eine grosse Signalwirkung auf die globale Forschungslandschaft erwartet – und möglicherweise auch für die EU, wo mittels Genomeditierung verbesserte Nutzpflanzen nach dem Urteil des Europäischen Gerichtshofs vom Juli 2018 momentan den strengen Auflagen für gentechnisch veränderte Organismen unterstellt sind und daher kaum Chancen haben, in der Landwirtschaft eingesetzt zu werden.

Quelle: Olga Dobrovidova, [Russia joins in global gene-editing bonanza](#), Nature 569:319-320

EU

Ethiker, Forscher und Agrarminister fordern forschungs- und praxisfreundliche Anpassungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen für das Genome Editing

In der EU mehren sich die Stimmen, die eine Reform der auf veralteten Grundlagen aufgebauten rechtlichen Bestimmungen für neue gentechnische Verfahren wie das Genome Editing fordern.

Ende April 2019 forderte der **dänische Ethikrat** eine politische Neupositionierung des traditionell gentech-skeptischen Landes, da es seit der Entwicklung der ersten GVO grosse Veränderungen gegeben habe. Viele der ursprünglich gegen gentechnisch veränderte Pflanzen vorgebrachte Argumente würden auf aktuelle Entwicklungen nicht zutreffen. Neue Verfahren wie CRISPR/Cas9 würden eine schnelle Entwicklung von Pflanzen mit verbesserter Nachhaltigkeit ermöglichen und auch Lösungen für Herausforderung wie den Klimawandel bieten. Neu entwickelte Pflanzen sollten aufgrund ihrer Eigenschaften, nicht des Herstellungsverfahrens eingestuft werden. Der Philosoph und Ethiker Andreas T. Christiansen und Kollegen haben kürzlich eine Analyse veröffentlicht, auf welche sich der Ethikrat teilweise abstützt. Sie kommen zum Schluss, dass die gegenwärtigen restriktiven Bestimmungen und de-facto-Verbote für gentechnisch veränderte Organismen nicht zu rechtfertigen sind.

Die deutsche **Max-Planck-Gesellschaft**, eine der weltweit besten und angesehensten Forschungsinstitutionen, hat in einem Positionspapier ihren Standpunkt zur Genom-Editierung formuliert. Sie lehnt darin unter anderem die Veränderung der menschlichen Keimbahn auf Basis des gegenwärtigen Wissenstandes ab. Außerdem fordert sie, die europäische Gesetzgebung an den aktuellen Forschungsstand anzupassen und Pflanzen mit editiertem Erbgut nicht mehr als gentechnisch verändert einzustufen, wenn diese den natürlichen Mutageneseprozess nachahmen.

Auch die Mehrheit der **EU Agrarminister** fordert eine Überarbeitung des Gentechnik-Rechts. Die Vertreter von 14 EU Mitgliedsstaaten verlangen einen einheitlichen Regelungsansatz in der EU und eine Lockerung des Rechtsrahmens für die neuen Pflanzen-Züchtungsverfahren wie das Genome Editing. Die Niederlande und Estland schlugen dazu vor, dass gerichtete Mutageneseverfahren wie CRISPR/Cas ohne den Einbau von Fremd-Erbgut von transgenen Methoden rechtlich klar getrennt werden. Die Umsetzung soll ab Herbst 2019 durch die neue EU Kommission erfolgen.

Quellen: Andreas T. Christiansen et al. 2019, [Are current EU policies on GMOs justified?](#) Transgenic Research 28:267–286 ([Volltext](#)); [It is time for a new position: Denmark's Ethics](#)

[Council calls for updated GMO law](#), FOODNavigator.com, 29.04.2019; [Max-Planck-Gesellschaft veröffentlicht Stellungnahme zur Genom-Editierung: Wissenschaftler lehnen Veränderung der menschlichen Keimbahn zum jetzigen Zeitpunkt ab](#), Medienmitteilung Max-Planck-Gesellschaft, 22.05.2019; [Stellungnahme zu den wissenschaftlichen und translationalen Auswirkungen der Genom-Editierung und daraus resultierenden ethischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Fragen \(PDF\)](#), Positionspapier Max-Planck-Gesellschaft, Mai 2019; [Mehrheit der EU-Agrarminister wollen Gentechnikrecht überarbeiten](#), TopAgrar online, 20.05.2019; [14 EU countries call for 'unified approach' to gene editing in plants](#), EurActiv.com, 24.05.2019

Norwegen

Biotechnologierat schlägt abgestufte Risikobewertung und Lockerungen für die Freisetzung von manchen GVO vor

Norwegen ist kein EU Mitglied, und daher wie die Schweiz nicht von der restriktiven Auslegung des EU Gentechnikrechts durch den Europäischen Gerichtshof betroffen. Gleichwohl beschäftigt sich das Land mit der Anpassung der eigenen rechtlichen Bestimmungen für gentechnisch veränderte Organismen (GVO) an den raschen technologischen Fortschritt.

Der norwegische Biotechnologierat hat hierzu verschiedene Vorschläge gemacht, und diese einer umfassenden öffentlichen Konsultation unterzogen. Basierend auf den Resultaten schlägt er ein Stufensystem vor: Organismen mit nur vorübergehenden, nicht vererbaren Veränderungen sollten nicht unter die Bestimmungen für GVO fallen. Solche mit Veränderungen, die auch natürlich entstehen können oder mit herkömmlichen Züchtungsverfahren erzeugt werden können, sollten einer Meldepflicht bei den Behörden unterstehen (Stufe 1). Dazu würden Organismen gehören mit kleinen, lokalisierten Veränderungen durch Genome Editing, ohne eingebaute fremde Erbinformation. Für Organismen mit umfangreichen genetischen Veränderungen wie Rearrangements, Deletionen, oder dem Einbau von genetischem Material aus eng verwandten Arten (Cisgene) wird ein beschleunigtes Prüf- und Zulassungsverfahren vorgeschlagen (Stufe 2). Organismen mit Fremd-DNA aus anderen Arten oder künstlichen DNA Sequenzen sollten dem bisherigen Prüf- und Zulassungsverfahren für GVO unterstehen (Stufe 3). Für Stufen 1-3 sollen wie bisher auch der gesellschaftliche Nutzen, die Nachhaltigkeit und ethische Aspekte berücksichtigt werden. Der Dialog mit der Öffentlichkeit und ihr Einbezug in Entscheidungen sei von grosser Bedeutung. Die Ratsmitglieder hoffen, mit ihren Vorschlägen auch Impulse für die rechtlichen Regelungen in anderen europäischen Ländern geben zu können.

Quellen: Sigrid Bratlie et al. 2019, [A novel governance framework for GMO](#), EMBO reports e47812 (online 23.04.2019); [A forward-looking regulatory framework for GMO \(Summary\)](#), The Norwegian Biotechnology Advisory Board, December 2018; [Proposal for relaxation of Norwegian regulations for deliberate release of genetically modified organisms \(GMO\)](#) full report, The Norwegian Biotechnology Advisory Board, December 2018

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