

InterNutrition POINT

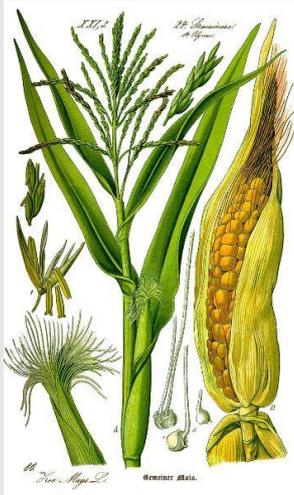
Aktuelles zur grünen Biotechnologie

Nr. 206
Juni 2019

Inhalt

- Spanien und Portugal: 21 Jahre Erfahrung mit dem Anbau von insektenresistentem Bt-Mais in EuropaS. 1*
- Pflanzenzüchtung: High-Tech für die Ernährung von 10 MilliardenS. 2*
- Genome Editing: CRISPR-Technologien für das GrobeS. 4*
- Akzeptanz: Bauern in Flandern würden cisgene, pilzresistente Kartoffeln anbauen, EU Bürger kaum besorgt über GVO in LebensmittelnS. 5*
- Schweiz: Freisetzungsversuche von Gerste mit Pilzresistenzen aus Weizen bewilligtS. 6*

Spanien und Portugal



Mais ist eine wichtige Kulturpflanze

Abbildung: Otto Wilhelm Thomé, 1885

21 Jahre Erfahrung mit dem Anbau von insektenresistentem Bt-Mais in Europa

Gentechnisch veränderte Nutzpflanzen: bei dieser Vorstellung tauchen bei Vielen automatisch Bilder von riesigen Feldern in Nord- und Südamerika auf. Erstaunlicherweise ist kaum bekannt, dass auch in manchen Ländern Europas seit über zwei Jahrzehnten sehr erfolgreich Pflanzen angebaut werden, die durch einen technischen Eingriff ins Erbgut verbessert wurden.

Die gefräßigen Larven des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis*) und der Mais-eule (*Sesamia nonagroides*) gehören in einigen Regionen Spaniens und Portugals zu den wichtigsten Maisschädlingen. Im Jahr 1998 wurde in Spanien die erste gentechnisch veränderte Bt-Maissorte zum Anbau zugelassen, die sich durch Produktion des Bt-Eiweisses selber gegen mottenartige Insekten schützen kann. Portugal folgte 1999. Aufgrund der guten Wirkung für den Pflanzenschutz und den positiven Erfahrungen der Landwirte breitete sich die Anbaufläche für gentechnisch veränderte Maissorten aus, im Jahr 2018 betrug sie in beiden Ländern zusammen 121'132 ha. Aufgrund der grösseren von Insektenfrass bedrohten Flächen liegt der Grossteil davon in Spanien (115'246 ha).

Der Anteil von gentechnisch verändertem Bt-Mais an der gesamten Mais-Anbaufläche in Spanien liegt aktuell bei über einem Drittel (35%). Seit der Markteinführung auf der iberischen Halbinsel vor 21 Jahren haben sich so umfangreiche Erfahrungen damit angesammelt.

Die Flächenerträge der insektenresistenten Maissorten lagen im Durchschnitt um 11.5% höher als die von konventionellen Sorten, da weniger Ernteverluste auftraten. Dadurch konnte die Maisproduktion alleine im Jahr 2018 um 162'000 t gesteigert werden. Um diese zusätzliche Menge zu produzieren, wären über 15'000 ha Anbaufläche mit konventionellen Maissorten erforderlich gewesen, die jetzt für andere Kulturen zur Verfügung stehen.

Landwirte müssen zwar mehr für das Biotech-Saatgut bezahlen, sparen aber Geld und Arbeit bei der Schädlingsbekämpfung ein und profitieren von den Mehrerträgen. Unter dem Strich verbleibt ihnen im langjährigen Durchschnitt ein finanzieller Mehr-Gewinn von 173 EUR/ha pro Anbau-Jahr. Dieser

finanzielle Anreiz ist der wesentliche Grund, warum sich zahlreiche Landwirte in Spanien und Portugal jedes Jahr wieder für den Anbau von Bt-Mais entscheiden. Für jeden Euro, den Landwirte zusätzlich für das teurere Bt-Mais-Saatgut ausgaben, konnten sie einen Mehrgewinn von 4.95 EUR verbuchen. Ein Mehrwert stellt auch die verbesserte Produktqualität dar: weniger Insektenfrass führt zu reduziertem Pilzbefall der Kolben, was wiederum den Gehalt an gesundheitlich problematischen Mykotoxinen senkt.

Es profitieren aber nicht nur die Landwirte, sondern auch die Umwelt. Die für die Schädlingsbekämpfung bei Mais erforderliche Menge insektizider Wirkstoffe konnte um 37% gesenkt werden. Ausserdem ergaben sich Einsparungen bei Treibstoff, da weniger Feld-Überfahrten für die Schädlingsbekämpfung erforderlich waren. Durch die gesteigerte Produktivität konnte auf den Anbau zusätzlicher, bewässerungsintensiver Maisflächen verzichtet werden – so können ca. 100 Mio. m³ Wasser jährlich eingespart werden.

Trotz dieser positiven Erfahrungen in Spanien und Portugal wird insektenresistenter Bt-Mais aktuell in keinem anderen europäischen Land angebaut. In verschiedenen EU Mitgliedsstaaten wurde der Einsatz gentechnisch veränderter Maissorten aus politischen Gründen untersagt. Für Frankreich, wo regelmässig an bis zu 750'000 ha Maiskulturen Verluste durch Schädlinge entstehen, wird geschätzt, dass die betroffenen Landwirten durch das Gentech-Verbot Mindereinnahmen von ca. 200 EUR/ha jährlich erleiden – nicht zu sprechen von den nicht realisierten Umwelt-Vorteilen.

Quellen: Graham Brookes 2019, [Twenty-one years of using insect resistant \(GM\) maize in Spain and Portugal: farm-level economic and environmental contributions](#), GM Crops & Food (online 10.05.2019, DOI: [10.1080/21645698.2019.1614393](#)); [Bt maize farming has enabled additional production of 1.89 million tons of maize between 1998 and 2018 in Spain and Portugal](#), ANTAMA Foundation media release, 12.06.2019; [Spain: Agricultural Biotechnology Annual 2018](#), USDA GAIN report SP1830.

Pflanzen- züchtung

High-Tech für die Ernährung von 10 Milliarden

Für nächsten drei Jahrzehnten wird erwartet, dass die Weltbevölkerung um ein weiteres Viertel auf 10 Milliarden Menschen wächst. Die Pflanzenzüchtung hat bisher mit der wachsenden Nachfrage nach Lebensmitteln mitgehalten und immer ertragreichere Nutzpflanzensorten entwickelt. Es zeichnet sich jedoch ab, dass die herkömmlichen Züchtungsverfahren nicht mehr schnell genug sind, um mit dem steigenden weltweiten Bedarf Schritt zu halten. Eine Kombination von neuen, in den letzten Jahren entwickelten High-Tech-Verfahren könnte der Pflanzenzüchtung einen grossen Geschwindigkeits-Schub geben, und so Lösungen sowohl für die steigende Nahrungs-Nachfrage als auch für die Herausforderungen der sich wandelnden Umwelt und des Klimas bereitstellen.

Ein aktueller Übersichtsartikel von zehn führenden Züchtungsexperten, von fünf Kontinenten, in der Fachzeitschrift «Nature Biotechnology» beschreibt, wie die Pflanzenzüchtung der Zukunft aussehen könnte – und wie viele Grundlagen dafür schon heute zur Verfügung stehen.

Ein Faktor, der die klassische Kreuzungszüchtung bremst, ist die lange Generationszeit vieler Nutzpflanzen-Arten. So kann auf dem Feld unter normalen Wachstumsbedingungen nur eine Generation von Weizen pro Jahr gezogen werden. Ein Kreuzungsschema zur Kombination von vier gewünschten Eigenschaften in einer neuen Weizen-Sorte, welches acht Kreuzungen erfordert, dauert so mindestens acht Jahre. In einem Treibhaus ohne Win-

ter lässt sich die Generationszeit halbieren, so dass bereits in vier Jahren das Resultat vorliegt. Durch die Optimierung der Wachstumsbedingungen, wie Temperatur, Tagesrhythmus und Lichtstärke, ist es mit neu entwickelten «**Speed breeding**» Ansätzen möglich, bis zu sechs Weizen-Generationen pro Jahr zu durchlaufen – das Zuchtprogramm kann so in einem Jahr und vier Monaten abgeschlossen werden. Auch für eine Reihe anderer Nutzpflanzen wurden «Speed breeding»-Ansätze entwickelt.

Bei der Pflanzenzüchtung ist es wichtig, die Eigenschaften von Zuchtlinien und den neu entstandenen Nachkommen einer Kreuzung möglichst ganzheitlich zu erfassen. Eine schnellere, bessere **Phänotypisierung** unter Verwendung von Hochdurchsatzverfahren, Robotern, empfindlichen optischen Sensoren und Bildanalyse-Programmen ermöglicht es, eine grosse Zahl von Daten zu erfassen und auszuwerten. Auch wenn das «Züchterauge» wohl nie ganz von Technologien abgelöst werden wird, bringen die modernen Verfahren einen grossen Effizienzgewinn.

Durch die Integration von «Speed breeding» und modernen Verfahren des **Express Genome Editings** lässt sich die Pflanzenzüchtung noch weiter beschleunigen. Einzelne, erwünschte Eigenschaften, die sich durch definierte Veränderungen im Erbgut der Pflanze erreichen lassen – wie z. B. die Ausschaltung eines Gens für unerwünschte Eigenschaften – können so entweder parallel oder Schritt für Schritt in die Pflanzen eingebracht werden. Hier besteht weiteres Beschleunigungspotential mit der Entwicklung von Genome Editing-Verfahren, die ohne die zeitraubende Gewebekultur auskommen und direkt an Pflanzen angewendet werden können.

Komplexe Pflanzeigenschaften, die von mehr als einem oder wenigen Pflanzengenen gesteuert werden, wie z. B. Ertrag oder Klimatoleranz, lassen sich durch Einsatz der **genomischen Selektion** optimieren. Dabei werden durch moderne Verfahren der Genomanalyse zahlreiche Marker verstreut über das gesamte Pflanzenerbgut identifiziert, und dann bei Kreuzungen die Verteilung der Marker mit den gewünschten Pflanzeigenschaften korreliert. So kann die Vererbung der gewünschten Pflanzeigenschaften in Zuchtprogrammen verfolgt und wunschgemäss ausgerichtet werden, auch ohne dass detailliert bekannt ist, welche Gene für die Eigenschaften verantwortlich sind. Das beschleunigt die Entwicklung neuer Sorten. Auf diese Weise wurden z. B. dürrerotolerante Maissorten gezüchtet, die in den USA bereits verbreitet angebaut werden und eine deutlich verbesserte Ertragsstabilität trotz schwankender Umweltbedingungen aufweisen.

Die Wissenschaftler beschreiben in ihrem Artikel, wie die Kombination der verschiedenen High-Tech Züchtungsverfahren zu einer enormen Effizienzsteigerung und Beschleunigung bei der Pflanzenzüchtung führen. Weitere Verbesserungen sind in verschiedenen Bereichen möglich. Die Entwicklung von Nutzpflanzen der nächsten Generation mit Hilfe einer Kombination moderner Züchtungsverfahren sollte so auch für die kommenden Jahrzehnte die Bedürfnisse der wachsenden Bevölkerung decken können.

Quellen: Lee T. Hickey et al. 2019, [Breeding crops to feed 10 billion](#), Nature Biotechnology (in press, online 17.06.2019, [doi:10.1038/s41587-019-0152-9](#)); [Grow Faster, Grow Stronger: Speed-Breeding Crops to Feed the Future](#), New York Times, 17.06.2019; Kevin V. Pixley et al. 2019, [Genome Editing, Gene Drives, and Synthetic Biology: Will They Contribute to Disease-Resistant Crops, and Who Will Benefit?](#) Annual Review of Phytopathology Vol. 57 (online 31.05.2019, [doi:10.1146/annurev-phyto-080417-045954](#)).

Genome Editing

CRISPR-Technologien für das Grobe

Es ist gerade einmal sechs Jahre her, seit das CRISPR/Cas9 System erstmalig als Werkzeug für die Erbgut-Chirurgie bei höheren Organismen beschrieben wurde. Bereits zuvor gab es verschiedene Ansätze, um gezielte Schnitte im Genom von Lebewesen einzuführen, aber diese waren entweder sehr aufwändig, teuer, unzuverlässig, oder nicht universell einsetzbar. Das änderte sich schlagartig, als im Jahr 2013 das CRISPR/Cas9 System vorgestellt wurde. Diese einfach zu programmierende und einzusetzende Genschere erlaubt es, praktisch universell bei Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen an genau vorbestimmten Positionen im Erbgut einen Schnitt einzuführen. Um zu überleben, müssen Zellen diesen Schnitt wieder reparieren – dabei gehen oft einige Buchstaben der Erbgut-Sequenz verloren oder werden zufällig eingefügt. Das führt dazu, dass die Funktion von Genen ausgeschaltet oder verändert werden kann.

In atemberaubendem Tempo haben sich seither die Anwendungen des «Genome Editings» weiterentwickelt. Immer effizientere Ansätze wurden entwickelt, um den CRISPR/Cas9 Komplex an seinen Wirkungsort zu bringen, die Präzision der Schnitte wurde weiter verbessert. Mit Hilfe des «Base Editings», das auf dem CRISPR/Cas9 System aufbaut, können ohne Schnitt im Erbgut wie mit Tipp-Ex gezielt einzelne Buchstaben im Genom verändert werden. Die meisten dieser technologischen Verbesserungen hatten das Ziel, die punktuellen Erbgut-Eingriffe noch genauer zu machen, um immer feinere Veränderungen zu ermöglichen.

Zwei neue Veröffentlichungen zeigen jetzt, wie die CRISPR-Technologie auch eingesetzt werden kann, um umfangreiche Erbgut-Veränderungen auszulösen – CRISPR für das Grobe, sozusagen.

Eine internationale Forschergruppe (USA, China, Australien) um Yan Zhang von der Universität Michigan zeigte jetzt, dass sich eine Variante des CRISPR Systems einsetzen lässt, um – ausgehend von einer vorbestimmten Position – lange Genom-Abschnitte zu entfernen, um so Deletionen zu erzeugen. Die Forscher verwendeten dafür einen programmierbaren Protein-Komplex, der nach Bindung an die Zielposition beginnt, die DNA-Erbsubstanz in einer Richtung über weite Entfernungen hin abzubauen. Dabei können bis zu 100'000 Erbgut-Buchstaben geschreddert werden. Die so erzeugten Erbgut-Verluste können dabei behilflich sein, die genaue Lage eines Gens zu definieren, wenn dessen ungefähre Position bekannt ist. Dazu vergleicht man die Auswirkungen unterschiedlicher Deletionen, und kann so eingrenzen, welche Erbgut-Segmente für die Genfunktion relevant sind.

Statt für die gezielte Entfernung (Deletion) von Erbgut-Abschnitten lassen sich Varianten des CRISPR-Systems auch zum gezielten Einbau von genetischer Information an einem vorgewählten Ort verwenden (Insertion). Das zeigt eine aktuelle Veröffentlichung eines US-amerikanischen Teams unter Federführung von Feng Zhang, einem der Pioniere der Anwendung von CRISPR/Cas in höheren Organismen. Die Forscher charakterisierten ein System aus Cyanobakterien, «CRISPR assoziierte Transposase» (CAST), und entwickelten es als Werkzeug für das Genome Editing weiter. Das CAST System kann, ähnlich wie CRISPR/Cas9, einfach programmiert werden, um ganz spezifische Stellen im Erbgut von Lebewesen aufzufinden. Anders als CRISPR/Cas9 macht CAST aber an dieser Position keinen Schnitt, sondern baut selber ein mitgelieferten Genabschnitt (bis zu 10 kb) präzise ein, wenn dieser von speziellen Erkennungssequenzen umgeben ist. Dieses Verfahren

ist deutlich genauer als bisherige Ansätze, bei denen zuerst ein Erbgut-Schnitt eingeführt wird und dieser dann in Gegenwart zusätzlich eingeführter Erbinformation durch die zelleigenen Mechanismen repariert wird. Dabei wird zwar gelegentlich die Reparatur-Matrize mit eingebaut, oft aber mit unvorhersehbaren Veränderungen (Deletionen, Insertionen) an den Enden. Das neu beschriebene CAST-Verfahren ist im Vergleich dazu wesentlich präziser, effizienter und sicherer. Anwendungsmöglichkeiten des Systems sehen die Forscher zum Beispiel bei der Gentherapie oder in der Pflanzenzüchtung, wenn zusätzliche Erbinformation an einer definierten Position integriert werden soll. Die exakte Positionierung ist wichtig, da die Ablesung von Genen oft von ihrer Lokalisierung im Genom beeinflusst wird.

Zugleich mit dem immer breiter werdenden Anwendungsbereich des Genome Editings auf immer neue Organismen und Fragestellungen geht momentan eine rapide Erweiterung des Werkzeugkastens für die Erbgut-Chirurgie einher, die neue technische Möglichkeiten für die gezielte Genom-Veränderung erschliesst, die bis vor Kurzem noch nicht machbar waren – von feinen, punktförmigen Veränderungen und dem Austausch einzelner Erbgut-Buchstaben bis hin zu umfangreichen, gezielten Deletionen und Insertionen. Dabei scheinen die Möglichkeiten des CRISPR/Cas Systems und seiner vielen Varianten noch lange nicht ausgeschöpft zu sein.

Quellen: Adam E. Dolan et al. 2019, [Introducing a Spectrum of Long-Range Genomic Deletions in Human Embryonic Stem Cells Using Type I CRISPR-Cas](#); Molecular Cell 74:936-950; [New DNA 'Shredder' Technique Goes Beyond CRISPR's 'Scissors'](#), University of Michigan Health Labs, 17.04.2019; [Die nächste Genschere ist ein Schredder](#), Spektrum.de, 09.04.2019; Jonathan Strecker et al. 2019, [RNA-guided DNA insertion with CRISPR-associated transposases](#), Science (online 06.06.2019, [doi:10.1126/science.aax9181](#)); RNA-guided DNA insertion with CRISPR-associated transposases, [New gene-editing system precisely inserts large DNA sequences into cellular DNA](#), MIT News, 12.06.2019.

Akzeptanz

Bauern in Flandern würden cisgene, pilzresistente Kartoffeln anbauen, EU Bürger kaum besorgt über GVO in Lebensmitteln

Kaum ein Landwirt in Europa würde freiwillig gentechnisch veränderte Nutzpflanzen anbauen, der Grossteil der EU Bürger habe Bedenken bei Gentechnik im Essen und würde solche Produkte daher im Regal liegen lassen: Diese Einschätzung ist immer wieder zu hören. Allerdings trifft sie nicht immer zu, wie neue Befragungen zeigen.

Belgien ist ein wichtiges Produktionsland für Kartoffeln, die dort auf ca. 80'000 ha angebaut werden. Um Kartoffeln vor Pilzkrankungen zu schützen – vor allem vor der gefürchteten Kraut- und Knollenfäule – werden jährlich etwa 1000 t Fungizide eingesetzt. Sowohl Grundlagenforscher als auch Pflanzenzucht-Unternehmen haben in den letzten Jahren Kartoffelsorten mit Resistenzgenen aus Wildkartoffeln entwickelt. Darunter befinden sich auch cisgene Sorten nur mit Kartoffel-Genen, ohne artfremde Erbinformation. Die neuen Kartoffelsorten sind gegen die Kraut- und Knollenfäule resistent und müssen daher wesentlich weniger gespritzt werden, wie zahlreiche Feldversuche gezeigt haben. Auch in der Schweiz werden diese Kartoffeln seit 2015 im Freiland geprüft. Aufgrund politischer Widerstände sind diese als «gentechnisch verändert» eingestuft Pflanzen in Europa allerdings noch nicht auf dem Markt erhältlich.

Belgische Forscher haben jetzt Kartoffel-Bauern in Flandern zu ihrer Einstellung zu gentechnisch veränderten, Krautfäule-resistenten Kartoffeln befragt. Die niederländisch-sprachige belgische Region Flandern wurde gewählt, weil

diese – im Gegensatz zum französisch-sprachigen Wallonien – nicht im Rahmen der EU «opt-out» Möglichkeit grundsätzlich auf den Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen verzichtet hat. 384 Landwirte mit unterschiedlichen Betriebsgrössen und -Strukturen gaben ihre Einschätzung ab. Mehr als die Hälfte (54.7%) gab an, die cisgenen pilzresistenten Kartoffeln anbauen zu wollen, wenn sie verfügbar wären. 15.1% lehnten die Pflanzen ab, 30.2% waren noch unentschieden – oft wegen mangelnder Information. Die Landwirte waren überwiegend von den Umwelt-Vorteilen der resistenten Sorten (weniger Fungizide, positive Auswirkung auf Natur und Biodiversität) überzeugt, den Ausschlag für eine positive Anbau-Einstellung gaben aber vor allem erwartete agronomische und wirtschaftliche Vorteile (höherer Ertrag, niedrigere Produktionskosten, bessere Qualität). Bei den skeptischen Landwirten spielten vor allem ethische Argumente eine Rolle (die genetische Veränderung wird als künstlich und unnatürlich eingestuft) – entweder, weil die Landwirte dies selber so sehen, oder weil sie diese Haltung bei Konsumenten erwarten. Die Forscher schliessen aus den Resultaten, dass die Rahmenbedingungen für die Einführung cisgener, Kraut- und Knollenfäuleresistenter Kartoffeln in Flandern günstig seien - aufgrund der Einstellung der Landwirte, und der grundsätzlichen Möglichkeit, cisgene Kartoffeln dort zum Anbau zuzulassen.

Über 27'000 EU Bürgerinnen und Bürger aus allen 28 Mitgliedsstaaten wurden im Rahmen der Eurobarometer-Umfrage zum Thema «Lebensmittel-Sicherheit» zu Themen befragt, die ihnen dabei Gedanken machen. Obwohl ausdrücklich danach gefragt, gaben nur 27% der Befragten an, über «gentechnisch veränderte Zutaten in Lebensmitteln und Getränken» besorgt zu sein. Damit landeten GVO auf Rang acht der Sorgenskala, weit hinter Rückständen, Zusatzstoffen und Nahrungsmittel-Vergiftungen. Im Vergleich zu der letzten Befragung aus dem Jahr 2010 hat sich die Besorgnis mehr als halbiert – damals waren GVO mit 66% Besorgten auf Platz vier der Themen mit den grössten Bedenken. Offenbar haben die inzwischen vorliegenden langjährigen Erfahrungen mit Gentechnik bei der Lebensmittelherstellung und das Fehlen nachteiliger Gesundheits-Auswirkungen die Bedenken der Bürger schrumpfen lassen. Während 60% der Befragten angaben, über das Thema «GVO Zutaten in Lebensmitteln» bereits einmal etwas gehört zu haben, war das neue Thema «Genome Editing» nur 21% bereits einmal begegnet. Dieser tiefe Wissensstand spiegelt sich auch in nur 4% Bedenken zu dieser neuen Technologie wieder.

Quellen: Hans De Steur et al. 2019, [Farmers' Willingness to Adopt Late Blight-Resistant Genetically Modified Potatoes](#), Agronomy 2019, 9:280; [Cisgene Kartoffeln mit verbesserter Resistenz gegen Kraut- und Knollenfäule](#), Agroscope-Projektwebsite des Freisetzungsvorversuchs in der Schweiz; [Food safety in the EU](#), Special Eurobarometer Report (Wave EB91.3), European Food Safety Authority (EFSA), Juni 2019; [Most Europeans hardly care about GMOs](#), GMOInfo.eu, 19.06.2019.

Schweiz

Freisetzungsvorversuche von Gerste mit Pilzresistenzgenen aus Weizen bewilligt

Das Resistenzgen *Lr34* aus Weizen vermittelt einen dauerhaften Schutz vor verschiedenen Pilzkrankheiten. Laborversuche hatten gezeigt, dass das Gen auch Mais, Gerste oder Reis vor Pilzbefall schützen kann, wenn es mit gentechnischen Methoden übertragen wird. Durch klassische Züchtung ist das nicht möglich, weil die unterschiedlichen Pflanzenarten nicht miteinander gekreuzt werden können. Forscher der Universität Zürich hatten Ende 2018 beim zuständigen Bundesamt für Umwelt BAFU einen Freisetzungsvorversuch

mit transgener Gerste mit dem Weizen-*Lr34*-Gen beantragt ([Point Nr. 201, Januar 2019](#)). Dieser wurde jetzt bewilligt.

Über fünf Jahre, bis zum Herbst 2023, sollen die Gerstenlinien auf dem Agroscope-Versuchsfeld in Reckenholz bei Zürich im Freiland geprüft werden. Dabei sollen die Resistenz der transgenen Pflanzen gegen Pilzkrankheiten unter Feldbedingungen abgeklärt werden, aber auch allfällige andere Auswirkungen des Transgens auf die Pflanze. Zudem sollen Biosicherheitsaspekte der Freisetzung von transgener Gerste untersucht werden, z. B. eine mögliche Auswirkung auf nützliche Mykorrhiza-Bodenpilze.

Die öffentlich zugängliche Verfügung des BAFU fasst die wissenschaftlichen und rechtlichen Hintergründe des Antrags, die Stellungnahmen der Biosicherheits-Kommission EFBS, der Ethikkommission EKAH, der Baudirektion des Kantons Zürich (AWEL), des Bundesamtes für Gesundheit BAG, des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, sowie die Eingaben verschiedener gentech-kritischer Organisationen zusammen. Aufgrund dieser Grundlagen und Rückmeldungen zeigt das BAFU Schritt für Schritt seine Beurteilung der zahlreichen Faktoren auf, und erlässt darauf basierend seinen Entscheid.

Unter Berücksichtigung der angeordneten Auflagen und Bedingungen entspricht der Freisetzungsversuch gemäss Einschätzung des BAFU den gesetzlichen Bestimmungen. Somit lässt das Bundesamt den Freisetzungsversuch mit Zustimmung des BAG, BLV und BLW für den Zeitraum von 2019 bis 2023 zu, und verfügt 29 Einzel-Massnahmen. Darunter finden sich die Einrichtung einer Begleitgruppe, Abstandsaufgaben zu benachbarten Kulturen, Sicherheitsmassnahmen gegen Tiere und Passanten, sowie eine sorgfältige Reinigung aller Arbeitsgeräte, um eine unerwünschte Verschleppung von vermehrungsfähigem Material zu verhindern.

Die Projektleiterin, Dr. Teresa Koller aus der Gruppe von Prof. Beat Keller von der Universität Zürich, hat bereits umfangreiche Erfahrungen mit Freisetzungsversuchen: seit 2016 leitete sie Untersuchungen von transgenem, mehltaresistentem Weizen auf dem Versuchsfeld Reckenholz. In einem Portrait auf SRF Einstein vom letzten Jahr beschreibt sie ihre Motivation für die Untersuchungen zum Abwehrsystem von Pflanzen. Sei sieht darin keinen Widerspruch zu einer naturnahen, nachhaltigen Landwirtschaft.

Quellen: [Streng kontrollierter Freisetzungsversuch mit gentechnisch veränderter Gerste](#), BAFU Medienmitteilung, 13.06.2019; [B/CH/18/04 \(B18004\): Gesuch um Bewilligung eines Freisetzungsversuchs mit gentechnisch veränderten Gerstenlinien mit verbesserter Resistenz gegen phytopathogene Pilze](#), BAFU Website; [Verfügung B18004](#) vom 12.06.2019 (incl. Auflagen), BAFU Website; [Weizen-Resistenzgen schützt auch Mais und Gerste gegen Pilze](#), Medienmitteilung Uni Zürich vom 29.01.2019; [Teresa Koller, Pflanzendoktorin](#), Portrait SRF Einstein, 27.09.2018.

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