

Zehn Anwendungen neuer Züchtungstechnologien für die Schweiz

Der Sommer 2021 hat gezeigt, wie schädlich anhaltender Regen für Kulturpflanzen sein kann. Mit dem Klimawandel wird die Wahrscheinlichkeit für extreme Wetterereignisse noch zunehmen. Deshalb benötigen Landwirte verbesserte Pflanzensorten, die Hitze aber auch viel Nässe aushalten.

Neue Züchtungsmethoden wie die Genom-Editierung bieten die Chance, robustere Pflanzen in kurzer Zeit zu züchten oder beliebte bestehende Sorten resistenter zu machen. Die folgenden zehn Anwendungsbeispiele sind auch für die Schweiz interessant. Bei allen diesen Beispielen wurde der neu gezüchteten Pflanze kein artfremdes Erbmateriale eingefügt.

1. Regenresistenter Weizen

Anhaltender Regen ist für den Weizenanbau ein Riesenproblem. Es besteht die Gefahr, dass die durchnässten Körner vorzeitig keimen. Der sogenannte «Auswuchs» schmälert Erträge und vermindert die Qualität des Weizens. [Japanischen Forschern ist es gelungen, Weizen mittels Genom-Editierung so zu züchten, dass er wesentlich langsamer keimt.](#) Auch bei Regen reduziert sich die Wahrscheinlichkeit vorzeitigen Keimens. Mit dem Wissen der japanischen Forscher könnten sich in Zukunft neue regenresistente und auswuchsfeste Weizensorten innerhalb nur eines Jahres züchten lassen. Mit herkömmlichen Züchtungsmethoden dauert dies durchschnittlich zehn Jahre.

2. Mehlttauresistenter Weizen

Mehltau ist eine durch Pilze verursachte Krankheit, die bei Früchten, Gemüse und Getreide zu grossen Ernteausschlägen führen kann. Besonders anfällig ist auch der Weizen. Weil seine Genetik sehr komplex ist, war es mit klassischer Kreuzzüchtung bisher kaum möglich, resistente Sorten zu züchten. [Chinesischen Wissenschaftlern ist es bereits vor einigen Jahren gelungen, mit Hilfe der Genschere TALEN \(ähnlich CRISPR/Cas9\) sämtliche Gene einer Weizensorte auszuschalten, die dem Pilz das Eindringen in die Pflanze ermöglichen.](#) Danach war der Weizen resistent gegen den Befall durch den Pilz. Heute sind die Forscher in der Lage, innerhalb von 2-3 Monaten eine mehlttauresistente Weizensorte zu züchten, bei der auch die Erträge stimmen. [In den USA wird diese genom-editierte Weizensorte bereits im Freiland angebaut und getestet.](#) Sie fallen dort nicht unter die Gentechnik-Vorschriften.

3. Weizen mit verbesserter Dürretoleranz

Durch den Klimawandel nimmt die Wahrscheinlichkeit von Trockenperioden auch in der Schweiz zu. Die Züchtung von Pflanzen, die längere Zeit mit wenig Wasser auskommen, steht deshalb im Fokus vieler Wissenschaftler. [Forschende des Unternehmens Corteva haben mit Hilfe der Genschere CRISPR/Cas9 eine Maissorte gezüchtet, die bei Dürrestress rund 4 Prozent mehr Ertrag liefert als die unveränderte Kontrollsorte.](#) Unter normaler Bewässerung zeigten sich dagegen keine Unterschiede bei den Erträgen.

4. Kraut- und Knollenfäule-resistente Kartoffeln

Eine neue Möglichkeit, Kartoffeln mit einer Resistenz gegenüber der Kraut- und Knollenfäule auszustatten, bietet die Genom-Editierung. Ein schwedisch-dänisches Forscherteam konnte Gene identifizieren, die Kartoffeln anfällig für den Pilzbefall machen (sogenannte «susceptibility genes» oder S-Gene). Mithilfe der Genschere CRISPR/Cas9 schnitten die Forscher die DNA der Kartoffeln an zwei Stellen, um ein dazwischenliegendes Teilstück zu entfernen. [Die daraus entstandenen Sorten wiesen eine deutlich grössere Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Pilzerreger als die Ausgangssorten auf.](#) Zudem scheinen sich andere Eigenschaften nicht verändert zu haben. Die Sorten müssen nun in Freisetzungsversuchen geprüft werden.

5. Äpfel mit verbesserter Resistenz gegen Feuerbrand

Seit den 1990er-Jahren richtet der Feuerbrand, eine durch Bakterien verursachte Pflanzenkrankheit, immer wieder grosse Schäden auf Schweizer Obstplantagen an. Sie wurde früher mit Antibiotika behandelt, was [in der Schweiz zur Verhinderung von Resistenzbildung seit 2016 nicht mehr erlaubt](#) ist. Im Jahr 2007 mussten aufgrund schweren Befalls 250'000 Bäume gerodet werden. Der Sachschaden betrug 30 Millionen Franken. Bis heute ist es nicht gelungen, die Krankheit auszurotten. [Die Genschere CRISPR/Cas9 bietet die Chance, etablierte und beliebte Apfelsorten wie «Gala» oder «Golden Delicious» zu erhalten und sie gleichzeitig mit einer Resistenz gegen Feuerbrand auszustatten.](#) Dies ist italienischen Forschern vor kurzem gelungen. Mittels klassischer Kreuzzüchtung würde derselbe Vorgang Jahrzehnte dauern, und die Eigenschaften der Sorten würden sich relativ stark verändern.

6. Tomaten mit Resistenzen gegen bakterielle Krankheiten

Die im Tomatenanbau gefürchtete Tüpfelschwärze (bakterielle Fleckenkrankheit) wird durch das Bakterium *Pseudomonas syringae* ausgelöst. Sie führt dazu, dass Tomatenpflanzen weniger oder gar keine Früchte mehr tragen. In anderen Fällen sind die Tomaten von unansehnlichen schwarzen Flecken übersät und sind für den kommerziellen Handel nicht mehr geeignet. [Forscher aus Spanien und Frankreich konnten mit Hilfe der Genschere CRISPR/Cas9 die eigenen Abwehrmechanismen von Tomaten gegen die Infektion mit *Pseudomonas syringae* stärken.](#) Anfänglich war es den Bakterien noch möglich, den Abwehrmechanismus der Tomaten zu umgehen. Allerdings ist es den Forschenden gelungen, den Mechanismus so anzupassen, dass die Tomaten das Eindringen der Bakterien ins Innere der Pflanzen verhindern konnten. Andere Eigenschaften der Tomaten blieben unverändert.

7. Mehlttauresistente Tomaten

[Mit Hilfe der Genom-Editierung ist es einem internationalen Forschungsteam gelungen, eine mehlttauresistente Tomatensorte zu züchten.](#) Durch den Einsatz der Genschere CRISPR/Cas9 konnte genau jenes Gen inaktiviert werden, welches die Tomaten speziell anfällig für Mehlttau macht. Es wurden dabei keine fremdartigen Gene eingefügt. Die Veränderung im Erbgut kann von einer natürlich vorkommenden Mutation nicht unterschieden werden. Im Gegensatz zur klassischen Kreuzungs-Züchtung, wo derselbe Vorgang fünf bis sieben Jahre in Anspruch nimmt, konnten die Forscher eine neue mehlttauresistente Variante der beliebten Tomatensorte Moneymaker in nur neuneinhalb Monaten züchten.

8. Virenresistente Gurken

Gurken können von verschiedenen Viren befallen werden. [Israelische Forschende haben mithilfe der Genschere CRISPR/Cas9 einen Weg gefunden, Gurken gegenüber diversen Virenarten Immunität zu verleihen.](#) Dazu züchteten die Wissenschaftler eine Gurke, bei der sie das Gurken-Gen eIF4E durch einen gezielten Schnitt im Erbgut ausschalteten. Die Gurke selbst ist auf dieses Gen nicht angewiesen. Viele Bakterien nutzen es jedoch als Einfallstor und für die Vermehrung in der Pflanze. Die so gezüchteten Gurken ~~zeigten~~ erwiesen sich in Versuchen als resistent gegen das «Cucumber vein yellowing virus», welches zu gelb verfärbten Adern führt und grosse Schäden verursacht.

9. Festere Raps-Schoten und Rapsrückstände als Tierfutter

Reife Raps-Schoten platzen vielfach schon vor oder dann während der Ernte. Die Samenkörner fallen auf den Ackerboden, ganz zum Leidwesen der Landwirte, denen auf diese Weise Jahr für Jahr ein guter Teil des Feldertrags entgeht. [Mittels der CRISPR- Technik ist es vor einigen Jahren deutschen Wissenschaftlern gelungen, gezielt Gene auszuschalten, welche die sogenannte Platzfestigkeit der Rapsschoten kontrollieren.](#) Dadurch öffnen sich die Schoten später, sodass die Samenkörner auch während der Ernte nicht rausfallen. Der gezielte Eingriff in das Genom der Pflanze hat somit das Potential, die Felderträge von Raps in Zukunft massiv zu erhöhen. Weniger Bodenverbrauch und kleinere Importquoten machen die Züchtung attraktiv.

In Europa wird Raps vor allem zur Herstellung von Speiseöl verwendet. Dabei entstehen sogenannte Pressrückstände, die einen hohen Eiweissgehalt aufweisen. Diese Pressrückstände wären theoretisch ein geeignetes Futtermittel für die Tierzucht. Das Problem: Die Pflanzen enthalten auch grosse Mengen der antinutritiven Phytinsäure, was die Verwendung als Futtermittel einschränkt. [Forscher der Universität Kiel konnten mit Hilfe der Genom-Editierung den Phytinsäuregehalt in Rapskörnern deutlich reduzieren.](#) Damit bietet sich für Landwirte dank neuen Züchtungstechnologien die Chance, Raps zur Ölproduktion anzubauen und gleichzeitig eiweissreiches einheimisches Futtermittel herzustellen. Damit könnte der Anteil an importiertem Futtermittel weiter reduziert werden, mit entsprechendem ökologischem Mehrwert.

10. Stabilere Zweige für weniger Food Loss

Gewöhnliche Tomatenpflanzen haben an ihren Zweigen an einer ganz bestimmten Stelle eine Delle. Wenn die Tomaten reif und schwer werden, brechen die Zweige oft an dieser Stelle ab. Die Tomaten fallen zu Boden und verfaulen noch bevor sie geerntet werden konnten. [Das Team von Prof. Soyk an der Universität Lausanne hat es nun geschafft, die Beule im Zweig mithilfe der Genom-Editierung zu entfernen.](#) Die Zweige seiner Pflanzen sind glatt und stabil. Sie brechen weniger leicht und verhindern, dass die Früchte zu früh auf dem Boden landen. Dank dieser Innovation könnte in Zukunft tonnenweise Food Loss verhindert werden, und der Bauer erhält erst noch einen höheren Ertrag.