



# „GENOME EDITING“ **MYTHEN UND FAKTEN**

Acht Mythen zum „Genome Editing“  
und was dahintersteckt

Veröffentlichung: Februar 2021  
Aktualisierte Fassung: November 2022

Verfasst von Claire Robinson, MPhil  
Chefredakteurin, GMWatch.org  
Fachberater: Dr. Michael Antoniou  
Lektorat: Franziska Achterberg

## INHALT

Einführung	05
Zusammenfassung	06
<b>1. „Genome Editing“ ist Gentechnik, keine Züchtung</b>	<b>10</b>
<b>2. „Genome Editing“ ist unpräzise und verursacht unvorhersehbare genetische Fehler</b>	<b>15</b>
<b>3. „Genome Editing“ bewirkt genetische Veränderungen, die in der Natur nicht vorkommen</b>	<b>21</b>
<b>4. „Genome Editing“ ist riskant und bringt unsichere Produkte hervor</b>	<b>25</b>
<b>5. Genomeditierte Produkte sind nachweisbar</b>	<b>36</b>
<b>6. „Genome Editing“-Technologien sind im Besitz und unter der Kontrolle der großen Konzerne</b>	<b>41</b>
<b>7. „Genome Editing“ ist kein schneller oder zuverlässiger Weg zu gewünschten Ergebnissen</b>	<b>49</b>
<b>8. „Genome Editing“ ist eine riskante und teure Ablenkung von bewährten Lösungen für Probleme in der Lebensmittelversorgung und Landwirtschaft</b>	<b>54</b>
Fazit	63

## EINFÜHRUNG

Eine beispiellose Kampagne ist im Gange mit dem Ziel, neue gentechnische Verfahren, zusammenfassend als „Genome Editing“ bezeichnet, zu fördern und verbreiten. Der Agrar-Biotech-Branche zufolge können diese Verfahren Lösungen für die Probleme unserer Landwirtschaft und Lebensmittelversorgung bieten, wie zum Beispiel die Herausforderungen des Klimawandels, Schädlinge und Krankheiten.

Dieser Bericht nimmt diese Behauptungen unter die Lupe und zeigt auf, warum sie bestenfalls irreführend und schlimmstenfalls unwahr sind. Jedes der acht Kapitel behandelt eine Behauptung zum Thema „Genome Editing“ und stellt sie richtig.

Mittels dieser Behauptungen soll das bestehende Gentechnikrecht der EU angezweifelt und „Genome Editing“ von diesen Gesetzen ausgeklammert werden. Diese Vorschriften dienen jedoch dazu, die öffentliche Gesundheit und die Umwelt zu schützen, und den Verbraucher\*innen und Landwirt\*innen das Recht zu geben, zu wissen, was sie essen und auf ihren Feldern anpflanzen.

Diejenigen, die „Genome Editing“ aus dem Gentechnikrecht ausnehmen wollen, hinterfragen zugleich auch die Bestimmungen für ältere gentechnisch veränderte Organismen (GVO). Sie behaupten, GVO seien nützlich und sicher, und streuen Zweifel hinsichtlich der Notwendigkeit von GVO-Sicherheitsprüfungen und -Kennzeichnung.

Ein Ausschluss des „Genome Editing“ vom EU-Gentechnikrecht – oder die Abschwächung des Gentechnikrechts für alle GVO –, wäre jedoch ein Schritt in die falsche Richtung und würde die Gesundheits- und Umweltschutzstandards der EU gefährden. Schließlich sind genomeditierte Organismen nicht nur mit zahlreichen Risiken verbunden, die auch mit älteren GVO einhergehen, sondern weisen auch neue, spezifische Risiken auf.

In diesem Bericht geht es vor allem um das „Genome Editing“ bei Pflanzen, da dieser Bereich die Gentechnik-Entwickler\*innen, -Forscher\*innen und Medien derzeit am meisten in Atem hält. Der Bericht enthält aber auch einige Informationen zum „Genome Editing“ bei Nutztieren.

Der Bericht zeigt, dass „Genome Editing“ eine kostspielige und potenziell gefährliche Ablenkung von den wirklichen Lösungen für die Probleme des Lebensmittel- und Agrarsektors ist. Diese Lösungen werden in allen Kapiteln angesprochen und bilden einen wesentlichen Bestandteil des abschließenden Kapitels.

# Zusammenfassung

Die Agrar-Biotech-Branche wirbt für den Einsatz neuer gentechnischer Verfahren, auch bekannt als „Genome Editing“, in der Landwirtschaft. Das „Genome Editing“-Verfahren, das die Branche und ihre Unterstützer\*innen am meisten fasziniert, ist die CRISPR/Cas-Methode.

Mithilfe von „Genome Editing“ manipuliert die Branche das Erbgut von Nutzpflanzen und -tieren, um ihnen neue Eigenschaften zu verleihen. Sie stellt verschiedene Behauptungen bezüglich dieser Verfahren auf. So sagt sie zum Beispiel, dass „Genome Editing“ präzise und sicher sei, und dass es so vollkommen kontrolliert verlaufe, dass es nur zu vorhersehbaren Ergebnissen kommt. Außerdem sei „Genome Editing“ allgemein zugänglich, schneller als herkömmliche Züchtungsmethoden und versetze uns in die Lage, die Herausforderungen von Umweltzerstörung und Klimawandel zu meistern.

Keine dieser Behauptungen hält jedoch einer genaueren Überprüfung stand, wie die in diesem Bericht dargelegten Fakten zeigen. Sämtliche Behauptungen stellen sich als falsch oder irreführend heraus.

Die Behauptungen dienen als Argumente dafür, die Verfahren der neuen Gentechnik vom EU-Gentechnikrecht auszunehmen. Das

hätte zur Folge, dass die mit diesen Verfahren hergestellten Produkte nicht auf ihre Sicherheit überprüft, zurückverfolgt oder als gentechnisch veränderte Organismen (GVO) gekennzeichnet würden, und die EU-Länder den Anbau solcher Pflanzen nicht verbieten könnten. Letztendlich würden diese GMO ungeprüft und ungekennzeichnet auf unseren Feldern und Tellern landen, und die Landwirt\*innen und Lebensmittelhersteller\*innen – auch diejenigen, die nach Bio-Methoden arbeiten – hätten keine Möglichkeit, sie zu vermeiden.



Die irreführende Darstellung beginnt schon bei der verwendeten Terminologie. „Genome Editing“-Verfahren sind keine Züchtungsverfahren, sondern Verfahren der Gentechnik, die teilweise die gleichen Techniken anwenden wie ältere Gentechnikverfahren.

Anders als oft behauptet sind diese Verfahren weder sicher noch kontrolliert, und auch ihre Ergebnisse sind nicht immer vorhersehbar. Neben dem beabsichtigten genetischen Eingriff bewirkt das „Genome Editing“ auch viele unbeabsichtigte Veränderungen und genetische Fehler. Dazu gehört zum Beispiel das versehentliche Einfügen artfremder DNA oder sogar ganzer Fremdgene in das Erbgut genomeditierter Organismen, selbst wenn dies gezielt verhindert werden soll.

Die Auswirkungen dieser Veränderungen auf die Beschaffenheit genomeditierter Kulturpflanzen, Lebensmittel und Tiere sowie die Folgen für die Gesundheit und Umwelt wurden noch nicht untersucht und sind daher noch unbekannt. In Nutzpflanzen könnten unerwartet Toxine und Allergene produziert werden, oder die Menge bereits vorhandener Toxine und Allergene könnte sich erhöhen.

Laut den Aussagen der Branche sind die Veränderungen durch „Genome Editing“ in Nutzpflanzen und -tieren nur geringfügig und könnten auch in der Natur so vorkommen.

Diese Behauptung hat sich jedoch angesichts der besorgniserregenden Überraschungen, die bereits zutage getreten sind, als falsch erwiesen. So behauptete zum Beispiel das

## „Genome Editing“ bewirkt viele unbeabsichtigte Veränderungen und genetische Fehler.

Unternehmen, das genomeditierte hornlose Rinder entwickelt hat, bei den Tieren gäbe es keine unerwünschten Nebenwirkungen des „Genome Editing“. Eine US-Aufsichtsbehörde stellte jedoch fest, dass diese Rinder bakterielle DNA und artfremde Gene aufwiesen, die sie Antibiotika-resistent machten.

„Genome Editing“ mittels der CRISPR-Methode bei Reispflanzen führte zu etlichen unbeabsichtigten Mutationen, sowohl an der vorgesehenen Zielstelle als auch an anderen Stellen im Genom. Die Forscher\*innen, die dies entdeckten, warnten, dass

„Genome Editing“ mittels CRISPR „bei Reis nicht so präzise wie erwartet sein könnte“. Sie rieten außerdem, „eine frühzeitige und genaue molekulare Charakterisierung und Prüfung über mehrere Generationen durchzuführen, bevor ein CRISPR/Cas9-System aus dem Labor auf das Feld übertragen wird“. Doch das machen nur die wenigsten Entwickler\*innen.





Angesichts der inhärenten Ungenauigkeit von „Genome Editing“-Verfahren und der Schwierigkeit, genomeditierte Pflanzen und Tiere mit genau den gewünschten Eigenschaften zu erzeugen, sind Behauptungen, dass „Genome

Editing“ schneller als die herkömmliche Züchtung nützliche Eigenschaften hervorbringen kann, äußerst fragwürdig. Selbst wenn man die Zeit bis zum Erhalt der behördlichen Zulassung außer Acht lässt,

ist es unwahrscheinlich, dass die Kommerzialisierung genomeditierter Nutzpflanzen deutlich schneller vonstattengeht als bei herkömmlichen Züchtungsmethoden. Darüber hinaus kommt es beim Herbeiführen nützlicher Eigenschaften von Nutzpflanzen und -tieren nicht nur auf die Geschwindigkeit an. Es müssen die geeigneten Mittel angewendet werden, und Gentechnikverfahren sind kein effizienter Weg, um Züchtungsziele zu erreichen.

Trotz jahrelanger Forschungen und großzügiger Rechtsvorschriften in einigen Ländern sind bislang nur drei genomeditierte Pflanzen auf dem Markt. Nur eine davon wurde mit dem hochgelobten CRISPR/Cas-Verfahren hergestellt.

Die Behauptung, „Genome Editing“ – insbesondere über CRISPR/Cas – würde

landwirtschaftliche Innovationen auch öffentlich finanzierten Züchtungsprogrammen zugänglich machen, wird dadurch widerlegt, dass die Technologie bereits heute im Besitz und unter der Kontrolle einiger weniger großer Konzerne ist (angeführt von Corteva und Monsanto/Bayer). Evaluierungs- und Forschungslizenzen können recht günstig oder kostenfrei erworben werden. Kommerzielle Lizenzen und die damit verbundenen Lizenzzahlungen auf Produktverkäufe können sich jedoch weiterhin nur die großen internationalen Konzerne leisten.

Auch genomeditierte Produkte sind patentiert: Bei Nutzpflanzen erstrecken sich die Patente auf Samen, Pflanzen und oftmals auch die Ernte. Das wirft Fragen hinsichtlich der Kontrolle über die Lebensmittelversorgung

auf, sowie Fragen hinsichtlich der Autonomie der Landwirt\*innen und des Verlusts der Nahrungsmittelsouveränität.

Politiker\*innen wird vorgegaukelt, dass es ihre moralische Verpflichtung sei, neue Gentechnikverfahren zu unterstützen. Es heißt, diese Technologien würden die Entwicklung von Kulturpflanzen ermöglichen, die weniger Pestizide benötigen und besser an den Klimawandel angepasst sind.

Diese Versprechungen wurden jedoch auch schon bei der ersten Generation von Gentechnikpflanzen gemacht und nicht

## Politiker\*innen wird vorgegaukelt, dass es ihre moralische Verpflichtung sei, neue Gentechnikverfahren zu unterstützen.



eingehalten. Es ist unwahrscheinlich, dass mit neuen Gentechnikverfahren das gelingt, was mit älteren Methoden misslang. Wünschenswerte Eigenschaften wie die Resistenz gegen Schädlinge und Krankheiten und die Anpassung an klimatische Veränderungen sind genetisch äußerst komplex und können nicht durch die Manipulation eines oder weniger Gene herbeigeführt werden. Mit herkömmlichen Züchtungsmethoden hingegen gelingt es immer wieder, solche Eigenschaften zu erzielen und gentechnische Ansätze deutlich zu übertreffen.

Es reicht nicht aus, die Genetik als die wichtigste Lösung für die Probleme der Agrarindustrie anzupreisen. Vielmehr sind ganzheitliche, systematische Ansätze erforderlich. Das erfordert eine breit angelegte Wende hin zu bewährten agrarökologischen Anbausystemen mit extensiven, wirklich nachhaltigen und regenerativen Methoden. Diese Methoden gibt es bereits, sie müssen nur ausreichend unterstützt werden, damit sie im großen Stil angewendet werden können.

## „Genome Editing“ ist eine kostspielige Ablenkung von echten, systembasierten Lösungen.

„Genome Editing“ ist eine kostspielige Ablenkung von solchen systembasierten Lösungen. Ein Ausschluss des „Genome Editing“ aus dem EU-Gentechnikrecht würde zu einem fragwürdigen Experiment führen - mit unbekanntem Auswirkungen für Mensch, Tier und Umwelt. Den europäischen Verbraucher\*innen, Landwirt\*innen und Züchter\*innen würde das Recht abgesprochen, zu erfahren, wo diese gentechnisch veränderten Organismen sind. Fortschritte

bei anderen Ansätzen wie biologischen und agrarökologischen Systemen würden verhindert. Der EU-Rechtsrahmen zum Gesundheits- und Umweltschutz würde damit maßgeblich geschwächt und

die Einführung erwiesenermaßen wirksamer und nachhaltiger Lösungen für unsere Lebensmittel- und Landwirtschaftsprobleme untergraben.



# 1. „Genome Editing“ ist Gentechnik, keine Züchtung

## MYTHOS ✨

„Genome Editing“-Verfahren sind neue Züchtungsmethoden“, „Präzisionszüchtung“ oder „innovative Züchtungswerkzeuge“.

 **WAHRHEIT**  
Technisch und rechtlich gesehen sind „Genome Editing“-Verfahren keine Züchtungsmethoden, sondern Verfahren der Gentechnik.

Die Agrar-Biotech-Branche und ihre Lobbyist\*innen bezeichnen neue gentechnische Verfahren, insbesondere das „Genome Editing“, gerne als „neue Züchtungsmethoden“, „Präzisionszüchtung“ oder „innovative Züchtungswerkzeuge“. <sup>1,2,3,4</sup> Sie bemühen sich krampfhaft, Bezeichnungen wie „gentechnische Veränderung“ und „Gentechnik“ zu vermeiden. Corteva, der Konzern, der die Verwendung des „Genome Editing“-Verfahren CRISPR in

Kulturpflanzen in der Hand hat, behauptet sogar, mittels CRISPR erzeugte Pflanzen seien keine gentechnisch veränderten Organismen (GVO).<sup>5</sup>

Auch die EU-Institutionen vermeiden die Bezeichnungen „Gentechnik“ und „GVO“. Stattdessen führte der EU-Ministerrat den Begriff „neuartige genomische Verfahren“ ein<sup>6</sup>, den die EU-Kommission dann umwandelte in „neue genomische Verfahren“. <sup>7</sup> Die EU-Kommission spricht außerdem von „neuen Verfahren in der Biotechnologie“. <sup>8</sup>

Die neuen Gentechnikverfahren werden gerne als „Züchtung“ bezeichnet. So versucht man offenbar, den Anschein des Natürlichen zu erwecken und die Öffentlichkeit so von diesen Technologien zu überzeugen. Es könnte auch ein Versuch sein, die Anwendung des Gentechnikrechts unlogisch erscheinen zu lassen: Wenn „Genome Editing“-Produkte keine GVO sind, warum sollten sie dann als solche reguliert werden?

„Genome Editing“-Verfahren sind jedoch keine Züchtungsmethoden. Technisch und rechtlich gesehen sind sie gentechnische Verfahren, aus denen gentechnisch veränderte Organismen hervorgehen. Sie fallen in den Anwendungsbereich der geltenden EU-Gesetze für gentechnisch veränderte Organismen, wie der Europäische Gerichtshof 2018 in einem Urteil bestätigte. <sup>9,10</sup>

**Das EU-Recht definiert einen GVO als einen Organismus, „dessen genetisches Material so verändert worden ist, wie es auf natürliche Weise ... nicht möglich ist“.**

Das EU-Recht definiert einen GVO als einen Organismus, „dessen genetisches Material so verändert worden ist, wie es auf natürliche Weise durch Kreuzen und/oder natürliche Rekombination nicht möglich ist.“<sup>11</sup> Diese Formulierung trifft sowohl auf ältere als auch neuere GVO zu, auch auf genomeditierte Pflanzen. Die Gentechnik wendet künstliche Verfahren an, die ein unmittelbares menschliches Eingreifen in das Genom erfordern. „Kreuzen“ und „natürliche Rekombination“ hingegen beschreiben natürliche Vorgänge, die bei der konventionellen Zucht von Pflanzen und Tieren zum Einsatz kommen.

Das Gentechnikrecht der EU nimmt einige GVO von den Anforderungen der Zulassung, Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung aus, zum

Beispiel solche, die mithilfe der jahrzehntealten Methode der Mutationszüchtung (auch „Zufallsmutagenese“ genannt) erzeugt wurden. Das ist jedoch nur möglich, wenn diese GVO mit Verfahren produziert wurden, die „seit langem als sicher gelten“. <sup>9</sup> Beim „Genome Editing“ ist das eindeutig nicht der Fall.



## WIE FUNKTIONIERT „GENOME EDITING“?

Alte und neue GVO haben mehr gemeinsam, als die Befürworter\*innen uns glauben machen wollen. „Genome Editing“ umfasst drei Schritte – Genübertragung, „Editing“ und die Regeneration der ganzen Pflanze in Gewebekultur.

Der erste und der letzte Schritt bleiben im Wesentlichen dieselben. Der erste Schritt, die Übertragung fremden genetischen Materials in die Pflanzenzellen (auch Transformation genannt), erfolgt in der Regel mithilfe kleiner, ringförmiger DNA-Moleküle (Plasmide), die über ein Bodenbakterium namens *Agrobacterium tumefaciens* oder eine „Partikelkanone“ genannte Methode in die Zellen eingeführt werden. Anschließend fügt sich das Plasmid selbst in die DNA der Pflanzenzelle ein.

Im „Editing“-Schritt wird bei den meisten „Genome Editing“-Anwendungen zuerst die DNA mit Enzymen, den sogenannten Nukleasen, geschnitten. Diese sollen nur an bestimmten Stellen im Genom einer lebenden Zelle ansetzen. Diese „Genome Editing“-Anwendungen werden als SDN-Verfahren bezeichnet, wobei SDN für „site-directed nuclease“, also ortsspezifische Nuklease, steht. Die SDN führt einen Doppelstrangbruch in der DNA herbei. Für diesen Schnitt werden in erster Linie Enzyme der Proteinfamilie Cas

(für CRISPR) und FokI (für TALENs und Zinkfinger-Nukleasen) verwendet.<sup>12</sup>

Durch den Schnitt wird in der Zelle ein Alarmsignal ausgelöst, da zerstörte DNA den Organismus gefährdet. Die Zelle leitet also einen DNA-Reparaturvorgang in die Wege, um den Doppelstrangbruch in der DNA zu reparieren. Dabei kann die herbeigeführte Durchtrennung der DNA zwar auf eine bestimmte Stelle im Genom ausgerichtet werden, doch die anschließende „Reparatur“ wird von den zelleigenen Reparaturmechanismen ausgeführt und kann von den Gentechniker\*innen nicht beeinflusst

werden. Die Reparatur ist oftmals nicht sauber oder präzise und kann, um es mit den Worten eines Kommentars zu einer Studie über CRISPR/Cas-„Genome Editing“ an menschlichen Embryonen auszudrücken, zu „Chromosomenchaos“ führen.<sup>13</sup>

Das Ergebnis dieser Reparatur ist der sogenannte „Edit“. Forscher\*innen müssen einen von vielen editierten Organismen auswählen, um den gewünschten zu erhalten.<sup>12</sup>

**Die Durchtrennung der DNA kann zwar auf eine bestimmte Stelle im Genom ausgerichtet werden, doch die anschließende „Reparatur“ kann von den Gentechniker\*innen nicht beeinflusst werden.**

SDN-Verfahren werden mitunter in SDN-1, SDN-2 und SDN-3 unterteilt.<sup>14</sup> Diese können folgendermaßen beschrieben werden:

- SDN-1 bezeichnet das Ausschalten der Funktion eines Gens (auch bekannt als „Gen-Knock-out“). Die Reparatur des Doppelstrangbruchs in der DNA führt entweder dazu, dass ein Teil des Gens entfernt wird, oder es werden zusätzliche DNA-Grundbausteine aus dem Genom des zu editierenden Organismus eingefügt. Dadurch wird die Gensequenz unterbrochen und die normale Funktion ausgeschaltet.

- SDN-2 bezieht sich auf eine Genveränderung. Während die Zelle den Bruch repariert, wird eine Reparaturvorlage eingefügt, die den Bereich des Bruchs ergänzt und von der Zelle zur Reparatur verwendet wird. Die Reparaturvorlage ist mit dem Zielbereich der DNA bis auf eine oder mehrere Veränderungen der Basen identisch. Das Ergebnis ist eine Mutation des Zielgens. Das mutierte Gen produziert anschließend ein verändertes Protein mit einer anderen Funktion.

- SDN-3 bezieht sich auf das Einfügen von Genen. Der DNA-Bruch wird von einer Vorlage für ein Gen oder eine genetische Sequenz begleitet. Der zelleigene Reparaturvorgang repariert den Bruch mithilfe dieser Vorlage. Dadurch wird neues genetisches Material (fremde DNA, die auch ein ganzes neues Gen enthalten kann) eingefügt. Ziel ist es, dem Organismus neuartige Funktionen und Eigenschaften zu verschaffen.

Ein anderes „Genome Editing“-Verfahren ist die Oligonukleotid-gerichtete Mutagenese (ODM). Die ODM führt keinen Doppelstrangbruch in der DNA herbei. Stattdessen werden kurze Sequenzen synthetischer DNA und RNA – sogenannte Oligonukleotide – in die Zellen eingefügt. Das Oligonukleotid interagiert mit der DNA der Zelle und überlistet ihren Reparaturmechanismus, wodurch die zelleigene DNA so verändert wird, dass sie mit der DNA des Oligonukleotid übereinstimmt.

All diese Verfahren greifen in die Biochemie der Pflanze ein – das ist das Ziel beim „Genome Editing“ –, damit eine neue Eigenschaft entstehen kann.

## „GENOME EDITING“ IST GENTECHNIK

Sowohl Gentechnik als auch konventionelle Züchtung bringen neue Sorten hervor. Trotzdem handelt es sich um zwei unterschiedliche Methoden, die nicht miteinander gleichzusetzen sind. „Genome Editing“ ist eindeutig eine gentechnische Methode, konventionelle Züchtung ist es nicht – auch wenn sich die Agrar-Biotech-Branche noch so sehr bemüht, die Grenzen zwischen beiden zu verwischen.

## LITERATURNACHWEISE

1. Euroseeds. Plant breeding innovation. Euroseeds.eu. Veröffentlicht 2020. Aufgerufen am 8. Dezember 2020. <https://www.euroseeds.eu/subjects/plant-breeding-innovation/>
2. International Seed Federation. Technological advances drive innovation in plant breeding to create new varieties. worldseed.org. Veröffentlicht 2020. Aufgerufen am 8. Dezember 2020. <https://www.worldseed.org/our-work/plant-breeding/plant-breeding-innovation/>
3. Von Essen G. Precision breeding – smart rules for new techniques! european-biotechnology.com. Veröffentlicht 2020. Aufgerufen am 8. Dezember 2020. <https://european-biotechnology.com/people/people/precision-breeding-smart-rules-for-new-techniques.html>
4. NBT Platform. New Breeding Techniques Platform. nbtplatform.org. Veröffentlicht 2015. Aufgerufen am 8. Januar 2021. <https://www.nbtplatform.org/>
5. Corteva Agriscience. CRISPR Q&A – For internal use only. Online Veröffentlicht am 28. Mai 2019. [https://crispr.corteva.com/wp-content/uploads/2019/05/FINAL\\_For-Internal-Use-Only\\_Corteva-CRISPR-QA-UPDATED-5.28.19.pdf](https://crispr.corteva.com/wp-content/uploads/2019/05/FINAL_For-Internal-Use-Only_Corteva-CRISPR-QA-UPDATED-5.28.19.pdf)
6. Europäischer Rat. Beschluss des Rates (EU) 2019/1904 vom 8. November 2019 mit dem Ersuchen an die Kommission, eine Untersuchung im Lichte des Urteils des Gerichtshofs in der Rechtssache C-528/16 zu dem Status neuartiger genomischer Verfahren im Rahmen des Unionsrechts sowie – falls angesichts der Ergebnisse der Untersuchung angemessen – einen Vorschlag zu unterbreiten. Vol 293; 2019. Aufgerufen am 18. Dezember 2020. <http://data.europa.eu/eli/dec/2019/1904/oj/deu>
7. Europäische Kommission. EC study on new genomic techniques. Food Safety - European Commission. Veröffentlicht am 23. Januar 2020. Aufgerufen am 20. März 2020. [https://ec.europa.eu/food/plant/gmo/modern\\_biotech/new-genomic-techniques\\_en](https://ec.europa.eu/food/plant/gmo/modern_biotech/new-genomic-techniques_en)
8. Europäische Kommission. New techniques in biotechnology. Veröffentlichungsdatum unbekannt. [https://ec.europa.eu/food/plant/gmo/modern\\_biotech\\_en](https://ec.europa.eu/food/plant/gmo/modern_biotech_en)
9. Europäischer Gerichtshof. C-528/16 - Confédération Paysanne and Others: Urteil des Gerichts. (Europäischer Gerichtshof 2018). Aufgerufen am 27. September 2019. <http://curia.europa.eu/juris/documents.jsf?num=C-528/16>
10. Europäischer Gerichtshof. Pressemitteilung: Durch Mutagenese gewonnene Organismen sind genetisch veränderte Organismen (GVO) und unterliegen grundsätzlich den in der GVO-Richtlinie vorgesehenen Verpflichtungen. Urteil im Fall C-528/16 Confédération paysanne and Others v Premier ministre and Ministre de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Online veröffentlicht am 25. Juli 2018. <https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2018-07/cp180111de.pdf>
11. Europäisches Parlament und Europäischer Rat. Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates. Amtsblatt L. 2001;106:1-39. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX%3A32001L0018>
12. Latham J. Gene-editing unintentionally adds bovine DNA, goat DNA, and bacterial DNA, mouse researchers find. Independent Science News. <https://www.independentsciencenews.org/health/gene-editing-unintentionally-adds-bovine-dna-goat-dna-and-bacterial-dna-mouse-researchers-find/>. Veröffentlicht am 23. September 2019.
13. Ledford H. CRISPR gene editing in human embryos wreaks chromosomal mayhem. Nature. 2020;583(7814):17-18. doi:10.1038/d41586-020-01906-4
14. NBT Platform. SDN: Site-Directed Nuclease Technology. NBT Platform; 2014. <http://www.nbtplatform.org/background-documents/factsheets/factsheet-site-directed-nucleases.pdf>



## 2. „Genome Editing“ ist unpräzise und verursacht unvorhersehbare genetische Fehler

MYTHOS ✨

„Genome Editing“-Verfahren wie CRISPR/Cas verändern das Erbgut auf eine präzise und kontrollierte Weise, und die Ergebnisse sind vorhersehbar.

Die Agrar-Biotech-Branche und ihre Unterstützer\*innen behaupten, „Genome Editing“-Verfahren wie CRISPR/Cas verändern das Genom auf präzise und kontrollierte Weise.<sup>1,2,3</sup> Manche behaupten sogar, damit würden nur die konkret angestrebten Veränderungen und nichts anderes erreicht.<sup>4,5</sup> Sie fordern, dass genomeditierte Produkte daher von den Vorschriften, denen ältere transgene GVO unterliegen, ausgenommen werden sollen.<sup>3,5</sup> Diesen älteren GVO wurde (meistens) DNA von einer anderen Spezies in einen zuvor nicht bestimmbar Teil des Genoms eingeführt.

Diese Behauptungen halten jedoch einer genaueren Überprüfung nicht stand. Immer mehr



WAHRHEIT

„Genome Editing“ ist unpräzise und verursacht neben den erwünschten genetischen Veränderungen auch zahlreiche genetische Fehler mit nicht absehbaren Folgen.

wissenschaftliche Untersuchungen an menschlichen, tierischen und pflanzlichen Zellen zeigen, dass „Genome Editing“ alles andere als präzise ist und oft zahlreiche genetische Fehler hervorruft, die auch als unbeabsichtigte Mutationen (DNA-Schaden) bezeichnet werden. Diese Schäden treten sowohl im Off-Target-Bereich (d.h. an Stellen, an denen keine Veränderung stattfinden sollte) als auch im On-Target-Bereich (d.h. an Stellen, wo die Veränderung gewünscht ist) im Genom auf. Derartige Mutationen umfassen großangelegte Entfernungen, Einfügungen und Neuarrangements von DNA.<sup>6,7,8</sup>

Diese Mutationen treten in verschiedenen Phasen des Gentechnikprozesses auf, unter anderem auch in Phasen, die „Genome Editing“ mit älteren transgenen Verfahren gemeinsam hat, wie der Gewebekultur und Transformation durch *Agrobacterium tumefaciens* (dabei wird mithilfe dieses Bodenbakteriums artfremdes genetisches Material in die DNA der Pflanzenzellen eingeschleust).<sup>9</sup>

## „GENOME EDITING“ RUFT VERSCHIEDENE UNBEABSICHTIGTE MUTATIONEN HERVOR

Schon die einfachste Anwendung des „Genome Editing“, das sogenannte SDN-1, durch das eine Genfunktion zerstört werden soll, kann zu unerwünschten Mutationen führen.<sup>11,12,13</sup> Diese Mutationen führen wiederum dazu, dass neue Gensequenzen entstehen, die neue mutierte Proteine erzeugen und unbekannte Folgen für die Gesundheit der Konsument\*innen des genomeditierten Organismus haben. Außerdem kann es innerhalb des Organismus, dessen

Genom modifiziert wurde, zu Veränderungen im Muster der Genfunktion kommen. Bei Pflanzen kann dies zu einer veränderten Zusammensetzung führen. Wissenschaftler\*innen warnen, dass eine solche veränderte Zusammensetzung sich für menschliche und tierische Konsument\*innen als toxisch oder allergieauslösend erweisen kann.<sup>6,8,14</sup>

Unbeabsichtigte Mutationen und ihre Auswirkungen sind bei Pflanzen im Gegensatz zu menschlichen und tierischen Zellen bislang kaum erforscht. Da die Mechanismen des „Genome Editing“ und der anschließenden DNA-Reparatur bei Tieren und Pflanzen identisch sind, ist jedoch davon auszugehen, dass bei Pflanzen die gleichen unbeabsichtigten Mutationen auftreten werden wie bei menschlichen und tierischen Zellen. Die neuesten Untersuchungen an Reispflanzen bestätigen dies.<sup>15</sup>

Eine Untersuchung mit Reispflanzen ergab, dass CRISPR-„Genome Editing“ viele verschiedene unerwünschte und unbeabsichtigte On- und Off-Target-Effekte hervorrief. Die Forscher\*innen wollten den Ertrag von ohnehin schon ertragreichen Reissorten noch weiter verbessern, indem sie die Funktion eines bestimmten Gens in einem SDN-1-Verfahren (Gen-Knock-out) störten.<sup>15</sup>

Sie versuchten, DNA-Grundbausteine im Genom im kleinen Maßstab einzufügen und zu beseitigen. Das tatsächliche Ergebnis fiel jedoch ganz anders aus. In vielen Fällen stellten sie große Beseitigungen, Einfügungen und Neuarrangements von DNA fest, wodurch möglicherweise die Funktion

Selbst die beabsichtigten Veränderungen können unbeabsichtigte Auswirkungen („pleiotrope Effekte“) im editierten Organismus zur Folge haben,<sup>10</sup> da Gene und ihre Protein- oder RNA-Produkte nicht isoliert, sondern miteinander vernetzt agieren.



anderer Gene als die des Zielgens verändert werden könnte.<sup>15</sup>

Ihre Hoffnungen auf einen höheren Ertrag wurden enttäuscht – der Ertrag sank sogar.<sup>15</sup> Das dürfte nicht weiter überraschen, denn der Ertrag ist ein genetisch hochkompliziertes Merkmal, das auf die Funktionsweise vieler, wenn nicht sogar aller Genfamilien der Pflanze zurückgreift. Daher kann es als sinnlos angesehen werden, die Funktionsweise eines einzelnen Gens zu verändern, um den Ertrag zu verbessern.

Die Forscher\*innen warnen, dass das „Genome Editing“-Verfahren CRISPR „bei Reis nicht

so präzise wie erwartet sein könnte“. Sie rieten außerdem, „eine frühzeitige und genaue molekulare Charakterisierung und Prüfung über mehrere Generationen durchzuführen, bevor ein CRISPR/Cas9-System aus dem Labor auf das Feld übertragen wird“. <sup>15</sup> Diese Mühe machen sich jedoch nur die wenigsten Entwickler\*innen, bzw. wenn sie es tun, werden die Ergebnisse nicht veröffentlicht.

Die Schlussfolgerung der Forscher\*innen: „Es ist unerlässlich, die Unsicherheiten und Risiken im Zusammenhang mit „Genome Editing“ zu verstehen, ehe eine neue weltweite Vorgehensweise für die neue Biotechnologie festgelegt werden kann.“ <sup>15</sup>

## Bei Pflanzen kann eine veränderte Zusammensetzung entstehen, die sich für menschliche und tierische Konsument\*innen als toxisch oder allergieauslösend erweisen kann.

## UNZUREICHENDE ÜBERPRÜFUNG AUF UNBEABSICHTIGTE MUTATIONEN

In den meisten Untersuchungen auf unbeabsichtigte Mutationen bei genomeditierten Pflanzen wird die Anzahl der Mutationen aufgrund von „Genome Editing“ und der damit verbundenen Vorgänge wie der Gewebekultur (Wachstum des pflanzlichen Gewebes oder der Zellen in einem Wachstumsmedium) gewaltig unterschätzt. Das gilt sowohl für Untersuchungen, die zu dem Schluss kommen, „Genome Editing“ verursache zahlreiche Mutationen, als auch Untersuchungen, denen zufolge „Genome Editing“ wenige bis gar keine Mutationen hervorruft.

Das liegt daran, dass die Verfasser\*innen dieser Studien bei der Suche nach Mutationen ungeeignete Nachweisverfahren wie Short-Range PCR und Short-Read DNA-Sequenzierung nutzen. Sie befassen sich

nur mit kurzen DNA-Abschnitten rund um die angestrebte Zielstelle und von Computerprogrammen prognostizierten Off-Target-Stellen.

Kosicki und weitere Kolleg\*innen fanden in einer Studie an menschlichen Zellen heraus, dass bei Short-Range PCR und Short-Read DNA-Sequenzierung bedeutende genetische Fehler, zum Beispiel größere Beseitigungen, Einfügungen und komplexe Neuarrangements von DNA, übersehen werden können.<sup>16,17</sup> Die Forscher\*innen kamen zu dem Schluss, dass eine Kombination aus Long-Range PCR und Long-Read DNA-Sequenzierung nötig ist, um sämtliche unbeabsichtigten Mutationen zu entdecken.<sup>16</sup> Die gleiche Empfehlung äußerten Wissenschaftler\*innen der FDA in Bezug auf genomeditierte Tiere.<sup>18</sup>

Dieses Prinzip gilt für Pflanzen ebenso wie für Tiere, da die Mechanismen des „Genome Editing“ und der anschließenden Reparatur (die den eigentlichen „Edit“ darstellt) bei Tieren und Pflanzen identisch sind.

In einer wissenschaftlichen Übersichtsarbeit bestätigten Kawall und weitere Kolleg\*innen,

dass die „überwiegende Mehrheit“ der Studien an genomeditierten Pflanzen für die Untersuchung auf genetische Fehler einseitige Nachweismethoden anwendet, wodurch viele dieser Fehler übersehen werden. Bei den Studien an genomeditierten Tieren wies keine einzige eine eingehende Analyse genetischer Fehler auf.<sup>6</sup>

## DER RAPS VON CIBUS: „PRÄZISIONSGENOME EDITING“ ODER UNFALL IN DER PETRISCHALE?

Im September 2020 erklärte die Biotech-Firma Cibus, ihr Herbizid-toleranter Raps (SU Canola) sei nicht genomeditiert, sondern das Ergebnis einer zufälligen Mutation durch Gewebekultur – quasi ein „Unfall in der Petrischale“. Zuvor hatte das Unternehmen jahrelang – auch gegenüber den Aufsichtsbehörden – erklärt, sein Raps sei mit seinem „Präzisions-Genome Editing“-Verfahren, der sogenannten Oligonukleotid-gerichteten Mutagenese (ODM), hergestellt worden.<sup>19,20,21</sup> Die ODM bildet sogar die Grundlage des Geschäftsmodells der Firma.<sup>22</sup>

Tatsächlich wird die Tatsache, dass Cibus seinen Raps mithilfe von „Genome Editing“ produziert hat, durch zahlreiche öffentliche Dokumente belegt.<sup>19,20,23</sup> Wie sich jedoch herausstellte, sollte das verwendete Oligonukleotid eigentlich eine andere genetische Veränderung herbeiführen als diejenige, die dem Raps zur Herbizidtoleranz verhalf und die Cibus in seiner Patentanmeldung beschrieben hat.<sup>21</sup> Das „Präzisionsinstrument“ hatte also nicht wie vorgesehen funktioniert, weshalb

Cibus behauptete, der Raps sei doch nicht genomeditiert.

Möglicherweise hat Cibus diese Behauptung nur aufgestellt, um das Gentechnikrecht der EU zu umgehen. Der Zeitpunkt ist auffällig: Kurz bevor Cibus seine Erklärung abgab,<sup>20</sup> wurde eine wissenschaftliche Abhandlung veröffentlicht, in der eine öffentlich verfügbare

Nachweismethode für den Cibus-Raps beschrieben wurde.<sup>24</sup> Nach dem EU-Recht ist der Cibus-Raps ein GVO, da er mithilfe von ODM entwickelt wurde – selbst wenn die spezifische Mutation, die die Herbizidtoleranz herbeiführte, nicht das angestrebte Ergebnis des ODM-Verfahrens war. Da der Raps keine EU-Zulassung hat, wäre es illegal, ihn in die EU zu importieren.<sup>23</sup>

Dieser Fall lässt Zweifel an der Ehrlichkeit und Transparenz von Cibus aufkommen. Noch wichtiger ist jedoch: Er zeigt, dass das „Genome Editing“-Verfahren ODM nicht, wie ursprünglich behauptet, präzise und kontrollierbar ist.

### Die überwiegende Mehrheit der Studien an genomeditierten Pflanzen wendet für die Untersuchung auf genetische Fehler einseitige Nachweismethoden an.

## BEIM „GENOME EDITING“ WERDEN „ALTE“ MUTAGENE VERFAHREN ANGEWENDET

Gentechnikverfahren der ersten Generation werden noch immer häufig angewendet, um das CRISPR-Instrumentarium in die Pflanzenzellen einzuführen. Plasmide, die Gene zur Kodierung der CRISPR/Cas-Bestandteile enthalten, werden mittels einer Infektion durch ein Bodenbakterium

(*Agrobacterium tumefaciens*) oder mittels Partikelbeschuss in die Zellen eingebracht.<sup>6</sup> Darüber hinaus werden mithilfe von Gewebekultur Pflanzenzellen kultiviert. Alle drei Prozesse sind

hochgradig mutagen (erbgutverändernd).<sup>25</sup> Die bei diesen Prozessen entstehenden Mutationen kommen zu den unerwünschten Mutationen durch den Genreparaturvorgang (den eigentlichen „Edit“) hinzu.

Eine Studie von Tang und weiteren Kolleg\*innen an CRISPR-editierten Reispflanzen veranschaulicht, wie sehr diese Prozesse in das Erbgut eingreifen können. Die Studie ergab, dass zahlreiche Off-Target-Mutationen auf die Gewebekultur und noch mehr (rund 200 pro Pflanze) auf die *Agrobacterium*-Infektion zurückzuführen

waren. Samen von nicht gentechnisch veränderten Reispflanzen wiesen hingegen nur 30 bis 50 spontane Mutationen pro Pflanze auf.<sup>9</sup> Die Studie kam zu dem Schluss, dass der CRISPR-Prozess insgesamt zahlreiche Fehlmutationen hervorruft – viel mehr als die herkömmliche Züchtung.

### Eine Studie an CRISPR-editierten Reispflanzen ergab, dass zahlreiche Off-Target-Mutationen auf die Gewebekultur und noch mehr auf die *Agrobacterium*-Infektion zurückzuführen waren.

Ausgerechnet diese Studie wird jedoch oft als Beispiel für die Präzision dieses „Genome Editing“-Verfahrens angeführt. Der Grund: Die Studie ergab, dass das CRISPR-Werkzeug selbst

nicht allzu viele Off-Target-Mutationen in den Pflanzen verursachte.<sup>9</sup> Diese Feststellung ist wahrscheinlich jedoch nicht ganz korrekt, da die Forscher\*innen ungeeignete Nachweisverfahren verwendeten (siehe „Unzureichende Überprüfung auf unbeabsichtigte Mutationen“ oben): Sie wendeten keine Long-Read DNA-Sequenzierung an. Außerdem müssen die Resultate vor dem Hintergrund der oben erwähnten separaten Studie an Reispflanzen betrachtet werden, die ergab, dass das CRISPR-Verfahren zahlreiche unbeabsichtigte On- und Off-Target-Effekte hervorrief.<sup>15</sup>

## GEFAHR FÜR GESUNDHEIT UND UMWELT

Ausgehend von den oben dargelegten Fakten ist „Genome Editing“ weder präzise noch kontrollierbar. Stattdessen kann es versehentlich Eigenschaften hervorrufen, die die Gesundheit von Mensch und Umwelt gefährden.

## LITERATURNACHWEISE

1. Euroseeds. Plant breeding innovation. Euroseeds.eu. Veröffentlicht 2020. Aufgerufen am 8. Dezember 2020. <https://www.euroseeds.eu/subjects/plant-breeding-innovation/>
2. International Seed Federation. Technological advances drive innovation in plant breeding to create new varieties. worldseed.org. Veröffentlicht 2020. Aufgerufen am 8. Dezember 2020. <https://www.worldseed.org/our-work/plant-breeding/plant-breeding-innovation/>
3. Von Essen G. Precision breeding – smart rules for new techniques! european-biotechnology.com. Veröffentlicht 2020. Aufgerufen am 8. Dezember 2020. <https://european-biotechnology.com/people/people/precision-breeding-smart-rules-for-new-techniques.html>
4. Carlson DF, Lancto CA, Zang B, et al. Production of hornless dairy cattle from genome-edited cell lines. *Nature Biotechnology*. 2016;34:479-481. doi:10.1038/nbt.3560
5. Carroll D, Van Eenennaam AL, Taylor JF, Seger J, Voytas DF. Regulate genome-edited products, not genome editing itself. *Nat Biotechnol*. 2016;34(5):477-479. doi:10.1038/nbt.3566
6. Kawall K, Cotter J, Then C. Broadening the GMO risk assessment in the EU for genome editing technologies in agriculture. *Environmental Sciences Europe*. 2020;32(1):106. doi:10.1186/s12302-020-00361-2
7. Robinson C, Antoniou M. Science supports need to subject gene-edited plants to strict safety assessments. *GMWatch.org*. Veröffentlicht am 20. November 2019. <https://www.gmwatch.org/en/news/latest-news/19223>
8. Agapito-Tenfen SZ, Okoli AS, Bernstein MJ, Wikmark O-G, Myhr AI. Revisiting risk governance of GM plants: The need to consider new and emerging gene-editing techniques. *Front Plant Sci*. 2018;9. doi:10.3389/fpls.2018.01874
9. Tang X, Liu G, Zhou J, et al. A large-scale whole-genome sequencing analysis reveals highly specific genome editing by both Cas9 and Cpf1 (Cas12a) nucleases in rice. *Genome Biology*. 2018;19(1):84. doi:10.1186/s13059-018-1458-5
10. Eckerstorfer MF, Dolezel M, Heissenberger A, et al. An EU perspective on biosafety considerations for plants developed by genome editing and other new genetic modification techniques (nGMs). *Front Bioeng Biotechnol*. 2019;7. doi:10.3389/fbioe.2019.00031
11. Tuladhar R, Yeu Y, Piazza JT, et al. CRISPR-Cas9-based mutagenesis frequently provokes on-target mRNA misregulation. *Nat Commun*. 2019;10(1):1-10. doi:10.1038/s41467-019-12028-5
12. Mou H, Smith JL, Peng L, et al. CRISPR/Cas9-mediated genome editing induces exon skipping by alternative splicing or exon deletion. *Genome Biology*. 2017;18:108. doi:10.1186/s13059-017-1237-8
13. Smits AH, Ziebell F, Joberty G, et al. Biological plasticity rescues target activity in CRISPR knock outs. *Nat Methods*. 2019;16(11):1087-1093. doi:10.1038/s41592-019-0614-5
14. European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility (ENSSER). ENSSER Statement: New Genetic Modification Techniques and Their Products Pose Risks That Need to Be Assessed. <https://ensser.org/publications/2019-publications/ensser-statement-new-genetic-modification-techniques-and-their-products-pose-risks-that-need-to-be-assessed/>
15. Biswas S, Tian J, Li R, et al. Investigation of CRISPR/Cas9-induced SD1 rice mutants highlights the importance of molecular characterization in plant molecular breeding. *Journal of Genetics and Genomics*. Online veröffentlicht am 21. Mai 2020. doi:10.1016/j.jgg.2020.04.004
16. Kosicki M, Tomberg K, Bradley A. Repair of double-strand breaks induced by CRISPR-Cas9 leads to large deletions and complex rearrangements. *Nature Biotechnology*. Veröffentlicht online July 16, 2018. doi:10.1038/nbt.4192
17. Robinson C. CRISPR causes greater genetic damage than previously thought. *GMWatch.org*. Veröffentlicht am 17. Juli 2018. Aufgerufen am 10. Dezember 2020. <https://gmwatch.org/en/news/archive/2018/18350-crispr-causes-greater-genetic-damage-than-previously-thought>
18. Norris AL, Lee SS, Greenlees KJ, Tadesse DA, Miller MF, Lombardi HA. Template plasmid integration in germline genome-edited cattle. *Nat Biotechnol*. 2020;38(2):163-164. doi:10.1038/s41587-019-0394-6
19. Achterberg F. Gene edited crop can't stand the light of day. *Greenpeace European Unit*. Veröffentlicht am 15. September 2020. Aufgerufen am 2. Januar 2021. <https://www.greenpeace.org/eu-unit/issues/nature-food/45028/gene-edited-crop-cant-stand-the-light-of-day>
20. Robinson C. Company claims first commercial gene-edited crop wasn't gene-edited after all. *GMWatch.org*. Veröffentlicht am 21 September. Aufgerufen am 10. Dezember 2020. <https://www.gmwatch.org/en/news/latest-news/19535-company-denies-first-commercial-gene-edited-crop-is-gene-edited>
21. VLOG, Ohne Gentechnik hergestellt, IFOAM, Greenpeace. GMO status of Cibus SU Canola. Online veröffentlicht am 9. November 2020. [https://afec408b-c77e-4bd1-86e4-dcaaf3e25df.filesusr.com/ugd/cbe602\\_73707414d403427faa2efe3ba1e1c83d.pdf](https://afec408b-c77e-4bd1-86e4-dcaaf3e25df.filesusr.com/ugd/cbe602_73707414d403427faa2efe3ba1e1c83d.pdf)
22. Cibus. Innovating traditional plant breeding. *cibus.com*. Veröffentlicht 2021. <https://www.cibus.com/our-technology.php>
23. Robinson C. Lawyer wades into row over Cibus's gene-edited canola. *GMWatch.org*. Veröffentlicht am 25. Oktober 2020. Aufgerufen am 10. Dezember 2020. <https://www.gmwatch.org/en/news/latest-news/19572-lawyer-wades-into-row-over-cibus-gene-edited-canola>
24. Chhalliyil P, Ilves H, Kazakov SA, Howard SJ, Johnston BH, Fagan J. A real-time quantitative PCR method specific for detection and quantification of the first commercialized genome-edited plant. *Foods*. 2020;9(9):1245. doi:10.3390/foods9091245
25. Latham JR, Wilson AK, Steinbrecher RA. The mutational consequences of plant transformation. *J Biomed Biotechnol*. 2006;2006:1-7. doi:10.1155/JBB/2006/25376

# 3. „Genome Editing“ bewirkt genetische Veränderungen, die in der Natur nicht vorkommen

MYTHOS ✨

Die durch „Genome Editing“ herbeigeführten Veränderungen könnten auch in der Natur oder bei Mutationszüchtungen vorkommen.

Lobbyist\*innen behaupten, dass „Genome Editing“-Verfahren „in der Regel zu pflanzlichen Produkten führen, die auch mit früheren Züchtungsmethoden wie Mutationszüchtungen erzielt werden können“<sup>1</sup> oder die „auf spontane natürliche Vorgänge“ zurückzuführen sein können.<sup>2</sup>

Mutationszüchtung (auch bekannt als „Zufallsmutagenese“) ist eine jahrzehntealte Methode, bei der Pflanzensamen Chemikalien oder Strahlung ausgesetzt werden, um Mutationen auszulösen. Dabei hofft man, dass eine oder mehrere Mutationen eine nützliche



WAHRHEIT

Die durch „Genome Editing“ herbeigeführten Veränderungen unterscheiden sich von denen, die in der Natur oder bei Mutationszüchtungen vorkommen, und ihre Auswirkungen sind unzureichend bekannt.

Eigenschaft mit sich bringen werden. Den Lobbyist\*innen zufolge ist „Genome Editing“ präziser als Mutationszüchtung, und da mutationsgezüchtete Pflanzen vom Gentechnikrecht ausgenommen sind, sollte es für genomeditierte Pflanzen auch eine Ausnahme geben.<sup>3</sup>

Behauptungen, dass durch „Genome Editing“ erzeugte Organismen auch in der Natur vorkommen oder durch Mutationszüchtung erzielt werden könnten, sind jedoch reine Theorie. Bislang konnte niemand nachweisen, dass ein bestimmter genomeditierter Organismus der gleiche ist wie ein in der Natur vorkommender Organismus, weder auf der Ebene des Erbguts noch im Hinblick auf die molekulare Zusammensetzung (die Proteine und chemischen Stoffe, aus denen sich

die Struktur und Funktion des Organismus zusammensetzen).

Würde jemand einen genomeditierten Organismus herstellen, der mit einem natürlich gezüchteten Organismus übereinstimmt, würde dies tatsächlich jegliche Patentierung des genomeditierten Organismus in Frage stellen, da Patente eine „erfinderische Tätigkeit“ voraussetzen.

## KEINE BELEGE, DASS „GENOME EDITING“ WENIGER VERÄNDERUNGEN HERVORRUFT ALS HERKÖMMLICHE ZÜCHTUNG ODER MUTATIONSZÜCHTUNG

Für Dr. Michael Antoniou, Molekulargenetiker an einer führenden Londoner Universität, entbehren solche Behauptungen jeder wissenschaftlichen Grundlage. Außerdem gäbe es keine Belege dafür, dass „Genome Editing“ präziser ist, also weniger Mutationen hervorruft, als die herkömmliche Züchtung oder Mutationszüchtung.

„Genome Editing kann größere Beseitigungen, Einfügungen und Neuaneordnungen in der DNA hervorrufen, die sich auf die Funktion mehrerer Gene sowohl im Off-Target-Bereich als auch im On-Target-Bereich auswirken. Mir sind keine Studien bekannt, die mithilfe zuverlässiger Prüfmethode die

**„Genome Editing“ kann größere Beseitigungen, Einfügungen und Neuaneordnungen in der DNA hervorrufen, die sich auf die Funktion mehrerer Gene auswirken.“**

**– Dr. Michael Antoniou**

„Genome Editing“ nur kleinere Einfügungen und Beseitigungen in Off-Target und On-Target-Bereichen hervorruft,“ so der Wissenschaftler.<sup>4</sup>

Häufigkeit derartiger großflächiger DNA-Schäden bei konventionellen Züchtungen, Mutationszüchtungen und genomeditierten Pflanzen verglichen hätten. Es gibt jedoch eindeutige experimentelle Beweise, die widerlegen, dass



## DURCH „GENOME EDITING“ ENTSTANDENE MUTATIONEN UNTERSCHIEDEN SICH VON DENEN, DIE DURCH KONVENTIONELLE ODER MUTATIONSZÜCHTUNGEN HERVORGERUFEN WERDEN

Die durch „Genome Editing“ herbeigeführten Mutationen sind erwiesenermaßen anders als diejenigen, die in der Mutationszüchtung durch Chemikalien oder Strahlung verursacht werden. So zeigte beispielsweise eine wissenschaftliche Prüfung, dass „Genome Editing“ Veränderungen in Bereichen des Genoms hervorrufen kann, die normalerweise vor Mutationen geschützt sind. Anders ausgedrückt: „Genome Editing“ ermöglicht Veränderungen im gesamten Erbgut.<sup>5</sup>

Dr. Michael Antoniou zufolge treten durch Mutationszüchtung herbeigeführte Mutationen überwiegend in solchen Bereichen des Erbguts auf, die nicht kodierend und nicht regulatorisch sind und daher wahrscheinlich keinen Einfluss auf die Genfunktion haben.

Beim „Genome Editing“ hingegen treten Mutationen wahrscheinlich am ehesten an Stellen auf, wo sie sich unmittelbar auf die Funktion eines oder mehrerer Gene

auswirken. Zum einen werden diese Bereiche bewusst als Ziel gewählt, um die Funktionsweise von Genen zu verändern. Gentechniker\*innen streben gentechnische Veränderungen bevorzugt an Stellen an, die für die Proteinproduktion und Genregulierung von Bedeutung sind. Denn ihr Ziel ist ja, eine Eigenschaft zu verändern. Zum anderen spielt sich ein Großteil der erbgutverändernden Off-Target-Vorgänge an Stellen ab, deren DNA-Sequenz der vorgesehenen Zielstelle ähnelt. Wenn es sich bei der vorgesehenen „Genome Editing“-Zielstelle also um einen kodierenden Bereich oder regulatorische Elemente eines Gens handelt, werden Off-Target-Effekte in anderen Genen mit einer ähnlichen DNA-Sequenz auftreten.

Infolgedessen beeinflussen Off-Target-Effekte und unbeabsichtigte On-Target-Effekte voraussichtlich wichtige Protein-kodierende Bereiche und die regulatorische Tätigkeit des Gens.

Eine andere wissenschaftliche Arbeit hat gezeigt, dass

„Genome Editing“-Verfahren komplexe Veränderungen im Genoms ermöglichen, die mit konventioneller oder Mutationszüchtung nur extrem schwer oder gar nicht zu bewerkstelligen wären. Beim „Genome Editing“ ermöglichen sogenannte Multiplexing-Ansätze das Ansteuern und Verändern mehrerer Genvarianten, die zu derselben oder unterschiedlichen Genfamilien gehören können.<sup>6</sup>

Kurz gesagt: „Genome Editing“ kann bestimmte unbeabsichtigte Auswirkungen hervorrufen und zum Herbeiführen neuartiger genetischer Kombinationen eingesetzt werden, die mit herkömmlichen oder Mutagenese-Verfahren nicht ohne weiteres möglich sind. „Genome Editing“ kann die genetischen Grenzen konventioneller Züchtungsmethoden überwinden.<sup>6</sup>

Diese spezifischen Merkmale des „Genome Editing“ zeigen, dass dieses spezifische Risiken mit sich bringt, die eine strenge Regulierung rechtfertigen.



## DIE NATUR NEU GESTALTEN

Jennifer Doudna, eine der Erfinderinnen der CRISPR-Methode, hat klargemacht, dass das Ziel von CRISPR nicht darin besteht, die Natur zu kopieren oder zu verbessern, sondern sie neu zu gestalten und zu ersetzen. Sie schreibt:

Die durch natürliche Prozesse auferlegten Grenzen beeinträchtigen nicht die Evolution, sondern tragen vielmehr dazu bei.

„Die Zeiten, in denen das Leben ausschließlich durch die langsamen Kräfte der Evolution geformt wurde, sind vorüber. Wir stehen am Anfang einer neuen Ära, in der wir

die oberste Befehlsgewalt über die genetische Zusammensetzung des Lebens in all ihren dynamischen, vielseitigen Ausprägungen haben werden. Wir sind tatsächlich schon dabei, das taube, stumme und blinde System, das das genetische Material auf unserem Planeten seit Äonen geformt hat, durch ein bewusstes,

zielgerichtetes System einer vom Menschen gesteuerten Evolution zu ersetzen.“<sup>7</sup>

Wissenschaftler\*innen verstehen die Funktionsweise der überaus komplexen Netzwerke aus Genen und ihren Produkten, die einen gesunden, funktionierenden Organismus ausmachen, jedoch noch immer nicht vollständig. Sie sind daher nicht einmal ansatzweise in der Lage vorherzusagen, wie sich die Manipulation auch nur eines einzigen Gens auswirken wird. Daher ist es schwer nachvollziehbar, inwiefern eine neue Ära der vom Menschen gesteuerten, gezielten, vorhersehbaren Evolution angebrochen sein soll. Im Hinblick auf die Evolutionsprozesse ist es wohl eher die Gentechnik, die man als „taubes, stummes und blindes System“ bezeichnen sollte, und nicht die Natur.

Die durch natürliche Prozesse auferlegten Grenzen beeinträchtigen nicht die Evolution, sondern tragen vielmehr dazu bei.

## NICHT DASSELBE WIE IN DER NATUR

Es gibt ausreichend Belege dafür, dass sich durch „Genome Editing“ herbeigeführte genetische Veränderungen von solchen Veränderungen unterscheiden, die in der Natur oder durch Mutationszüchtung entstehen können. Derzeit gibt es kaum Erkenntnisse über die Folgen dieser spezifischen

Veränderungen und die damit verbundenen Risiken. Daher muss für „Genome Editing“ auch weiterhin das Gentechnikrecht der EU gelten. Die Risikobewertung sollte dahingehend ausgeweitet werden, dass auch die besonderen Risiken im Zusammenhang mit dieser Technologie berücksichtigt werden können.

## LITERATURNACHWEISE

1. Euroseeds. Position: Plant Breeding Innovation. Euroseeds; 2018. <https://www.euroseeds.eu/app/uploads/2019/07/18.1010-Euroseeds-PBI-Position-1.pdf>

2. EuropaBio. Achieving the potential of genome editing. EuropaBio.org. Veröffentlicht im Juni 2019. Aufgerufen am 10. Januar 2021. [https://www.europabio.org/wp-content/uploads/2021/03/2019\\_06\\_G\\_PP\\_EuropaBio-Updated-genome-editing-paper.pdf](https://www.europabio.org/wp-content/uploads/2021/03/2019_06_G_PP_EuropaBio-Updated-genome-editing-paper.pdf)

3. Askew K. CRISPR genome editing to address food security and climate change: "Now more than ever we are looking to science for solutions." foodnavigator.com. Online veröffentlicht am 4. Mai 2020. Aufgerufen am 29. Januar 2021. <https://www.foodnavigator.com/Article/2020/05/04/CRISPR-genome-editing-to-address-food-security-and-climate-change-Now-more-than-ever-we-are-looking-to-science-for-solutions>

4. Robinson C, Antoniou M. Science supports need to subject gene-edited plants to strict safety assessments. GMWatch.org. Veröffentlicht am 20. November 2019. <https://www.gmwatch.org/en/news/latest-news/19223>

5. Kawall K. New possibilities on the horizon: Genome editing makes the whole genome accessible for changes. Front Plant Sci. 2019;10. doi:10.3389/fpls.2019.00525

6. Kawall K, Cotter J, Then C. Broadening the GMO risk assessment in the EU for genome editing technologies in agriculture. Environmental Sciences Europe. 2020;32(1):106. doi:10.1186/s12302-020-00361-2

7. Doudna JA, Sternberg SH. A Crack in Creation: Gene Editing and the Unthinkable Power to Control Evolution. Houghton Mifflin Harcourt; 2017.

# 4. „Genome Editing“ ist riskant und bringt unsichere Produkte hervor

MYTHOS ✨

Durch seine Präzision und Kontrollierbarkeit ist „Genome Editing“ von Grund auf sicher.



WAHRHEIT

Die unbeabsichtigten Auswirkungen des „Genome Editing“ sind mit weitgehend unbekanntem Risiken verbunden.

Behauptungen wie „Genome Editing“ sei „Züchtung“, „präzise“ und führe zu Ergebnissen „wie in der Natur“ zielen darauf ab, dass genomeditierte Organismen als sicher angesehen werden sollen.

Einige GVO-Entwickler\*innen gehen sogar noch weiter und behaupten ausdrücklich, genomeditierte Pflanzen seien genauso sicher

wie konventionell gezüchtete Pflanzen. Laut Bayer ist das „Genome Editing“-Verfahren CRISPR/Cas „einfacher, schneller und präziser als die herkömmliche Pflanzenzüchtung, ohne die Sicherheit der resultierenden Pflanze zu

beeinträchtigen.“<sup>1</sup> Und für Corteva sind CRISPR-editierte

Pflanzen „genauso sicher wie Pflanzen, die in der Natur vorkommen oder die auf konventionelle Weise gezüchtet wurden.“<sup>2</sup>

Die Agrar-Biotech-Branche findet es daher „unverhältnismäßig“, das Gentechnikrecht auch auf diese Produkte anzuwenden, um ihre Sicherheit zu gewährleisten.<sup>3</sup> Corteva sieht

keine Notwendigkeit, Sicherheitstests an seinen genomeditierten Nutzpflanzen durchzuführen, und erklärt, mit CRISPR erzeugte Pflanzen „auf die gleiche Weise“ wie konventionell gezüchtete Pflanzen zu testen.<sup>4</sup>



Wie jedoch in den vorhergehenden Kapiteln dargelegt wurde, ist „Genome Editing“ weder präzise, noch stimmen seine Resultate mit denen herkömmlicher Züchtungen überein. Der anfängliche Schnitt in die DNA kann zwar auf einen bestimmten Bereich des Genoms eingegrenzt werden, aber der anschließende DNA-Reparaturprozess ruft unerwünschte Mutationen sowohl im On-Target- als auch im Off-Target-Bereich des Genoms hervor.<sup>5,6,7</sup> Verfahren wie Gewebekultur und Transformation, die sowohl beim „Genome Editing“ als auch bei älteren transgenen Gentechnikverfahren angewendet werden, verursachen weitere Mutationen (siehe Kapitel 2).

## „GENOME EDITING“ KANN UNBEABSICHTIGT ARTFREMDE DNA IN DAS ERBGUT EINBRINGEN

Das Auftreten unbeabsichtigter Mutationen ist bei menschlichen und tierischen Zellen ausreichend belegt und rückt auch bei Pflanzen immer mehr in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit.<sup>11</sup> Beim „Genome Editing“ gibt es jedoch ein weiteres unerwünschtes Ergebnis, das wenig Beachtung findet, und es ist unklar, in welchem Ausmaß es bei tierischen und pflanzlichen Zellen auftritt und wie es sich auswirkt.

Dieses Ergebnis wurde durch eine Studie japanischer Forscher\*innen bekannt. Bei der Studie stellte sich heraus, dass selbst SDN-2-Anwendungen (Genveränderung) des „Genome

Diese unbeabsichtigten genetischen Veränderungen modifizieren das Zusammenspiel der Genfunktionen innerhalb des Organismus. Bei Pflanzen können sich dadurch die biochemischen Abläufe ändern und Veränderungen in der Zusammensetzung entstehen. Wissenschaftler\*innen warnen, dass es unter anderem zur Produktion neuartiger Toxine und Allergene oder einem Anstieg bereits vorhandener Toxine und Allergene kommen kann.<sup>8,9,10</sup>

### Unbeabsichtigte genetische Veränderungen modifizieren das Zusammenspiel der Genfunktionen innerhalb des Organismus.

Genomeditierte Organismen müssen daher vor ihrer Zulassung auf dem europäischen Markt sorgfältig auf ihre Sicherheit überprüft werden, selbst wenn keine Übertragung artfremder DNA vorgesehen ist.

Editing“-Verfahrens CRISPR/Cas, bei denen keine artfremde DNA eingebracht werden soll, zu unerwünschten Einfügungen artfremder und kontaminierender DNA in das Genom des genomeditierten Organismus führten.<sup>12</sup> Dieses unerwünschte Ergebnis beschränkt sich nicht nur auf CRISPR, sondern wurde auch bei anderen „Genome Editing“-Verfahren beobachtet.<sup>13</sup>

Die Forscher\*innen befassten sich gezielt mit den Auswirkungen von CRISPR/Cas bei Mäusezellen und -embryonen und fanden heraus, dass in editierten Mäusegenomen ungewollt auch DNA von Rindern oder Ziegen auftrat. Dies wurde auf die Nutzung von fötalem Kälber- und Ziegenserum im Nährmedium für Mäusezellen zurückgeführt.<sup>12</sup>

### Editierete Mäusegenome enthielten ungewollt DNA von Rindern oder Ziegen.



Noch beunruhigender ist, dass sich unter den in das Mäusegenom eingebrachten DNA-Sequenzen auch Retrotransposons (springende Gene) und Mäuse-Retrovirus-DNA befanden<sup>12</sup> (zu Retroviren gehören auch krebsverursachende „Onko-Retroviren“ und das Humane Immundefizienz-Virus HIV, das AIDS hervorrufen kann). „Genome Editing“ ist also ein möglicher Mechanismus für die horizontale Genübertragung (der Übertragung genetischen Materials durch eine andere Methode als die „vertikale“ DNA-Übertragung von Elternteilen auf die Nachkommen) krankheitsverursachender Organismen, insbesondere Viren.<sup>14</sup>

Außerdem ergab die Studie, dass versehentlich DNA aus dem Genom von E. coli-Bakterien in das Genom des Zielorganismus eingeführt werden kann. Die Herkunft der E. coli-DNA ließ sich zurückverfolgen auf die E. coli-Bakterienzellen, die zur Produktion des Vektorplasmids verwendet werden. Bei diesem Plasmid handelt es sich um ein kleines zirkuläres DNA-Molekül zur Übertragung der Gene, die die Befehle für die Herstellung der CRISPR/Cas-Komponenten geben (und bei SDN-2-Anwendungen die DNA-Reparaturvorlage liefern), in die Zellen. Die Forscher\*innen wendeten beim Präparieren der Vektorplasmide Standardmethoden an, daher könnte diese Art der Kontamination häufiger auftreten.<sup>12</sup>

Diese Erkenntnisse sind zweifellos von Bedeutung bei genomeditierten Tieren, doch was lässt sich daraus für genomeditierte Pflanzen ableiten? Bei der Herstellung von genomeditierten Pflanzen werden keine Gewebekulturmedien mit tierischen Komponenten verwendet, das Vorhandensein tierischer DNA ist also kein Thema.

Wenn allerdings Gentechniker das „Genome Editing“-Werkzeug mit einem Plasmid kodiert in die Pflanzenzellen einbringen, kann artfremde DNA auf zwei Weisen unbeabsichtigt in das Genom der editierten Pflanze eingefügt werden. Zum einen kann das Plasmid zur Kodierung des „Genome Editing“-Werkzeugs vollständig oder teilweise integriert werden. Zum anderen ist das fertige Plasmidpräparat für das „Genome Editing“-Verfahren oftmals mit DNA von E. coli-Bakterien (die zum Vermehren des Plasmids verwendet werden) kontaminiert. Diese DNA kann in das Genom der genomeditierten Pflanze übertragen werden.

Beim „Genome Editing“ von Pflanzen können so versehentlich Plasmide oder bakterielle DNA eingefügt werden. Daher müssen die Behörden die Entwickler\*innen gesetzlich dazu verpflichten, eine entsprechende umfangreiche molekulargenetische Charakterisierung ihrer Produkte durchzuführen, um festzustellen, ob ein solches Ergebnis eingetreten ist oder nicht.

### „Genome Editing“ ist ein möglicher Mechanismus für die horizontale Genübertragung krankheitsverursachender Organismen, insbesondere Viren.



## SDN-UNTERSCHIEDUNGEN HELFEN NICHT BEI DER RISIKOBEURTEILUNG

Die Unterscheidung zwischen SDN-1, -2 und -3 ist keine Hilfe bei der Abschätzung des Risikos des jeweiligen genomeditierten Organismus. Der Grund: SDN-1, -2 und -3 beziehen sich auf die *Absicht* des „Genome Editing“, nicht das tatsächliche Resultat, und das tatsächliche *Resultat* eines „Genome Editing“-Verfahrens kann deutlich von dem beabsichtigten Ergebnis abweichen.

Schon kleine Änderungen im Genom können große Auswirkungen haben.<sup>15,16</sup> Der

Molekulargenetiker Dr. Michael Antoniou aus London erklärt: „Das Risiko hängt nicht vom Ausmaß der genetischen Veränderungen ab, schon kleine genetische Veränderungen können dramatische, ungeahnte Folgen haben. Selbst eine kleine Beseitigung oder Einfügung kann beim „Genome Editing“ zum Entstehen einer neuen Gensequenz führen, aus der ein neuartiges mutiertes Protein mit unbekanntem Auswirkung auf die Funktion hervorgeht. Aus diesem Grund müssen alle durch „Genome Editing“ hervorgerufenen Mutationen auf Grundlage ihrer Auswirkung, Art und Anzahl beurteilt werden.“

SDN-1- und SDN-2-Anwendungen gelten oft als weniger disruptiv als SDN-3, weil sie nicht dazu dienen, dauerhaft artfremde DNA in das Genom einzubringen. Es gibt jedoch keine Belege dafür, dass dabei weniger, kleinere oder nicht so riskante Mutationen entstehen. Umfangreiche Mutationen, einschließlich größerer Beseitigungen, Einfügungen und Neuaneinandersetzungen von DNA, wurden sogar bei SDN-1-Verfahren festgestellt.<sup>17,18</sup>

Tatsächlich können alle „Genome Editing“-Verfahren – SDN-1, -2 und -3 – mithilfe von Multiplex-Ansätzen, die mehrere Gene auf einmal oder in wiederholten, aufeinander folgenden Anwendungen anvisieren, an mehreren Stellen des Genoms ausgeführt werden.<sup>19,20,21</sup> Behauptungen, die herbeigeführten Veränderungen seien „geringfügig“ und würden „dem, was in der Natur geschieht, ähneln“, sind daher irreführend – mehrere einzelne kleine Veränderungen können zusammen einen

Organismus erschaffen, der sich deutlich von dem Ausgangsorganismus unterscheidet. Und wenn schon kleine Änderungen große Auswirkungen haben können, dürften mehrere kleine, über „Genome Editing“ herbeigeführte Veränderungen noch größere

Veränderungen hervorrufen. Dadurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit unbeabsichtigter Veränderungen der Biochemie und der allgemeinen Zusammensetzung der editierten Pflanze – mit unbekanntem Folgen nicht nur für die Ertragsleistung, sondern auch für die Gesundheit der Verbraucher\*innen.

Die Risiken sowohl kleiner als auch großer Veränderungen müssen daher sorgfältig beurteilt werden. Bisher wurden zwar unbeabsichtigte genetische Veränderungen in genomeditierten Organismen zum Teil untersucht, jedoch wurden keine Sicherheitstests an genomeditierten Produkten durchgeführt. Solche Studien sind nach EU-Recht vorgeschrieben, bevor ein Gentechnik-Produkt auf den Markt gebracht werden kann.

**„Das Risiko hängt nicht vom Ausmaß der genetischen Veränderungen ab. Selbst kleine genetische Veränderungen können dramatische, ungeahnte Folgen haben.“**  
– Dr. Michael Antoniou

## GENOMEDITIERTE RINDER WIESEN ANTIBIOTIKA-RESISTENZGENE AUF

Behauptungen, genomeditierte Produkte seien naturidentisch oder von Grund auf sicher, sind mit Vorsicht zu betrachten, wie der Fall der genomeditierten hornlosen Rinder zeigt.

2019 analysierten Forscher\*innen einer US-Behörde (Food and Drug Administration, FDA) die Genome zweier Kälber,<sup>13</sup> die von dem Biotech-Unternehmen Recombinetics mithilfe des TALEN-Verfahrens in einem SDN-3-Verfahren (Einfügen von Genen) genomeditiert worden waren. Mit der Genmanipulation sollte verhindert werden, dass den Tieren Hörner wachsen. Dazu wurde das POLLED-Gen, das auf konventionelle Weise hornlos gezüchteten Rindern entnommen worden war, in ihr Genom eingefügt.

Die Wissenschaftler\*innen von Recombinetics hatten zuvor behauptet, das bei den Rindern angewendete „Genome Editing“ sei so präzise, dass „unsere Tiere keinerlei unbeabsichtigte Merkmale aufweisen“.<sup>22</sup> Vorstandsmitglieder des Unternehmens hatten 2017 gegenüber Bloomberg erklärt: „Wir wissen genau, wo das Gen hingehört, und genau dort setzen wir es auch ein“ und „Wir können alle wissenschaftlichen Daten vorweisen, die belegen, dass es keine unbeabsichtigten Merkmale gibt.“<sup>23</sup>

In einer Stellungnahme akademischer Forscher\*innen, von denen einige mit Recombinetics in Verbindung standen, hieß es, das bei den Rindern angewendete „Genome Editing“ sei präzise, die herbeigeführten Veränderungen würden im Großen und Ganzen

mit möglichen natürlichen Entwicklungen übereinstimmen und alle Tiere mit unerwünschten Eigenschaften würden aus Zuchtprogrammen ausgeschlossen werden.<sup>24</sup>

All diese Behauptungen wurden jedoch durch die Erkenntnisse der FDA-

Wissenschaftler\*innen widerlegt.

Das POLLED-Gen war zwar wie vorgesehen an einer der Zielstellen des „Genome Editing“-Verfahrens im Genom der Kälber eingefügt

worden. An der anderen vorgesehenen Zielstelle im Genom waren jedoch versehentlich zwei Kopien des gesamten Plasmid-DNA-Konstrukts, das die POLLED-Sequenz trug (die als DNA-Reparaturvorlage im SDN-3-Verfahren dienten) eingefügt worden. Diese versehentlich eingefügten Plasmide enthielten vollständige Gensequenzen, die eine Resistenz gegen drei Antibiotika (Neomycin, Kanamycin und Ampicillin) bewirken.<sup>13</sup>

**Diese Behauptungen wurden durch die Erkenntnisse der FDA-Wissenschaftler\*innen widerlegt.**



Es ist nicht bekannt, ob diese Antibiotikaresistenzgene die Gesundheit des Tieres oder der Menschen, die seine Produkte konsumieren, beeinträchtigen können. Eine Untersuchung lohnt sich jedoch schon alleine deshalb, weil diese Gene auf krankheitsverursachende Bakterien übertragen werden könnten, die wiederum antibiotikaresistent werden und die Gesundheit von Menschen und Tieren gefährden.<sup>25</sup>

Die Wissenschaftler\*innen von Recombinetics hatten diese unbeabsichtigten Auswirkungen übersehen, weil sie ungeeignete Analysemethoden verwendet hatten.<sup>22</sup> Tad Sontesgard, CEO von Acceligen, einer Tochtergesellschaft von Recombinetics und Eigentümerin der Tiere, erklärte: „Damit haben wir nicht gerechnet und auch nicht danach Ausschau gehalten.“ Er gab zu, dass eine umfassendere Überprüfung „nötig gewesen wäre“.<sup>23</sup>

**Man kann nicht darauf vertrauen, dass Entwickler\*innen sich selbst regulieren und für sich selbst feststellen, ob die durch „Genome Editing“ herbeigeführten Veränderungen sicher sind.**

Aufgrund der Entdeckung der FDA-Wissenschaftler\*innen verwarf Brasilien seine Pläne, eine Herde genomeditierter hornloser Rinder zu erschaffen.<sup>26</sup>

Man kann nicht darauf vertrauen, dass Entwickler\*innen sich selbst regulieren und für sich selbst feststellen, ob die durch „Genome Editing“ herbeigeführten Veränderungen sicher sind, oder identisch mit denen, die ebenso gut in der Natur auftreten könnten.

Es muss strenge Vorschriften geben, um eine sorgfältige Überprüfung auf unbeabsichtigte

Auswirkungen zu gewährleisten. Da bei den gängigen Prüfmethodeen viele Mutationen übersehen werden, muss – wie in Kapitel 2 dargelegt – eine Kombination aus Long-Range PCR und Long-Read DNA-Sequenzierung angewendet werden. Darüber hinaus müssen Sicherheitsuntersuchungen durchgeführt werden, um die Risiken genomeditierter Organismen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt besser zu verstehen.

## WARUM „GENOME EDITING“ STATT ZÜCHTUNG?

Der Misserfolg der hornlosen Rinder wirft eine offensichtliche Frage auf: Warum haben die Entwickler\*innen das Gen nicht einfach durch Züchtung in die leistungsstarke Holstein-Rasse eingekreuzt, statt „Genome Editing“ am Holstein-Rind anzuwenden?

Das oben zitierte Team aus Wissenschaftler\*innen, von denen einige für Recombinetics arbeiten, schrieb, dass Hornlosigkeit theoretisch auch durch konventionelle Züchtung erreicht werden könne, in der Praxis jedoch

die Kosten untragbar seien: „Keine Züchterin und kein Züchter kann sich das leisten.“<sup>24</sup>

In einer anderen Abhandlung führten die Recombinetics-Wissenschaftler\*innen an, dass es zu wenig Zuchtbullen gibt, die handelsüblichen POLLED-Samen produzieren. Sie bezeichneten den „genetischen Wert“ hornloser Holstein-Bullen als gering, zudem bringe die Züchtung auf die POLLED-Eigenschaft weitere unerwünschte Merkmale wie einen schlechten Milchertrag mit sich.<sup>22</sup>

Die Autor\*innen beider Teams argumentierten außerdem, dass herkömmliche Zuchtprogramme im Vergleich zu „Genome Editing“ relativ langsam seien.<sup>22,24</sup>

Das trifft anscheinend aber nicht auf Europa zu.<sup>27</sup> Ein Züchter hornloser Holstein-Rinder in Pennsylvania, USA, erklärte: „Die Europäer selektieren gezielt nach diesem Merkmal und sind uns inzwischen Jahre voraus, was die Vererbung der Hornlosigkeit angeht. Die Tierschutzgesetze in Europa werden die Züchtung hornloser Rinder unter dem Druck der Verbraucher\*innen noch weiter vorantreiben.“<sup>27</sup>

Hendrik Albada, Miteigentümer der Hul-Stein Holstein-Herde in den Niederlanden, erklärte,

hornlose Zuchtbullen seien in Europa allein wegen des genetischen Wertes beliebt – 2015 wurden fast 10 Prozent der Kühe in Deutschland von einem hornlosen Bullen gedeckt.<sup>27</sup>

Scheinbar hat die konventionelle Züchtung bereits das erreicht, was Gentechnikverfechter\*innen zufolge nur durch „Genome Editing“ schnell erzielt werden könne. Der Zeitaufwand und die Kosten sind nicht untragbar; hornlose Rinder werden mit einem hohen genetischen Wert erzeugt; und bei der Verfügbarkeit hornloser Zuchtbullen wurden große Fortschritte erzielt.

Dieses Beispiel zeigt, dass Behauptungen, „Genome Editing“ sei die einzige oder beste Lösung für ein bestimmtes Problem, von der Gesellschaft kritisch beurteilt werden sollten.

## ORGANISMEN MIT UNERWÜNSCHTEN MUTATIONEN WERDEN MÖGLICHERWEISE NICHT VON ZUCHTPROGRAMMEN AUSGESCHLOSSEN

Entwickler\*innen von GVO behaupten oft, dass genomeditierte Organismen mit genetischen Fehlern und unerwünschten Eigenschaften von Zuchtprogrammen ausgeschlossen werden<sup>24</sup> oder dass die Fehler durch anschließende Rückkreuzung beseitigt werden können; es gäbe also keinerlei Anlass zur Sorge.

Die genomeditierten hornlosen Rinder, die unerwartet Antibiotika-Resistenzgene aufwiesen (siehe oben), zeigen jedoch, dass Entwickler\*innen von GVO

keineswegs zuverlässig genetische Fehler und unerwünschte Merkmale aufdecken<sup>13</sup> und dass strenge Vorschriften erforderlich sind, um sorgfältige Überprüfungen durchzusetzen.<sup>28</sup>

**Die Erfahrungen mit der ersten Generation von Gentechnik-Pflanzen zeigen, dass die unerwünschten Merkmale nicht unbedingt durch Rückkreuzungen entfernt werden.**

Die Erfahrungen mit der ersten Generation von Gentechnik-Pflanzen zeigen, dass die unerwünschten Merkmale nicht unbedingt durch Rückkreuzungen durch die Entwickler\*innen entfernt werden, und dass Nutzpflanzen mit diesen Merkmalen auf den Markt gekommen sind.

So wurde zum Beispiel bei dem Glyphosat-toleranten NK603-Mais, einer gentechnisch veränderten Pflanze, ein

höherer Anteil bestimmter Verbindungen als bei der nicht gentechnisch veränderten Ausgangspflanze festgestellt, der sich – je nach Kontext – als schützend oder toxisch herausstellen könnte. Zudem wurden bei dem gentechnisch veränderten Mais Ungleichgewichte im Stoffwechsel festgestellt, die die Nahrungsmittelqualität beeinträchtigen könnten.<sup>29</sup> Diese ungewollten Veränderungen könnten die Gesundheitsschäden, die nach dem Konsum des Mais beobachtet wurden, erklären.<sup>30</sup> Der gentechnisch veränderte MON810-Mais mit Insektizidwirkung enthielt Zein, ein Allergen, das es in der Ausgangspflanze nicht gab.<sup>31</sup> Möglicherweise hatten die Entwickler\*innen diese Änderungen nicht bemerkt oder hielten sie für unwichtig.

## GENOMEDITIERTE ORGANISMEN SIND GENAUSO (UN)SICHER WIE ÄLTERE GVO

Ein weit verbreiteter Irrglaube ist, dass genomeditierte Organismen sicherer sind als GVO älterer Bauart. Diese Behauptung entbehrt jedoch jeder wissenschaftlichen Grundlage, wie Dr. Larry Gilbertson, Wissenschaftler bei Bayer, bestätigt. Er erklärt, dass die Risiken bei den neuen Verfahren wie „Genome Editing“ die gleichen sind wie bei den älteren Gentechnikverfahren: „Meiner Ansicht nach unterscheiden sich die Risiken dieser beiden Technologien nicht wesentlich, da bei beiden im Grunde genommen die DNA verändert wird.“<sup>32</sup>

2018 stützte sich der europäische Gerichtshof in seinem Urteil auf diesen wissenschaftlichen Fakt und entschied, dass mittels „Genome Editing“ (damals als „neues Verfahren der Mutagenese“ bezeichnet) produzierte Organismen genauso reguliert

Bei vegetativ vermehrten GV-Nutzpflanzen wie Kartoffeln, Bananen und Obstbäumen ist eine größere Menge unerwünschter Mutationen unvermeidbar. Das liegt daran, dass die Vermehrung nicht über geschlechtliche Fortpflanzung (Bestäubung) erfolgt, sondern über verschiedene ungeschlechtliche Methoden, zum Beispiel durch das Anpflanzen von Knollen (Kartoffeln), Stecklingen (Bananen) und durch Veredelung (z. B. Apfelbäume) – dadurch entsteht eine neue Pflanze aus einem Teil der Ausgangspflanze. Das bedeutet, dass durch Gentechnikprozesse (einschließlich „Genome Editing“) entstandene Mutationen nicht durch Rückkreuzung herausgezüchtet werden können und auch in den Produkten, die schließlich auf den Markt kommen, fortbestehen.

werden müssen wie mittels anderer Verfahren hergestellte GVO. Der Gerichtshof gab folgende Erklärung ab: „Die Risiken im Zusammenhang mit der Anwendung dieser neuen Verfahren/Methoden der Mutagenese könnten sich als ähnlich zu denjenigen erweisen, die aus der Produktion und Freisetzung eines GVO durch Transgenese hervorgehen, da durch die direkte Modifizierung des genetischen Materials eines Organismus die gleichen Auswirkungen erzielt werden können wie durch das Einfügen artfremder Gene in den Organismus (Transgenese). Diese neuen Verfahren ermöglichen es, genetisch veränderte Varianten in einer Geschwindigkeit herzustellen, die in keinem Verhältnis steht zu dem, was bei der Anwendung herkömmlicher Mutagenese-Methoden möglich ist.“<sup>33</sup>

„Genome Editing“-Verfahren bergen neue und andere Risiken als ältere transgene Gentechnikverfahren. Einige Wissenschaftler\*innen plädieren deshalb dafür, die Risikobewertungsleitlinien der EU zu erweitern, um diese Risiken zu berücksichtigen.<sup>8,15,16</sup>

Weder der Wissenschaftler von Bayer, noch der Europäische Gerichtshof oder die

## „GENOME EDITING“ MIT MUTATIONSZÜCHTUNG ZU VERGLEICHEN, IST IRREFÜHREND

Befürworter\*innen des „Genome Editing“ behaupten, es sei präziser und damit auch sicherer als die Mutationszüchtung.<sup>34</sup> Diese Behauptung ist jedoch irreführend, da sie auf einem falschen Vergleich basiert. Mutationszüchtung wird zwar neben herkömmlichen Züchtungsmethoden angewendet. Doch handelt es sich dabei um eine Minderheitsmethode, die nicht mit konventioneller Züchtung gleichgesetzt

Wie hoch die Risiken durch Mutationszüchtung für Gesundheit und Umwelt nun wirklich sind, kann man noch nicht genau sagen, da es keine kontrollierten Studien gibt.

Technologien selbst bringt keinen GVO hervor.) Die standardmäßige konventionelle Zucht ist unbestreitbar sicher und ist diejenige Methode, mit der genomeditierte Nutzpflanzen verglichen werden sollten.

Forscher\*innen, die vor den besonderen Risiken des „Genome Editing“ warnen, unterstützen die Behauptung, genomeditierte Organismen seien sicherer als ältere transgene GVO. Diese Behauptung basiert nicht auf wissenschaftlichen Fakten, sondern dient lediglich Marketingzwecken.

Wie wir in Kapitel 3 erfahren haben, unterscheidet sich „Genome Editing“ von der Mutationszüchtung und birgt andere Risiken. Wie hoch die Risiken durch Mutationszüchtung für Gesundheit und Umwelt nun wirklich sind, kann man noch nicht genau sagen, da es keine kontrollierten Studien gibt. Bestimmte Anzeichen deuten jedoch darauf hin, dass sie nicht so hoch sind wie beim „Genome Editing“.<sup>8</sup>

Für die Pflanze selbst gilt die Mutationszüchtung trotzdem weithin als riskant, unberechenbar und ineffizient, wenn es um das Herbeiführen nützlicher Mutationen geht. Pflanzenzellen, die Chemikalien oder Strahlung ausgesetzt sind, können absterben, und viele der resultierenden Pflanzen sind deformiert, nicht lebensfähig, unfruchtbar – oder alles zusammen.<sup>37,38,39</sup>

Die Mutationszüchtung gilt nach dem EU-Recht als gentechnische Veränderung. Sie ist von den Bestimmungen ausgenommen, da sie als erwiesenermaßen sicher gilt (obwohl es keine Untersuchungen zu ihren Risiken gibt).<sup>40</sup> Auf „Genome Editing“ trifft dies eindeutig nicht zu, weil hierfür weder Nachweise für eine bewährte Anwendung noch für eine sichere Nutzung vorliegen.<sup>8</sup>

# REGULIERUNGS-AUFSICHT IST UNERLÄSSLICH

Die „Genome Editing“-Technologie bringt unbeabsichtigte Ergebnisse hervor, die Risiken für die Gesundheit von Menschen und Tieren und für die Umwelt bergen können. Die Entwickler\*innen sind zwar zuversichtlich, dass unerwünschte Nebenwirkungen entfernt werden können, aber sie:

- führen keine ausreichenden Überprüfungen auf solche unerwünschten Ergebnisse durch – vermutlich, weil dies dem Zweck des „Genome Editing“, Zeit zu gewinnen, widersprechen würde
- entfernen sie nicht zuverlässig

## LITERATURNACHWEISE

1. Bayer. Here are the facts about agriculture and nutrition. Online veröffentlicht im November 2018. <https://www.bayer.com/sites/default/files/2020-04/here-are-the-facts-about-agriculture-and-nutrition-brochure.pdf>
2. Corteva Agriscience. Frequently Asked Questions. [corteva.com](https://www.corteva.com). Veröffentlicht 2021. Aufgerufen am 11. Januar 2021. <https://crispr.corteva.com/faqs-crispr-cas-corteva-agriscience/>
3. EuropaBio. Achieving the potential of genome editing. [EuropaBio.org](https://www.europabio.org). Veröffentlicht im Juni 2019. Aufgerufen am 10. Januar 2021. [https://www.europabio.org/wp-content/uploads/2021/03/2019\\_06\\_G\\_PP\\_EuropaBio-Updated-genome-editing-paper.pdf](https://www.europabio.org/wp-content/uploads/2021/03/2019_06_G_PP_EuropaBio-Updated-genome-editing-paper.pdf)
4. Corteva Agriscience. CRISPR Q&A – For internal use only. Online veröffentlicht am 28. Mai 2019. [https://crispr.corteva.com/wp-content/uploads/2019/05/FINAL\\_For-Internal-Use-Only-Corteva-CRISPR-QA-UPDATED-5.28.19.pdf](https://crispr.corteva.com/wp-content/uploads/2019/05/FINAL_For-Internal-Use-Only-Corteva-CRISPR-QA-UPDATED-5.28.19.pdf)
5. Tuladhar R, Yeu Y, Piazza JT, et al. CRISPR-Cas9-based mutagenesis frequently provokes on-target mRNA misregulation. *Nat Commun.* 2019;10(1):1-10. doi:10.1038/s41467-019-12028-5
6. Mou H, Smith JL, Peng L, et al. CRISPR/Cas9-mediated genome editing induces exon skipping by alternative splicing or exon deletion. *Genome Biology.* 2017;18:108. doi:10.1186/s13059-017-1237-8
7. Smits AH, Ziebell F, Joberty G, et al. Biological plasticity rescues target activity in CRISPR knock outs. *Nat Methods.* 2019;16(11):1087-1093. doi:10.1038/s41592-019-0614-5
8. Kawall K, Cotter J, Then C. Broadening the GMO risk assessment in the EU for genome editing technologies in agriculture. *Environmental Sciences Europe.* 2020;32(1):106. doi:10.1186/s12302-020-00361-2

- haben nicht immer die Möglichkeit, sie zu entfernen (bei vegetativ vermehrten Pflanzen).

Aus diesen Gründen ist eine strikte regulatorische Aufsicht zwingend notwendig. Zu diesem Schluss kommt auch der FDA-Wissenschaftler Steven M. Solomon im Hinblick auf genomeditierte Tiere in den USA,<sup>28</sup> und der Europäische Gerichtshof hat in Bezug auf sämtliche genomeditierte Organismen in der EU ein entsprechendes Urteil gefällt.<sup>33</sup>

9. Agapito-Tenfen SZ, Okoli AS, Bernstein MJ, Wikmark O-G, Myhr AI. Revisiting risk governance of GM plants: The need to consider new and emerging gene-editing techniques. *Front Plant Sci.* 2018;9. doi:10.3389/fpls.2018.01874
10. European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility (ENSSER). ENSSER Statement: New Genetic Modification Techniques and Their Products Pose Risks That Need to Be Assessed. <https://ensser.org/publications/2019-publications/ensser-statement-new-genetic-modification-techniques-and-their-products-pose-risks-that-need-to-be-assessed/>
11. GMWatch. Gene editing: Unexpected outcomes and risks. [GMWatch.org](https://www.gmwatch.org/en/67-uncategorised/19499-gene-editing-unexpected-outcomes-and-risks). Veröffentlicht am 3. August 2020. Aufgerufen am 11. Januar 2021. <https://www.gmwatch.org/en/67-uncategorised/19499-gene-editing-unexpected-outcomes-and-risks>
12. Ono R, Yasuhiko Y, Aisaki K, Kitajima S, Kanno J, Hirabayashi Y. Exosome-mediated horizontal gene transfer occurs in double-strand break repair during genome editing. *Commun Biol.* 2019;2(1):1-8. doi:10.1038/s42003-019-0300-2
13. Norris AL, Lee SS, Greenlees KJ, Tadesse DA, Miller MF, Lombardi HA. Template plasmid integration in germline genome-edited cattle. *Nat Biotechnol.* 2020;38(2):163-164. doi:10.1038/s41587-019-0394-6
14. Latham J. Gene-editing unintentionally adds bovine DNA, goat DNA, and bacterial DNA, mouse researchers find. *Independent Science News.* <https://www.independentsciencenews.org/health/gene-editing-unintentionally-adds-bovine-dna-goat-dna-and-bacterial-dna-mouse-researchers-find/>. Veröffentlicht am 23. September 2019.
15. Eckerstorfer M, Miklau M, Gaugitsch. New Plant Breeding Techniques and Risks Associated with Their Application. *Umweltbundesamt Österreich*; 2014. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0477.pdf>

16. Eckerstorfer MF, Dolezel M, Heissenberger A, et al. An EU perspective on biosafety considerations for plants developed by genome editing and other new genetic modification techniques (nGMs). *Front Bioeng Biotechnol.* 2019;7. doi:10.3389/fbioe.2019.00031

17. Robinson C, Antoniou M. Science supports need to subject gene-edited plants to strict safety assessments. [GMWatch.org](https://www.gmwatch.org/en/news/latest-news/19223). Veröffentlicht am 20. November 2019. <https://www.gmwatch.org/en/news/latest-news/19223>

18. Biswas S, Tian J, Li R, et al. Investigation of CRISPR/Cas9-induced SD1 rice mutants highlights the importance of molecular characterization in plant molecular breeding. *Journal of Genetics and Genomics.* Online veröffentlicht am 21. Mai 2020. doi:10.1016/j.jgg.2020.04.004

19. Wang H, La Russa M, Qi LS. CRISPR/Cas9 in genome editing and beyond. *Annual Review of Biochemistry.* 2016;85(1):227-264. doi:10.1146/annurev-biochem-060815-014607

20. Zetsche B, Heidenreich M, Mohanraju P, et al. Multiplex gene editing by CRISPR-Cpf1 using a single crRNA array. *Nature Biotechnology.* 2017;35(1):31-34. doi:10.1038/nbt.3737

21. Raitskin O, Patron NJ. Multi-gene engineering in plants with RNA-guided Cas9 nuclease. *Curr Opin Biotechnol.* 2016;37:69-75. doi:10.1016/j.copbio.2015.11.008

22. Carlson DF, Lancto CA, Zang B, et al. Production of hornless dairy cattle from genome-edited cell lines. *Nature Biotechnology.* 2016;34:479-481. doi:10.1038/nbt.3560

23. Regalado A. Gene-edited cattle have a major screwup in their DNA. *MIT Technology Review.* Online veröffentlicht am 29. August 2019. Aufgerufen am 20. März 2020. <https://www.technologyreview.com/s/614235/recombinetics-gene-edited-hornless-cattle-major-dna-screwup/>

24. Carroll D, Van Eenennaam AL, Taylor JF, Seger J, Voytas DF. Regulate genome-edited products, not genome editing itself. *Nat Biotechnol.* 2016;34(5):477-479. doi:10.1038/nbt.3566

25. Nawaz MA, Mesnage R, Tsatsakis AM, et al. Addressing concerns over the fate of DNA derived from genetically modified food in the human body: A review. *Food Chem Toxicol.* 2018;124:423-430. doi:10.1016/j.fct.2018.12.030

26. Molteni M. Brazil's plans for gene-edited cows got scrapped—Here's why. *Wired.* Online veröffentlicht am 26. August 2019. Aufgerufen am 7. Juni 2020. <https://www.wired.com/story/brazils-plans-for-gene-edited-cows-got-scrappedheres-why/>

27. O'Keefe K. Polled Holsteins: Past, present and future. *Progressive Dairy.* Online veröffentlicht am 18. Oktober 2016. Aufgerufen am 10. Januar 2021. <https://www.progressivedairy.com/topics/a-i-breeding/polled-holsteins-past-present-and-future>

28. Solomon SM. Genome editing in animals: why FDA regulation matters. *Nat Biotechnol.* 2020;38(2):142-143. doi:10.1038/s41587-020-0413-7

29. Mesnage R, Agapito-Tenfen SZ, Vilperte V, et al. An integrated multi-omics analysis of the NK603 Roundup-tolerant GM maize reveals metabolism disturbances caused by the transformation process. *Scientific Reports.* 2016;6:37855. doi:10.1038/srep37855

30. Séralini G-E, Clair E, Mesnage R, et al. ReVeröffentlicht study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe.* 2014;26(14). doi:10.1186/s12302-014-0014-5

31. Zolla L, Rinalducci S, Antonioli P, Righetti PG. Proteomics as a complementary tool for identifying unintended side effects occurring in transgenic maize seeds as a result of genetic modifications. *J Proteome Res.* 2008;7:1850-1861. doi:10.1021/pr0705082

32. Fortuna G, Foote N. Bayer scientist: "Regulation and risk assessment must evolve with technology." [EurActiv.com](https://www.euractiv.com/section/agriculture-food/video/bayer-scientist-regulation-and-risk-assessment-must-evolve-with-technology/). Online veröffentlicht am 11. Dezember 2019. Aufgerufen am 8. Januar 2021. <https://www.euractiv.com/section/agriculture-food/video/bayer-scientist-regulation-and-risk-assessment-must-evolve-with-technology/>

33. Europäischer Gerichtshof. C-528/16 – Confédération Paysanne and Others: Judgement of the Court. (Europäischer Gerichtshof 2018). Aufgerufen am 27. September 2019. <http://curia.europa.eu/juris/documents.jsf?num=C-528/16>

34. Askew K. CRISPR genome editing to address food security and climate change: "Now more than ever we are looking to science for solutions." [foodnavigator.com](https://www.foodnavigator.com/Article/2020/05/04/CRISPR-genome-editing-to-address-food-security-and-climate-change-Now-more-than-ever-we-are-looking-to-science-for-solutions). Online veröffentlicht am 4. Mai 2020. Aufgerufen am 29. Januar 2021. <https://www.foodnavigator.com/Article/2020/05/04/CRISPR-genome-editing-to-address-food-security-and-climate-change-Now-more-than-ever-we-are-looking-to-science-for-solutions>

35. Cobb JN, Biswas PS, Platten JD. Back to the future: revisiting MAS as a tool for modern plant breeding. *Theor Appl Genet.* 2019;132(3):647-667. doi:10.1007/s00122-018-3266-4

36. Arruda MP, Lipka AE, Brown PJ, et al. Comparing genomic selection and marker-assisted selection for Fusarium head blight resistance in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Mol Breeding.* 2016;36(7):84. doi:10.1007/s11032-016-0508-5

37. Acquaah G. *Principles of Plant Genetics and Breeding.* Wiley-Blackwell; 2007. <http://bit.ly/17GkBG>

38. Van Harten AM. *Mutation Breeding: Theory and Practical Applications.* Cambridge University Press; 1998.

39. GM Science Review Panel. First Report: An Open Review of the Science Relevant to GM Crops and Food Based on Interests and Concerns of the Public. DEFRA; 2003. [https://www.researchgate.net/publication/272998451\\_GM\\_SCIENCE\\_REVIEW\\_FIRST\\_REPORT\\_An\\_open\\_review\\_of\\_the\\_science\\_relevant\\_to\\_GM\\_crops\\_and\\_food\\_based\\_on\\_interests\\_and\\_concerns\\_of\\_the\\_public](https://www.researchgate.net/publication/272998451_GM_SCIENCE_REVIEW_FIRST_REPORT_An_open_review_of_the_science_relevant_to_GM_crops_and_food_based_on_interests_and_concerns_of_the_public)

40. Europäisches Parlament und Europäischer Rat. Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates. *Amtsblatt L.* 2001;106:1-39. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX%3A32001L0018>

# 5. Genomeditierte Produkte sind nachweisbar

## MYTHOS ✨

Genomeditierte Produkte lassen sich nicht von den Produkten herkömmlicher Züchtung unterscheiden.

Branchenverbände behaupten, viele genomeditierte Produkte seien überhaupt nicht von Produkten herkömmlicher Züchtungen zu unterscheiden.<sup>1</sup> Und laut Bayer ist eine durch „Genome Editing“ herbeigeführte Veränderung „nicht zu unterscheiden von einem Durchbruch in der konventionellen Zucht oder einer natürlichen Mutation“.<sup>2</sup>

Mit solchen Behauptungen will man scheinbar die EU-Behörden davon überzeugen, dass sie sich nicht einmal bemühen müssen, das EU-Gentechnikrecht auch auf „Genome Editing“ anzuwenden.

Die bereits verfügbaren, standardmäßigen GVO-Nachweisverfahren ermöglichen es jedoch, viele verschiedene genetische Veränderungen eindeutig zu erkennen und nachzuweisen, sofern

**Jedes patentierte Saatgut kann von anderen Produkten unterschieden werden.**



## WAHRHEIT

Sofern Informationen über die genetische Veränderung verfügbar sind, können Methoden zum Nachweis aller „Genome Editing“-Produkte entwickelt werden.

Informationen über die genetische Veränderung vorliegen – von der kleinsten Veränderung wie der Punktmutation eines einzelnen Nukleotids (DNA-Grundbaustein) bis hin zur größtmöglichen Veränderung wie dem Einfügen großer genetischer Sequenzen. Außerdem kann patentiertes Saatgut grundsätzlich von anderen Produkten unterschieden werden. Andernfalls wäre es nicht möglich, den Patentschutz durchzusetzen.

Patente beinhalten in der Regel spezifische Genomsequenzen, unabhängig davon, wie sie erlangt wurden. Beispielsweise können Nutzpflanzen, die durch eine Mutationszüchtung entwickelt wurden, anhand der spezifischen Sequenzen, die sie kennzeichnen, und die im Patent beschrieben werden, identifiziert werden.

Wenn diese spezifischen Sequenzen bekannt sind, können nicht nur die Entwickler\*innen, sondern auch andere Forscher\*innen Nachweisverfahren für diese Nutzpflanzen erarbeiten. So geschah es bei dem genomeditierten Raps der Firma Cibus. Cibus entwickelte seine eigene Nachweismethode zur Identifizierung seines Produkts und übermittelte sie an die kanadischen Behörden.<sup>3</sup> Die Behörden weigerten sich jedoch, diese Methode kanadischen NGOs zur Verfügung zu stellen, da es sich um vertrauliche Geschäftsinformationen handele. Daraufhin entwickelte ein Team aus Wissenschaftler\*innen anhand der öffentlich verfügbaren Informationen ein Open-Source-Nachweisverfahren für diese Gentechnik-Pflanze.<sup>4</sup>

Der Cibus-Raps stellte eine besondere Herausforderung dar, da die (gewünschte) Veränderung seines genetischen Bauplans auf der Veränderung „eines einzigen Basenpaares“ (DNA-Grundbaustein) in einem bestimmten Gen beruht. Die Forscher\*innen bestätigten, dass die Veränderung an einem einzelnen Basenpaar mit dem Standard-Nachweisverfahren für GVO, das auf der Polymerase-Kettenreaktion (PCR)-Methode basiert, nachgewiesen werden kann. Sie meinen, es sei durchaus möglich, Nachweisverfahren

für die meisten, wenn nicht sogar alle, genomeditierten Organismen zu entwickeln, vorausgesetzt, es liegen genügend Informationen über die Art des Edit vor.<sup>4</sup>

Die Forscher\*innen erklärten: „Unsere Arbeit zeigt, dass es möglich ist, ereignisspezifische, mit dem Gentechnikrecht konforme Nachweisverfahren für praktisch jeden genomeditierten Organismus zu erarbeiten. Die Informationen, die von den Entwickler\*innen offengelegt oder anderweitig der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt wurden, sind dafür ausreichend.“<sup>4</sup>

**Wenn die spezifischen Sequenzen, die eine genomeditierte Nutzpflanze kennzeichnen, bekannt sind, können nicht nur die Entwickler\*innen, sondern auch andere Forscher\*innen Nachweisverfahren erarbeiten.**



## UNBEKANNTE GENOMEDITIERTE NUTZPFLANZEN

Bei der Kritik an dem Open Source-Test für den Cibus-Raps ging es in erster Linie um die Tatsache, dass das verwendete Gentechnikverfahren nicht erkannt wird. Einige Kritiker\*innen, darunter die Europäische Organisation für Pflanzenwissenschaften (EPSO), sagten auch, damit werde das Problem unbekannter gentechnischer Veränderungen nicht behoben.<sup>5</sup>

Das EU-Recht verlangt von den Nachweistests jedoch nicht, dass sie das zur Entwicklung der Pflanze verwendete Gentechnikverfahren aufzeigen können. Eine wissenschaftliche Prüfung von Forscher\*innen des deutschen Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) und des Julius Kühn-Instituts kam zu dem Schluss, dass GVO-Nachweisverfahren in der Regel keine Rückschlüsse auf den angewendeten Prozess – ob „Genome Editing“-Verfahren oder ältere transgene Methoden der Gentechnik – zulassen. Die Forscher\*innen merkten jedoch an, dass „Bioinformatik und statistische Überlegungen dabei helfen könnten, zu beurteilen, ob eine erkannte Sequenz möglicherweise mittels Gentechnik eingefügt wurde.“<sup>6</sup>

Beim Nachweisen unbekannter GVO haben sich Wissenschaftler\*innen nie ausschließlich auf im Labor verwendeten Nachweisverfahren verlassen. Die Gemeinsame Forschungsstelle der EU erklärte 2017, die einfachste Möglichkeit, Importe auf unbekannte GVO zu testen, bestünde darin, Genehmigungen in anderen Ländern, Patentanmeldungen, wissenschaftliche Publikationen und

andere Informationen zu überprüfen, um dann zielgerichtet suchen zu können. Der Labortest könne dann die auf anderen Wegen zusammengetragenen Informationen bestätigen.<sup>7</sup>

Zudem ist es unwahrscheinlich, dass eine größere Menge unbekannter genomeditierter Nutzpflanzen im Umlauf ist. Saatguthersteller\*innen machen es bekannt, wenn sie „Genome Editing“ bei der Entwicklung ihrer Produkte einsetzen. Bislang sind nur drei genomeditierte Nutzpflanzen in den Handel gelangt: der Herbizid-tolerante Raps von Cibus, eine Sojabohne von Calyxt und eine Tomate von Sanatech mit jeweils veränderter Zusammensetzung. Bisher konnte das Julius Kühn-Institut zahlreiche genomeditierte Produkte, die weltweit entwickelt wurden, zurückverfolgen.<sup>8</sup>

Dass unbekannte GVO bei offiziellen Kontrollen unentdeckt bleiben können, ist auch nichts Neues. Das Gleiche gilt für Gentechnik-Pflanzen,

die in den vergangenen 25 Jahren in Europa und anderen Ländern erfolgreich reguliert wurden.

Die heutigen Strategien zur Überprüfung auf unbekannte GVO erfassen tatsächlich nicht alle von ihnen. Sie erkennen nur diejenigen mit bestimmten häufig vorkommenden genetischen Sequenzen, die als „Screening-Targets“ verwendet werden. In den letzten Jahren sind jedoch immer mehr Gentechnik-Pflanzen hinzugekommen, die keine dieser Sequenzen aufweisen. Es ist daher durchaus möglich, dass derzeit nicht genehmigte GVO auf dem Markt

sind, die nicht erkannt wurden, weil sie keine häufig auftretenden Sequenzen aufweisen. Niemand behauptet, dass die Gentechnikgesetze der EU aus diesem Grund nicht durchsetzbar und somit nutzlos sind. Schließlich würde auch niemand auf die Idee kommen, Diebstahl legalisieren zu wollen, weil die Strafgesetze nicht alle Diebstähle verhindern.

Unbekannte genomeditierte Nutzpflanzen sind einfach eine weitere Kategorie von Gentechnik-Produkten, die bei der Gentechnik-Überwachung übersehen werden können und durch individuelle Verfahren

wie die für den Cibus-Raps entwickelte Methode erkannt werden müssen. Das Vorhandensein genomeditierter Produkte im Lebensmittelsystem stellt keinen neuen Umstand dar, der grundlegende Veränderungen an den Gentechnik-Gesetzen erforderlich macht.

Die Forscher\*innen, die den Test für den Cibus-Raps entwickelt haben, halten es für möglich, dass in Zukunft Nachweisverfahren für verschiedene Klassen genomeditierter Nutzpflanzen erarbeitet werden können.<sup>4</sup>

## TRANSPARENZ IST UNUMGÄNGLICH

Bis dahin müssen die Entwickler\*innen genomeditierter Organismen zu Transparenz verpflichtet werden. Laut dem Gentechnikrecht der EU müssen Agrar-Biotech-Unternehmen ein Nachweisverfahren und Referenzmaterial (Kontrollproben) für jeden genehmigten GVO bereitstellen. Allerdings hat die Branche bislang keine genomeditierten Organismen zur Zulassung in der EU eingereicht.

Forscher\*innen der North Carolina State University fordern, dass eine Koalition aus Vertreter\*innen der Biotech-Branche, Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen, Handelsverbänden sowie Akademiker\*innen gemeinsam grundlegende Informationen über genomeditierte Nutzpflanzen zur Verfügung stellt, um mehr Transparenz hinsichtlich der Verbreitung und Nutzung von „Genome Editing“ in der Lebensmittelwirtschaft zu ermöglichen. Ihrer Ansicht nach ist diese Transparenz dringend notwendig, um das Vertrauen der Öffentlichkeit in genomeditierte Produkte zu stärken.<sup>9</sup>

Die Verantwortung für die Transparenz im Hinblick auf genomeditierte Produkte liegt jedoch vor allem bei ihren Entwickler\*innen. Es kann nicht die Aufgabe der Regierung,

**Es kann nicht die Aufgabe der Regierung, Zivilgesellschaft oder Akademiker\*innen sein, die Wissenslücken, die die Branche mit ihrer Geheimnistuerei schafft, zu schließen.**

Zivilgesellschaft oder Akademiker\*innen sein, die Wissenslücken, die die Branche mit ihrer Geheimnistuerei schafft, zu schließen.

Die von den Entwickler\*innen veröffentlichten Informationen

sollten in einer für die Öffentlichkeit zugänglichen Datenbank zusammengetragen werden. Einige solcher Ressourcen stehen uns heute schon zur Verfügung – die Informationsstelle für biologische Sicherheit des Cartagena-Protokolls über die biologische Sicherheit,<sup>10</sup> die EUginius GVO-Datenbank des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) in Deutschland und der Wageningen Food Safety Research in den Niederlanden<sup>11</sup> sowie das von der Europäischen Kommission eingerichtete Register für EU-zugelassene und zurückgezogene GVO.<sup>12</sup> Die EU muss sicherstellen, dass Länder, die in den

EU-Binnenmarkt exportieren möchten, sich an diesen Verzeichnissen beteiligen.

Das Register EU-zugelassener GVO der Europäischen Kommission muss gemäß EU-Recht auch „maßgebliche Informationen,

sofern verfügbar, über GVO, die nicht in der Europäischen Union zugelassen sind, enthalten“.<sup>13</sup> Um diese Vorgabe zu erfüllen, müssen die EU-Kommission bzw. die EU-Mitgliedstaaten mit internationalen Partnern zusammenarbeiten.

## LITERATURNACHWEISE

1. European Seed. 22 European business organisations ask the EU for pro-innovation rules for plant breeding. European-Seed.com. Veröffentlicht am 24. April 2019. Aufgerufen am 12. Januar 2021. <https://european-seed.com/2019/04/22-european-business-organisations-ask-the-eu-for-pro-innovation-rules-for-plant-breeding/>

2. Bayer. Here are the facts about agriculture and nutrition. Online veröffentlicht im November 2018. <https://www.bayer.com/sites/default/files/2020-04/here-are-the-facts-about-agriculture-and-nutrition-brochure.pdf>

3. Regierung von Kanada. DD 2013-100: Determination of the safety of Cibus Canada Inc.'s canola (Brassica napus L.) event 5715. [www.inspection.gc.ca](http://www.inspection.gc.ca). Veröffentlicht am 16. April 2015. Aufgerufen am 3. Januar 2021. <https://www.inspection.gc.ca/plant-varieties/plants-with-novel-traits/approved-under-review/decision-documents/dd-2013-100/eng/1427383332253/1427383674669>

4. Chhalliyil P, Ilves H, Kazakov SA, Howard SJ, Johnston BH, Fagan J. A real-time quantitative PCR method specific for detection and quantification of the first commercialized genome-edited plant. *Foods*. 2020;9(9):1245. doi:10.3390/foods9091245

5. EPSO. EPS-Erklärung "Detecting a point mutation does not clarify its origin." EPSO. Veröffentlicht am 9. September 2020. Aufgerufen am 12. Januar 2021. <https://epsoweb.org/epso/epso-statement-detecting-a-point-mutation-does-not-clarify-its-origin/2020/09/09/>

6. Grohmann L, Keilwagen J, Duensing N, et al. Detection and identification of genome editing in plants: Challenges and opportunities. *Front Plant Sci*. 2019;10. doi:10.3389/fpls.2019.00236

7. European Network Working Group of GMO Laboratories. Detection, Interpretation and Reporting on the Presence of Authorised and Unauthorised Genetically Modified Materials; 2017. <https://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/ENGL/docs/WG-DIR-Final-Report.pdf>

8. Menz J, Modrzejewski D, Hartung F, Wilhelm R, Sprink T. Genome edited crops touch the market: A view on the global development and regulatory environment. *Front Plant Sci*. 2020;11. doi:10.3389/fpls.2020.586027

9. Kuzma J, Grieger K. Community-led governance for genome-edited crops. *Science*. 2020;370(6519):916-918. doi:10.1126/science.abd1512

10. Übereinkommen über die biologische Vielfalt. Informationsstelle für biologische Sicherheit. Die Informationsstelle für biologische Sicherheit (Biosafety Clearing-House, BCH). Veröffentlicht 2021. Aufgerufen am 29. Januar 2021. <https://bch.cbd.int/>

11. Euginius. Euginius: The European GMO database. Veröffentlicht 2021. Aufgerufen am 29. Januar 2021. <https://euginus.eu/euginus/pages/home.jsf>

12. Europäische Kommission. Genetically modified organisms: Community register of GM food and feed. [webgate.ec.europa.eu](http://webgate.ec.europa.eu/dyna/gm_register/index_en.cfm). Veröffentlicht am 2017. [https://webgate.ec.europa.eu/dyna/gm\\_register/index\\_en.cfm](https://webgate.ec.europa.eu/dyna/gm_register/index_en.cfm)

13. Europäisches Parlament und Rat. Verordnung (EG) Nr. 1830/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über die Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung von genetisch veränderten Organismen und über die Rückverfolgbarkeit von aus genetisch veränderten Organismen hergestellten Lebensmitteln und Futtermitteln sowie zur Änderung der Richtlinie 2001/18/EG. *Amtsblatt der Europäischen Union*. Online veröffentlicht am 18. Oktober 2003;L 268/24-L 268/28. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0024:0028:DE:PDF>

# 6. „Genome Editing“-Technologien sind im Besitz und unter der Kontrolle der großen Konzerne

MYTHOS ✨

„Genome Editing“, insbesondere das CRISPR-Verfahren, legt die Macht der Gentechnik in die Hände von Millionen von Wissenschaftler\*innen, auch derjenigen, die für öffentlich geförderte Einrichtungen und kleine Unternehmen arbeiten.

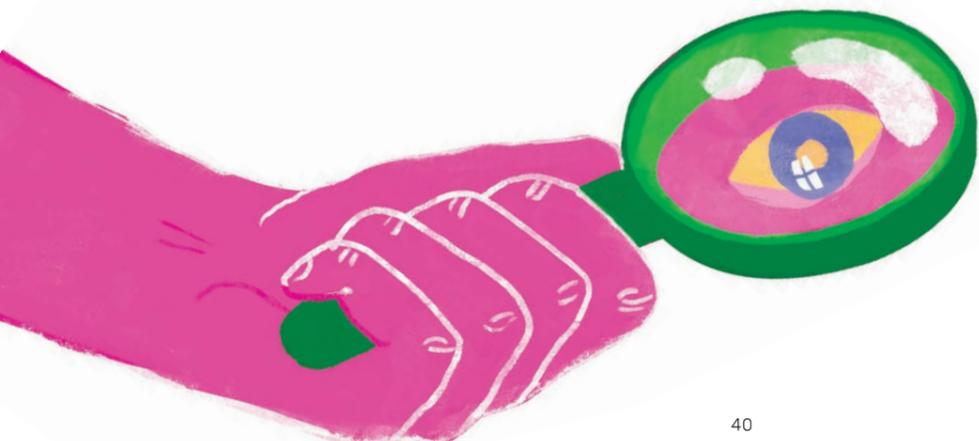


WAHRHEIT

„Genome Editing“ zur landwirtschaftlichen Nutzung ist schon jetzt fest in den Händen der multinationalen Konzerne, die die Märkte für Saatgut und Agrochemikalien beherrschen. Corteva bestimmt über die CRISPR-Patente.

Die Verfechter\*innen des „Genome Editing“ argumentieren, dass diese Verfahren – vor allem diejenigen, die auf dem CRISPR/Cas-System basieren – die Gentechnik demokratisieren können, da sie kostengünstiger und einfacher anzuwenden sind als die älteren Gentechnikverfahren. Jennifer Doudna, eine der Erfinderinnen der CRISPR-Methode, erklärt, dass die Technologie „ein Hilfsmittel der Demokratisierung geworden ist, mit dem Labore Experimente durchführen können,

die früher aus den verschiedensten Gründen unmöglich waren – sei es wegen der Kosten oder einfach aufgrund der technischen Komplexität.“<sup>1</sup> Bayer bezeichnet CRISPR als das „demokratischste“ „Genome Editing“-Verfahren überhaupt; es sei „so günstig und einfach“, dass „selbst Universitäten und Einrichtungen mit einem geringen Forschungsbudget“ es nutzen können.<sup>2</sup>



Ein weiteres Argument derjenigen, die „Genome Editing“ aus dem aufwendigen und kostspieligen EU-Gentechnikrecht ausnehmen wollen, ist, dass auch öffentlich geförderte Einrichtungen und Universitäten, gemeinnützige Organisationen und kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) Zugang zu dieser Technologie hätten, und die Kontrolle

## TECHNOLOGIEPATENTE

Im Hinblick auf die angebliche Demokratisierung durch die neuen Gentechnikverfahren ist jedoch zu bedenken, dass diese Verfahren ebenso wie ihre Produkte – die mit ihrer Hilfe entwickelten Gentechnik-Pflanzen und -Tiere – patentiert sind. Patente sind Monopolrechte. Patentinhaber\*innen haben bis zu 20 Jahre lang das Recht, anderen die kommerzielle Nutzung der patentierten Erfindung zu verbieten oder Nutzungsgebühren zu erheben. Dabei geht es nicht nur um Einschränkungen der kommerziellen Nutzung, sondern auch um weitere Innovationen. Exklusive

nicht mehr nur bei den großen multinationalen Agrarbiotech-Konzernen läge.<sup>3,4</sup> Die Saatguthersteller\*innen behaupten, dass das geltende Gentechnikrecht „einen Großteil der europäischen Pflanzenzüchtungsunternehmen daran hindert, diese Methoden weiterzuentwickeln und anzuwenden“.<sup>5</sup>

**Patentinhaber\*innen haben bis zu 20 Jahre lang das Recht, anderen die Nutzung der patentierten Erfindung zu verbieten oder Nutzungsgebühren zu erheben.**

Patentrechte verhindern, dass andere die geschützte Erfindung weiterentwickeln, da Forschungsausnahmen von Patentrechten meistens sehr streng formuliert sind.

Das Broad Institute des MIT und Harvard, die University of California, die Universität Vilnius in Litauen und die Universität Wien sind die institutionellen „Hauptfinder“ der CRISPR-Technologie.<sup>6,7,8,9</sup> Sie haben zusammen

hunderte von Basispatenten eingereicht (und miteinander darüber gestritten<sup>9</sup>), von denen einige in Europa bereits erteilt wurden.<sup>6</sup>

## LIZENZVEREINBARUNGEN

Sobald Technologiepatente erteilt wurden, können die Patentinhaber\*innen Lizenzvereinbarungen mit Unternehmen abschließen, die es ihnen ermöglichen, die Technologie in bestimmten Bereichen oder in einer spezifischen Anwendung zu nutzen. Diese Vereinbarungen können exklusiv oder nicht-exklusiv sein. Andere Unternehmen können nur Lizenzvereinbarungen erhalten, wenn die Rechte zur Nutzung des Patents einem Lizenznehmer oder einer Lizenznehmerin nicht-exklusiv gewährt wurden. 2017 wurde in Science eine Übersicht über die Lizenzvereinbarungen zur Nutzung der CRISPR-basierten „Genome Editing“-Technologie veröffentlicht.<sup>8</sup>

Im Bereich der mit CRISPR genomeditierten Pflanzen und Nutztiere sind die Lizenzvereinbarungen der Patentinhaber, dem Broad Institute und der University of California (bzw. ihrem ausgegliederten Unternehmen Caribou Biosciences) mit den Lizenznehmern DowDuPont (jetzt Corteva) und Bayer/Monsanto von besonderer Bedeutung.<sup>6,8</sup> DowDuPont schloss Lizenzvereinbarungen nicht nur mit dem Broad Institute, einem der Patentinhaber an der grundlegenden CRISPR-Technologie, sondern auch mit allen maßgeblichen Einrichtungen, einschließlich der Firmen Caribou Biosciences und ERS Genomics, und der Universität Vilnius.<sup>3,6</sup>

## CARIBOU BIOSCIENCES UND ERS GENOMICS

Im Landwirtschaftsbereich hat Corteva (die von DowDuPont ausgegliederte Landwirtschaftsabteilung) die CRISPR-Patente fest im Griff.<sup>10</sup> Das Unternehmen hat aufgrund seiner Möglichkeit, Zugang zu diesen Patenten zu gewähren, eine beispiellose Marktmacht erlangt.<sup>6</sup> Um die Gründe dafür zu verstehen, müssen wir ausführlicher auf die Geschichte der CRISPR-Lizenzvereinbarungen eingehen.

Die Geschichte beginnt mit zwei Biotech-Start-ups, die von den Erfinderinnen der CRISPR-Technologie mitbegründet wurden. Das eine Start-up, Caribou Biosciences, wurde 2011 unter anderem von einer der Erfinderinnen der CRISPR-Technologie, Jennifer Doudna von der University of California, gegründet. Das andere, ERS

Genomics, wurde 2013 von einer weiteren Erfinderin und Patentinhaberin der CRISPR-Technologie, Emmanuelle Charpentier, als „Mittel zur Lizenzvergabe“ errichtet, das „die [CRISPR-]Technologie unter entsprechenden kommerziellen Lizenzen leichter verfügbar machen soll.“ ERS Genomics hat nicht-exklusive und exklusive Lizenzvereinbarungen mit Unternehmen aus verschiedenen Bereichen abgeschlossen.<sup>8</sup>

DuPont (später DowDuPont, jetzt Corteva) schloss seine Lizenzvereinbarung mit Caribou Biosciences 2015 ab. Durch diese Vereinbarung erhielt DuPont exklusive Rechte für CRISPR-Technologieanwendungen in wichtigen Reihenkulturen sowie nicht-exklusive Rechte in weiteren landwirtschaftlichen Anwendungen.<sup>11</sup> 2016 schloss Caribou eine Vereinbarung mit dem Unternehmen Genus ab, das damit eine

**Die Geschichte beginnt mit zwei Biotech-Start-ups, die von den Erfinderinnen der CRISPR-Technologie mitbegründet wurden.**



exklusive Lizenz zur Nutzung der CRISPR-Technologie bei bestimmten Nutztierarten erhielt.<sup>12</sup>

Außerdem schloss DuPont 2018 eine exklusive Lizenzvereinbarung mit ERS Genomics ab. Diese Vereinbarung verschaffte DuPont exklusive Rechte zur Nutzung der CRISPR-Technologie im landwirtschaftlichen Bereich.

## DEMOKRATISIERUNG ODER PATENTKARTELL?

Bei einem Treffen der EU-Kommission mit verschiedenen Interessengruppen am 5. November 2018, bei dem auch Dr. Christoph Then von Testbiotech anwesend war, legte Jean Donnenwirth von DowDuPont (jetzt Corteva) die Vereinbarungen des Unternehmens vor. Donnenwirth zufolge war es DowDuPont gelungen, 48 Basispatente (35 Patente des Broad Institute, 4 der University of California, 2 von der Universität Vilnius und 7 von DowDuPont selbst) in einem gemeinsamen Patentpool zusammenzuführen.<sup>6</sup>

Donnenwirth erklärte, der Zugriff auf so viele Patente sei nötig, um die Technologie in der Pflanzenzucht vollumfänglich einsetzen zu können. DowDuPont kann gebündelte, nicht-exklusive Lizenzen gewähren, mit denen man auf diesen Patentpool zugreifen kann. Zu den Voraussetzungen gehören

## PATENTE AN „NEUER GENTECHNIK“ SIND FEST IN DER HAND VON DOWDUPONT UND BAYER/MONSANTO

Die „demokratische“ Legitimierung des „Genome Editing“ basiert nicht nur auf dem Zugang zu den Technologien, sondern auch zu deren Produkten – genomeditierten Pflanzen und Saatgut. Aber auch die Produkte unterliegen, ebenso wie die Technologien, Rechten an geistigem Eigentum.

ERS Genomics gewährte DuPont außerdem Rechte zur Vergabe von Unterlizenzen. Die Landwirtschaftsabteilung von DuPont wurde 2019 in eine eigenständige Entität namens Corteva ausgegliedert. So gelangte Corteva zu seiner vorherrschenden Stellung bezüglich der CRISPR-Technologie im Landwirtschaftsbereich.

unter anderem entsprechende Gebühren, Meldepflichten, Einhaltung von Richtlinien und Vertraulichkeit.<sup>6</sup> 2018 erwarb mit der US-Firma Simplot, die Gentechnik-Kartoffeln entwickelt, das erste Unternehmen unter diesen Voraussetzungen eine Lizenz an der CRISPR-Technologie.<sup>13</sup> 2019 folgte das französische Unternehmen Vilmorin & Cie.<sup>14</sup>

Christoph Then meinte dazu: „DowDuPont hat eine beispiellose Marktmacht, weil es den Zugang zu diesem Patentpool gewähren kann. Was als „Demokratisierung“ des Patentrechts angepriesen wird, erweist sich, wenn man genauer hinsieht, als Mittel zur Beherrschung der Konkurrenz und zum Schutz einer Vormachtstellung. DowDuPont macht sich sozusagen zum Torhüter eines internationalen Patentkartells.“<sup>6</sup>

Christoph Then zufolge betreffen Patenanmeldungen zu neuer und alter Gentechnik Pflanzen mit verändertem Wachstum und Ertrag, einer anderen Zusammensetzung oder Resistenz gegen Krankheiten sowie technischen Modifikationen der Nukleasen. Die Patente erstrecken sich in

der Regel auf Verfahren, Samen, Pflanzen und oftmals auch die Ernte.<sup>6</sup>

Sowohl Bayer/Monsanto als auch DowDuPont haben Patente an Glyphosat-toleranten Pflanzen angemeldet, die mittels CRISPR produziert wurden. Das Kerngeschäft mit Gentechnik in der Landwirtschaft – die Vermarktung Herbizid-toleranter Pflanzen wie Soja, Mais, Raps und Baumwolle – kann so auch in Zukunft durch neue Patentanmeldungen geschützt werden.<sup>6</sup>

Bei den Inhaber\*innen der Patente handelt es sich größtenteils um die gleichen multinationalen Konzerne, die die Märkte für Gentechnik-Saatgut und Agrochemikalien

## KEIN ZUGANG MEHR ZU TRADITIONELLEN KULTURSORTEN

In einer Diskussion, in der es vorrangig darum geht, Zugang zur CRISPR-Technologie zu erlangen, wird laut Maywa Montenegro de Wit von der University of California schnell übersehen, dass das größte Problem der Landwirt\*innen darin besteht, „nicht mehr auf die traditionellen Kultursorten zugreifen zu können, weil diese auf dem Markt durch neue

## ZUGRIFF AUF DIE TECHNOLOGIE DURCH EIGENSTÄNDIG HANDELNDE KMU IST ILLUSORISCH

Könnte eine Deregulierung von „Genome Editing“ kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) helfen, genomeditierte Nutzpflanzen und Lebensmittel zu entwickeln, mit denen wir die Probleme des Klimawandels bewältigen können?<sup>4,16</sup>

beherrschen. Christoph Then schrieb 2019: „DowDuPont ist mit rund 60 internationalen Patentanmeldungen führend, was die neuen Gentechnikverfahren bei Nutzpflanzen angeht, gefolgt von Bayer/Monsanto mit über 30 Patentanmeldungen. Calyxt [...] kommt auf über 20. Syngenta und BASF sind ebenfalls dabei, und auch einige traditionelle Züchtungsunternehmen wie Rijk Zwaan und KWS haben Patente angemeldet.“<sup>6</sup>

2016 ergab eine Überprüfung der Verteilung von geistigen Eigentumsrechten durch Egelie und andere, dass „die größeren Akteur\*innen der Branche, allen voran Dow und DuPont, bereits einen Großteil der Kontrolle über die Anwendungen der Technologie in den Bereichen Landwirtschaft und Lebensmittel zu haben scheinen.“<sup>15</sup>

Biotech-Sorten verdrängt oder als genetische Ressourcen für die Zucht genomeditierter Varianten genutzt werden.“<sup>41</sup> Es besteht die Gefahr, dass Landwirt\*innen sich gezwungen sehen, für den Zugang zu genomeditierten Samen und Sorten zu zahlen, und keine genetisch unveränderten Samen und Sorten mehr zur Verfügung haben.

Der Molekulargenetiker Dr. Michael Antoniou hält das für äußerst unwahrscheinlich und stützt sich dabei auf seine jahrelange Erfahrung in der Entwicklung patentierter Biotech-Produkte für die medizinische Forschung in KMU und größeren Unternehmen.<sup>4</sup>

Er erläutert, dass es für Technologien wie CRISPR verschiedene Arten von Lizenzen gibt, die in der Branche tätige Forscher\*innen (einschließlich derjenigen, die in KMU arbeiten), in verschiedenen Phasen der Produktentwicklung erwerben müssen. Dazu gehören Evaluierungs-, Forschungs- und gewerbliche Lizenzen. Evaluierungslizenzen werden Forscher\*innen von den Patentinhaber\*innen oder ihren verbundenen Unterlizenzfirmen gewährt, damit die Forscher\*innen die nötige Vorarbeit leisten können, um herauszufinden, ob die Technologie nützlich sein könnte. Wenn die Forscher\*innen eine bestimmte Anwendung im Sinn haben, können sie bei den Patentinhaber\*innen Forschungslizenzen beantragen.<sup>4</sup>

Evaluierungs- und Forschungslizenzen werden meist recht kostengünstig gewährt. Oft verzichten die Eigentümer\*innen der Technologie sogar ganz auf die Gebühren, weil sie wollen, dass damit ein vermarktungsfähiges Produkt entwickelt wird. Selbst wenn Gebühren für Evaluierungs- und Forschungslizenzen erhoben werden, sind sie für die meisten KMU erschwinglich.<sup>4</sup> In der Vermarktungsphase hingegen wird es schnell teuer: Die Patentinhaber\*innen der Technologie verlangen hohe Beträge für die Nutzung der Technologie in Form von gewerblichen Lizenzgebühren und Tantiemenzahlungen an Produktverkäufen.

Corteva beispielsweise verspricht, „die CRISPR-Technologie Universitäten und gemeinnützigen Organisationen zu Forschungszwecken kostenlos zur Verfügung

zu stellen“. Das Unternehmen behauptet, die CRISPR-Technologie dadurch „in die Hände vieler“ zu legen, wodurch „die globale Lebensmittelversorgung in vielerlei Hinsicht profitiert“.<sup>3</sup> Wissenschaftler\*innen können CRISPR jedoch nur für die nichtkommerzielle Grundlagenforschung nutzen, nicht aber für die Entwicklung vermarktungsfähiger Produkte. Maywa Montenegro de Wit kommt zu folgendem Schluss: „Auch wenn die

**„Auch wenn die CRISPR-Technologie für die gemeinnützige Forschung verfügbar ist, sind gewerbliche CRISPR-Entwicklungen weiterhin streng an Patente und Lizenzvereinbarungen gebunden.“ – Maywa Montenegro de Wit**

CRISPR-Technologie für die gemeinnützige Forschung verfügbar ist, sind gewerbliche Entwicklungen des CRISPR-Verfahrens weiterhin streng an Patente und Lizenzvereinbarungen gebunden – ein deutliches Anzeichen für Vorherrschaft in der Agrarbranche.“<sup>1</sup>

Pflanzenzüchter\*innen, die mithilfe konventioneller Züchtungsmethoden eine neue

Pflanzensorte entwickeln, können diese durch Sortenschutzrechte schützen. Wenn sie hingegen die CRISPR-Technologie anwenden, wird es (unabhängig davon, ob die neue Technologie als Gentechnik reguliert wird oder nicht) wesentlich teurer und komplizierter. Dann müssen die Züchter\*innen in der Forschungs- und Entwicklungsphase, aber auch in der Vermarktungsphase Zahlungen an die CRISPR-Patentinhaber\*innen leisten. Durch Patent- und Lizenzgebühren steigen die Kosten für die Entwicklung neuer Sorten erheblich.

Patentgebühren können sich schnell zu einem sechsstelligen Betrag summieren, da die Patente in jedem Land, in dem die geistigen Eigentumsrechte in Anspruch genommen werden, beantragt und Patentanwält\*innen

hinzugezogen werden müssen. Ein Patentierungsverfahren kann sich über mehrere Jahre hinziehen – entsprechend hoch fallen die Kosten für die Anwält\*innen aus.<sup>4</sup>

## SPIELWIESE NUR FÜR GROSSE

Aufgrund der damit verbundenen Kosten werden KMU allein nie in der Lage sein, sich die Patent- und gewerblichen Lizenzvereinbarungen, denen „Genome Editing“ unterliegt, leisten zu können. Der Agrar-Biotech-Markt funktioniert so: Forscher\*innen in kleinen Unternehmen oder an Universitäten entwickeln, oftmals mit finanzieller Unterstützung aus der Branche, einen gentechnisch veränderten Organismus. Sie tun sich mit Investor\*innen oder einem großen Konzern zusammen, um das Produkt patentieren zu lassen, die behördliche Genehmigung einzuholen und es auf den Markt zu bringen. Und das wird

**Letzten Endes ist „Genome Editing“ eine Spielwiese für die Großen und wird es auch bleiben.**

sich nicht ändern. Die Erfinder\*innen und die Einrichtungen, für die sie arbeiten, vereinbaren eine Gewinnbeteiligung mit den Investor\*innen oder dem Partnerkonzern.

Dabei wird das KMU oftmals von größeren Unternehmen aufgekauft.<sup>4</sup>

Kaum jemand beklagt sich über dieses Geschäftsmodell. Vielmehr sehen alle Beteiligten, auch die Forscher\*innen und KMU, die das Produkt erfunden haben, darin ihren Weg zum Erfolg.<sup>4</sup>

Letzten Endes ist „Genome Editing“ eine Spielwiese für die Großen und wird es auch bleiben. Die Behauptung, CRISPR gewähre kleineren Akteuren Zugang zur Gentechnik, ist falsch.

## PATENTE SIND DIE TREIBENDE KRAFT FÜR DIE ALTE UND NEUE GENTECHNIK

Die bisherigen Erfahrungen mit Gentechnik zeigen, dass das Patentrecht die treibende Kraft hinter der Entwicklung ist. Mit der Einführung der Gentechnik wurden Patentgesetze erstmals systematisch auf Pflanzen angewendet. Große Agrochemie-Unternehmen, die zuvor ihre Pestizide mit Patenten geschützt hatten, beantragten nun Patente für Gentechnik-Saatgut und kauften gleichzeitig zahlreiche Pflanzenzuchtunternehmen auf.<sup>17</sup>

**Mit der Einführung der Gentechnik wurden Patentgesetze erstmals systematisch auf Pflanzenzüchtungen angewendet.**

Mit den neuen Gentechnikverfahren wird diese Strategie fortgeführt und erweitert. Konzerne wie Corteva und Bayer/Monsanto beherrschen

schon jetzt große Teile des Saatgutmarktes.<sup>17</sup> Mithilfe patentierter Gentechnikverfahren wie dem „Genome Editing“-Verfahren CRISPR weiten sie ihre Vormachtstellung aus.<sup>6</sup> Die „Genome Editing“-Technologie macht also Gentechnik nicht für öffentlich finanzierte

Zuchtprogramme zugänglich, sondern verschafft stattdessen den großen internationalen Konzernen noch mehr Macht.

## LITERATURNACHWEISE

1. Montenegro de Wit M. Democratizing CRISPR? Stories, practices, and politics of science and governance on the agricultural gene editing frontier. Kapuscinski AR, Fitting E, eds. *Elementa: Science of the Anthropocene*. 2020;8(9). doi:10.1525/elementa.405
2. Bayer. Here are the facts about agriculture and nutrition. Online veröffentlicht im November 2018. <https://www.bayer.com/sites/default/files/2020-04/here-are-the-facts-about-agriculture-and-nutrition-brochure.pdf>
3. Cameron D. DuPont Pioneer and Broad Institute join forces to enable democratic CRISPR licensing in agriculture. Broad Institute. Veröffentlicht am 18. Oktober 2017. Aufgerufen am 4. Dezember 2020. <https://www.broadinstitute.org/news/dupont-pioneer-and-broad-institute-join-forces-enable-democratic-crispr-licensing-agriculture>
4. Robinson C. Why regulation of gene editing will not hurt small and medium size companies. *GMWatch*. <https://gmwatch.org/en/news/latest-news/19239>. Veröffentlicht am 28. November 2019.
5. Euroseeds. Position: Plant Breeding Innovation. Euroseeds; 2018. <https://www.euroseeds.eu/app/uploads/2019/07/18.1010-Euroseeds-PBI-Position-1.pdf>
6. Then C. Neue Gentechnikverfahren und Pflanzenzucht: Patente-Kartell für große Konzerne. *Forum Umwelt & Entwicklung*. Online veröffentlicht im Februar 2019:10-11. <https://tinyurl.com/y5hcu996>
7. University of California Office of the President. University of California's foundational CRISPR-Cas9 patent portfolio reaches 20 total U.S. patents. *prnewswire.com*. Veröffentlicht am 31. Dezember 2019. Aufgerufen am 7. Dezember 2020. <https://www.prnewswire.com/news-releases/university-of-californias-foundational-crispr-cas9-patent-portfolio-reaches-20-total-us-patents-300980003.html>
8. Contreras JL, Sherkow JS. CRISPR, surrogate licensing, and scientific discovery. *Science*. 2017;355(6326):698-700. doi:10.1126/science.aal4222
9. Wagner JK. Disputes continue over foundational patents for gene editing. *The Privacy Report*. Online veröffentlicht am 18. April 2017. Aufgerufen am 12. Januar 2021. <https://theprivacyreport.com/2017/04/18/disputes-continue-over-foundational-patents-for-gene-editing/>
10. O'Malley M. CRISPR's licensing landscape decoded. *Intellectual Property Magazine*. Online veröffentlicht am 2. Januar 2018.
11. DuPont. DuPont and Caribou Biosciences announce strategic alliance. *BioSpace.com*. Veröffentlicht am 8. Oktober 2015. Aufgerufen am 7. Dezember 2020. <https://www.biospace.com/article/dupont-and-caribou-biosciences-announce-strategic-alliance/>
12. Caribou Biosciences. Genus and Caribou Biosciences announce exclusive collaboration for leading CRISPR-Cas9 gene editing technology in livestock species. *cariboubio.com*. Veröffentlicht am 18. Mai 2016. Aufgerufen am 7. Dezember 2020. <https://cariboubio.com/in-the-news/press-releases/genus-and-caribou-biosciences-announce-exclusive-collaboration-leading>
13. Nosowitz D. Potato company Simplot licenses DowDuPont's gene editing tech. *Modern Farmer*. Veröffentlicht am 7. August 2018. Aufgerufen am 7. Dezember 2020. <https://modernfarmer.com/2018/08/potato-company-simplot-licenses-dowduponts-gene-editing-tech/>
14. Michalopoulos S. Corteva signs first major gene editing deal with European company. *EurActiv.com*. Online veröffentlicht am 10. Dezember 2019. Aufgerufen am 12. Januar 2021. <https://www.euractiv.com/section/agriculture-food/news/corteva-signs-first-major-gene-editing-deal-with-european-company/>
15. Egelie KJ, Graff GD, Strand SP, Johansen B. The emerging patent landscape of CRISPR-Cas gene editing technology. *Nature Biotechnology*. 2016;34(10):1025-1031. doi:10.1038/nbt.3692
16. Foote N. MEPs slam gene-editing court ruling as damaging for SMEs. *www.euractiv.com*. <https://www.euractiv.com/section/agriculture-food/news/meps-slam-gene-editing-court-ruling-as-damaging-for-smes/>. Veröffentlicht am 22. November 2019. Aufgerufen am 9. Dezember 2019.
17. Howard PH. Global seed industry changes since 2013. Philip H. Howard. Veröffentlicht am 31. Dezember 2018. Aufgerufen am 4. Dezember 2020. <https://philhoward.net/2018/12/31/global-seed-industry-changes-since-2013/>

# 7. „Genome Editing“ ist kein schneller oder zuverlässiger Weg zu gewünschten Ergebnissen

## MYTHOS ✨

Durch „Genome Editing“ lassen sich wünschenswerte Merkmale schneller herbeiführen als durch konventionelle Züchtung.

„Genome Editing“ wird beworben als der schnellste und effizienteste Weg, bestimmte Ziele in der Pflanzenzucht zu erreichen.<sup>1,2</sup> Corteva zufolge „können mit CRISPR produzierte Pflanzen innerhalb weniger Jahre entwickelt werden, während andere Methoden oft Jahrzehnte dauern“.<sup>3</sup> Bayer betont, dass Nutzpflanzen „verglichen mit älteren Methoden in einem Bruchteil der Zeit“ entwickelt werden können.<sup>4</sup>

Die Unternehmen suggerieren, dass es vor allem die lästigen Vorschriften sind, die die Einführung genomeditierter Produkte ausbremsen. Corteva findet, dass „die Handhabung mittels CRISPR erzeugter Nutzpflanzen als GVO die Markteinführung und Aneignung der CRISPR-Technologie in der Landwirtschaft erheblich verlangsamt.“<sup>4,3</sup>



## WAHRHEIT

Selbst ohne gesetzliche Hürden ist es ein langwieriger Prozess, bis ein genomeditiertes Produkt auf den Markt kommt. Gewünschte Eigenschaften lassen sich besser durch herkömmliche Züchtung herbeiführen.

Das Züchten einer neuen Pflanzensorte ist zwar in der Regel ein langwieriger Prozess. Doch gibt es keinerlei Beweise, dass die Entwicklung einer lebensfähigen genomeditierten Sorte schneller vonstatten geht. Selbst in Ländern mit eher lockeren Bestimmungen wie den USA oder Kanada haben es nur sehr wenige genomeditierte Produkte auf den Markt geschafft. Im Jahr 2020 genehmigte die japanische Regierung eine genomeditierte Tomate, die eine blutdrucksenkende Wirkung haben soll. Ihre Entwicklung hatte 15 Jahre gedauert.<sup>5</sup> Expert\*innen schätzen, dass es genauso lange dauert, eine nicht gentechnisch

## PROZESS NACH DEM „EDIT“ IST ZEITAUFWENDIG

Wie in Kapitel 2 dargelegt, führen „Genome Editing“ und die damit verbundenen Prozesse (wie die Gewebekultur) zu etlichen unbeabsichtigten Nebeneffekten. Einige davon beeinträchtigen das Wachstum und den Ertrag, aber auch die gewünschte Eigenschaft. Genomeditierte Pflanzen müssen daher eine aufwendige Prüfung, Selektion und Rückkreuzung mit den Elternlinien durchlaufen, um alle unerwünschten Mutationen zu entfernen.

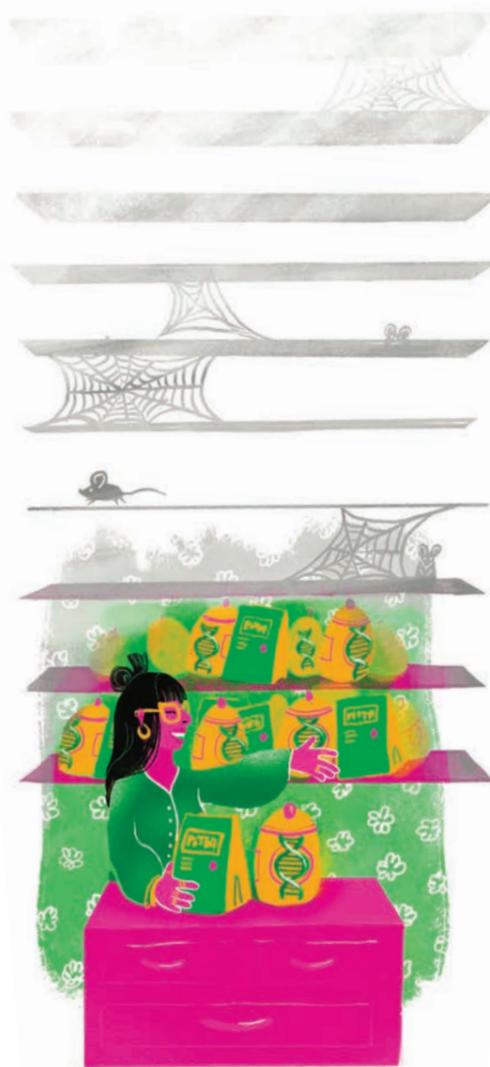
Darüber hinaus müssen mehrjährige Gewächshaus- und Freilandversuche durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die erwünschte Eigenschaft über mehrere Generationen hinweg Bestand hat, und dass die Pflanze Umweltbelastungen wie Wetterextreme und Schädlinge verkraftet.

Außerdem werden gentechnisch veränderte Pflanzen normalerweise erst auf den Markt gebracht, nachdem Patente gewährt wurden – und Patentierungsverfahren können Jahre dauern. Der gesamte Prozess bis zur Vermarktung eines Produktes kann sich also stark in die Länge ziehen.

## Genomeditierte Pflanzen müssen eine aufwendige Prüfung, Selektion und Rückkreuzung mit den Elternlinien durchlaufen, um alle unerwünschten Mutationen zu entfernen.

veränderte Nutzpflanze zu züchten – oder mit älteren transgenen Gentechnikverfahren zu entwickeln.<sup>6,7,8</sup>

Und dabei ist der Zeitaufwand für die Genehmigungsverfahren, die solch eine Pflanze durchlaufen muss, noch nicht berücksichtigt.



## MAGERE ERFOLGSBILANZ

„Genome Editing“ wird zwar oftmals als brandneue, hochmoderne Technologie angepriesen, tatsächlich gibt es sie aber schon seit einigen Jahren. Im Jahr 2012 schlugen Jennifer Doudna und Emmanuelle Charpentier vor, CRISPR zur programmierbaren

Bearbeitung von Genomen zu verwenden.<sup>9</sup> 2013 wurde dieser Vorschlag erstmals erfolgreich an Pflanzen umgesetzt.<sup>10</sup> Das später TALENs genannte Verfahren wurde schon 2009 und 2010 beschrieben.<sup>11,12</sup> Die Oligonukleotid-gerichtete Mutagenese (ODM) wurde 2000 an Mais<sup>13</sup> und 2004 an Reis angewendet und in einer Abhandlung beschrieben.<sup>14</sup>

Trotz der großzügigen Regulierungsvorschriften in Nord- und Südamerika<sup>15</sup> haben es weltweit nur drei genomeditierte Pflanzen auf den Markt geschafft. Dabei handelt es sich um den ODM-Raps von Cibus, eine TALENs-Sojabohne von Calyxt,<sup>16</sup> und eine CRISPR-Tomate von Sanatech.

Der ODM-Mais<sup>13</sup> und -Reis<sup>14</sup> wurden scheinbar seit ihrer Bekanntgabe 2000 und 2004

nicht kommerzialisiert. Das Gleiche gilt für einen mit CRISPR/Cas entwickelten

## Bislang haben es nur wenige genomeditierte Produkte auf den Markt geschafft – auch in Ländern mit großzügigen Regulierungsvorschriften.

Champignon, der nicht braun wird,<sup>17</sup> sowie zahlreiche andere Produkte. Laut Testbiotech „wurden von der FDA in den USA rund 80 mit neuen Gentechnikverfahren entwickelte Pflanzen dereguliert.“<sup>18</sup>

Das Misstrauen der Verbraucher\*innen und der Lebensmittelbranche gegenüber genomeditierten Lebensmitteln kann ebenfalls zu Verzögerungen in der Vermarktung führen. Bei einer Umfrage der Universität Tokio mit rund 10.000

Teilnehmer\*innen gaben 40 bis 50 Prozent an, keine genomeditierten Pflanzen oder tierischen Produkte essen zu wollen. Nur 10 Prozent zeigten sich daran interessiert, diese Produkte zu probieren.<sup>5</sup> Trotzdem werden in Japan neben der Tomate auch zwei genomeditierte Fische verkauft: eine rote

Seebrasse, bei der ein Gen ausgeschaltet wurde, welches das Muskelwachstum hemmt, und ein Tigerkugelfisch, bei dem Gene entfernt wurden, die den Appetit kontrollieren.

Diese Daten deuten darauf hin, dass „Genome Editing“ nicht, wie gerne behauptet, schnell und effizient zu gewünschten



Eigenschaften landwirtschaftlicher Produkte führt. Die magere Erfolgsbilanz an Produkten, die in Ländern wie den USA und Kanada auf den Markt gebracht wurden, zeigt, dass nicht die Regulierung die Markteinführung ausbremst. Es sind Faktoren, die der Entwicklung von Gentechnik-Produkten selbst innewohnen, und die Ablehnung des Marktes, die hierfür verantwortlich sind.

„Genome Editing“ gibt es seit 20 Jahren. In diesem Zeitraum fanden zahlreiche Forschungen statt, oft mit großzügiger finanzieller Unterstützung aus Steuergeldern, aber nur sehr wenige Produkte kamen auf den Markt. In der Zwischenzeit wurden bereits Lösungen für Probleme wie extreme Wetterbedingungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel gefunden. Diese Lösungen basieren auf

## In der Zwischenzeit wurden bereits Lösungen für Probleme wie extreme Wetterbedingungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel gefunden.

## IST SCHNELLIGKEIT WIRKLICH WÜNSCHENSWERT?

Für einige Saatgut-/Agrochemie-Unternehmen und Viehzüchter\*innen mag Schnelligkeit bei der Markteinführung neuer Produkte von Interesse sein. Doch für die Landwirt\*innen spielt sie keine große Rolle – sie profitieren eher von robusten, an die örtlichen Gegebenheiten angepassten Sorten, die sie über einen längeren Zeitraum verwenden können. Auch den Verbraucher\*innen, die vor allem Wert auf eine sichere, gesunde und erschwingliche Lebensmittelversorgung legen, ist mit Schnelligkeit nicht gedient.

bewährten und schon jetzt verfügbaren Herangehensweisen.

Ein Beispiel: Während die Forschungen an genomeditierten Salz-toleranten Pflanzen nicht über das Anfangsstadium hinauskommen,<sup>19</sup> haben Landwirt\*innen in Indien Erdreich, das durch einen verheerenden Tsunami versalzt wurde, schnell und erfolgreich saniert. Ausschlaggebend waren organische Bodenregenerationsmethoden und an die örtlichen Bedingungen angepasstes Saatgut.<sup>20</sup>

Auch wenn es darum geht, Nutzpflanzen zu entwickeln, die Strapazen wie Dürren,<sup>21</sup> Überschwemmungen,<sup>22</sup> Schädlingen<sup>23</sup> und Krankheiten widerstehen können, ist die herkömmliche Zucht den (alten und neuen) Gentechnikverfahren stets um Längen voraus.<sup>24</sup> Weitere Beispiele für gelungene Alternativen zur Gentechnik sind in Kapitel 8 zu finden.

In den Fällen, in denen es tatsächlich auf Schnelligkeit ankommt, ist „Genome Editing“ nicht die schnellste oder zuverlässigste Methode, um Nutzpflanzen mit erwünschten Eigenschaften zu produzieren. Im Gegensatz dazu haben sich konventionelle Zuchtmethoden bei der Entwicklung solcher Pflanzen als äußerst effizient und erfolgreich erwiesen.

## LITERATURNACHWEISE

1. International Seed Federation. *Technological advances drive innovation in plant breeding to create new varieties*. worldseed.org. Veröffentlicht 2020. Aufgerufen am 8. Dezember 2020. <https://www.worldseed.org/our-work/plant-breeding/plant-breeding-innovation/>
2. Euroseeds. *Position: Plant Breeding Innovation*. Euroseeds; 2018. <https://www.euroseeds.eu/app/uploads/2019/07/18.1010-Euroseeds-PBI-Position-1.pdf>
3. Corteva Agriscience. *CRISPR Q&A – For internal use only*. Online veröffentlicht am 28. Mai 2019. [https://crispr.corteva.com/wp-content/uploads/2019/05/FINAL\\_For-Internal-Use-Only\\_Corteva-CRISPR-QA-UPDATED-5.28.19.pdf](https://crispr.corteva.com/wp-content/uploads/2019/05/FINAL_For-Internal-Use-Only_Corteva-CRISPR-QA-UPDATED-5.28.19.pdf)
4. Tremblay B. *Smart and sustainable food systems*. Politico. Online veröffentlicht am 9. Dezember 2020. Aufgerufen am 13. Januar 2021. <https://www.politico.eu/sponsored-content/smart-and-sustainable-food-systems/>
5. Asanuma N, Ozaki T. *Japan approves gene-edited "super tomato". But will anyone eat it?* Nikkei Asia. Online veröffentlicht am 12. Dezember 2020. Aufgerufen am 14. Januar 2021. <https://asia.nikkei.com/Business/Science/Japan-approves-gene-edited-super-tomato-But-will-anyone-eat-it>
6. Goodman MM. *New sources of germplasm: Lines, transgenes, and breeders*. In: Martinez JM, ed. *Memoria Congreso Nacional de Fitogenetica.*; 2002:28-41.
7. Goodman MM, Carson ML. *Reality vs. myth: Corn breeding, exotics, and genetic engineering*. In: *Proc. of the 55th Annual Corn & Sorghum Research Conference*. Vol 55; 2000:149-172.
8. GMWatch. *Is GM quicker than conventional breeding?* GMWatch.org. Veröffentlicht am 23. Dezember 2013. <http://www.gmwatch.org/index.php/news/archive/2013-2/15227>
9. Doudna JA, Sternberg SH. *A Crack in Creation: Gene Editing and the Unthinkable Power to Control Evolution*. Houghton Mifflin Harcourt; 2017.
10. Jiang W, Zhou H, Bi H, Fromm M, Yang B, Weeks DP. *Demonstration of CRISPR/Cas9/sgRNA-mediated targeted gene modification in Arabidopsis, tobacco, sorghum and rice*. *Nucleic Acids Res.* 2013;41(20):e188. doi:10.1093/nar/gkt780
11. Boch J, Scholze H, Schornack S, et al. *Breaking the code of DNA binding specificity of TAL-type III effectors*. *Science*. 2009;326(5959):1509-1512. doi:10.1126/science.1178811
12. Boch J, Bonas U. *Xanthomonas AvrBs3 family-type III effectors: Discovery and function*. *Annu Rev Phytopathol.* 2010;48(1):419-436. doi:10.1146/annurev-phyto-080508-081936
13. Zhu T, Mettenberg K, Peterson DJ, Tagliani L, Baszczynski CL. *Engineering herbicide-resistant maize using chimeric RNA/DNA oligonucleotides*. *Nat Biotechnol.* 2000;18(5):555-558. doi:10.1038/75435
14. Okuzaki A, Toriyama K. *Chimeric RNA/DNA oligonucleotide-directed gene targeting in rice*. *Plant Cell Rep.* 2004;22(7):509-512. doi:10.1007/s00299-003-0698-2
15. Genetic Literacy Project. *Global Gene Editing Regulation Tracker: Human and Agriculture Gene Editing: Regulations and Index*. Global Gene Editing Regulation Tracker. Veröffentlicht 2020. Aufgerufen am 12. Dezember 2020. <https://crispr-gene-editing-regs-tracker.geneticliteracyproject.org>
16. Calyxt. *Calyxt's high oleic low linolenic soybean deemed non-regulated by USDA*. calyxt.com. Veröffentlicht am 3. Juni 2020. Aufgerufen am 12. Dezember 2020. <https://calyxt.com/calyxts-high-oleic-low-linolenic-soybean-deemed-non-regulated-by-usda/>
17. Waltz E. *Gene-edited CRISPR mushroom escapes US regulation*. *Nature*. 2016;532(7599). Aufgerufen am 6. Juli 2018. <https://www.nature.com/news/gene-edited-crispr-mushroom-escapes-us-regulation-1.19754>
18. Testbiotech. *New genetic engineering: Confusion about method of plant identification*. Testbiotech.org. Veröffentlicht am 11. September 2020. Aufgerufen am 14. Januar 2021. <https://www.testbiotech.org/node/2634>
19. Zhang A, Liu Y, Wang F, et al. *Enhanced rice salinity tolerance via CRISPR/Cas9-targeted mutagenesis of the OsRR22 gene*. *Mol Breeding.* 2019;39(3):47. doi:10.1007/s11032-019-0954-y
20. Samuel J. *Organic farming in India points the way to sustainable agriculture*. Inter Press Service. Online veröffentlicht am 7. Januar 2015. Aufgerufen am 18. Dezember 2020. <http://www.ipsnews.net/2015/01/organic-farming-in-india-points-the-way-to-sustainable-agriculture/>
21. GMWatch. *Non-GM successes: Drought tolerance*. GMWatch.org. Veröffentlicht 2020. <https://gmwatch.org/en/drought-tolerance>
22. GMWatch. *Non-GM successes: Flood tolerance*. GMWatch.org. Veröffentlicht 2020. Aufgerufen am 18. Dezember 2020. <https://www.gmwatch.org/en/non-gm-successes-flood-tolerance>
23. GMWatch. *Non-GM successes: Pest resistance*. GMWatch.org. Veröffentlicht 2020. <https://www.gmwatch.org/en/pest-resistance>
24. GMWatch. *Non-GM successes: Disease resistance*. GMWatch.org. Veröffentlicht 2020. Aufgerufen am 18. Dezember 2020. <https://www.gmwatch.org/en/disease-resistance>

# 8. „Genome Editing“ ist eine riskante und teure Ablenkung von bewährten Lösungen für Probleme in der Lebensmittelversorgung und Landwirtschaft

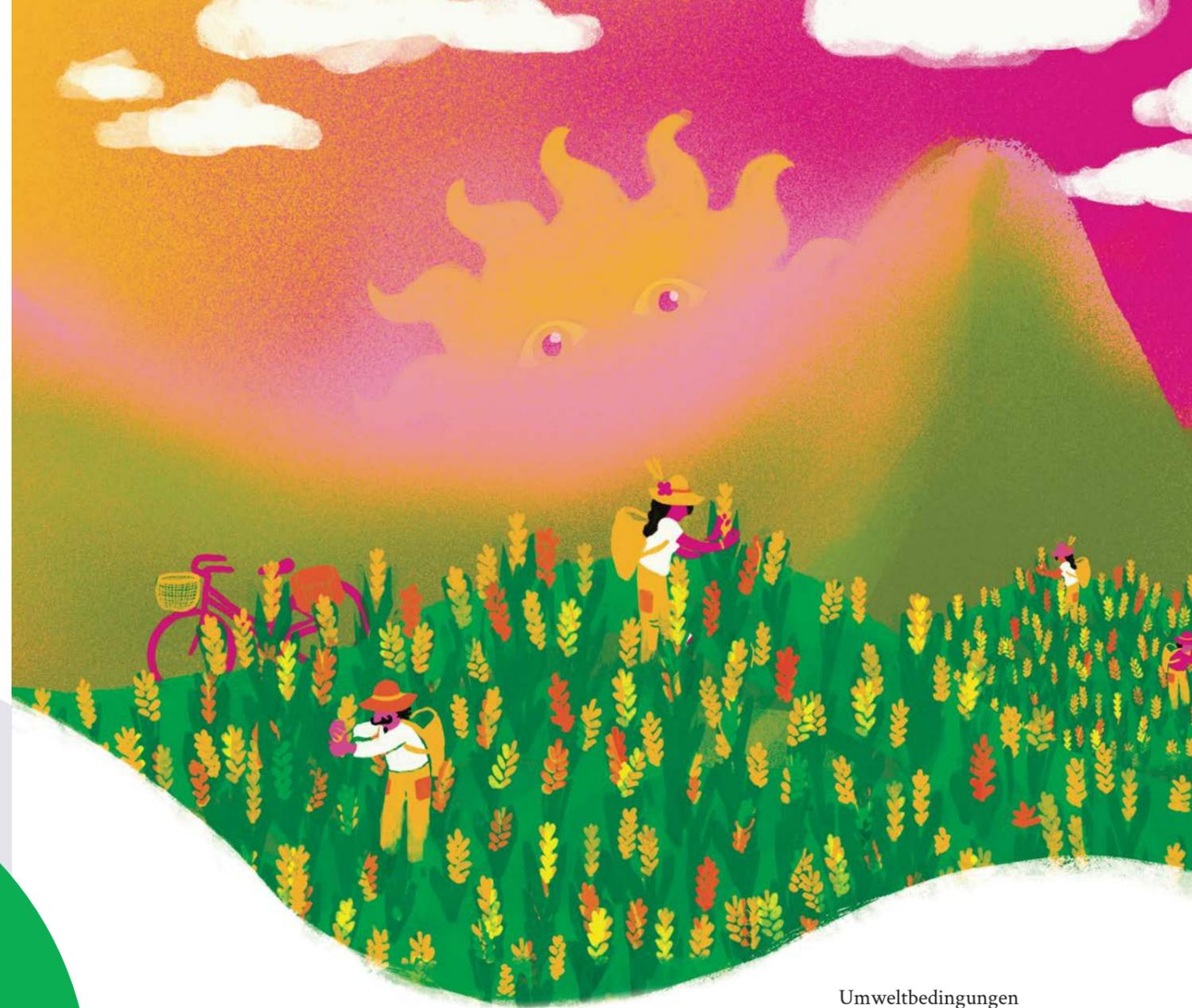
## MYTHOS ✨

„Genome Editing“ ist unerlässlich für den Anbau von Lebensmitteln, die besser für Mensch und Umwelt sind; es nicht anzuwenden, wäre moralisch verwerflich.



## WAHRHEIT

„Genome Editing“ ist eine teure Ablenkung von bewährten Lösungen – konventioneller Zucht und Agrarökologie –, die wir bevorzugen sollten.



Branchenlobbyist\*innen behaupten, die Anwendung von „Genome Editing“ sei „von beispielloser Bedeutung“ für den Umgang mit dem Klimawandel und der Knappheit natürlicher Ressourcen wie Ackerflächen und Wasser. Ihrer Ansicht nach müssen damit Nutzpflanzen entwickelt werden, die resistent gegen Schädlinge und Krankheiten sind und sich an schwierige klimatische Bedingungen wie Dürren, Hitze und einen erhöhten Salzgehalt anpassen können.<sup>1,2</sup>

Laut Bayer ist „Genome Editing“ „unerlässlich, um die Ziele des EU Green Deal zu erreichen“<sup>3</sup>. Ziel des Green Deal ist es, den Klimawandel und die zunehmend schlechteren

Umweltbedingungen in Angriff zu nehmen und die EU-Wirtschaft nachhaltig zu gestalten. Der Konzern erklärt: „Wenn die EU die Rechtsvorschriften, die „Genome Editing“ blockieren, nicht umkehrt, könnte sie eine der vielversprechendsten Innovationen unserer

**Bayer behauptet, die EU „könnte eine der vielversprechendsten Innovationen unserer Zeit verpassen, die nachhaltigere und belastbare Lebensmittelsysteme ermöglicht.“**

Zeit verpassen, die nachhaltigere und belastbare Lebensmittelsysteme ermöglicht.“<sup>4</sup> Aus der Sicht des EU-Saatgutindustrieverbands, zu dem auch Bayer gehört, sind es die „prohibitiven“ Gentechnik-Gesetze der EU, die Innovationen „für ein nachhaltigeres landwirtschaftliches Nahrungsmittelsystem in der dringend nötigen Geschwindigkeit“ verhindern.<sup>1</sup>

## NEUE VERFAHREN, ALTE ARGUMENTE

Behauptungen, die Gentechnik könne den Landwirt\*innen bei der Bewältigung widriger Umstände helfen und zum Schutz der Umwelt beitragen, sind nicht neu. Schon die transgenen Gentechnik-Pflanzen der ersten Generation wurden damit beworben, dass sie an schwierige klimatische Bedingungen wie Dürren angepasst seien und den Einsatz von Pestiziden verringern würden.<sup>5</sup>

Diese Werbeversprechen erwiesen sich als falsch. 2011 brachte Monsanto einen angeblich dürrerotoleranten transgenen Mais auf den Markt. Laut dem US-Landwirtschaftsministerium (USDA) war er jedoch nicht effektiver als herkömmlich gezüchtete Sorten.<sup>6</sup> Sorten, bei denen die Dürrerotoleranz durch konventionelle Zucht erzielt wurde, wurden von den Landwirt\*innen „deutlich bevorzugt“ gegenüber Sorten, bei denen diese Eigenschaft durch Gentechnik herbeigeführt wurde.<sup>7</sup>

## „GENOME EDITING“ ZUR SCHÄDLINGSBEKÄMPFUNG WIRKUNGSLOS

Agrar-Biotech-Unternehmen bewerben die neueren „Genome Editing“-Verfahren als Möglichkeit zur Bekämpfung schädlicher Insekten, wodurch weniger chemische

Diese Argumente erwecken den Eindruck, Gentechnik sei eine moralische Verpflichtung, und die Ablehnung oder auch nur gesetzliche Regulierung der Gentechnik wäre moralisch verwerflich.

Auch die Behauptung, es würden weniger Pestizide verwendet, wurde widerlegt. Herbizid-tolerante Gentechnik-Pflanzen werden von den Agrochemie-Unternehmen

**Herbizid-tolerante Gentechnik-Pflanzen werden von den Agrochemie-Unternehmen zusammen mit den dazugehörigen Herbiziden verkauft.**

zusammen mit den dazugehörigen Herbiziden verkauft. Dadurch steigt der Einsatz chemischer Unkrautvernichtungsmittel, auch derjenigen, die das „vermutlich krebserregende“ Glyphosat enthalten.<sup>8,9</sup>

Insektizid-produzierende Gentechnik-Pflanzen (sogenannte Bt-Kulturen) verloren schnell ihre Wirksamkeit gegen die Schädlinge, die sie bekämpfen sollten.

Sie fielen Bt-Toxin-resistenten und sekundären Schädlingen zum Opfer und werden jetzt zusammen mit chemischen Insektiziden verwendet.<sup>10,11,12,13,14,15,16,17,18</sup>

Dazu gehören auch hochtoxische insektizide Saatgutbehandlungsmittel mit Neonicotinoiden, deren Anwendung in den USA parallel zu Bt-Kulturen gestiegen ist.<sup>16</sup>

Insektizide nötig seien. So wurden beispielsweise gentechnische Veränderungen der Pflanzenzusammensetzung vorgeschlagen, um Schädlinge abzuschrecken.<sup>19</sup>

Diese Ansätze könnten jedoch das gleiche Schicksal erleiden wie Gentechnik-Pflanzen älterer Bauart: Schädlinge können schnell Resistenzen gegen Umweltbelastungen entwickeln, seien es chemische Pestizide, integrierte Pestizide wie Bt-Toxine oder speziell zur Schädlingsabwehr entwickelte Pflanzen. Das britische Agrarforschungsinstitut Rothamsted Research führte einen Versuch mit sogenanntem „Duftweizen“ durch. Dabei wurde Weizen gentechnisch so verändert, dass er einen Blattläuse vertreibenden Stoff aus der Minze freisetzt. Das Projekt wurde mit 2,6 Millionen Pfund aus öffentlichen Mitteln

gefördert und schließlich erfolglos eingestellt. Die Blattläuse hatten sich einfach schnell an den Geruch gewöhnt.<sup>20</sup>

Dabei hatten bereits frühere, staatlich finanzierte Forschungen von Rothamsted und anderen gezeigt, dass die Menge der Blattläuse durch vielseitig gestaltete Feldränder und Hecken auf einem wirtschaftlich vertretbaren Niveau gehalten werden kann.<sup>21</sup> Diese innovative Studie basierte auf agrarökologischem Fachwissen. Aber scheinbar wurde sie von Gentechnik-Forscher\*innen und deren Einrichtungen ignoriert.

## PFLANZENKRANKHEITEN LASSEN SICH BESSER DURCH KONVENTIONELLE ZUCHTMETHODEN UND BEWÄHRTE LANDWIRTSCHAFTLICHE PRAKTIKEN BEKÄMPFEN

Saatgutindustrieverbände sehen in „Genome Editing“ eine Möglichkeit, Pflanzenkrankheiten zu bekämpfen und gleichzeitig den Einsatz von Pestiziden zu verringern. In einem Werbevideo heißt es, Weizen könne genomeditiert werden, um ihn resistent gegen Rost und Mehltau zu machen.<sup>22</sup>

Mehltau-resistenter Weizen wurde allerdings schon durch herkömmliche Züchtungen mit Unterstützung von Marker-gestützter Selektion entwickelt.<sup>23</sup> Bei der Genkartierung für die Resistenz gegen Mehltau bei Weizen

wurden Fortschritte erzielt, um Züchter\*innen zu unterstützen, die diese Verfahren anwenden wollen.<sup>24</sup>

Auch Rost-resistente Sorten wurden bereits durch konventionelle Züchtung entwickelt.<sup>25,26,27</sup> Dem International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) zufolge sind mittlerweile über 90 Prozent der Weizenanbauflächen in Kenia und Äthiopien mit Rost-resistenten Sorten [des CIMMYT] bepflanzt.<sup>28</sup>

**Für die Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten, aber auch Schadinsekten, ist vor allem die Prävention durch bewährte Anbaumethoden entscheidend.**

Es ist recht unwahrscheinlich, dass Versuche, die Resistenz gegen Krankheiten durch „Genome Editing“ herbeizuführen, zu den gleichen Erfolgen wie konventionelle Züchtungen führen werden. Krankheitsverursachende

Mikroorganismen wie Schadinsekten weisen eine große genetische Vielfalt auf und sind daher äußerst anpassungsfähig, sodass sie eine Resistenz, die auf der Veränderung eines

einzelnen oder einiger weniger Gene basiert, mühe-los „durchbrechen“ können.

Für die Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten, aber auch Schadinsekten, ist vor allem die

Prävention durch bewährte Anbaumethoden wie Fruchtfolgen entscheidend,<sup>29</sup> was jedoch in der von Monokulturen geprägten industrialisierten Landwirtschaft oft ignoriert wird.

## KOMPLEXE EIGENSCHAFTEN KÖNNEN NICHT DURCH „GENOME EDITING“ HERBEIGEFÜHRT WERDEN

Konventionelle Züchtungen sind der Gentechnik nach wie vor weit voraus, wenn es um die Entwicklung von Pflanzen mit einer anhaltenden Resistenz gegen Schädlinge und Krankheiten, Dürretoleranz, höherem Nährwert und Toleranz gegen einen hohen Salzgehalt geht.<sup>30,31,32,33</sup> Das liegt daran, dass diese Eigenschaften genetisch gesehen äußerst komplex sind

und auf dem präzisen, geregelten Zusammenspiel vieler Gene basieren. Es ist extrem schwierig, wenn nicht sogar unmöglich, solche Eigenschaften durch die Manipulation eines oder weniger Gene, selbst mit Multiplexing-Ansätzen, zu erzielen.

Durch Gentechnik ist es bislang nur gelungen, Pflanzen mit genetisch unkomplizierten Eigenschaften wie Herbizidtoleranz oder der Fähigkeit, ein Insektizid abzugeben, zu entwickeln. Genauso wird es auch beim „Genome Editing“ sein. Die für die Markteinführung entwickelten genomeditierten Pflanzen weisen in erster Linie genetisch

einfache Merkmale wie Herbizidtoleranz auf, oder ihre Zusammensetzung wurde verändert, um die Produkthaltbarkeit zu erhöhen oder Rohstoffe für Verarbeitungsbetriebe zu liefern.<sup>34</sup> Diese Merkmale verbessern weder die Nachhaltigkeit noch die Klimabeständigkeit der Landwirtschaft; sie helfen lediglich den Entwickler\*innen, weiter Gentechnik-Saatgut

zusammen mit Agrochemikalien zu verkaufen, und unterstützen die Lebensmittelindustrie bei der Optimierung ihrer Fertigungsprozesse.

Daher ist es nicht verwunderlich, dass die einzigen genomeditierten Pflanzen, die bislang auf den Markt gelangt sind, der Herbizid-tolerante Raps von Cibus, die Sojabohne von Calyxt und die Tomate von Sanatech

sind. Bei der Sojabohne wurde das Ölprofil so verändert, dass bei hohen Kochtemperaturen keine ungesunden Transfette mehr entstehen.<sup>35</sup> Der genomeditierte Raps ermöglicht eine stärkere Nutzung von Herbiziden, ohne der Nutzpflanze zu schaden – genau das Gegenteil von dem, was „Genome Editing“ vorgeblich bewirken soll, nämlich den Einsatz von Pestiziden zu senken.

## „GENOME EDITING“ BIRGT ZUSÄTZLICHE RISIKEN

Pflanzen genetisch so zu „editieren“, dass sie resistent gegen Krankheiten sind, birgt noch weitere Risiken, von denen einige bereits bekannt geworden sind. Versuche, mithilfe von CRISPR virusresistente Maniokpflanzen zu produzieren, schlugen fehl. Stattdessen ging bei dem Versuch ihre bereits vorhandene, natürliche Resistenz gegen ein anderes, noch häufiger vorkommendes Virus verloren. Außerdem entstanden bei dem Experiment vermehrt mutierte Viren, die nach Angaben der Forscher\*innen vermutlich zur „Entwicklung eines hoch pathogenen neuartigen Virus“ geführt hätten, wenn sie aus dem Labor heraus gelangt wären.<sup>36</sup> Die Forschungsleiter\*innen

stellten sich auf Twitter die Frage, ob es sich lohne, dieses „Risiko“ auf dem Feld einzugehen. Unterdessen gibt es seit Jahren erfolgreiche Programme zur Züchtung virusresistenter Manioksorten, die jedoch um ihre Finanzierung kämpfen müssen.<sup>33</sup>

Derzeit werden sogenannte Gene Drives, eine spezielle Anwendung der „Genome Editing“-Technologie, als Möglichkeit zur Vernichtung von Schadinsekten angepriesen.<sup>19</sup> Die mit Gene Drives einhergehenden Risiken sind allerdings unvorhersehbar und die Auswirkungen vermutlich schwerwiegend.<sup>37</sup>

## SYSTEME STATT GENE

Um Probleme wie Schädlinge, Krankheiten oder den Klimawandel zu bewältigen, müssen die landwirtschaftlichen Systeme als Ganzes betrachtet werden, statt einen reduktionistischen Ansatz anzuwenden,

der sich nur mit Genen befasst. Das gilt vor allem für Gentechnikverfahren, bei denen nur eines oder wenige Gene manipuliert werden. Wir brauchen nicht nur widerstandsfähige Kulturen, die auch unter widrigen Bedingungen beständige Erträge liefern, sondern vor allem widerstandsfähige Landwirtschaftssysteme, die verschiedene Umweltbelastungen bewältigen können. Solche Systeme betreffen den Bodenaufbau mit organischer Materie, um Feuchtigkeit zu speichern, und den Anbau verschiedenartiger

Pflanzen, um Problemen durch Schädlinge und Krankheiten vorzubeugen.

Erfolgreiche Systemansätze sind:

- Bio-Landwirtschaft. Im Rodale Institute Farming Systems Trial, dem am längsten laufenden Vergleich zwischen biologischen und konventionellen Getreideanbausystemen (einschließlich Gentechnik-Pflanzen), stellten die Forscher\*innen fest, dass biologische Anbausysteme nach einer fünfjährigen Übergangsphase Erträge

hervorbringen, die sich durchaus mit den Erträgen konventioneller Anbaumethoden messen können. In Dürreperioden brachten Bio-Systeme sogar bis zu 40 Prozent höhere Erträge ein. Außerdem ergab die Studie, dass Bio-Systeme 45 Prozent weniger

**Durch agrarökologische Projekte im Süden und in Entwicklungsregionen konnten Erträge und Lebensmittelsicherheit deutlich gesteigert werden.**

Energie benötigen und 40 Prozent weniger Kohlenstoffemissionen freisetzen. Zur Schädlingsbekämpfung wurden Fruchtfolgen statt Pestiziden angewendet.<sup>38</sup>

• Das System der Reisintensivierung (System of Rice Intensification, SRI). Das SRI ist eine agrarökologische Methode zur Produktivitätssteigerung bei Reis, die auf einer veränderten Behandlung von Pflanzen und Boden, sowie einem anderen Einsatz

## MEHR ALS 400 INTERNATIONALE WISSENSCHAFTLER\*INNEN SEHEN DIE LÖSUNG IN DER AGRARÖKOLOGIE

2008 wurde eine revolutionäre Studie über die Zukunft der Landwirtschaft veröffentlicht. Der Weltagrarbericht (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development, IAASTD) wurde von der Weltbank und den Vereinten Nationen gesponsert und von mehr als 400 internationalen Wissenschaftler\*innen erarbeitet. Er kommt zu dem Schluss, dass Gentechnik-Pflanzen keine Lösung für den Welthunger sind. In dem Bericht heißt es,

## TEURE ABLENKUNG

Die Gentechnik hat sich als kostspielige Ablenkung von bereits vorhandenen Lösungen für Probleme wie den Klimawandel, Schädlinge und Krankheiten erwiesen. Die agrarökologischen Ansätze sind auch die nachhaltigste Möglichkeit, unabhängig von chemischen Pestiziden zu werden.

Der Einsatz von Pestiziden muss unbedingt reduziert werden, aber dieses Ziel können wir nicht erreichen,

von Wasser und Nährstoffen beruht. Das SRI ermöglicht 20 bis 100 Prozent höhere Erträge und Wassereinsparungen von bis zu 50 Prozent, und senkt den Saatgutbedarf um bis zu 90 Prozent.<sup>39</sup>

• Agrarökologische Projekte im Süden und in Entwicklungsregionen. Durch diese Projekte konnten die Erträge und die Lebensmittelsicherheit deutlich gesteigert werden.<sup>40,41,42,43,44,45</sup>

die Erträge von Gentechnik-Pflanzen seien „äußerst variabel“. Außerdem wird auf die weiterhin bestehenden Sicherheitsbedenken bezüglich Gentechnik-Pflanzen verwiesen und dargelegt, dass die damit verbundenen Patente den Nachbau und die Lebensmittelsicherheit in Entwicklungsländern gefährden könnten. Der Bericht kommt zu dem Schluss, dass Agrarökologie entscheidend für die Lebensmittelsicherheit ist.<sup>46</sup>

indem wir auf die Konzerne schauen, die mit diesen Produkten ihr Geld verdienen.

**Der Pestizideinsatz muss unbedingt reduziert werden, aber das können wir nicht erreichen, indem wir auf die Konzerne schauen, die mit diesen Produkten ihr Geld verdienen.**

Tatsächlich sind die Agrar-Biotech-Unternehmen, die „Genome Editing“ befürworten (wie Corteva, Bayer, Syngenta und BASF), gleichzeitig auch Agrochemie-Unternehmen, deren Geschäftsmodell darauf basiert, Saatgut in Kombination

mit Pestiziden und anderen Chemikalien zu vertreiben.

Ressourcen sollten vielmehr darauf ausgerichtet werden, den Landwirt\*innen bewährte und erfolgreiche agrarökologische Methoden in größerem Umfang zur Verfügung zu stellen.

Das ist unsere moralische Verpflichtung angesichts der ökologischen Krisen – nicht riskante Gentechnologien im Besitz von Agrochemie-Konzernen.

## LITERATURNACHWEISE

1. Euroseeds. Position: Plant Breeding Innovation. Euroseeds; 2018. <https://www.euroseeds.eu/app/uploads/2019/07/18.1010-Euroseeds-PBI-Position-1.pdf>

2. Corteva Agriscience. Frequently Asked Questions. [crispr.corteva.com](https://crispr.corteva.com/faqs-crispr-cas-corteva-agriscience/). Veröffentlicht 2021. Aufgerufen am 11. Januar 2021.

3. Tremblay B. Smart and sustainable food systems. Politico. Online veröffentlicht am 9. Dezember 2020. Aufgerufen am 13. Januar 2021. <https://www.politico.eu/sponsored-content/smart-and-sustainable-food-systems/>

4. Europäische Kommission. A European Green Deal. [ec.europa.eu](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en). Veröffentlicht 2020. Aufgerufen am 14. Januar 2021.

5. Russell K, Hakim D. Broken Promises of Genetically Modified Crops (Veröffentlicht 2016). *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/interactive/2016/10/30/business/gmo-crops-pesticides.html>. Veröffentlicht am 29. Oktober 2016. Aufgerufen am 13. Dezember 2020.

6. Voosen P. USDA looks to approve Monsanto's drought-tolerant corn. *New York Times*. <http://nyti.ms/mQtCnq>. Veröffentlicht am 11. Mai 2011.

7. McFadden J, Smith D, Wechsler S, Wallander S. Development, Adoption, and Management of Drought-Tolerant Corn in the United States. *United States Department of Agriculture*; 2019. <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=91102>

8. Benbrook C. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the US – The first sixteen years. *Environmental Sciences Europe*. 2012;24(24). doi:10.1186/2190-4715-24-24

9. Benbrook CM. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe*. 2016;28(1):3. doi:10.1186/s12302-016-0070-0

10. Baute T. European corn borer resistance to Bt corn found in Canada. *Field Crop News*. <https://fieldcropnews.com/2019/05/european-corn-borer-resistance-to-bt-corn-found-in-canada/>. Veröffentlicht am 10. Mai 2019. Aufgerufen am 13. Dezember 2020.

11. Tabashnik BE, Wu K, Wu Y. Early detection of field-evolved resistance to Bt cotton in China: cotton bollworm and pink bollworm. *J Invertebr Pathol*. 2012;110(3):301-306. doi:10.1016/j.jip.2012.04.008

12. Dively GP, Venugopal PD, Finkenbinder C. Field-evolved resistance in corn earworm to Cry proteins expressed by transgenic sweet corn. *PLOS ONE*. 2016;11(12):e0169115. doi:10.1371/journal.pone.0169115

13. Tabashnik BE, Carrière Y. Surge in insect resistance to transgenic crops and prospects for sustainability. *Nature Biotechnology*. 2017;35(10):926-935. doi:10.1038/nbt.3974

14. Gutierrez AP, Ponti L, Kranthi KR, et al. Bio-economics of Indian hybrid Bt cotton and farmer suicides. *Environmental Sciences Europe*. 2020;32(1):139. doi:10.1186/s12302-020-00406-6

15. BBC News. The Indian farmers falling prey to pesticide. *BBC News*. <https://www.bbc.com/news/world-asia-india-41510730>. Veröffentlicht am 5. Oktober 2017. Aufgerufen am 8. Juli 2018.

16. Douglas MR, Tooker JF. Large-scale deployment of seed treatments has driven rapid increase in use of neonicotinoid insecticides and preemptive pest management in U.S. field crops. *Environ Sci Technol*. Online veröffentlicht am 20. März 2015. doi:10.1021/es50641g

17. Unglesbee E. EPA proposes phasing out dozens of Bt corn and cotton products. *DTN Progressive Farmer*. Online veröffentlicht am 29. September 2020. Aufgerufen am 13. Dezember 2020. <https://www.dtnpf.com/agriculture/web/ag/crops/article/2020/09/29/epa-proposes-phasing-dozens-bt-corn>

18. Zhao JH, Ho P, Azadi H. Benefits of Bt cotton counterbalanced by secondary pests? Perceptions of ecological change in China. *Environ Monit Assess*. 2010;173:985-994. doi:10.1007/s10661-010-1439-y

19. Tyagi S, Kesiraju K, Saakre M, et al. Genome editing for resistance to insect pests: An emerging tool for crop improvement. *ACS Omega*. 2020;5(33):20674-20683. doi:10.1021/acsomega.0c01435

20. Cookson C. GM "whiffy wheat" fails to deter pests, £2.6m UK study finds. *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/1c8d17fa-1b15-11e5-a130-2e7db721f996>. Veröffentlicht am 25. Juni 2015. Aufgerufen am 31. Januar 2021.

21. Powell W, A'Hara SA, Harling R, et al. Managing Biodiversity in Field Margins to Enhance Integrated Pest Control in Arable Crops ('3-D Farming' Project): Project Report No. 356 Part 1. Home-Grown Cereals Authority (HGCA); 2004. <https://ahdb.org.uk/managing-biodiversity-in-field-margins-to-enhance-integrated-pest-control-in-arable-crops-3-d-farming-project>

22. Lofrese S. Genome Editing Makes Wheat Crops More Sustainable. *American Seed Trade Association (ASTA) and Euroseeds*; 2020. Aufgerufen am 15. Januar 2021. <https://vimeo.com/485430922>

23. Jia M, Xu H, Liu C, et al. Characterization of the powdery mildew resistance gene in the elite wheat cultivar Jimai 23 and its application in marker-assisted selection. *Front Genet*. 2020;11. doi:10.3389/fgene.2020.00241

24. Kang Y, Zhou M, Merry A, Barry K. Mechanisms of powdery mildew resistance of wheat – a review of molecular breeding. *Plant Pathology*. 2020;69(4):601-617. doi:https://doi.org/10.1111/ppa.13166

25. Martin N. "Super wheat" resists devastating rust. *SciDev. Net*. <http://www.scidev.net/en/news/-super-wheat-resists-devastating-rust.html>. Veröffentlicht am 17. Juni 2011.
26. Latin American Herald Tribune. Mexican scientists create pest-resistant wheat. *Latin American Herald Tribune*. <http://www.laht.com/article.asp?ArticleId=360164&CategoryId=14091>. Veröffentlicht im Juli 2010. Aufgerufen am 15. Januar 2021.
27. Ruitenberg R. Cimmyt introduces wheat tolerant to Ug99 fungus in Bangladesh. *Bloomberg*. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2012-03-26/cimmyt-introduces-wheat-tolerant-to-ug99-fungus-in-bangladesh>. Veröffentlicht am 26. März 2012. Aufgerufen am 15. Januar 2021.
28. Dahm M. Let there be food to eat. *CIMMYT*. Veröffentlicht am 9. Dezember 2020. Aufgerufen am 15. Januar 2021. <https://www.cimmyt.org/news/let-there-be-food-to-eat/>
29. Marsali MA, Goldberg NP. Leaf, Stem and Stripe Rust Diseases of Wheat. *College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences, New Mexico State University*; 2016. Aufgerufen am 15. Januar 2021. [https://aces.nmsu.edu/pubs/\\_a/A415/welcome.html](https://aces.nmsu.edu/pubs/_a/A415/welcome.html)
30. GMWatch. Non-GM successes: Drought tolerance. *GMWatch.org*. Veröffentlicht 2020. <https://gmwatch.org/en/drought-tolerance>
31. Gilbert N. Cross-bred crops get fit faster. *Nature News*. 2014;513(7518):292. doi:10.1038/513292a
32. GMWatch. Non-GM successes. *gmwatch.org*. Veröffentlicht 2020. <http://www.gmwatch.org/index.php/articles/non-gm-successes>
33. Robinson C. Is the public to blame for collapse of the GMO venture? – Part 2. *GMWatch*. Veröffentlicht am 8. Mai 2018. Aufgerufen am 9. Juli 2018. <https://www.gmwatch.org/en/news/latest-news/18266-is-the-public-to-blame-for-collapse-of-the-gmo-venture-part-2>
34. Modrzejewski D, Hartung F, Sprink T, Krause D, Kohl C, Wilhelm R. What is the available evidence for the range of applications of genome-editing as a new tool for plant trait modification and the potential occurrence of associated off-target effects: a systematic map. *Environmental Evidence*. 2019;8(1):27. doi:10.1186/s13750-019-0171-5
35. Dewey C. The future of food: Scientists have found a fast and cheap way to edit your edibles' DNA. *Washington Post*. <https://www.washingtonpost.com/news/business/wp/2018/08/11/feature/the-future-of-food-scientists-have-found-a-fast-and-cheap-way-to-edit-your-edibles-dna/>. Veröffentlicht am 11. August 2018. Aufgerufen am 13. Dezember 2020.
36. Mehta D, Stürchler A, Anjanappa RB, et al. Linking CRISPR-Cas9 interference in cassava to the evolution of editing-resistant geminiviruses. *Genome Biology*. 2019;20(1):80. doi:10.1186/s13059-019-1678-3
37. Critical Scientists Switzerland (CSS), European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility (ENSSER), Vereinigung Deutscher Wissenschaftler (FGS/VDW). *Gene Drives - A Report on Their Science, Applications, Social Aspects, Ethics and Regulations*. Critical Scientists Switzerland (CSS), European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility (ENSSER), Vereinigung Deutscher Wissenschaftler (FGS/VDW); 2019. <https://www.econexus.info/publication/gene-drives>
38. Rodale Institute. *Farming Systems Trial*. *rodaleinstitute.org*. Veröffentlicht 2020. <https://rodaleinstitute.org/science/farming-systems-trial/>
39. SRI International Network and Resources Center (SRI-Rice)/Cornell University College of Agriculture and Life Sciences. *Homepage*. Veröffentlicht 2014. <http://sri.ciifad.cornell.edu/>
40. Altieri MA. Applying agroecology to enhance the productivity of peasant farming systems in Latin America. *Environment, Development and Sustainability*. 1999;1:197-217.
41. Bunch R. More productivity with fewer external inputs: Central American case studies of agroecological development and their broader implications. *Environment, Development and Sustainability*. 1999;1:219-233.
42. Pretty J. Can sustainable agriculture feed Africa? New evidence on progress, processes and impacts. *J Environment, Development and Sustainability*. 1999;1:253-274. doi:10.1023/A:1010039224868
43. Hine R, Pretty J, Twarog S. Organic Agriculture and Food Security in Africa. *UNEP-UNCTAD Capacity-Building Task Force on Trade, Environment and Development*; 2008. [https://unctad.org/system/files/official-document/ditcted200715\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/ditcted200715_en.pdf)
44. Barzman M, Das L. Ecologising rice-based systems in Bangladesh. *LEISA Magazine*. 2000;16. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LV2016019122>
45. Zhu Y, Chen H, Fan J, et al. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature*. 17;406:718-722. <http://www.nature.com/nature/journal/v406/n6797/full/406718a0.html>
46. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD). *Agriculture at a Crossroads: Synthesis Report of the International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development: A Synthesis of the Global and Sub-Global IAASTD Reports*. Island Press; 2009. <https://tinyurl.com/y5bxxkld3>

## FAZIT

Die in diesem Bericht dargelegten Fakten zeigen, dass „Genome Editing“ ungenau und seine Ergebnisse unkalkulierbar sind. „Genome Editing“ führt nachweislich zu etlichen unbeabsichtigten Mutationen, einschließlich größeren Beseitigungen, Neuansordnungen und Einfügungen im On-Target und Off-Target-Bereich des Genoms. Dadurch wird die Genfunktion verändert, was zu Veränderungen in der Zusammensetzung der Pflanze führt, aus denen Toxine oder Allergene hervorgehen könnten. Auch bei Tieren hat „Genome Editing“ unvorhersehbare und potenziell gefährliche Folgen.

Im Gegensatz zu Transgenese-Verfahren, traditionellen Mutagenese-Methoden oder konventionellen Züchtungen kann beim „Genome Editing“ jeder Bereich des Genoms anvisiert werden. Darüber hinaus verschärfen sich die Risiken bei jedem Schritt, da „Genome Editing“ gleichzeitig oder in mehreren aufeinander folgenden Schritten angewendet wird, um eines oder mehrere Gene zu „editieren“.

Unzureichende Überprüfungen seitens der Entwickler\*innen können dazu führen, dass schädliche Merkmale in Erzeugnissen, die auf den Markt kommen, fortbestehen. Einige Wissenschaftler\*innen raten, zum Schutz der Gesundheit und Umwelt alle Arten unbeabsichtigter Auswirkungen von „Genome Editing“-Verfahren in einer ausführlichen Prozess- und Produkt-basierten Risikobeurteilung zu berücksichtigen.

In Anbetracht der Unsicherheiten und Risiken wäre es unverantwortlich, die gesetzlichen Bestimmungen, denen diese Genmanipulationsverfahren unterliegen, aufzuweichen. Die bestehenden Protokolle für die GVO-Risikobeurteilung sollten vielmehr ausgeweitet und verschärft werden, um auch

die speziellen Risiken des „Genome Editing“ zu berücksichtigen.

Insbesondere eine Erweiterung der Risikobeurteilung um neue Molekularanalyseinstrumente („-omik“) würde dazu beitragen, bedeutende unbeabsichtigte Veränderungen in genomeditierten Nutzpflanzen zu erkennen.

Da beim „Genome Editing“ nur eines oder wenige Gene manipuliert werden können, ist die Technologie nicht dazu geeignet, komplexe Merkmale wie Dürretoleranz oder Resistenz gegen Schädlinge und Krankheiten, bei denen mehrere Genfamilien zusammenarbeiten müssen, herbeizuführen.

Zudem gehört die „Genome Editing“-Technologie einigen wenigen großen Konzernen, die die Kontrolle darüber ausüben. Sie wird die Landwirtschaft also nicht demokratisieren, sondern zu einer Konsolidierung der Saatgutbranche führen und die Lebensmittel- und Saatgutsouveränität gefährden.

Im Interesse der öffentlichen Gesundheit, der Umwelt und eines widerstandsfähigen Lebensmittelsystems muss das derzeitige Gentechnikrecht der EU auch weiterhin „Genome Editing“ angewendet werden. Darüber hinaus sollten die Leitlinien für die Risikobeurteilung verschärft werden, um die speziell mit dieser Technologie einhergehenden Risiken zu berücksichtigen.

Der Klimawandel und andere ökologische Krisen erfordern bewährte, erfolgreiche agrarökologische Lösungen für unsere Lebensmittel- und Landwirtschaftssysteme, nicht das Festhalten an riskanten und teuren „Genome Editing“-Ansätzen.



**DIE GRÜNEN/EFA**  
im Europäischen Parlament

60 rue Wiertz/Wiertzstraat 60  
1047 Brussels, Belgium  
[www.greens-efa.eu](http://www.greens-efa.eu)  
[contactgreens@ep.europa.eu](mailto:contactgreens@ep.europa.eu)