

# CRISPR & CO

Neue Gentechnik  
Regulierung oder Freifahrtschein?

Texte zur aktuellen Diskussion

# Inhaltsverzeichnis

## Herausgeberin



### AbL e.V.

Die Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft (AbL) e.V. ist eine bäuerliche Interessensvertretung, in der sich konventionell und ökologisch wirtschaftende Betriebe zusammengeschlossen haben. Gemeinsam treten wir für eine zukunftsfähige, sozial- und umweltverträgliche bäuerliche Landwirtschaft und für entsprechende politische Rahmenbedingungen ein. Die AbL informiert und bringt die Positionen der Praktiker\*innen in den politischen Raum und organisiert öffentlichen Druck.  
[www.abl-ev.de](http://www.abl-ev.de)

### Danksagung

Ein besonderer Dank geht an alle Autor\*innen dieser Broschüre für ihre Beiträge, Positionen und Gedanken. Diese sind eine Bereicherung für die zu führende, breite öffentliche Diskussion und sie sollten im politischen Raum Gehör finden. Großer Dank geht an die Gen-ethische Stiftung für ihre finanzielle Unterstützung sowie an das Bündnis für gentechnikfreie Landwirtschaft Niedersachsen, Bremen, Hamburg und die IG-Nachbau. Ein spezieller Dank geht an diejenigen, die mit ihren wertvollen Hinweisen Texte lektoriert und gegengelesen haben sowie an die Übersetzerin und den Grafiker.

## In Kooperation mit



### FaNaL e.V.

Der Verein zur Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft - FaNaL e.V. - engagiert sich für eine nachhaltige Landwirtschaft mit einer Vielfalt von Höfen und eine Agrarpolitik, die sozial und ökologisch ausgerichtet ist. Er führt Informations- und Sensibilisierungsarbeit in Kooperation mit anderen Organisationen, wie der AbL oder jungen AbL durch. Ein Schwerpunkt liegt auf der Sicherstellung einer gentechnikfreien Land- und Lebensmittelwirtschaft – im Sinne der Bäuerinnen und Bauern, der Umwelt, der Verbraucher\*innen und als Unterstützung bäuerlicher Partner\*innen in anderen Regionen dieser Welt.  
[www.fanal-ev.de](http://www.fanal-ev.de)

- |           |  |           |  |
|-----------|--|-----------|--|
| <b>7</b>  | <b>Einleitung</b>  | <b>48</b> | <b>Neue Gentechnik – neue Risiken</b><br>CRISPR/Cas: Funktion, Anwendungen und Risiken<br><i>Dr. Katharina Kawall</i>  |
| <b>10</b> | <b>Warten auf die Superpflanzen</b><br>CRISPR & Co wecken übertriebene Erwartungen<br><i>Dr. Eva Gelinsky</i>  | <b>54</b> | <b>Vorsorgeprinzip bei Genome Editing konsequent anwenden</b><br>Wissenschaftlich geführte Diskussionen sollten die Möglichkeit von Risiken anerkennen<br><i>Dr. Wolfram Reichenbecher, Dr. Samson Simon und Dr. Friedrich Waßmann</i> |
| <b>16</b> | <b>Züchterische Unabhängigkeit bewahren</b><br>Eine Bewertung der neuen Gentechnik aus der Perspektive eines ökologischen Züchters<br><i>Dr. Carl Vollenweider</i>             | <b>58</b> | <b>Wahlfreiheit sichern</b><br>Souveränität für Verbraucher:innen durch Kennzeichnung und Regulierung<br><i>Anne Markwardt</i>   |
| <b>22</b> | <b>Dürre Argumente der Gentechniklobby</b><br>Nur evolutive Züchtungsansätze können Klima-Anpassung erreichen<br><i>Dr. Quirin Wember</i>                                      | <b>64</b> | <b>Neue Gentechnik-Produkte sind nachweisbar</b><br>Illegale Importe stoppen<br><i>Alexander Hissting</i>  |
| <b>26</b> | <b>Gen-Technofixes</b><br>Neue Welle trügerischer Scheinlösungen für Afrikas Lebensmittelsysteme<br><i>Sabrina Masinjila &amp; Rutendo Zendah</i>                              | <b>70</b> | <b>Zukunftslandwirtschaft braucht Wahl- und Gentechnikfreiheit</b><br>Deregulierung führt zu wirtschaftlichen Risiken<br><i>Annemarie Volling</i>  |
| <b>32</b> | <b>Gentechniken in der Landwirtschaft aus ethischer Perspektive</b><br>Ziele, Mittel, Folgen und Kontext bei der Bewertung berücksichtigen<br><i>Prof. Dr. Thomas Potthast</i> | <b>76</b> | <b>Ausblick</b>  |
| <b>38</b> | <b>Regulierungsfragen angesichts Neuer Gentechniken</b><br>Wie weiter nach dem Urteil des Europäischen Gerichtshofes?<br><i>Prof. Dr. Gerd Winter</i>                          | <b>77</b> | <b>Schlussbetrachtungen aus bäuerlicher Sicht</b>  |
| <b>44</b> | <b>Koexistenz</b><br>Die Notwendigkeit, neue Gentechnik zu regulieren<br><i>Katrin Brockmann</i>   | <b>80</b> | <b>Glossar</b>   |



# Einleitung

**S**ind neue Gentechnik-Verfahren die Lösung zur Bewältigung der Klimakrise und des Hungers – oder schaffen sie womöglich nur weitere Probleme? Was können risikoärmere Züchtungsansätze hier leisten, vor allem, wenn sie angemessen gefördert würden?

Die Diskussion um neue Gentechniken (NGT) wie CRISPR/Cas in der Landwirtschaft wird aktuell eher unter Expert\*innen geführt. Sie ist weder in der breiten zivilgesellschaftlichen Öffentlichkeit noch bei den Betroffenen in der Lebensmittel-Erzeugungskette angekommen.

Insbesondere die Debatte über die Frage, ob neue Gentechnik-Verfahren weiter als Gentechnik reguliert werden müssen, wird aber voraussichtlich in diesem Jahr sehr an Fahrt gewinnen. Denn Ende April 2021 wird die EU-Kommission auf Ersuchen der Mitgliedstaaten eine Untersuchung zu dem „Status neuartiger genomischer Verfahren“ im Lichte des Urteils des Europäischen Gerichtshofs (Rechtssache C-528/16) vorlegen. Ob die EU-Kommission zur gleichen Zeit konkrete Vorschläge veröffentlichen wird, ist offen.

Sollte die EU-Kommission eine Aufweichung der EU-Gentechnikgesetzgebung vorschlagen, wäre dies eine folgenschwere Weichenstellung mit erheblichen Auswirkungen auf die Art und Weise, wie in Zukunft Saatgut und Lebensmittel erzeugt

werden. Nichts weniger als das in Europa geltende Vorsorgeprinzip und die erstrittene Wahlfreiheit für Verbraucher\*innen und jeder Stufe der Lebensmittelerzeugung stehen auf dem Spiel.

Dies ist für uns Anlass, eine breite, transparente, informierte Debatte unter Einbezug aller Interessengruppen zu fordern. Mit den vorliegenden Hintergrund-Texten lassen wir einige kritische Perspektiven zu Wort kommen, die bislang wenig Raum finden. Dazu beleuchten diverse Autor\*innen die Argumente rund um die Regulierung der neuen Gentechnik-Verfahren aus ihren jeweiligen Blickwinkeln und Erfahrungen. Damit leisten diese Autor\*innen einen Beitrag zur dringend öffentlich zu führenden Debatte.

## PIPELINES DER UNTERNEHMEN – UND KOMMENTARE AUS ZÜCHTERSICHT UND DEM GLOBALEN SÜDEN

Zunächst wirft **Dr. Eva Gelinsky** einen detaillierten Blick auf die Entwicklungspipelines der Unternehmen und öffentlichen Datenbanken. Sie erörtert, mit welchen NGT-Pflanzen und welchen Eigenschaften voraussichtlich in den kommenden Jahren zu rechnen ist und bei welchen sich die Markteinführung verzögert. Aus Züchtersicht stellen **Dr. Carl Vollenweider** und **Dr. Quirin Wember** das Argument auf den Prüfstand, dass mittels NGT

schnell und einfach „trockenresistente“ Pflanzen erzeugt werden könnten. Sie weisen darauf, dass eine Weiterentwicklung der Kulturpflanzen unter realen Feldbedingungen und die Erhöhung der Diversität in den Sorten (Populationssorten und Sortenmischungen) in Kombination mit Kreuzungszüchtung vielversprechender sind, um solch komplexe Anpassungsfähigkeiten zu verwirklichen. **Sabrina Masinjila** und **Rutendo Zendah** vom African Centre for Biodiversity (ACB) in Südafrika untersuchen die Frage, ob die NGT Hunger und Armut besiegen können. Sie zeigen aber auch auf, wie stark der Druck auf afrikanische Ernährungssysteme und das Profitinteresse an afrikanischen genetischen Ressourcen ist.

#### ETHISCHE FRAGESTELLUNGEN

**Prof. Dr. Thomas Potthast** weitet den Blick und untersucht die Dimensionen einer ethischen Beurteilung von Technikentwicklung. Ziele, Mittel, Folgen und Kontext seien bei der Bewertung zu berücksichtigen, aber auch, welche risikoärmeren Lösungen es gibt. Er warnt davor, dass sich Forschungsförderung und politische Entscheidungsträger am Fiktionalen orientieren, und stellt die Frage der Verantwortungsübernahme.

#### JURISTISCHE PERSPEKTIVE

**Prof. Dr. Gerd Winter** widmet sich den Regulierungsfragen neuer Gentechniken. Er beleuchtet den gegenwärtigen Rechtsrahmen sowie das EuGH-Urteil, geht der Diskussion um eine Neujustierung des Gentechnikrechts nach und zeigt die Grenzen

auf. Das Vorsorgeprinzip bleibt zu berücksichtigen. **Katrin Brockmann** beleuchtet den Koexistenz-Zweck des Gentechnikgesetzes, der gleichberechtigt zur Risikovorsorge umzusetzen ist. Bei der Bewertung von neuen Gentechnik-Verfahren ist auch zu prüfen, inwieweit die Koexistenz der jetzigen Formen der Landwirtschaft zuverlässig gesichert werden kann. Dafür ist eine Regulierung notwendig.

#### FUNKTIONSWEISE, RISIKEN, VORSORGE

**Dr. Katharina Kawall** erläutert die Funktionsweise der neuen Gentechnik-Verfahren am Beispiel der Genschere CRISPR/Cas und ungewollter Effekte. Sie zeigt auf, dass CRISPR/Cas vielfältig eingesetzt werden, genetische Grenzen aufbrechen und neue genetische Kombinationen hervorbringen kann. Zur Risikobewertung braucht es eine Regulierung aller mit den neuen Gentechniken entwickelten Organismen und Produkte. Darauf aufbauend fordern **Dr. Wolfram Reichenbecher**, **Dr. Samson Simon** und **Dr. Friedrich Waßmann**, dass eine wissenschaftlich geführte Diskussion die Möglichkeit von Risiken anerkennen sollte. Entsprechend sei das Vorsorgeprinzip bei Genom Editing konsequent anzuwenden.

#### WAHL- UND GENTECHNIKFREIHEIT

Weiterhin ist der Wunsch der Verbraucher\*innen nach Gentechnikfreiheit im Essen, auf dem Teller und im Stall groß, das zeigt **Anne Markwart** anhand unterschiedlicher repräsentativer Studien auf. Nur mit erkennbarer Kennzeichnung haben die Verbraucher\*innen Wahlfreiheit und können informierte Entscheidungen treffen.

Das erste spezifische Nachweisverfahren für ein bekanntes Produkt aus neuer Gentechnik hat der Verband Lebensmittel ohne Gentechnik entwickelt. **Alexander Hissting** beleuchtet die Hintergründe und fordert die Anwendung des Nachweisverfahrens zum Schutz der gentechnikfreien Lebensmittelkette. **Annemarie Volling** erläutert, warum die gentechnikfreie Landwirtschaft und Lebensmittelerzeugung aus bäuerlicher Perspektive für eine zukunftsfähige Landwirtschaft gesichert werden muss und warum eine Regulierung Rechtssicherheit und wirtschaftliche Vorteile schafft. Den Abschluss bilden ein Ausblick und Schlussbetrachtungen zur Sicherung der Gentechnikfreiheit in konventioneller und ökologischer Landwirtschaft sowie Forderungen an die politischen Entscheidungsträger aus bäuerlicher Sicht.

#### HINTERGRUND

Die neuen Gentechniken werden auch als „Genom-Editierung“, Genome Editing oder „neue molekulargenetische Züchtungsverfahren“ bezeichnet. Das bekannteste Verfahren heißt CRISPR/Cas. Diese sogenannten „Gen-Scheren“ sollen gezielte Veränderungen auf der Ebene des Genoms erzeugen. Möglich ist das, weil der Enzym-Komplex, bestehend aus einer Steuerungs- und einer Schneide-Komponente, bestimmte Orte im Genom ansteuern und dort Veränderungen am Genom bewirken kann. Die Anwendungsmöglichkeiten sind dabei deutlich größer als bei der alten Gentechnik. Sie reichen von wenigen Basenpaar-Veränderungen (die beispielsweise zum Ein- oder Ausschalten von einzelnen Genen führen können) bis

hin zur gleichzeitigen Veränderung mehrerer Gene oder dem Einbringen von Genen. Entsprechend komplex können die Folgen für den Organismus selbst oder für die Umwelt sein. Bislang gibt es keine systematische umfassende Risikoprüfung dieser neuen Organismen.

Der Europäische Gerichtshof (EuGH) stellte im Juli 2018 klar, dass die durch neue Gentechnik-Verfahren hergestellten Produkte als gentechnisch verändert einzustufen sind und der EU-Gentechnikgesetzgebung unterliegen. Das ist kein Verbot. Wenn Hersteller gentechnisch veränderte Produkte auf den Markt bringen wollen, sei es zum Anbau oder zum Import, unterliegen sie im Rahmen der Regulierung verschiedenen Maßnahmen. Dazu zählen eine Risikoprüfung und -bewertung, ein Zulassungsverfahren sowie eine Kennzeichnungspflicht; Rückverfolgbarkeit und Monitoring müssen gewährleistet werden. Freisetzungsversuche unterliegen dem Genehmigungsvorbehalt. Für nicht zugelassene GVO gilt Nulltoleranz. Neue Gentechnik-Organismen könnten mit ähnlichen Risiken verbunden sein wie die „alten“ GVO, so der EuGH. Die gentechnikfreie Land- und Lebensmittelwirtschaft, Saatgutorganisationen und Handel sowie Umwelt- und Verbraucherschutz sowie Eine-Welt-Organisationen begrüßen das EuGH-Urteil. Anders sehen es die Gentechnik-Anwender\*innen und fordern eine Aufweichung der EU-Gentechnikgesetzgebung. Genau darüber wird nach Veröffentlichung der EU-Kommissionsstudie gestritten werden.

# Warten auf die Superpflanzen

## CRISPR & Co wecken übertriebene Erwartungen

Dr. Eva Gelinsky

**D**ürre, Hitze, Starkregen, neue Schädlinge und Krankheiten: Die Landwirtschaft steht mit dem Klimawandel vor gewaltigen Herausforderungen. Neue Gentechnik-Verfahren wie CRISPR/Cas, so die Behauptung, sollen in relativ kurzer Zeit zur Lösung dieser Herausforderungen beitragen. Mehr noch: Ein Land wie Deutschland könne es sich eigentlich gar nicht leisten, die Verfahren und daraus resultierende Produkte nicht zu nutzen, wie Bundeslandwirtschaftsministerin Klöckner (CDU) es ausdrückte. Wie fundiert sind derartige Aussagen zum Nutzenpotential von CRISPR/Cas & Co? An welchen Eigenschaften arbeiten die Unternehmen und wann ist mit Pflanzen auf dem Acker zu rechnen? Eine Übersicht des Julius-Kühn-Instituts (JKI) führt eine wachsende Anzahl an Fachpublikationen auf, die den Einsatz der neuen Gentechnik (NGT) zur Entwicklung marktorientierter Anwendungen beschreiben.<sup>1</sup> Die Übersicht enthält jedoch keine Angaben, ob es sich um anwendungsorientierte Grundlagenforschung handelt.<sup>2</sup> Auch werden keine Daten geliefert, die zeigen, ob und wann eine Pflanze tatsächlich vermarktet werden soll.

Um einen Eindruck zu erhalten, mit welchen neuen, mit gentechnischen Methoden veränderten Pflanzen (NGT-Pflanzen) in den nächsten Jahren zu rechnen ist, lohnt sich daher eine Recherche, die weitere Quellen einbezieht, zum Beispiel eine Datenbank der US-Behörde APHIS oder die landwirtschaftliche Fachpresse.<sup>3</sup>

### LEERE VERSPRECHEN UND VERSCHOBENE MARKTEINFÜHRUNG

Diese detaillierteren Blicke zeigen, dass sich derzeit rund 120 Pflanzen in den Kommerzialisierungs- und Entwicklungsphasen befinden. Mit einer Flut neuer NGT-Pflanzen ist in absehbarer Zeit dennoch nicht zu rechnen: Zum einen mehren sich die Fälle, in denen bereits zur Kommerzialisierung angekündigte Produkte ohne weitere Begründung wieder aus den Pipelines verschwinden, zum anderen verschieben Unternehmen Markteinführungen neuer Pflanzen immer wieder. Im Anbau sind global betrachtet erst zwei Pflanzen, die mittels neuer Gentechnik entwickelt wurden: Das US-amerikanische Unternehmen Cibus vermarktet seit 2016 einen herbizidresistenten

Raps. Das ebenfalls in den USA ansässige Unternehmen Calyxt vertreibt seit 2018 eine Sojasorte, deren Öl geringere Anteile der als gesundheitsschädlich geltenden Transfettsäuren enthält. Der Anbauumfang dieser Sojasorte betrug 2020 nach Unternehmensangaben 40.460 Hektar. Für den Cibus-Raps lagen die Anbauzahlen laut dem Anbau-Bericht („Acreege Report“) des US-Landwirtschaftsministeriums 2019 bei 32.000 Hektar. Cibus wirbt damit, dass das Unternehmen mit Hilfe der Oligonukleotid-gerichteten Mutagenese neue Sorten sehr schnell, das heißt in weniger als fünf Jahren, und günstig – mit einem Finanzaufwand von weniger als zehn Millionen US-Dollar – auf den Markt bringen könne. Diese Behauptung hat sich bislang nicht bestätigt. Nach 20 Jahren ist nur der bereits erwähnte herbizidresistente Raps auf dem Markt. In dieser Zeit hat das Unternehmen Investitionen in Höhe von 127 Millionen US-Dollar eingeworben.<sup>4</sup> Bereits 2008 sollte ein herbizidtoleranter NGT-Reis auf den Markt kommen. Dann hieß es, die Markteinführung sei für 2020 bis 2023 geplant. Aktuell nennt Cibus keinen konkreten Zeitpunkt mehr für die Kommerzialisierung dieser Sorte. Aus welchen Gründen der Reis noch nicht auf dem Markt ist, ist unklar. Ein herbizidtoleranter Lein sollte laut Firmenangaben im Jahre 2015 auf den Markt kommen. Sechs Jahre später befindet sich der Lein noch immer in einer frühen Entwicklungsphase. Ähnlich verhält es sich bei Calyxt. Ende 2018 befanden sich noch 19 neue NGT-Pflanzen des US-Unternehmens auf dem Weg zur Markteinführung, darunter eine Kartoffel, die resistent gegen die Kraut-

und Knollenfäule sein soll, eine weitere Kartoffel mit verbesserten Lagereigenschaften bei kühlen Temperaturen und ein mehltaresistenter Weizen.<sup>5</sup> Im Verlauf des Jahres 2019 verschwanden diese und 13 weitere Kulturen ohne Erklärung aus der Produktpipeline. Stattdessen soll ein „ballaststoffreicher“ Weizen, der Weißmehlprodukte gesünder machen soll, ab 2022 vermarktet werden. Darüber hinaus führt Calyxt weitere Produktkandidaten auf. Die Hälfte davon ist jedoch noch in einer sehr frühen Entwicklungsphase. Ob diese Pflanzen jemals Marktreife erlangen, ist offen.

Die Kommerzialisierung einer der ersten Pflanzen, die mittels CRISPR/Cas entwickelt wurde – ein Mais des US-Unternehmens Corteva mit veränderter Stärkezusammensetzung – verzögert sich ebenfalls. Auch dieses Produkt wird schon seit Jahren angekündigt, 2016 wurden Freisetzungsversuche in den USA begonnen, die Markteinführung sollte zunächst bis 2020 erfolgen. Neuere Angaben sind vorsichtiger und sagen „ab 2021“.

### ZWEIFELHAFTER ZUSATZNUTZEN

In Japan wurde im Januar 2021 eine erste CRISPR-Tomate zum Verzehr freigegeben. In den Tomaten ist ein Inhaltsstoff ( $\gamma$ -Aminobuttersäure, GABA) um ein Vielfaches höher konzentriert als in Früchten aus konventioneller Züchtung. GABA kann die Übertragung bestimmter Reize im zentralen Nervensystem hemmen, weshalb dem Stoff eine blutdrucksenkende Wirkung beim Menschen zugesprochen wird. In den Tomatenpflanzen er-

füllt GABA verschiedene Funktionen: Es beeinflusst unter anderem das Wachstum, Reaktionen gegen Schädlinge und Pflanzenkrankheiten sowie verschiedene Stoffwechselfunktionen. Unerwünschte Effekte sind aufgrund dieses Eingriffs durchaus wahrscheinlich; auf Risiken wurden die Tomaten allerdings nie untersucht. Das US-Unternehmen „J. R. Simplot“ vermarktet seit 2015 in den USA gentechnisch veränderte (gv) Kartoffeln unter dem Namen „Innate“. Diese sollen unter anderem widerstandsfähiger gegen die Bildung grau-schwarzer Flecken sein, die bei Transport und Lagerung oder nach dem Schälen und Aufschneiden entstehen. Die Kartoffeln sollen ohne Flecken länger frisch aussehen. Um das zu erreichen, wurden verschiedene Gene stillgelegt oder deren Bildung blockiert. Während Simplot bei den Innate-Kartoffeln noch die schon länger bekannte „alte“ Gentechnik-Methode RNA-Interferenz eingesetzt hat, arbeitet das Unternehmen bei neueren Entwicklungen mit CRISPR/Cas9. Erneut werden Veränderungen des Kartoffel-Stoffwechsels durch das Ausschalten von Genen, dem „Knock-out“, erzeugt. Im Juni 2020 hat Simplot für sechs Anfragen grünes Licht von der US-Behörde APHIS bekommen: unter anderem für Kartoffeln mit weniger schwarzen Druckstellen, verbesserter Lagerfähigkeit und einem geringeren Solaningehalt. Diese Traits sollen einen Beitrag zur Vermeidung von Lebensmittel-Verschwendung leisten. Der Wissenschaftler Caius Rommens war an der Entwicklung der Innate-Kartoffeln beteiligt. Heute weist er zum Beispiel darauf hin, dass die mittels Knock-out erzeug-

ten Eigenschaften riskante Nebenwirkungen für die Konsument\*innen haben könnten.<sup>6</sup> Schädigungen des Kartoffelgewebes führten nicht nur zu schwarzen Verfärbungen. Gleichzeitig reichere sich an diesen Stellen auch eine Aminosäure an. Durch den gentechnischen Eingriff werde zwar die Verfärbung unterdrückt, nicht aber die Bildung der Aminosäure. Da diese potentiell giftig sei, könne sie zahlreiche gesundheitliche Probleme verursachen, darunter Übelkeit, Erbrechen und neurologische Effekte.<sup>7</sup> Zudem würden durch den Knock-out verschiedene Infektionen der Knollen quasi unsichtbar. So könnten Konsument\*innen Kartoffeln essen, die vollkommen gesund aussehen, aber in Wirklichkeit pilzliche oder bakterielle Krankheitserreger enthalten, die wiederum Toxine oder Allergene produzieren können. Problematisch sei auch, dass die APHIS die gv-Kartoffeln nur auf Grundlage dürftiger Firmenangaben zugelassen hatte.

#### GENTECHNISCHES WUNSCHKONZERT: KLIMAANGEPASSTE PFLANZEN?

Was ist dran am Argument, mit den neuen Verfahren ließen sich Pflanzen in kurzer Zeit so verändern, dass sie resistenter gegenüber Hitze, Trockenheit, Salze im Boden und Krankheitserregern werden? Zwar hat ein von Corteva (USA) entwickelter Mais, der trockenolerant und ertragsstabil sein soll, 2020 ein OK der US-Behörde APHIS erhalten; ob und wann dieser Mais tatsächlich auf den Markt kommt, ist jedoch noch völlig offen.<sup>8</sup> Eigenschaften wie Trockenheitstoleranz werden durch eine Vielzahl an Vorgängen in den

Pflanzen und ihren Zellen reguliert und sind mitunter noch gar nicht vollständig verstanden. So verwundert es nicht, dass (noch) keine genomeditierte Pflanze, die besonders gut mit abiotischen Stressfaktoren umgehen kann, auf dem Markt verfügbar ist.<sup>9</sup>

#### NEUE GENTECHNISCH VERÄNDERTE SUPERPFLANZEN?

Das innovative Potential der neuen Gentechnik, das ungeachtet dieser dürftigen Bilanz weiterhin angepriesen wird, besteht also nicht darin, dass mit den neuen Methoden für die Landwirtschaft und die Konsument\*innen *nützliche* Pflanzen und Produkte entwickelt werden.<sup>10</sup> Die Entwicklungspipelines der Unternehmen zeigen, dass es primär um Traits geht, mit denen sich gute, also profitable Geschäfte machen lassen.<sup>11</sup> Aus Sicht der Unternehmen gehören hierzu unter anderem: ein Romana-Salat mit verlängerter Haltbarkeit im Regal (GreenVenus/Intrexon), Tomaten, die sich ohne Stielansatz pflücken lassen (Universität des US-Bundesstaates Florida), ein Senf mit reduzierten Bitterstoffen (Pairwise Plants), ein Kurzstengel-Mais (Bayer), eine Erbse mit verbessertem Geschmack (Benson Hill), koffeinfreier Kaffee (Tropic Bioscience), Erdbeeren mit erhöhtem Zuckergehalt und verlängerter Haltbarkeit im Regal (J. R. Simplot) und Kirschen ohne Stein (Pairwise Plants).<sup>12</sup>

**Dr. Eva Gelinsky** ist politische Koordinatorin der Interessengemeinschaft für gentechnikfreie Saatgutarbeit (IG Saatgut).  
www.ig-saatgut.de

- 1 [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Landwirtschaft/Gruene-Gentechnik/NMT\\_Uebersicht-Zier-Nutzpflanzen.pdf](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Landwirtschaft/Gruene-Gentechnik/NMT_Uebersicht-Zier-Nutzpflanzen.pdf)
- 2 Der Großteil der Forschung, der heute zu den Neuen Gentechnik-Verfahren stattfindet, beschäftigt sich nach wie vor mit Grundlagen, darunter neue Verfahrensvarianten oder dem „proof-of-concept“, das heißt mit dem Nachweis, dass sich bestimmte Eigenschaften überhaupt erzeugen lassen.
- 3 Seit 2016 untersucht die Autorin dieses Beitrags im Auftrag des Schweizer Bundesamtes für Umwelt BAFU jährlich, welche NGT-Pflanzen sich bereits im Anbau beziehungsweise in den Entwicklungspipelines der Unternehmen befinden. Die aktuellen Tabellen (Stand: Dezember 2020) sind hier zu finden: <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/biotechnologie/externe-studien-berichte/endbericht-semnar-gelinsky.pdf.download.pdf/endbericht-semnar-gelinsky.pdf>.
- 4 <https://www.nanalyze.com/2018/12/cibus-gene-editing-crops>
- 5 <https://www.gen-ethisches-netzwerk.de/risikodebatte-und-risikomanagement/genome-editing/reduktionistisches-pflanzenbild>
- 6 <https://www.independentsciencenews.org/health/hidden-health-dangers-former-agbiotech-insider-gmo-crops>
- 7 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25417184>
- 8 [https://www.aphis.usda.gov/biotechnology/downloads/reg\\_loi/20-168-23\\_air\\_response\\_signed.pdf](https://www.aphis.usda.gov/biotechnology/downloads/reg_loi/20-168-23_air_response_signed.pdf)
- 9 Kawall, K 2021: Mit den neuen Gentechnikverfahren dem Klimawandel trotzen? In: Kritischer Agrarbericht 2021, S. 300–305, [https://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2021/KAB\\_2021\\_300\\_305\\_Kawall.pdf](https://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2021/KAB_2021_300_305_Kawall.pdf).
- 10 „Nützlich“ hier verstanden im Sinne eines tatsächlichen Gebrauchswertes.
- 11 Profitabel sind Geschäfte dann, wenn Unternehmen Tauschwerte generieren können – idealerweise mehr als die Konkurrenz.
- 12 <https://thespoon.tech/how-CRISPR-could-create-produce-that-lasts-longer-tastes-better-and-wont-make-pickers-bleed>



013 STA  
07TC081.21  
ER  
4.11

TAGN FS 2013 STA  
3629 by G. OTTC081  
Bio-Informatica & OTTC081  
OTTC081

# Züchterische Unabhängigkeit bewahren

## Eine Bewertung der neuen Gentechnik aus der Perspektive eines ökologischen Züchters

Dr. Carl Vollenweider

**D**en neuen gentechnischen Verfahren – allen voran der „Gen-Schere“ CRISPR/Cas – wird großes Potential zugeschrieben. Die Technik sei präzise, einfach und kostengünstig in der Anwendung – und eigentlich nur eine konsequente Weiterführung herkömmlicher Pflanzenzüchtung. Versprochen werden von den Gentechnikbefürworter\*innen Pflanzen mit höheren Erträgen, Trockenheitstoleranz oder breit wirksamer Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge. Im Folgenden werden diese Behauptungen aus der Perspektive der ökologischen Züchtung kritisch hinterfragt. Nach einem kurzen Blick auf die Technik wird dargestellt, was Pflanzenzüchtung tatsächlich bedeutet und welche Schritte sie umfasst. Zur Illustration werden Beispiele konkreter Versprechen herangezogen: Mit neuer Gentechnik erzeugte „klimaresiliente“ und pilztolerante Pflanzen.

### DIE TECHNIK

CRISPR/Cas und andere Genome Editing-Verfahren sind neue gentechnische Verfahren: Mit CRISPR/Cas werden Verände-

rungen der DNA an einzelnen, isolierten Zellen vorgenommen. Aus diesen veränderten Zellen werden anschließend Pflanzen regeneriert. Dabei kommt es zu somaklonaler Variation, das heißt zu ungewollten Veränderungen im Vergleich zu den Ausgangspflanzen. Nicht alle Genotypen können in Gewebekulturen mit gleicher Effizienz regeneriert werden.

Bei Pflanzen geht die Anwendung von CRISPR/Cas nach wie vor mit dem Einsatz „alter“ Gentechnik einher; die „Gen-Schere“ wird mit dem Agrobakterium oder durch Partikelbeschuss in die Pflanzenzelle eingebracht. Mehrfache Rückkreuzungen mit klassischer Kreuzungszüchtung sind unter anderem notwendig, um die zur „Gen-Schere“ selbst gehörenden Gene wieder aus dem Erbgut der Pflanzen zu entfernen.

Die neuen gentechnischen Verfahren werden eingesetzt, um das Erbgut gezielter zu verändern, als dies mit früheren gentechnischen Methoden möglich war. Das Neue an CRISPR/Cas ist, dass nicht für jede Stelle der DNA, die modifiziert werden soll, ein spezifisches Genome Editing-Werkzeug hergestellt werden muss, wie dies noch bei Verfahren wie den Zink-Finger-

Nukleasen notwendig war. Deshalb ist CRISPR/Cas flexibler und, was den eigentlichen technischen Eingriff betrifft, relativ kostengünstig in der Anwendung.

Bei der neuen wie bei der alten Gentechnik geht es darum, direkt auf der Ebene der DNA in den Organismus einzugreifen. Durch Veränderungen der DNA sollen gezielt bestimmte Zellfunktionen beeinflusst werden. Mit den neuen gentechnischen Verfahren werden bislang bei Pflanzen fast ausschließlich Gene ausgeschaltet („Knockout“). Die diesem Vorgehen zugrunde liegenden Vorstellungen beruhen jedoch auf unzulässigen Vereinfachungen. Eine Pflanze ist kein statisches Produkt, sondern ein komplexer Organismus, der in ständiger Wechselwirkung mit einer sich ändernden Umwelt steht – dem Boden, der Witterung und anderen Organismen. Viele Gene erfüllen mehrere Funktionen in unterschiedlichen Geweben oder Entwicklungsstadien. Umgekehrt werden die meisten Eigenschaften von Pflanzen durch zahlreiche Gene beeinflusst. DNA-Veränderungen, auch wenn sie nur in einem oder in wenigen Basenpaaren stattfinden, können weitreichende Folgen für den Organismus oder die Ökosysteme haben und sind prinzipiell schwierig vorherzusagen.

### GENTECHNIK VERSUS ZÜCHTUNG

Wenn neue gentechnische Verfahren als „neue Züchtungstechniken“ bezeichnet werden, wird dabei übersehen, dass Pflanzenzüchtung weit mehr als die Anwendung einer Technik im Labor ist.<sup>1</sup> Die Arbeit von Pflanzenzüchter\*innen besteht vor allem in der Beurteilung der Pflan-

zen unter Feldbedingungen, sowie in der Durchführung umfangreicher, mehrjähriger Prüfungen der Zuchtlinien an mehreren Orten. Ein wichtiger Arbeitsschritt ist die Selektion von Pflanzen aus Hunderten oder Tausenden von Individuen.

Gemäß dem Ideal der ökologischen oder biologisch-dynamischen Züchtung erfolgen die Prüfungen und Selektionen, zum Beispiel der Forschung & Züchtung Dottenfelderhof, direkt auf landwirtschaftlichen Betrieben unter Praxisbedingungen. Ein hoher Stellenwert wird der ganzheitlichen Beurteilung der Pflanzen in ihrer natürlichen Umwelt eingeräumt. Verfolgt werden kann auch die partizipative Züchtung, bei der Züchter\*innen und Landwirt\*innen gemeinsam Pflanzensorten entwickeln.

Aber selbst wenn nur der erste Züchtungsschritt betrachtet wird, die Erzeugung genetischer Variation, aus der anschließend Pflanzen selektiert werden, wird mit gentechnischen Eingriffen ein ganz anderer Ansatz verfolgt als beispielsweise mit der klassischen Kreuzungszüchtung. Während ein gentechnischer Eingriff auf das Auslösen von Punktmutationen oder die Insertion isolierter Gene abzielt, kombiniert die Kreuzungszüchtung wertvolle Eigenschaften von Mutter- und Vaterpflanzen. Dadurch erfolgt die Akkumulation wertvoller Genkombinationen mit Beteiligung vieler Gene.

### „KLIMARESILIENTE“ PFLANZEN DANK NEUER GENTECHNIK?

Versprochen werden mit neuen gentechnischen Verfahren erzeugte „klimaresiliente“ Pflanzen, welche eine hohe Wider-



standsfähigkeit gegen Auswirkungen des Klimawandels aufweisen sollen. Unklar bleibt, wie solche Pflanzen beispielsweise durch CRISPR/Cas konkret erzeugt werden können. Hitze-, Trockenheits- sowie eine allgemeine Stresstoleranz sind Eigenschaften, an deren Ausprägung viele Gene beteiligt sind. Für die Optimierung solcher komplexer Merkmale ist die klassische Kreuzungszüchtung nach wie vor die geeignetere Methode als Gentechnik.

Zusätzliche Strategien zur Nutzung biologischer Vielfalt könnten die Kreuzungszüchtung ergänzen: Sortenmischungen oder heterogene Populationen, die aus einer breiten Vielfalt von Pflanzen mit unterschiedlichen Eigenschaften bestehen, verfügen über das Potential, biotische und abiotische Stressfaktoren besser abpuffern zu können als homogene Sorten. Neue Untersuchungen zeigen, dass zum Beispiel heterogene Winterweizenpopulationen eine höhere Stabilität als homogene Sorten aufweisen.<sup>2</sup> Der Rückgriff auf klassische Kreuzungs-, Qualitäts- und Resistenzzüchtung zusammen mit dem Anbau von Sortenmischungen und heterogenen Populationen sowie die Entwicklung resilienter Anbausysteme scheint erfolgversprechender als die Hoffnung auf „klimaresiliente“ CRISPR/Cas-Pflanzen.

### PILZTOLERANTER WEIZEN

Pilzbefall in Getreidebeständen kann zu erheblichen Ertragseinbußen und Qualitätsbeeinträchtigungen führen. In einem vom Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter initiierten und von einem Konsortium aus 54 Unternehmen getragenen Projekt soll eine breite „Pilztoleranz von

Weizen mittels neuer Züchtungsmethoden“ („PILTON“) erreicht werden.<sup>3</sup>

Weizen nutzt eigene Abwehrkräfte zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten nur vorübergehend. Regulatorgene reduzieren die Pathogen-Abwehr relativ schnell wieder. Im PILTON-Projekt wird mit einer Variante des CRISPR/Cas-Verfahrens versucht, ein bestimmtes Regulator-Gen des Weizens (das sogenannte clp3-Gen) auszuschalten.<sup>4</sup> Das Herunterregeln der Immunabwehr soll so gestoppt und eine längere und stärkere Abwehrreaktion herbeigeführt werden. Angestrebt wird eine breite Toleranz gegen die Pilzkrankheiten Braunrost, Gelbrost, Septoria und Fusarium.

Die Regulationsmechanismen der Pflanzen halten die Immunabwehr im Gleichgewicht. Sie sind aus pflanzenphysiologischer Sicht sehr wertvoll, da die Immunabwehr sehr energieaufwendig ist. Fehlt eine solche Regulation, könnte das zu erheblichem Stress für die Pflanze und Ver- ausgabung führen.

Durch die Inaktivierung des clp3-Gens soll eine multiple Toleranz gegen mehrere Pilzkrankheiten erreicht werden. Die Modifikation könnte aber auch Auswirkungen auf andere für das Pflanzenwachstum förderliche Pilze haben, wie zum Beispiel Mykorrhiza. Es scheint dringend geboten, entsprechende Risiko- untersuchungen zu unbeabsichtigten Nebenwirkungen der gentechnischen Veränderung durchzuführen.

Bei dem beschriebenen Ansatz soll ein einziger Mechanismus gegen mehrere Pilzkrankheiten wirken. Alles auf eine Karte zu setzen bedeutet aber auch, dass eine Anpassung der Pathogene gegebenenfalls auch gleichzeitig mehrere Krankheiten be-

treffen und deshalb die Pilztoleranz insgesamt verloren gehen könnte.

Statt einer solchen Hochrisikostategie scheint eine breiter abgestützte Vorgehensweise basierend auf unterschiedlichen Ansätzen und Resistenzmechanismen der umsichtiger Weg. So wird in der klassischen Züchtung mit unterschiedlichen Resistenzen gearbeitet. Auf dem Dottenfelderhof zum Beispiel werden die Zuchtlinien im Feld dem Druck verschiedener pilzlicher Schaderreger ausgesetzt. Selektiert werden diejenigen Pflanzen, die unter Feldbedingungen gesund bleiben. Neben der Züchtung pilztoleranterer Sorten sind ergänzende und vorbeugende Maßnahmen im Anbau (Fruchtfolge- und Düngemanagement) sowie Saatgutbehandlung von ganz entscheidender Bedeutung.

### GENTECHNIK FÜR KLEINE UND MITTLERE ZÜCHTUNGSUNTERNEHMEN?

CRISPR/Cas wird als die Technik für kleine und mittlere Unternehmen angepriesen. Dabei wird oft unterschlagen, dass sich Gentechnik- und Agrokonzerne bereits (zum Teil exklusive) Lizenzen für die Nutzung der Technik gesichert haben. In der Forschung kann CRISPR/Cas zwar ohne Lizenzen genutzt werden. Sobald es aber um die Entwicklung von Produkten geht, die kommerzialisiert werden sollen, müssen Lizenzen von Patentinhaber\*innen erworben werden.

Die Konzerne haben eine ganz andere Ausgangsposition am Markt; sie verfügen über Labore und ausreichend Kapital für Forschung und Entwicklung. Die Durchführung des eigentlichen gentechnischen Ein-

griffs ist vielleicht relativ kostengünstig, aber Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung des Verfahrens ist natürlich das Wissen, welche Veränderung überhaupt ausgeführt werden soll. In der Tat wird, um „Off-Target“-Effekte zu vermeiden, umfangreiche Kenntnis über das gesamte Genom der Kulturpflanze benötigt. Kleine und mittlere Züchtungsunternehmen verfügen jedoch weder über das entsprechende Know-how, zum Beispiel im Bereich der Bioinformatik, noch die notwendigen zeitlichen und finanziellen Ressourcen. Selbst wenn die Züchter\*innen die Dienstleistungen bei anderen Unternehmen einkaufen könnten, würden sie sich in ein erhebliches Abhängigkeitsverhältnis begeben. Gerade in der ökologischen Züchtung ist aber eine relative Eigenständigkeit und Unabhängigkeit Grundvoraussetzung für unsere Arbeit.

**Dr. Carl Vollenweider** züchtet ökologische Getreidesorten und heterogene Populationen auf dem Dottenfelderhof.

[www.dottenfelderhof.de/forschungzuechtung](http://www.dottenfelderhof.de/forschungzuechtung)

- 1 Der folgende Text ist eine Weiterentwicklung von: Gelinsky E et al. (2018): Züchterische Unabhängigkeit bewahren, Unabhängige Bauernstimme 5/2018, Nr. 421, S. 13.
- 2 Vollenweider C et al. (2020): Stability of yield and baking quality parameters of heterogeneous wheat populations. 71. Österreichische Pflanzenzüchertagung, 23.-24. November 2020.
- 3 BDP (2021): Projektbeschreibung Forschungsvorhaben „Pilton“, [www.pilton.bdp-online.de](http://www.pilton.bdp-online.de).
- 4 Kawall K et al. (2020): PILTON – das neue Weizenwunder? Unabhängige Bauernstimme, 12/2020, Nr. 449, S. 18.



# Dürre Argumente der Gentechniklobby

## Nur evolutive Züchtungsansätze können Klima-Anpassung erreichen

Dr. Quirin Wember

Von Gentechnik-Lobbyist\*innen wird suggeriert, wir bräuchten die neuen Gentechnik-Verfahren in der Pflanzenzüchtung, um den Herausforderungen der Zukunft gewachsen zu sein. Insbesondere wird dabei immer wieder die Züchtung dürreresistenter und klimaanpassungsfähiger Pflanzen genannt. Dieses Argument wurde bereits vor über 20 Jahren für die „alte“ Gentechnik ins Feld geführt.

### WAS IST DRAN AN DEM DÜRRE-ARGUMENT?

Zunächst einmal: Statt von Dürreresistenz soll hier treffender von Trockenheitstoleranz die Rede sein. Und: Es gibt nicht die eine Eigenschaft „Trockenheitstoleranz“, die gezielt gezüchtet oder gar in Pflanzen eingebaut werden könnte. Vielmehr verfügen Pflanzen über zahlreiche Möglichkeiten, auf Wassermangel zu reagieren. Sie können zum Beispiel tiefer oder eher in die Breite wurzeln und mehr Feinwurzeln bilden. Sie können eine dickere Wachsschicht auf den Blättern oder eine stärkere Blattbehaarung bilden, um die Verduns-

zung zu verringern. Dies können sie aber auch erreichen, indem sie die Spaltöffnungen der Blätter früher schließen oder ihren Tag-Nacht-Rhythmus verändern, sie können zum Beispiel auch das Welken tagsüber ertragen und nachts den Turgor (die pralle Füllung der Zellen) wieder aufbauen, auch osmotische Anpassung kann zur Trockenheitstoleranz beitragen.<sup>1</sup>

Zu welchen dieser Reaktionen Pflanzen fähig oder besonders fähig sind, hängt innerhalb ihrer Arteigenschaften von der Genetik der Einzelpflanze oder der Sorte ab. Deshalb kann Züchtung auf Trockenheitstoleranz erfolgversprechend betrieben werden. Effektive züchterische Vorgehensweisen hierfür sind seit langem bekannt. So führte beispielsweise abwechselnde Selektion unter Trockenstress und optimalen Feldbedingungen zu besseren Erfolgen als Züchtung, die ausschließlich bei Trockenstress stattfand.<sup>2</sup> Es wurde aber lange Zeit kaum auf Trockentoleranz gezüchtet, da Ertragsmaximierung, verarbeitungstechnische Qualitätsparameter, Krankheitsresistenzen und andere mit der Intensivlandwirtschaft assoziierte Merkmale bis heute im Vordergrund der Pflanzenzüchtung stehen.

### KOMPLEXE EIGENSCHAFTEN

Jede der oben genannten Eigenschaften allein macht noch keine trockenheitstolerante Pflanze, sie treten immer in unterschiedlichen Kombinationen auf. Daraus ergibt sich zweierlei:

Erstens ist die Züchtung auf Trockenheitstoleranz keine einfache, sondern eine höchst komplexe Angelegenheit, die einer Merkmalsbearbeitung nach dem Baukastenprinzip, wie sie der Gentechnik zugrunde liegt, kaum zugänglich ist. Zwar sagen einige Molekularbiolog\*innen, gerade mit der neuen Gentechnik ließen sich viele Merkmale gleichzeitig verändern und daher effektiver züchten. Doch alle die Eigenschaften, welche Trockenheitstoleranz bedingen, sind tief in der Konstitution der Pflanzen verankert. Eine züchterische Verbesserung von Trockenheitstoleranz ist deshalb fast immer mit weiteren, grundlegenden, pflanzenphysiologischen Veränderungen verbunden.

Wollen wir trockenheitstolerante Pflanzen züchten, müssen wir bereit sein, uns auf andere Pflanzentypen einzustellen und entsprechend unsere Anbau- und Ernährungsgewohnheiten zu verändern. Zu meinen, der heute die Landwirtschaft dominierende Typ der Hochleistungssorte könne einfach zusätzlich mit Trockenheitstoleranz ausgestattet werden, ist ein Irrglaube.

### VARIABILITÄT

Zweitens müssen trockenheitstolerante Pflanzen je nach räumlichem (im Boden) und zeitlichem (in der Vegetationsperiode) Auftreten von Wassermangel zu unterschiedlichen Reaktionen fähig sein. Die

Vereinigung verschiedener, mitunter gegensätzlicher Verhaltensweisen in einer Pflanze stößt aber naturgemäß an Grenzen. Deshalb ist eine breite Trockenheitstoleranz besser mit vielfältigen Sorten, sogenannten heterogenen Populationen oder entwicklungsfähigen Mischungen zu verwirklichen, in denen je nach Witterungsverlauf und Art des Wassermangels verschiedene Typen zum Zuge kommen. Dann kann von anpassungsfähigen Populationen gesprochen werden. Das ist nun allerdings gerade nicht das, was die Gentechniker\*innen im Sinn haben, wenn sie mit CRISPR/Cas hergestellte Dürreresistenz versprechen.

### GENETISCHER HINTERGRUND

Ein auf einzelne, mit Stresstoleranz assoziierte Merkmale gerichteter Züchtungsansatz ist auch deshalb ungeeignet, weil die gesuchten, umweltbezogenen Eigenschaften in den gesamten genetischen Hintergrund der Pflanze eingebettet sind. Darunter wird die Gesamtheit der Erbanlagen verstanden, die nicht konkreten Eigenschaften oder Funktionen zugeordnet werden kann, aber für die Umsetzung bekannter Erbanlagen im Wechselspiel mit den jeweiligen Umweltbedingungen bedeutsam ist. Weswegen sich gerade umweltbezogene Eigenschaften nicht einfach in Pflanzen mit anderem genetischem Hintergrund übertragen lassen. Aus dem Gedanken heraus, dass wertvolle komplex vererbte Eigenschaften durch die züchterischen Eingriffe der Menschen im Laufe der Domestikation von der Wild- zur Kulturpflanze verloren gegangen seien, versucht ein als „De-novo-domestication“ ge-

feiertes neues Verfahren der Gentechnik diese Schwierigkeiten zu umgehen: Es sucht nicht die Kulturpflanzen zu verbessern, sondern bringt einige Kulturmerkmale in Wildpflanzen ein, welche die gewünschten Eigenschaften noch besitzen.<sup>3</sup> Doch auch dieser Ansatz greift zu kurz. Er übersieht, dass auch die agronomisch bedeutenden Eigenschaften meist polygen vererbt und mit dem genetischen Hintergrund der Kulturpflanze verknüpft sind.

### FORTSCHRITTE KLASSISCHER ZÜCHTUNG

Dass alte und neue gentechnische Methoden in der Züchtung trockenheitstoleranter Kulturpflanzensorten nicht weiterhelfen, zeigen auch fehlgeschlagene Projekte wie der Water Efficient Maize for Africa (WEMA). 2019 hat Südafrikas Ministerium für Fischerei, Land- und Forstwirtschaft entschieden, einen von Monsanto entwickelten trockenheitstoleranten Gentechnik-Mais nicht zuzulassen. Versuche hätten gezeigt, dass dieser keine statistisch signifikant höheren Ernteerträge bei Wassermangel aufzeige als konventionelle Sorten. Stattdessen seien sie zum Teil sogar niedriger als die von konventionellen Maissorten.<sup>4</sup>

Rasche Fortschritte gab es hingegen bei der Entwicklung trockenheitstoleranter und oder nährstoffsuffizienter Maissorten, Bohnen und anderer Kulturpflanzen auf dem Wege klassischer Züchtung. So haben Wissenschaftler\*innen der Universität des US-Bundesstaates Pennsylvania Mais mit wenigen langen, statt vielen kurzen Seitenwurzeln entwickelt, der in Feldversuchen unter limitiertem Stickstoff-

angebot 30 Prozent mehr Ertrag und unter Trockenstress-Bedingungen sogar 144 Prozent mehr Ertrag als die Vergleichssorten aufwies.<sup>5</sup>

### DENKEN IN BAUSTEINFORMATEN GREIFT ZU KURZ

Insbesondere durch die Gentechnik hat sich die Vorstellung von Züchtung mehr und mehr geändert: Es wird an einzelne Eigenschaften gedacht, die an bestimmten Genorten lokalisiert sind und möglichst präzise eingebaut oder ausgeschaltet werden sollen. Diese Sichtweise erfährt mit der neuen Gentechnik eine Zuspitzung. Haben die Gentechnik-Forscher\*innen eigentlich jemals ihre Labore verlassen und sich mit der Pflanzenzüchtung beschäftigt?

Gerade hier liegt eine Gefahr der Gentechniken: Es soll gar nicht mehr – im herkömmlichen Sinne – gezüchtet werden. Vielmehr sollen nur noch bestimmte Eigenschaften auf DNA-Ebene verändert werden. Bedient wird sich dabei einer Kulturpflanze, die in jahrtausendelanger Auslese und Züchtungsarbeit zu dem geworden ist, was sie noch immer wertvoll macht. An dieser Grundlage unserer Agrarkultur würde aber nicht weitergearbeitet, wenn nur noch Bausteine ausgetauscht oder neu kreiert würden. Eine Anpassung an veränderte oder sich ändernde Klima- und Umweltbedingungen kann so nicht gewährleistet werden. Zudem können wir nur unzureichend vorhersehen, wie die Klimaveränderungen in den verschiedenen Regionen der Erde ausfallen werden.

Was wir benötigen, ist eine evolutive Wei-

terentwicklung von Kulturpflanzen unter realen Feldbedingungen. Erfahrungen und Werkzeuge der klassischen Pflanzenzüchtung können hier in ganz neuer Form zum Einsatz kommen – zum Beispiel zur Erhöhung der Diversität durch größere Auskreuzungsraten in Populationen.<sup>6</sup> Die Basis der Züchtung bilden dabei stets die beiden Triebfedern der Evolution selbst: Variation und Selektion.

Nicht zuletzt kann den Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft nicht allein mit Züchtung begegnet werden. Vielmehr ist eine grundlegende Umstellung der Landwirtschaft und des Gartenbaus vonnöten: Hin zu einer verbesserten Bodenpflege, die durch Humusaufbau die Wasserhalteigenschaften des Bodens und die Wachstumsbedingungen für die Pflanzen verbessert – und zugleich eine CO<sub>2</sub>-Senke darstellt –, hin zu einer Diversifizierung der Produktionssysteme und Regionalisierung der Lebensmittelerzeugung.

Das liegt aber alles nicht im Interesse der global agierenden Agrarindustrie. Zu deren Selbstverständnis gehört es, einfache Lösungen anzubieten: Die Züchtung soll's richten! Dieses Angebot anzunehmen, könnte vor dem Hintergrund von Weltuntergangsszenarien auf eine Weise sogar verlockend erscheinen: Die Verantwortung für die Zukunft einfach abgeben! Allerdings an „global player“, die letztlich keinerlei Verantwortung für die Folgen ihres Tuns und ihrer Produkte übernehmen. Wir sollten uns von der Drohkulisse der Weltprobleme nicht einschüchtern lassen, denn die Lösung liegt sicher nicht in der Fortführung und Verstärkung jener Strukturen, die zu den Problemen geführt haben.

**Dr. Quirin Wember** ist selbstständiger Gemüsezüchter und Vorstandsmitglied im Dreschflegel e.V. Bis 2012 lehrte er ökologische Pflanzenzüchtung an der Uni Kassel.

[www.dreschflegel-verein.de](http://www.dreschflegel-verein.de)

- 1 Ruhland W. Hrsg. 1956: Handbuch der Pflanzenphysiologie. Bd. III. Pflanze und Wasser. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer. S. 696 ff.
- 2 Quizenberry JE: Breeding for Drought Resistance and Plant Water Use Efficiency. In: Christiansen MN et al., 1982: Breeding Plants for less favourable Environments. New York. Wiley & Sons. S. 207 f.
- 3 Zsögön, A et al.: De novo domestication of wild tomato using genome editing, 2018, doi: 10.1038/nbt.4272.
- 4 Gen-ethischer Informationsdienst: Trockentoleranter gv-Mais hält nicht was er verspricht, November 2019, <https://www.gen-ethisches-netzwerk.de/251/kurz-notiert-landwirtschaft-und-lebensmittel>.
- 5 Gilbert, N, 2016: Frugal farming. Old-fashioned breeding techniques are bearing more fruit than genetic engineering in developing self-sufficient super plants. Nature 533, 308-310.
- 6 Ceccarelli, S et al., 2020: Evolutionary Plant Breeding as a Response to the Complexity of Climate Change. iScience 23, 101815.

# Gen-Technofixes

## Neue Welle trügerischer Scheinlösungen für Afrikas Lebensmittelsysteme

Sabrina Masinjila und Rutendo Zendah

In den vergangenen zwanzig Jahren hat die Biotechnologie-Industrie in Afrika eine ganze Reihe an Propaganda-Aktivitäten durchgeführt. Betrachtet man ihre Anstrengungen in Bereichen wie Lobbyarbeit, sowie die Versuche, Biosicherheits-Strukturen und -Prozesse zum Beispiel durch Trainings für Mitarbeiter\*innen von Behörden zu übernehmen, verwundert es schon, dass gentechnisch veränderte Organismen in Afrika bisher kaum Fuß fassen konnten. Das eigentliche Ziel ist jedoch, Kontrolle über politische Entwicklungen, technische Richtlinien, die Öffentlichkeitsarbeit sowie Entscheidungsprozesse, die die Biosicherheit betreffen, auszuüben. Hierbei sind zahlreiche Akteur\*innen involviert, einschließlich internationaler philanthropischer kapitalistischer Entwicklungsorganisationen, wie zum Beispiel die Bill und Melinda Gates-Stiftung, und Institutionen afrikanischer Länder beziehungsweise der Afrikanischen Union.

Laut eines im Jahr 2020 von der Industrie-Lobbygruppe ISAAA veröffentlichten Berichts werden in Afrika auf 2,9 Millionen Hektar Land gentechnisch veränderte (gv) Pflanzen angebaut. 93 Prozent davon (gv-Mais, -Sojabohnen und -Baumwolle) befinden sich in Südafrika. Weitere

Länder sind Sudan, Malawi und Nigeria (ausschließlich Baumwolle). Nigeria genehmigte zudem im Jahr 2019 den kommerziellen Anbau von schädlingsresistenten (Bt) Augenbohnen. Dieser Anbau, der bisher noch nicht begonnen hat, birgt jedoch gravierende Verunreinigungs-Risiken, da die Ursprungsregion dieser Pflanze und das Zentrum ihrer Vielfalt in Afrika und eben auch in Nigeria liegen. Alle diese gv-Pflanzen wurden mit alten gentechnischen Verfahren – Schrotschuss- beziehungsweise Agrobacterium-Verfahren – hergestellt.

Derzeit finden in verschiedenen afrikanischen Ländern wie Mosambik, Kenia, Uganda, Ghana, Burkina Faso und Ruanda Freisetzungsversuche mit anderen gv-Kulturen statt, darunter Maniok, Augenbohnen, Bananen und Kartoffeln – auch sie hergestellt mittels alter Gentechnik.

Im Allgemeinen ist die Umsetzung der Biosicherheits-Regulierung auf dem Kontinent von chronischer Intransparenz und der Nichteinhaltung internationaler Abkommen, wie dem Protokoll von Cartagena über die biologische Sicherheit, geprägt. Die südafrikanische Zivilgesellschaft befindet sich jedoch in einer weitaus besseren Lage als der Rest des Kontinents. Die Gesetzgebung des Lan-

des ermöglicht den Bürger\*innen, Zugang zu Informationen zu erhalten sowie angemessene und gerechte Verwaltungsmaßnahmen und Entscheidungsprozesse einzufordern.<sup>1</sup>

### DAS SCHEITERN DER GENTECHNIK UND DIE VERSTETIGUNG INDUSTRIELLER LANDWIRTSCHAFT

Die in Afrika angebauten GVO-Kulturen vermochten in den letzten 20 Jahren keines der Versprechen der Biotech-Industrie einzulösen. Gv-Pflanzen sollten Hunger und Armut beseitigen, zur Ernährungssicherheit beitragen und das Einkommen und die Existenzgrundlage von Bäuer\*innen verbessern. Stattdessen hat sich Gentechnik als typische Entwicklungsmaßnahme erwiesen, die zur Verstetigung industrieller Landwirtschaftssysteme beigetragen hat. Zudem hat sie die Verschuldung, Benachteiligung und soziale Ausgrenzung von Kleinbäuer\*innen weiter verstärkt – insbesondere von Frauen, also gerade der Menschen, die eigentlich von den Maßnahmen profitieren sollten.

In Südafrika, dem einzigen Land, in dem ein gv-Grundnahrungsmittel – gv-Mais – kommerziell genutzt wird, nahmen Hunger, die Verdrängung lokaler Saatgutvielfalt sowie Missernten rasant zu.<sup>2</sup> Die von Monsanto (heute Teil des Bayer-Konzerns) entwickelte schädlingsresistente Maissorte MON810 wurde in Südafrika aufgrund von unkontrollierbaren Schädlingsresistenzen 2015 fast vollständig aus dem Verkehr gezogen.

Ebenso kläglich gescheitert ist der Anbau von Bt-Baumwolle in Burkina Faso, einem Land, das einst das Aushänge-

schild von GVO-Verfechter\*innen war. Die schlechte Qualität der gv-Baumwolle bescherte der ehemals renommierten Baumwollindustrie des Landes hohe Verluste und führte dazu, dass Burkina Faso 2015 ein Anbauverbot für gv-Baumwolle verhängte.

Die meisten afrikanischen Länder stehen unter Druck, ihre Lebensmittelsysteme zu industrialisieren. Das starke Drängen hin zum großflächigen Anbau von Bt-Baumwolle beispielsweise zielt darauf ab, die Baumwoll- und Textilindustrie wiederzubeleben, um den Export von Rohstoffen in den globalen Norden zu stärken. Dies geschieht im Rahmen der typisch neokolonialen Handels- und Wirtschaftsbeziehungen, die Afrika weiterhin mit dem Rest der Welt pflegt. In den vergangenen zwölf Jahren gab es auch Versuche, den lukrativen Mais-Markt auf dem Kontinent zu erobern. Dieses Unterfangen wurde unter der Schirmherrschaft des WEMA-Projekts vorangebracht (dt: „Wassereffizienter Mais für Afrika“), das seit 2018 unter der neuen Marke TELA geführt wird. Offiziell geht es in diesem Projekt aber darum, gegen die unsichere Versorgung der Kleinbäuer\*innen mit Lebensmitteln und Nährstoffen vorzugehen und klimatische Herausforderungen wie Dürre oder Schädlingsbefall zu bewältigen.

### GENOMEDITIERTE PFLANZEN IN DER PIPELINE

Zu den genomeditierten Pflanzen, die sich aktuell in der Entwicklung befinden, gehören vorwiegend Maniok, Mais und Bananen, die durch die Nutzung von CRISPR/Cas9-Technologien gentechnisch verän-

dert wurden. Dabei stehen derzeit Kenia, Nigeria und Uganda im Fokus. Dieser Vorstoß wird von den üblichen unternehmerischen und philanthropisch-kapitalistischen Strippenziehern im Rahmen öffentlich-privater Partnerschaften gefördert und finanziert.<sup>3</sup>

Unter dem Vorwand, die „Tödliche Maisnekrose“ (MLN), eine Viruskrankheit, die Mais befallen kann, zu bekämpfen, arbeiten das Internationale Zentrum für die Verbesserung von Mais und Weizen CIMMYT, die Kenianische Forschungsorganisation für Landwirtschaft und Viehzucht KALRO, sowie der US-Agrarkonzern Corteva zusammen an der Einführung von Gentechnologien wie CRISPR/Cas9. Corteva ist der Hauptlizenznehmer für das Genome Editing-Verfahren CRISPR und stellt die Technologie hier kostenfrei zur Verfügung. Die Krankheit MLN hat sich in den letzten zehn Jahren in Südostasien, Ostafrika und Südamerika stark ausgebreitet. Das Projekt zielt auf die Nutzung von afrikanischen (sowie lateinamerikanischen und karibischen) genetischen Ressourcen ab, die eine natürliche Hitze- beziehungsweise Trockenheitstoleranz aufweisen.<sup>4</sup> Die Lizenzpartnerschaft gibt vor, den demokratischen Zugang zu CRISPR/Cas9 zu ermöglichen sowie die landwirtschaftliche Entwicklung Afrikas zu unterstützen. Auch soll diese Partnerschaft die Forschungszusammenarbeit mit dem CIMMYT und dem Donald Danforth Zentrum für Pflanzenforschung (DDPC) im US-Bundesstaat Missouri vereinfachen. Angeblich soll dies den Kleinbäuer\*innen zugutekommen. Der Vorgang ist immer derselbe: Ausbeutung afrikanischer Ressourcen durch die Aneignung von afrikanischen

genetischen Ressourcen und die Nutzung Afrikas als experimentelle Spielwiese, um entsprechende Technologien weiterzuentwickeln. Die Lizenz-Partnerschaft hat also zur Folge, dass – einerseits – die Lizenzbefreiung sich auf die Verwendung der CRISPR-Technologie bezieht, aber dass – andererseits – die genetischen Ressourcen erst (von den Bauern) gestohlen und dann (an die Bauern) zurückverkauft werden.

Dupont Pioneer (heute Teil von Corteva) entwickelt gemeinsam mit dem DDPC und unter teilweiser Förderung durch die Bill und Melinda Gates-Stiftung auch Manioksorten, die resistent gegenüber Virus-erkrankungen sein sollen – obwohl erst kürzlich Varietäten entwickelt wurden, die natürliche Resistenzen aufweisen.<sup>5</sup> An dieser Stelle sollte erwähnt werden, dass die Nutzung von CRISPR/Cas9-Technologien bisher noch keine vollständige Resistenz bei Manioksorten erzielen konnte, insbesondere nicht gegenüber der Braunstreifenviruserkrankung CBSD.

Des Weiteren sollte nicht unerwähnt bleiben, dass das Afrikanische Konsortium für seltene Pflanzen (AOCC), finanziell von der afrikanischen Entwicklungsorganisation NEPAD und dem Süßwaren-Konzern Mars Inc. gefördert, die Genome von 101 afrikanischen einheimischen Pflanzen sequenziert hat, um die Einführung neuer Technologien bei wenig genutzten afrikanischen Pflanzen zu ermöglichen.<sup>6</sup> Mithilfe der Sequenzierung dieser Pflanzen soll deren „Nährstoffgehalt verbessert“ werden. 250 Pflanzenzüchter\*innen sollen in einem Zeitraum von fünf Jahren bei der genom- und markergestützten Selektion für die Verbesserung des Zucht-

materials begleitet werden. Offen zugängliche Sequenzen ermöglichen es, wichtige Heil- und Nahrungsmittelpflanzen nach Resistenzen gegenüber Krankheitserregern, nach Aromastoffen oder medizinischen Eigenschaften zu durchsuchen und ihre Genome durch Unternehmen aus der Landwirtschafts- oder Chemiebranche zu editieren. Dies öffnet die Büchse der Pandora im Hinblick auf Biopiraterie und ist nicht vereinbar mit einer Politik und Gesetzgebung, die den Zugang zu genetischen Ressourcen und einen gerechten Vorteilsausgleich garantiert. Dass dabei sowohl private als auch öffentliche Forschungszentren involviert sind, dürfte nicht überraschen.<sup>7</sup> Diese Art von Projekten wird zwangsläufig das Data Mining profitabler genetischer Informationen, insbesondere von afrikanischen einheimischen Nutzpflanzensorten, erleichtern.<sup>8</sup> Sie sind der Inbegriff des neuen digitalen Zeitalters der Biopiraterie.<sup>9</sup> Ein besonderer, nicht landwirtschaftlicher sondern medizinischer und ökologischer Aspekt innerhalb der neuen Genome Editierungs-Verfahren mit CRISPR ist die Gene Drive-Technologie zur Bekämpfung von Malaria. Gene Drive-Moskitos wurden von der Afrikanischen Union und dem „Target Malaria“-Projekt befürwortet, um den afrikanischen Kontinent für die Freilassung von gv-Insekten aber auch für andere Anwendungen des Genome Editing zu erschließen.

#### EINHALTUNG DER RICHTLINIEN KAUM KONTROLLIERBAR

Verschiedene afrikanische Staaten wie Kenia, Nigeria und Eswatini haben mit

der Entwicklung aufgeweichter Rechtsgrundlagen für neue Gentechnik-Verfahren begonnen.<sup>10</sup> Es gab zum Beispiel in Kenia und Nigeria den Vorschlag, mit diesen Richtlinien nur Anwendungen zu regulieren, bei denen absichtlich fremde DNA eingefügt wird.<sup>11</sup> Anwendungen, bei denen keine fremde DNA eingefügt wird, sollten von der Regulierung ausgeschlossen werden.<sup>12</sup> Dies wirft nach wie vor Bedenken hinsichtlich der Biosicherheit auf. Auch haben afrikanische Regierungen möglicherweise nicht die benötigten Kapazitäten und die erforderliche Infrastruktur, um sowohl alte als auch neue Gentechnik-Verfahren zu kontrollieren. Zudem wurden neue, unbeabsichtigte Wirkungen dokumentiert, wie schon bei den alten Gentechnik-Verfahren. Auch jetzt ist die Technologie nicht präzise, und sie gefährdet unsere Lebensmittelsicherheit, birgt Risiken für die Gesundheit von Mensch und Tier, die Umwelt und die Gesellschaft im Ganzen.

#### FAZIT

Das Propagieren von Genome Editing-Verfahren in Afrika fußt auf dem Versprechen, die Entwicklung von Pflanzenkulturen zu revolutionieren, insbesondere in Regionen südlich der Sahara. Diese Technologien, genauso wie Gene Drives, werden bei der Bewältigung der komplexen Herausforderungen aber kläglich scheitern. Dazu gehören Bereiche wie die Ernährungsunsicherheit, die Lebensbedingungen von Bäuer\*innen, die Klima- und Umweltkrise sowie Herausforderungen im Gesundheitsbereich, wie etwa bei vektorübertragenen Krankheiten.

Afrikanische zivilgesellschaftliche Organisationen fordern nach wie vor ein Verbot von erfolglosen alten und neuen Gentechnik-Verfahren sowie Gene Drive-Methoden. Die Organisationen haben die Entscheidung der Regierung von Tansania vom Anfang dieses Jahres, Versuche mit gv-Pflanzen im Land auszusetzen, begrüßt. Gleiches gilt für die Behörden in Südafrika, die den – vermeintlich – trockenoleranten gv-Mais von Monsanto (heute Bayer) zurückgewiesen haben, weil der Konzern eben diese Trockentoleranz nicht ausreichend nachweisen konnte. Systemische und wirkungsvolle Lösungen können nur aus einem klaren Bruch mit den leeren Versprechungen der alten und neuen Gentechnik-Verfahren und den ihnen zugrunde liegenden, hoffnungslos gescheiterten neo-kolonialen Ideologien erwachsen.

**Sabrina Masinjila** und **Rutendo Zendah** gehören zur Forschungsgruppe und rechtlichen Interessenvertretung des African Centre for Biodiversity (ACB; dt. Afrikanisches Zentrum für Biodiversität; Südafrika). Das ACB engagiert sich auf dem afrikanischen Kontinent für Nahrungsmittelsouveränität und Agrarökologie mit den Schwerpunkten Biosicherheit, Saatgutssysteme und landwirtschaftliche biologische Vielfalt. [www.acbio.org.za](http://www.acbio.org.za)

- 1 ACB (2020a): More toxic GM crops and food for SA (...). <https://www.acbio.org.za/sites/default/files/documents/202003/more-toxic-gm-crops-and-food-sa-ineffective-gm-drought-tolerant-maize-pushed-kenya-and-uganda.pdf>.
- 2 ACB (2020b): Genome editing – the next GM technofix doomed to fail: regulatory issues and threats for Africa. [https://www.acbio.org.za/sites/default/files/documents/202010/genome-editing-next-gm-techno-fix-doomed-fail-regulatory-issues-and-threats-africa\\_0.pdf](https://www.acbio.org.za/sites/default/files/documents/202010/genome-editing-next-gm-techno-fix-doomed-fail-regulatory-issues-and-threats-africa_0.pdf).
- 3 S. Fußnote 2.
- 4 Boddupalli P et al. (2020): Maize lethal necrosis (MLN): Efforts toward containing the spread and impact of a devastating transboundary disease in sub-Saharan Africa. *Virus Res.* 282:197943. doi: 10.1016/j.virus-res.2020.197943.
- 5 Sheat S et al. (2019): Resistance Against Cassava Brown Streak Viruses From Africa in Cassava Germplasm From South America. *Front Plant Sci.* 10:567. doi: 10.3389/fpls.2019.00567.
- 6 AOCC (African Orphan Crops Consortium), 2017. Promoting neglected and underutilized crop species, <http://africanorphancrops.org/promoting-neglected-and-underutilized-crop-species>.
- 7 S. Fußnote 2.
- 8 Chang Y et al. (2019): The draft genomes of five agriculturally important African orphan crops. *GigaScience* 8(3), doi: 10.1093/gigascience/giy152.
- 9 S. Fußnote 2.
- 10 Cornell Alliance for Science (2021): Three African nations take the lead in agricultural use of genome editing, <https://allianceforscience.cornell.edu/blog/2021/01/three-african-nations-take-the-lead-in-agricultural-use-of-genome-editing>.
- 11 Schmidt SM (2020): The evolving landscape around genome editing in agriculture (...), *EMBO reports* 21(6), e50680, doi: 10.15252/embr.202050680.
- 12 S. Fußnote 2.



# Gentechniken in der Landwirtschaft aus ethischer Perspektive

## Ziele, Mittel, Folgen und Kontext bei der Bewertung berücksichtigen

Prof. Dr. Thomas Potthast

Neue Gentechniken werfen Fragen für die Landwirtschaft auf, weil (auch) für diesen Sektor passende technische Lösungen für aktuelle Probleme versprochen werden. Auch die interdisziplinäre Ethik befasst sich mit diesem Thema. Sie verknüpft empirische Wissensbestände mit Bewertungs- und Normsetzungsfragen, um zu klären, welche Gestaltungsoptionen für bestimmte gesellschaftliche Problemstellungen aus welchen Gründen wie zu beurteilen sind. Im Folgenden sollen in der gebotenen Kürze die Grundlagen einer ethischen Technikbewertung vorgestellt, Ziele und Versprechungen neuer Gentechniken sowie Argumente zu deren Natürlichkeit und deren Risiken kritisch betrachtet werden.

### WÜNSCHENSWERT, ANGEMESSEN, REALISTISCH?

Die Debatte um Gentechnik in der Landwirtschaft wird oft auf die Frage von Risiken reduziert: Geht von den gentechnisch veränderten Organismen (GVO) und deren Produkten eine direkte Gefahr für Men-

schen und Umwelt aus? So wichtig dieses Thema ist, es reicht nicht hin, um sich ein umfassendes Bild zu verschaffen. Eine ethische Beurteilung von Technikentwicklung muss vielmehr Aussagen treffen über die Erlaubtheit oder/und Wünschbarkeit hinsichtlich vier Dimensionen:

1. Sind die konkreten *Ziele*, die mit dieser Technik erreicht werden sollen, wünschenswert? Zum Beispiel: Das Ziel der Ernährungssicherheit ist bestimmt konsensfähig. Das gilt auch für die Option, trockenresistentere Sorten zu entwickeln. Dagegen dürfte es sehr viel strittiger sein, ob es grundsätzlich wünschenswert ist, herbizidresistente Nutzpflanzen einzusetzen.

2. Sind die *Mittel*, um diese Zwecke zu erreichen, wünschenswert und angemessen – und realistisch? Gibt es andere, geeignetere Wege, das Ziel zu erreichen? Etlliche Probleme, für die GVO die Lösung bieten wollen, stellen sich aufgrund bestimmter Landbaupraktiken und könnten mit anderen Mitteln (zum Beispiel Fruchtwechsel, Mehrkulturenanbau) gelöst oder

zumindest erheblich abgeschwächt werden. Ob es grundsätzlich züchtungstechnisch möglich ist, stabil ertragreiche und zugleich salz- oder trockenresistente Sorten zu entwickeln, ist zumindest strittig.

3. Es müssen die möglichen *Folgen und Nebenfolgen*, die sich aus dem Einsatz einer Technik ergeben, umfassend abgeschätzt werden. Das betrifft umweltbezogene ebenso wie soziökonomische Folgen (siehe unten).

4. Darüber hinaus ist der *gesamtgesellschaftliche Kontext* zu beachten, in den eine Technologie eingebettet ist. Wenn übergreifende Ziele wie die der Erhaltung und Förderung bäuerlicher Landwirtschaft oder Gentechnikfreiheit angestrebt werden sollen, ist zu fragen, wie die neuen Gentechniken hierzu passen (können). Fragen der Patentierung und des Landwirteprivilegs stehen hier ebenso an wie die nach der Entscheidung über Züchtungsziele und -methoden mit Blick auf die konventionelle gentechnikfreie Landwirtschaft und den Ökolandbau.

### MULTIDIMENSIONALE FOLGENABSCHÄTZUNG

Zur Frage der Folgenabschätzung lassen sich allgemeine Kriterien einer ethischen Technikbewertung formulieren, die konsensfähig sind und zugleich in ihrer Kombination durchaus differenzierende Urteile ermöglichen. Das gilt allerdings nur, wenn die Wissensbasis unterschiedlichster Disziplinen berücksichtigt wird – auch die von Praxisakteuren (etwa Landwirt\*innen, Verbraucher\*innen). In die-

sem Zusammenhang muss klar sein, dass es innerhalb und zwischen Disziplinen Dissense in der Interpretation der Datenlage geben kann. Hinsichtlich der Einschätzungen von Chancen ebenso wie Gefahren gibt es oft nicht „die“ eine Position „der“ Wissenschaft. Für eine Folgenabschätzung gelten unter Einbeziehung sowohl erwünschter Effekte als auch unintendierter Nebenfolgen diese Kriterien:

- Gesundheitliche Verträglichkeit für Menschen
- Umwelt-/Mitwelt-/Naturverträglichkeit (ökologische Verträglichkeit)
- Ökonomische Verträglichkeit
- Sozialverträglichkeit
- Übereinstimmung mit grundlegenden ethischen und politischen Prinzipien (Menschenrechte, Demokratie, Transparenz)

Aus den Kriterien lassen sich Vorzugsregeln für die Technikbewertung formulieren:<sup>1</sup>

- Reversible Folgen sind irreversiblen vorzuziehen
- Langfristige Folgen sind mindestens genauso zu beachten wie kurzfristige (Verantwortung für künftige Generationen)
- Bei Ungewissheit über die Folgen ist die Anwendung eher zu verlangsamen (Vorsorgeprinzip, precautionary principle: Wenn es Anhaltspunkte für große Gefahren gibt, sollten bereits jetzt entsprechende Maßnahmen ergriffen werden, um die diese zu verringern/vermeiden)
- Präventive Lösungen sind nachträglich vorzuziehen (wir sollten an Ursachen der Probleme des derzeitigen Landwirtschaftssystems arbeiten und nicht an deren Symptomen)



Die Kriterien und die Vorzugsregeln zeigen die Multidimensionalität der Aspekte, um eine Antwort darauf zu geben, ob eine Technologie oder eine bestimmte Anwendungsoption zur übergreifenden Zielsetzung einer Nachhaltigen Entwicklung passen. Diese Zielsetzung orientiert sich an den ethischen Prinzipien intra- und intergenerationelle Gerechtigkeit sowie Erhaltung der Biosphäre.

Zu klären ist hier im Einzelnen, ob und inwiefern diesbezüglich die neuen Gentechniken wirklich anders sind als die bisherigen und was sie beitragen können.

Sehr praxisbezogen stellt sich dabei nicht zuletzt die Frage der Koexistenz von GVO-basierter und gentechnikfreier Landwirtschaft: Sollten GVO in großen Raum- und Zeiteinheiten freigesetzt werden, sind gentechnikfreie Züchtung und Anbau schwierig bis unmöglich, freiwillige Gentechnikfreie Regionen und die Gentechnikfreiheit von Schutzgebieten werden unterlaufen. Zudem ergeben sich Probleme bezüglich Haftung, des Verursacherprinzips und so weiter.

#### DIE NORMATIVE KRAFT DES FIKTIONALEN

Ein immer wieder genanntes Ziel des Einsatzes der Gentechnik in der Landwirtschaft ist die Bekämpfung des Hungers in der Welt durch (weitere) Produktivitätssteigerung. Allerdings ist seit Langem bekannt und auch weitestgehend unstrittig, dass dies nicht möglich sein wird, weil die Ursachen des Hungers woanders liegen als in der Effizienz und Zahl produzierter Kalorien: Genannt seien nicht geeignete Anbauziele und -früchte (Produktion für den

Weltmarkt statt lokale Subsistenz), Verluste in der Wertschöpfungskette durch Fehlanreize der sogenannten Veredelung (zu viel Fleisch- und Milchprodukte statt Gemüse und Obst), Verluste in der Verarbeitung und vor allem Lebensmittelverschwendung (food loss, food waste) sowie Verteilung von Land, Macht und Geld.<sup>2</sup> Eine wissenschaftliche Debatte über neue Gentechniken sollte dies anerkennen.

Die Frage nach den Zielen führt zu einem allgemeinen, wichtigen Aspekt in der Zieldiskussion um GVO: Oft werden Leistungen künftiger Techniken angenommen (Salz-, Trockentoleranz), ohne deren tatsächliche Realistiek und Zeitschema kennen zu können. Es entsteht eine „normative Kraft des Fiktionalen“, die keine gute Grundlage für rationale Entscheidungen ist. Denn sie führt zu Effekten in der politischen Diskussion, ohne dass klar ist, ob und wann es solche Organismen gibt. Zudem führt es zu ungleicher Forschungsförderung und Pfadabhängigkeiten dessen, was mit Blick auf die Landwirtschaft gefördert wird und was eben nicht. Ethisch gefragt: Was wollen wir eigentlich können?<sup>3</sup>

#### „NATURIDENTISCH“ IST WEDER NATÜRLICH NOCH TECHNIKFREI

In der Diskussion um neue Gentechniken wird betont, dass nun zum Teil Pflanzen generiert werden könnten, die am Ende gar nicht mehr als gentechnisch manipuliert erkennbar seien und somit gleichsam als natürlich beziehungsweise nicht mehr als technisch gelten könnten. Doch hier gehen Kategorien des „Natürlichen“ und des „Künstlichen“ beziehungsweise des „Technischen“ durcheinander:<sup>4</sup> Beim

„Natur-Identischen“ kann – bei größter Eingriffstiefe: vollständig synthetisch hergestellt – im Produkt das Technische zwar nicht mehr sichtbar sein, aber: Damit ist das Produkt gerade nicht technikfreie Natur geworden (das wäre ein Kategorienfehler in der Begrifflichkeit). Wir können nicht dasjenige, dem wir seine Technizität nicht mehr ansehen, einfach als Natur bezeichnen, weil wir sonst Begriffe beliebig und damit falsch verwenden. Und das ist auch ein Grund, warum wir Technikbewertung immer auch als Prozessbewertung vornehmen müssen und nicht alleine bei der Betrachtung von Produkten bleiben dürfen.

Zur neuen Qualität auch der neuen GVO lässt sich sagen: Anders als bei der lokalen Saatgutzüchtung entsteht die gentechnische Veränderung (als wichtige – oder gar wesentliche – Eigenschaft) losgelöst von der Interaktionsdynamik mit anderen Arten im Agrar-Ökosystem. Die langsame Eigen-Veränderung von Organismen (auch den konventionell gezüchteten) im Freiland ist ungleich dem massenhaften Ausbringen von im Labor erzeugte Organismen, weil es ein anderes Raum-/ Zeitschema der Entwicklung und Interaktionen ist. Das bedeutet nicht per se ein größeres Risikopotenzial, aber eine vorsichtige, vorsorgende Regelung des kommerziellen Inverkehrbringens erscheint plausibel.

Zur Debatte um die (Un)Natürlichkeit der neuen Gentechniken – aber auch weit darüber hinaus – ist zu betonen: Im Gegensatz zur Eigengesetzlichkeit der Natur sind Menschen verantwortlich und rechenschaftspflichtig für ihre Eingriffe in die Dynamik der Mitwelt.

#### FAZIT

Beim Streit um die neuen Agro-Gentechniken steht die Gentechnik nicht isoliert als Methode, sondern im Kontext zur Diskussion: Welches Gesamtkonzept einer Landwirtschaft soll gesellschaftlich angestrebt werden: dem „Weiter wie bisher“ folgen – großmaßstäblich („Wachse oder weiche“), möglichst kapital- und maschinenintensiv, synthetisch-pestizidbasiert, patentorientiert? Oder soll es in Richtung einer nachhaltigeren Landnutzung gehen, wie es Modelle des Ökolandbaus in Verbindung mit regionaler und bäuerlicher Landwirtschaft verfolgen?

Dann ist die Frage zu beantworten: Was ist zu fördern? Dabei müssen vor allem alle Optionen auf den Tisch, um die aktuellen Nachhaltigkeits-Probleme (in) der Landwirtschaft zu lösen. Dann wären diejenigen Innovationen zu fördern, die an den Ursachen ansetzen, deren Risiken möglichst gering sind, die sozial innovativ und gesellschaftlich eingebettet sind und die nicht zuletzt bekanntes, aber strukturell vernachlässigtes, landwirtschaftliches Praxis-Wissen für die heutige Zeit reaktivieren helfen.

**Prof. Dr. Thomas Potthast** ist Professor für Ethik, Theorie und Geschichte der Biowissenschaften an der Universität Tübingen und Leiter des Internationalen Zentrums für Ethik in den Wissenschaften.

[www.izew.de](http://www.izew.de)

- 1 Ausführlich dazu: Skorupinski B (1996): Gentechnik für die Schädlingsbekämpfung. Eine ethische Bewertung der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen in der Landwirtschaft. Stuttgart: Enke.
- 2 Siehe zum Beispiel: [www.welthungerhilfe.de/hunger](http://www.welthungerhilfe.de/hunger).
- 3 Mieth D (2002): Was wollen wir können? Ethik im Zeitalter der Biotechnik. Freiburg i. Br.: Herder.
- 4 Ausführlicher dazu: Potthast T (2019): Naturschutz und Technikverständnisse. Vom Nutzen und – vor allem – Nachteil binären Denkens oder: Über angemessene und weniger angemessene Techniken für den Naturschutz. In: Schell C et al. (Hrsg.): Neue Gentechniken und Naturschutz – eine Verhältnisbestimmung. BfN-Skripten 546, Bonn: S. 67-80, <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript546.pdf>.



# Regulierungsfragen angesichts Neuer Gentechniken

## Wie weiter nach dem Urteil des Europäischen Gerichtshofes?

Prof. Dr. Gerd Winter

### DER GEGENWÄRTIGE RECHTSRAHMEN

Die EU-Richtlinie 2001/18/EG ordnet für die Freisetzung und das Inverkehrbringen von genetisch veränderten Organismen (GVO) an, dass vorher Unterlagen über den GMO einzureichen und eine Zulassung einzuholen ist.<sup>1</sup> Als GMO gilt ein Organismus, „dessen genetisches Material so verändert worden ist, wie es auf natürliche Weise durch Kreuzen und/oder natürliche Rekombination nicht möglich ist“. Grundsätzlich fallen alle GMO unter den Geltungsbereich der Richtlinie. Bestimmte Verfahren werden durch Anhang I A in einer nicht abschließenden Liste als gentechnisch, andere als nicht gentechnisch eingestuft. Anhang I B stellt einige wenige Verfahren, die zwar an sich als gentechnisch gelten, gleichwohl von der Anwendung des Kontrollsystems frei. Dazu gehört Mutagenese.<sup>2</sup> Durch sein Urteil vom 25. Juli 2018 in der Rechtssache C-528/16 (Confédération Paysanne und andere)<sup>3</sup> hat der Europäische Gerichtshof (EuGH) entschieden, dass auch Organismen, die durch Mutagenese verändert wurden, als

GVO anzusehen sind und dass die Ausnahme vom Anwendungsbereich – GMO durch Mutagenese – nicht für solche GMO gilt, die durch neue Gentechniken (NGT) verändert wurden. Drei Gründe waren dafür maßgeblich: dass nach Erwägungsgrund Nr. 17 der Richtlinie 2001/18/EG nur herkömmlich angewandte und seit langem als sicher geltende Mutagenesetechniken ausgenommen werden sollten, dass neue Mutagenesetechniken ähnliche Risiken wie die Verfahren der Transgenese verursachen könnten und dass solche Risiken nach dem Vorsorgeprinzip nicht unkontrolliert bleiben dürften.

Gegen das Urteil ist eingewendet worden, die neuen Methoden der Mutagenese seien zielsicherer und deshalb weniger riskant als die herkömmlichen chemischen oder bestrahlenden Verfahren, die eher Streuwirkungen im Genom erzeugten. Dabei wird aber unterschätzt, dass zielgerichtet nicht mit sicher gleichzusetzen ist, denn es kann auch riskante Zielsetzungen geben, die Ziele können verfehlt werden oder es können nicht-intendierte Nebenwirkungen auftreten. Weiter

wird eingewendet, dass man Mutationen, die zum Beispiel durch CRISPR/Cas induziert werden, im Ergebnis nicht von natürlichen Mutationen unterscheiden könne. Manche schließen daraus, dass ein Organismus, dessen genetische Veränderung nicht detektiert werden könne, gar kein GMO im Rechtssinne sei und es deshalb gar nicht darauf ankomme, ob die Mutation durch NGT zu den Ausnahmen gehöre.<sup>4</sup> Ein solcher Schluss verwechselt jedoch Tatsache und Wissen über dieselbe. Ein Organismus ist tatsächlich ein GMO, wenn er verändert worden ist, selbst dann, wenn dies festzustellen schwierig ist. Diese Schwierigkeit ist ein Argument hinsichtlich der Vollziehbarkeit von Kontrollen, nicht eines, welches die Existenz von Risiken widerlegt. Ihr kann man mit der Entwicklung von Detektionsverfahren begegnen oder, solange solche fehlen, durch Dokumentationspflichten wie insbesondere Unterlagen in Genehmigungsverfahren für GMO nach Richtlinie 2001/18/EG, Angaben und Erkennungssequenzen für Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung von GMO nach Verordnung 1830/03/EG sowie Aufnahme marktfähiger GMO mit Erkennungssequenzen und Referenzmaterial in der Datenbank Euginius ([www.euginius.eu](http://www.euginius.eu)).

### NEUJUSTIERUNG DES GENTECHNIKRECHTS?

Wenn sich das Urteil des EuGH somit als begründet erweist, wird in der gegenwärtigen rechtspolitischen Diskussion dennoch gefragt, ob bei geringem Risiko mancher NGT auf strenge Kontrollen verzichtet werden kann.

Zunächst ist verfassungsrechtlich zu beachten, dass die Einführung eines Genehmigungsvorbehalts für Ausbringungen von GMO nur zulässig ist, wenn ein (wie das Bundesverfassungsgericht formuliert) „Basisrisiko“ vorliegt. Dessen Annahme „liegt in der Einschätzungsprärogative des Gesetzgebers und setzt keinen empirisch-wissenschaftlichen Nachweis realer Gefährdungspotentials ... voraus.“<sup>5</sup>

Das Gentechnikrecht der EU knüpft seine Kontrolle an ein Produkt – den GMO –, definiert diesen aber durch das Verfahren seiner Herstellung – den Prozess der genetischen Veränderung. So wird vorgeschlagen, im Hinblick auf das Basisrisiko aus den Verfahren der „genetischen Veränderung“ solche herauszunehmen, die kein oder ein sehr geringes Risiko darstellen sollen, so zum Beispiel das sogenannte SDN-1 Verfahren. Allerdings ist zweifelhaft, ob der Einbezug oder der Ausschluss bestimmter Verfahren für sich genommen die Risiken bereits richtig abbildet. Kleine Veränderungen von Basenpaaren der DNA können große Wirkung im Organismus haben. SDN-1 Anwendungen können mehrfach nacheinander oder verschiedene von ihnen parallel angewendet werden. Man wird auch die Zielsetzung der Veränderung und damit des Produkts einbeziehen müssen, so etwa, ob nur eine Erhöhung der Widerstandskraft des GMO oder radikaler eine Beseitigung von „Schädlingen“ angestrebt wird. Keineswegs wäre es zum Beispiel vernünftig und überhaupt verfassungsrechtlich zulässig, sämtliche SDN1-Methoden aus dem Anwendungsbereich auszuschließen. Erwägenswert ist, für bestimmte genetische Anwendungen ein Screening nach dem

Vorbild der Umweltverträglichkeitsprüfung oder statt des Genehmigungsverhalts eine Anzeige mit Ausschlussfrist einzuführen. Dazu müssten die Anmelder jedoch aussagekräftige Daten vorlegen. Im Gegenzug sollte das Stufenprinzip, nach dem GVO nur nach sorgfältig geprüften Schritten von der Laborbank über das Gewächshaus und die kontrollierte Freisetzung in die Umwelt eingebracht werden sollen, verbindlich und differenzierter geregelt werden.<sup>6</sup> Als Folgeproblem ist zu klären, wie im Falle von etwaigen Kontrollerleichterungen die Kennzeichnungs-, Koexistenz- und Haftungsregeln erhalten bleiben können.

Ist eine volle Umweltrisikoprüfung durchzuführen, so werden auch bei den NGT Ungewissheiten der Risikoprognose auftreten. Diese sind mit Hilfe des Vorsorgeprinzips zu bewältigen. Zu betonen ist, dass dieses Prinzip rechtsverbindlich vorgeschrieben ist, und zwar einfachgesetzlich durch Art. 4 Richtlinie 2001/18/EG und verfassungsrechtlich durch Art. 191 Abs. 2 Satz 2 des Vertrages über die Arbeitsweise der Europäischen Union. Es erlaubt, eine Genehmigung zu verweigern, wenn noch keine Gewissheit über die Sicherheit der Ausbringung des GVO besteht; andererseits muss es aber wissenschaftlich begründbare Anhaltspunkte für Risiken geben.

Grundsätzlicher, das heißt nicht nur für NGT, ist zu überlegen, ob zu den geltenden Zulassungskriterien, nämlich dem Gesundheits- und Umweltschutz, Nutzen-erwägungen hinzutreten sollten. Im Gentechnikrecht der EU ist dies bisher nicht explizit vorgesehen, könnte aber im Bereich des für Abwägungen offenen Vorsor-

geprinzips und, soweit behördliches Ermessen besteht, des Risikomanagements angesiedelt werden.

Was als Nutzen gelten kann, müsste konkretisiert werden. Im Hinblick auf Landwirtschaft sollte zum Beispiel die immer weitere Ertragssteigerung der Sorten in Frage gestellt werden, weil sie zur Auslaugung von Böden führt und die Anfälligkeit der Sorten für Krankheiten steigert. Kritisch zu betrachten sind auch (jedenfalls bisher) unrealistische Ziele wie Trockenheitsresistenz. Positiver zu beurteilen wäre eine Stärkung der Abwehr von Krankheiten, gegen die es keinen Pflanzenschutz oder keine ackerbaulichen Methoden gibt. Insgesamt empfiehlt es sich, nur Gebrauchswerte zu akzeptieren und diese nicht durch Tauschwerte zu ersetzen, also den Nutzen nach der Nützlichkeit eines Produkts zu bewerten statt danach, was es auf dem Markt monetär einbringt, denn Preise sind nicht immer Signale für Qualität.

Es wäre allerdings problematisch, wenn Gesundheits- und Umweltschäden gegen als bedeutend eingeschätzte Nutzen gewogen werden könnten. Zwar akzeptiert EU-Recht solche groben Abwägungen, wo die Natur reichlich vorhanden ist, sich von Schäden erholen kann oder Eingriffe ausgeglichen werden können, wie zum Beispiel bei der Beseitigung von Wald für den Bau einer Straße. Bei nicht reversiblen Eingriffen, wie sie für die Gentechnik typisch sind, muss auf Vorsorge insistiert werden. Deshalb sollten nur Restrisiken abwägbar sein.

Werden in der genannten Weise Umweltrisiken mit Nutzen in Beziehung gesetzt, eröffnet sich zudem die Möglichkeit einer

Alternativenprüfung, das heißt, es würde gefragt werden, ob ein Nutzen mit weniger eingreifenden Mitteln erreichbar ist. Dies hätte Auswirkungen auf die Methodik der Risikobewertung, die um die Betrachtung von Alternativen erweitert werden müsste.

Verfassungsrechtlich könnte eingewendet werden, dass Nutzenerwägungen zu einer Bedürfnisprüfung führen, die grundrechtlich unzulässig sei. Zu unterscheiden ist jedoch zwischen einer ökonomischen und einer ökologischen Bedürfnisprüfung. Erstere bedeutet, dass eine wirtschaftliche Aktivität nur zugelassen werden soll, wenn die vorhandenen Unternehmen die Nachfrage nicht ausreichend bedienen. Das ist mit marktwirtschaftlichen Grundsätzen unvereinbar und gilt als Verletzung des Grundrechts auf Berufsfreiheit.<sup>7</sup> Anders verhält es sich aber, wenn die Aktivität mit Umweltrisiken verbunden ist. Dann dient eine Nutzenbetrachtung der Abwägung des hinnehmbaren Risikos, keineswegs aber dem Schutz vor Wettbewerb.

## RÉSUMÉ

Empfiehlt sich nun eine Neujustierung des Gentechnikrechts im Hinblick auf neue Gentechniken, wenn diese denn, wie durch den EuGH entschieden, dem geltenden Kontrollregime unterliegen?

Erleichterungen der Kontrolle müssen im Sinne des Vorsorgeprinzips gründlich durchdacht werden. Eine pauschale Freistellung bestimmter Techniken birgt zu viele Risiken. Denkbar ist stattdessen eine Vorprüfung und/oder eine Anzeige- statt Genehmigungspflicht für näher zu be-

stimmende Techniken und Modifikationsziele, jedoch bei gleichzeitiger Stärkung des Stufenprinzips und unter dem Vorbehalt befriedigender Klärung der Auswirkungen auf Kennzeichnung, Koexistenz und Haftung.

Wie NGT zu behandeln sind, sollte aber nicht nur isoliert betrachtet, sondern mit der tieferegreifenden Frage verbunden werden, wohin sich die Landwirtschaft allgemein entwickelt. Zur Debatte steht die Alternative immer weitere Industrialisierung oder konventionelle/biologische Kreislaufwirtschaft. Diese Alternative würde auch die Rolle der Gentechnik grundsätzlicher herausfordern: Instrument zu sein für eine technisch hochgerüstete Maximalproduktion oder vorsichtig eingesetztes Vehikel einer angepassten ganzheitlichen Landeskultur. Wer für die zweite Variante plädiert, wird sich allerdings fragen müssen, ob durch radikale Ablehnung der Gentechnik nicht Chancen verspielt werden. Diese könnten sich ergeben, wenn tatsächlich begründbare Nutzenfunktionen bestehen, deren Risiken belegbar wenig wahrscheinlich sind und die nicht durch risikoärmere Alternativen erreicht werden können.

**Prof. Dr. Gerd Winter** ist Professor für öffentliches Recht an der Forschungsstelle für Europäisches Umweltrecht (FEU) der Universität Bremen.

<https://www.uni-bremen.de/jura/fachbereich-6-rechtswissenschaft/fachbereich/personen/prof-dr-gerd-winter-dr-h-c-lic-rer-soc>

- 1 Für genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel einschließlich Saatgut gilt spezieller die EU-Verordnung 1829/2003/EG. Sie verweist hinsichtlich der Risikobewertung auf Richtlinie 2001/18/EG.
- 2 Siehe Glossar.
- 3 ECLI:EU:C:2018:583, <https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=204387&pageIndex=0&doclang=DE&mode=lst&dir=&occ=first&part=1&cid=6452349>.
- 4 van der Meer P et al. (2020): The status under EU law of organisms developed through novel genomic techniques. *European Journal of Risk Regulation*, S. 1-20 (16), doi:10.1017/err.2020.105.
- 5 Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 24.11.2010 – 1 BvF 2/05 - BVerfGE 128, S. 1 ff. (39). Mit „Einschätzungsprärogative“ ist gemeint, dass der Gesetzgeber einen Ermessensspielraum besitzt, der von Gerichten bei rechtlicher Nachprüfung zu beachten ist.
- 6 Vergleiche Richtlinie 2001/18/EG, Erwägungsgründe 24 und 25.
- 7 Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 11.06.1958 – 1 BvR 596/56 - BVerfGE 7, S. 377 ff. (408).



# Koexistenz

## Die Notwendigkeit, neue Gentechnik zu regulieren

Katrin Brockmann

In der aktuellen Debatte um die neuen Gentechniken (NGT) wird zumeist ignoriert, dass es einen Gesetzeszweck gibt, der auch jenseits der Risikofrage Kontaminationen mit gentechnisch veränderten Organismen (GVO) für gentechnikfrei arbeitende Züchter\*innen, Landwirt\*innen und Lebensmittelhersteller\*innen ausschließen soll. Paragraf 1 des Gentechnikgesetzes (GenTG) nennt die drei Zwecke des Gesetzes. Nach Nr. 1 dient das Gesetz dem Schutz und der Vorsorge für Rechtsgüter, wie beispielsweise der Gesundheit von Menschen und der Umwelt in ihrem Wirkungsgefüge. Das betrifft die Risikofragen der Gentechnik. Koexistenz wird als Gesetzeszweck in Paragraf 1 unter Nr. 2 GenTG genannt: „Zweck des Gesetzes ist, die Möglichkeit zu gewährleisten, dass Produkte, insbesondere Lebens- und Futtermittel, konventionell, ökologisch oder unter Einsatz gentechnisch veränderter Organismen erzeugt und in den Verkehr gebracht werden können“. Die Bundesrepublik Deutschland (mit dem GenTG) und die Europäische Union (mit der Gentechnik-Richtlinie 2001/18 und der Verordnung 1829/2003) haben ei-

nen Regelungsrahmen dafür geschaffen. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit den nationalen Regelungen.

**„WER ALS WERKZEUG NUR EINEN HAMMER HAT, SIEHT IN JEDEM PROBLEM EINEN NAGEL.“<sup>1</sup>**

Doch nach dem EuGH-Urteil vom Juli 2018 liefen die Diskussionen vor allem auf einer Ebene: Welche Probleme können wir ins Feld führen, damit der Hammer – die neuen Gentechniken – dennoch freie Bahn bekommt? Gefordert wurde, dass NGT nicht nach Gentechnikrecht reguliert werden sollen. Um die anstehenden Probleme auch zukünftig lösen zu können, bedarf es intelligenter und vielfältiger Ansätze, die alle Akteure leben lässt. Die De-regulierung neuer Gentechniken leistet das nicht.

Um weiter im Bild zu bleiben: Der Rechtsrahmen hat bisher eine Ordnung geschaffen, die allen Akteur\*innen – nicht nur denen mit dem Hammer, sondern auch der gentechnikfreien Züchtung, der Land- und der Lebensmittelwirtschaft – eine Existenz in Koexistenz grundsätzlich er-

möglichen soll. Dabei ist noch offen, ob Gentechnik – neu oder alt – tatsächlich koexistenzfähig ist.

Die Notwendigkeit der Koexistenz fällt aktuell fast völlig unter den Tisch. In der nationalen Diskussion findet sich dazu nichts bei Bundeslandwirtschaftsministerin Klöckner, nichts bei den Verlautbarungen der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina und der Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter vertritt scheinbar auch nur Gentechnikbefürworter. In den Antworten der Bundesregierung zu einem Fragenkatalog der EU-Kommission an die EU-Mitgliedsländer zu den Problemen, die sich aus den neuen Gentechniken ergeben, wird als Problem der Schutz gentechnikfrei arbeitender Wirtschaft zwar benannt.<sup>2</sup> Die Formulierungen machen jedoch deutlich, dass dieser nur als ein Belang unter vielen gesehen wird. Es stellt sich also die Frage, wie es zu diesen blinden Flecken in der Diskussion kommen konnte, obwohl es doch den klaren gesetzlichen Auftrag gibt, die Koexistenz zu sichern.

Diese Frage stellt sich umso mehr, weil derzeit der Eindruck entstehen könnte, die Förderung der Gentechnik werde sträflich vernachlässigt, wenn die neuen Gentechniken strikt reguliert werden. Zwar besteht der dritte Zweck des Gentechnikgesetzes darin, „den rechtlichen Rahmen für die Erforschung, Entwicklung, Nutzung und Förderung der wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Gentechnik zu schaffen“. In der rechtlichen Diskussion zu diesen Regelungen des Gentechnikgesetzes wurde jedoch deutlich, dass die Zwecke der Vorsorge (Nr. 1) und der Sicherung

der Koexistenz (Nr. 2) vorrangig sind. Die benannte Förderung (Nr. 3) betrifft nicht die Gentechnik an sich, sondern nur die Schaffung der rechtlichen Rahmenbedingungen, unter anderem eben zum Zweck der Förderung der Gentechnik.

Aus dem Wortlaut, der Gesetzessystematik, dem Sinn und dem Zweck ergeben sich daher die Vorrangigkeit des Zweckes der Koexistenz vor Rahmenbedingungen für neue Gentechniken.<sup>3</sup> Das heißt konkret, diese Rahmenbedingungen für neue Gentechniken müssen den Erfordernissen der Koexistenz entsprechen.

### WAS BEDEUTET KOEXISTENZ?

Die verschiedenen Landwirtschaftsformen sollen bis in unbegrenzte Zukunft langfristig nebeneinander bestehen können: *„Zentrales Argument zur Begründung des Konzepts ist die Sicherung der Wahlfreiheit der Erzeuger hinsichtlich der Anbauformen und der Verbraucher in Bezug auf Lebensmittel (...). Schließlich muss der ökologische Landbau wegen seiner Bedeutung für den Schutz von Biodiversität, Grundwasser, Böden und Klima gestärkt werden.“<sup>4</sup>* Die Umsetzung von Koexistenzregelungen findet sich in den Paragrafen 16a Standortregister, 16b Vorsorgemaßnahmen und der Haftungsregelung des Paragraf 36a im Gentechnikgesetz sowie den durch die EU bestimmten Kennzeichnungsregelungen. Paragraf 16a GenTG regelt das Standortregister für die Freisetzen und den Anbau von GVO. Das ermöglicht gentechnikfrei wirtschaftenden Landwirt\*innen, Gärtner\*innen, Züchter\*innen, Imker\*innen zu erkennen, ob Risiken von Kontaminationen mit GVO für ihre Kulturen ge-

geben sind. Paragraph 36a GenTG stellt sicher, dass von Kontamination mit GVO betroffene Landwirte entschädigt werden. Das Bundesverfassungsgericht hat die Verfassungsmäßigkeit dieser Koexistenzregelungen 2010 bestätigt.<sup>5</sup> Die vorhandenen Regelungen sind an dem klaren Gesetzeszweck der Koexistenz Paragraph 1 Nr. 2 GenTG zu messen. Das heißt, wenn diese Regelungen nicht ausreichend sind, die Koexistenz zu sichern, dann müssen sie angepasst werden.

Zwar sind die genannten Koexistenzregelungen kaum in der Praxis getestet worden, weil es in Deutschland praktisch keinen Anbau gab. Es ist jedoch aus verschiedenen Gründen davon auszugehen, dass sie schon jetzt nicht ausreichend sind. Der langfristige Erhalt der gentechnikfreien Landwirtschaft setzt nicht nur voraus, dass gentechnikfrei genutzte Flächen vor GVO-Einträgen aus der Nachbarschaft geschützt werden. Die Flächen werden auch durch solche Einträge gefährdet, die von nicht benachbarten Flächen und von in die Natur eingekreuzten GVO stammen.<sup>6</sup>

Das betrifft Züchtungs-, Vermehrungs- und Erhaltungsflächen genauso wie Flächen zum Anbau von Acker-, Gemüse- und Futterkulturen.

Ohne dass sich das Bundesverfassungsgericht schon mit neuen Gentechniken befassen musste, hatte es schon im Jahr 2010 zu dem Aufgabenfeld der Koexistenz ausgeführt:

*„Neben den Chancen der Gentechnik sind die gesundheitlichen und ökologischen Risiken und insbesondere auch Nachteile für die gentechnikfreie Landwirtschaft zu bedenken. Eine gentechnische Modifikation kann zu verschiedenen nicht beabsichtigten Effek-*

*ten führen, die sich nicht nur auf die Umwelt, sondern auch auf die landwirtschaftliche Anbaupraxis auswirken können. So sind gegebenenfalls auch konventionell oder ökologisch angebaute Kulturen - bei zufälligem oder technisch nicht zu vermeidendem Vorkommen von gentechnisch veränderten Organismen oberhalb der im europäischen Recht festgesetzten Toleranzschwelle - entsprechend zu kennzeichnen. Auch kann eine Kennzeichnung mit Bezug auf eine ökologische beziehungsweise biologische Produktion oder mit dem noch strengeren Vorgaben unterliegenden Hinweis ‚Ohne Gentechnik‘ unzulässig werden. Dadurch bedingt kann der Marktpreis von Erzeugnissen gemindert oder der Absatz erschwert werden. Außerdem können Produzenten zusätzliche Kosten entstehen, weil sie Überwachungssysteme und Maßnahmen zur Minimierung der Vermischung von genetisch veränderten und nicht veränderten Kulturen einführen müssen.“<sup>7</sup>*

Das heißt, die jetzt vorzunehmende Bewertung neuer Gentechnik-Verfahren ist nicht nur an den Risiken für die Umwelt oder die Gesundheit zu messen, sondern es ist mit mindestens gleicher Intensität zu prüfen, inwieweit die Koexistenz der anderen Formen der Landwirtschaft auch hinsichtlich dieser neuen GVO zuverlässig gesichert werden kann.

#### NACHWEISVERFAHREN

Koexistenz verlangt zwingend die Nachweismöglichkeit von GVO. Das heißt, ohne Nachweisverfahren sind Freisetzungen und Inverkehrbringen von GVO, die mit NGT erzeugt wurden in Deutschland rechtlich unzulässig. Das ist auch jeweils einzelgesetzlich geregelt. Nach Paragraph 16a Abs.

3 Nr. 1 GenTG müssen für das Inverkehrbringen folgende Angaben zum Standortregister gemacht werden: *„die Bezeichnung und den spezifischen Erkennungsmarker des gentechnisch veränderten Organismus“*. Voraussetzung bei der Antragstellung auf Inverkehrbringen ist die Nachweisbarkeit und Nachverfolgbarkeit des GVO. Im Standortregister müssen die Erkennungsmarker (Codierung für die spezifischen Veränderungen an den GVO) erst beim Inverkehrbringen veröffentlicht werden. Für eine Freisetzung ist diese Angabe nicht erforderlich. Für Freisetzungen finden sich Nachweisregelungen in den Vorschriften zur Antragstellung, Paragraph 14 GenTG. Auch bei Paragraph 36a GenTG ist Voraussetzung der Entschädigung jeweils der Nachweis der Kontamination durch GVO. Die Kennzeichnung von GVO-Produkten ist außer dem die Voraussetzung für die Wahlfreiheit des Verbrauchers.

Mit der „Wegdefinition“ der Tatsache eines gentechnisch veränderten Organismus wegen behaupteter vergleichbarer Mutationen, die spontan auch natürlich entstehen könnten und deshalb nicht den gentechnischen Regelungen unterliegen sollen, oder dem Verweis auf bisher fehlende Nachweismethoden wird der Gesetzeszweck Koexistenz missachtet.

Die Bundesregierung ist verpflichtet, dem Gesetzeszweck der Koexistenz Geltung zu verschaffen. Sie muss ihn deshalb nicht nur als einen Belang unter vielen, sondern gleichberechtigt mit den Vorsorgebelangen betrachten.

**Katrin Brockmann** ist Rechtsanwältin in Berlin mit den Schwerpunkten Verwaltungsrecht und Bürgerliches Recht.

[www.katrin-brockmann.de](http://www.katrin-brockmann.de)

- 1 Unbekannte\*r Autor\*in.
- 2 Beantwortung eines Fragebogens der Europäischen Kommission als Beitrag zu ihrer Studie zum Status neuartiger genomischer Verfahren durch die Bundesregierung. Siehe Antwort zu Frage 12. <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/242/1924246.pdf>.
- 3 Helmschrott, U (2014): Die Gewährleistung der Koexistenz in der Landwirtschaft, Dissertation, Augsburg, S. 22-23 mit Nachweisen zur Diskussion.
- 4 Mechel F in Koch et al. (2018): Handbuch Umweltrecht, 5. Auflage, C. H. Beck, S. 737, Rd. 181 mit weiteren Nennungen.
- 5 BVerfG, Urteil vom 24. November 2010 – 1 BvF 2/05.
- 6 Mechel F in Koch et al. (2018): Handbuch Umweltrecht, 5. Auflage, C. H. Beck, S. 750, Rd. 229 ff. mit weiteren Nennungen.
- 7 BVerfG, Urteil vom 24. November 2010 – 1 BvF 2/05, Rdnr. 134.

# Neue Gentechnik – neue Risiken

## CRISPR/Cas: Funktion, Anwendungen und Risiken

Dr. Katharina Kawall

**G**enome Editing-Verfahren bieten der Wissenschaft und der Züchtung ganz neue Möglichkeiten, das Erbgut von Organismen zu verändern. WissenschaftlerInnen haben in den letzten Jahren insbesondere das molekularbiologische Werkzeug CRISPR/Cas sehr schnell weiterentwickelt. Im Folgenden wird die Funktionsweise von CRISPR/Cas dargestellt, die Veränderungsmöglichkeiten des Erbguts durch die Technik und welche Risiken im Blick zu behalten sind.

### WIE FUNKTIONIEREN DIE NEUEN GENTECHNIK-VERFAHREN UND WAS KÖNNEN SIE BEWIRKEN?

Neue Gentechnik-Verfahren sind neben CRISPR/Cas9 beispielsweise TALENS oder Zink-Finger-Nukleasen. Sie werden auch als „Genome Editing“ bezeichnet. Mit diesen neuen molekularbiologischen Verfahren können gezielt (ortsgerichtet) Veränderungen am Erbgut erreicht werden. Das am häufigsten genutzte Verfahren ist CRISPR/Cas – ein Enzym, das aus mehreren Teilen aufgebaut ist.

Zunächst einmal muss CRISPR/Cas in die Zellen eingeschleust werden. Dies erfolgt meist mit Hilfe der alten Gentechnik-Verfahren: zum Beispiel mit *Agrobacterium tumefaciens* oder Partikelbeschuss. Im Zellkern wird das Enzym aktiv. Es besteht aus einer sogenannten Genschere (Schneidekomponente) und einem kurzen Stück RNA (auch „guide RNA“ genannt; sozusagen die Erkennungskomponente der Genschere). Die guide RNA wird so entworfen, dass das Enzym eine spezifische Zielsequenz im Erbgut erkennt. CRISPR/Cas sucht das Erbgut nach dieser spezifischen Zielsequenz ab, bindet daran und schneidet an dieser Stelle den Doppelstrang der DNA. Dieser Schaden an der DNA aktiviert in der Zelle deren zelleigene DNA-Reparaturmechanismen. Die Zelle versucht, den DNA-Schaden so schnell wie möglich zu verschließen. Es gibt zwei verschiedene Reparaturmechanismen. Bei sogenannten SDN-1-Anwendungen führt der Reparaturmechanismus NHEJ (non-homologous end joining) zu einer zufälligen und ungerichteten Reparatur des DNA-Schadens. Entweder wird der Originalzustand der Zielsequenz

wiederhergestellt oder es kommt zu kleinen Veränderungen der DNA-Sequenz. Wird der Originalzustand wiederhergestellt, kann CRISPR/Cas erneut an der Zielsequenz binden und schneiden. Eine Veränderung der Zielsequenz ist also sehr wahrscheinlich.

Bei SDN-2- und SDN-3-Anwendungen wird der DNA-Schaden durch ein anderes System (HDR: homology-directed repair) repariert. Dafür werden zusätzlich DNA-Vorlagen in die Zellen eingebracht. Entsprechend der DNA-Vorlage können gewünschte Veränderung in den Zielbereich eingebaut werden – es kommt also zu gerichteten Reparaturen.

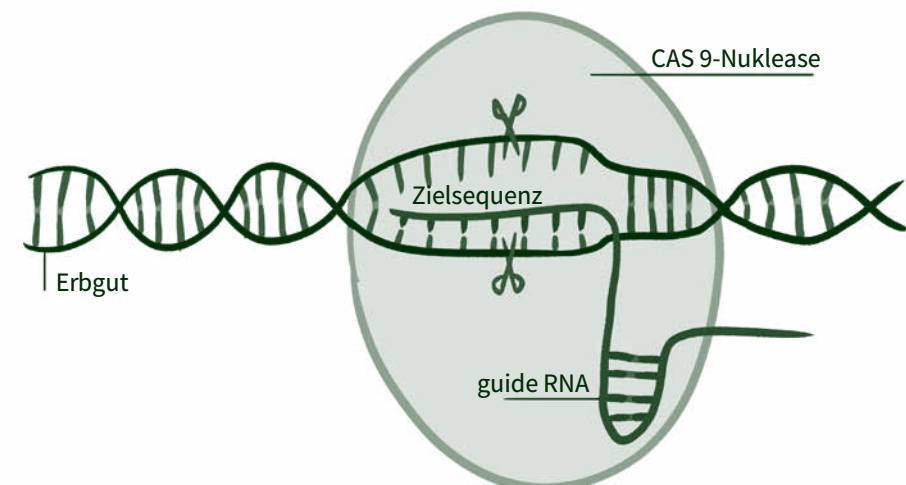
### WELCHES TECHNISCHE POTENTIAL BIRGT CRISPR/CAS?

Mit SDN-1-Anwendungen können kleine Fehler in der DNA-Sequenz erzeugt wer-

den. Auf diesem Weg können Gene ausgeschaltet oder in ihrer Wirkung verändert werden, zum Beispiel die Funktion des entsprechenden Eiweißes. Gene können in Zellen oder Geweben aktiviert (oder stillgelegt) werden, in denen sie normalerweise nicht aktiv (beziehungsweise angeschaltet) sind. CRISPR/Cas kann auch Gene oder Teile davon aus dem Erbgut löschen. Zudem kann das Ablesen der Gene, die Genexpression, verändert werden.

Mit Hilfe von SDN-2-Anwendungen können kleine Genabschnitte und mit SDN-3 größere Abschnitte oder komplette Gene ins Erbgut neu eingebracht werden.

Ein Blick in die aktuelle Literatur zeigt, dass in zirka 90 Prozent der Versuche SDN-1-Anwendungen benutzt – also ungerichtete kleine Veränderungen an einem Zielort eingefügt – werden. Nur zu einem geringen Anteil arbeiten ForscherInnen mit gerichteten SDN-2- und SDN-3-Anwendungen.<sup>1</sup>



Schematische Darstellung der Arbeitsweise von CRISPR/Cas9: Cas9 wird durch eine spezifische guide RNA an die Zielsequenz im Erbgut des Zielorganismus geleitet und führt dort einen Doppelstrangbruch ein. Die PAM (Protospacer Adjacent Motif)-Sequenz fungiert als anfängliche Erkennungssequenz für das CRISPR/Cas9-System. Passt die davor liegende Sequenz zur guide RNA, bindet diese, Cas9 wird aktiv und schneidet dort. (Schrifttyp verändert)



## CRISPR/CAS KANN GENETISCHE GRENZEN AUFBRECHEN UND NEUE GENETISCHE KOMBINATIONEN HERVORBRINGEN

Die einzelnen Arten der Eingriffe können kombiniert werden. Mit CRISPR/Cas können so sehr unterschiedliche Veränderungen im Erbgut erzeugt werden. Nutzpflanzen besitzen oft einen mehrfachen Chromosomensatz. Weizen beispielsweise ist hexaploid; Gene liegen in 6-facher Kopie vor. Kommt CRISPR/Cas zum Einsatz, kann dies alle gleichartigen Kopien der DNA-Regionen in einem Zug verändern. Das gleichzeitige Ausschalten mehrerer Genkopien war in vielen Fällen bisher – mit früheren Methoden – nicht möglich.

Mit CRISPR/Cas wurden bei einem Weizen 35 von insgesamt 45  $\alpha$ -Gliadin Genkopien auf einmal ausgeschaltet.<sup>2</sup>  $\alpha$ -Gliadin ist ein Hauptbestandteil von Gluten, dessen Anteil in dem veränderten Weizen reduziert wurde.

Durch die gleichzeitige Verwendung verschiedener guide RNAs können auch mehrere unterschiedliche DNA-Sequenzen auf einmal verändert werden (Multiplexing). Wenn beispielsweise beim hexaploiden Weizen drei verschiedene DNA-Zielbereiche angesteuert werden, können bis zu 18 DNA-Sequenzen auf einmal verändert werden.

Zudem kann CRISPR/Cas genetisch gekoppelte Gene verändern. Diese liegen auf einem Chromosom sehr nah beieinander und werden deshalb mit hoher Wahrscheinlichkeit gemeinsam vererbt. CRISPR/Cas kann diese voneinander trennen, indem zum Beispiel eines der bislang gekoppelten Gene gelöscht oder ausgeschaltet wird.

Weiterhin kann CRISPR/Cas in funktionell wichtige Bereiche des Erbguts, in denen normalerweise weniger neue Mutationen auftreten als in anderen, wirken. Das gilt beispielsweise in den inneren Bereichen von Genen. Die Zelle schützt solche Gene durch bestimmte Reparaturmechanismen.<sup>3</sup> Mit CRISPR/Cas können Mutationen auch in diesen besonders geschützten Bereichen des Erbguts erzeugt werden. Bei einer sogenannten „GABA-Tomate“ wurde ein spezifischer Genbereich verändert, der durch konventionelle Züchtung bisher nicht erreicht werden konnte.<sup>4</sup> Die Früchte der Tomaten haben einen höheren GABA-Gehalt, der blutdrucksenkende Wirkung haben soll.

CRISPR/Cas kann also vielfältig eingesetzt werden, um genetische Grenzen aufzubrechen und neue genetische Kombinationen hervorzubringen, die bisher nicht möglich waren.<sup>5</sup> Die resultierenden genetischen Veränderungen und Kombinationen unterscheiden sich grundlegend von natürlichen Mutationen oder den Ergebnissen induzierter Mutagenese. Sie können in ihrer Gesamtheit oft nicht oder nur mit geringer Wahrscheinlichkeit erreicht werden. CRISPR/Cas ermöglicht sowohl Punktmutationen – auch die können folgenschwere Wirkungen haben –, als auch komplexe weitreichende Veränderungen.

## WARUM DER EINSATZ VON NEUEN GENTECHNIKEN EINGEHEND GEPRÜFT WERDEN MUSS:

Zur Bewertung der unterschiedlichen Risiken von CRISPR/Cas muss zunächst die molekulare Ebene betrachtet werden. Die

gewollten Veränderungen an der Zielsequenz können unbeabsichtigte Auswirkungen auf den Zellstoffwechsel haben. Zudem können unbeabsichtigte Veränderungen des Erbguts durch die Anwendung der Genschere CRISPR/Cas auftreten.

### 1. Unbeabsichtigte Veränderungen des Erbguts durch die Anwendung der Genschere CRISPR/Cas:

Die neuen Gentechnik-Verfahren werden in einem mehrstufigen Prozess angewandt, jede Stufe kann zu unbeabsichtigten Veränderungen führen.<sup>6</sup> Die Verfahren der alten Gentechnik werden zum Einschleusen der Genschere verwendet. Risiken der alten Gentechnik sind, dass DNA-Sequenzen mehrfach ins Erbgut eingebaut, umstrukturiert oder gleich ganz gelöscht werden können. Auch Veränderungen, die Auswirkungen auf das Ablesen der Gene haben können, wurden festgestellt.

Auch durch das Wirken der Genschere selbst treten unbeabsichtigte Effekte auf. Sie kann zum Beispiel an nicht vorgesehenen Bereichen des Erbguts schneiden (sogenannte Off-Target-Effekte). Bei der Reparatur (siehe oben) können an diesen Stellen unbeabsichtigte Veränderungen entstehen. Das kann zum Ausschalten von Genen oder zur Veränderung der Genexpression führen.

Durch die Genschere kann es auch zu On-Target-Effekten an der vorgesehenen Zielsequenz und den daran angrenzenden DNA-Bereichen kommen. So kann es auch in diesem Fall zu unbeabsichtigten Umstrukturierungen der DNA kommen oder zum Einfügen zusätzlicher DNA-Fragmente. Zudem können dort DNA-Bereiche ge-

löscht werden. Bei der Verwendung von DNA-Vorlagen können diese mehrfach oder nur in Teilen eingebaut werden.

### 2. Unbeabsichtigte Effekte, die auf gewollte Veränderungen zurückzuführen sind

Aufgrund der komplexen Veränderungsmöglichkeiten durch CRISPR/Cas (Stichwort: Multiplexing, siehe oben) besteht das Risiko, unbeabsichtigt in Stoffwechselwege der genomeditierten Pflanze einzugreifen. Die Inhaltsstoffe der Pflanze können verändert oder die Entwicklung kann beeinträchtigt werden (zum Beispiel kleinerer Wuchs, andere Blattform). Unter Stressbedingungen können die Pflanzen in ihren Reaktionen beeinträchtigt sein.

Diese Eingriffe können auch Auswirkungen für das assoziierte Ökosystem der Pflanze haben. Die Abwehrmechanismen gegenüber Schädlingen, Viren oder Bakterien können beeinträchtigt werden. Auch die Kommunikation zwischen Individuen derselben Art über Botenstoffe kann unbeabsichtigt verändert werden, genauso wie die Interaktion verschiedener Arten. Bestehende Nahrungsnetze können beeinflusst werden, beispielsweise durch die Bildung toxischer oder Allergie-auslösender Stoffe.

Es kann aber auch zu einer erhöhten Fitness kommen, was zu einer unkontrollierten Ausbreitung der neuen Pflanzen führen kann.

### REGULIERUNG ZWINGEND ERFORDERLICH

Die Risiken der neuen Gentechnik zeigen sich also auf zwei Ebenen: Unbeabsichtig-

te Veränderungen können in der mehrstufigen Anwendung der Genschere CRISPR/Cas hervorgerufen werden. Außerdem kann CRISPR/Cas dazu verwendet werden, mehrere kleine Veränderungen im Erbgut von Pflanzen zu bewirken und so neue genetische Kombinationen hervorzubringen. Die dabei veränderten Gene können verschiedene Funktionen in der Zelle übernehmen. Diese gewollten Veränderungen können unbeabsichtigt in verschiedene Stoffwechselwege eingreifen. Um einen Überblick zu behalten und Risiken überhaupt einschätzen und bewerten zu können, braucht es eine Regulierung der neuen Gentechnik und aller damit entwickelten Organismen und Produkte. Dabei sollten sowohl die Veränderungen der DNA, als auch die Zusammensetzung anderer Bestandteile (RNA, Stoffwechselprodukte) der Zelle und die Wirkungen auf die Umwelt überprüft werden.

**Dr. Katharina Kawall** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Fachstelle Gentechnik und Umwelt.

[www.fachstelle-gentechnik-umwelt.de](http://www.fachstelle-gentechnik-umwelt.de)

- 1 Mehr Informationen in Modrzejewski D et al. (2020): Aktualisierung der Übersicht über Nutz- und Zierpflanzen (...). [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/\\_Landwirtschaft/Gruene-Gentechnik/NMT\\_Uebersicht-Zier-Nutzpflanzen.pdf](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/Gruene-Gentechnik/NMT_Uebersicht-Zier-Nutzpflanzen.pdf).
- 2 Sánchez-León S et al. (2018): Low-gluten, nontransgenic wheat engineered with CRISPR/Cas9. doi:10.1111/pbi.12837.
- 3 Hier wird gezeigt, dass Mutationen im Erbgut nicht gleichmäßig verteilt sind: Monroe JG et al. (2020): Mutation bias shapes gene evolution in *Arabidopsis thaliana*. doi:10.1101/2020.06.17.156752. Belfield EJ, et al. (2018): DNA mismatch repair preferentially protects genes from mutation. doi:10.1101/gr.219303.116.
- 4 Nonaka S et al. (2017): Efficient increase of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) content in tomato fruits by targeted mutagenesis. doi:10.1038/s41598-017-06400-y.
- 5 Weitere Informationen in: Kawall K (2019): New possibilities on the horizon: Genome editing makes the whole genome accessible for changes. doi:10.3389/fpls.2019.00525.
- 6 Referenzen sind in dieser Studie zu finden: Kawall K et al. (2020): Broadening the GMO risk assessment in the EU for genome editing technologies in agriculture. doi:10.1186/s12302-020-00361-2.



# Vorsorgeprinzip bei Genome Editing konsequent anwenden

## Wissenschaftlich geführte Diskussionen sollten die Möglichkeit von Risiken anerkennen

Dr. Wolfram Reichenbecher, Dr. Samson Simon und Dr. Friedrich Waßmann

Die Methoden des Genome Editing, speziell das molekulare Werkzeug CRISPR/Cas, gelten als wissenschaftlicher Durchbruch, und über ihre Anwendungen und ihren potenziellen Nutzen in Medizin und Landwirtschaft wird vielfach diskutiert. Nachdem der Europäische Gerichtshof 2018 klargestellt hatte, dass alle Genome Editing-Anwendungen unter das Gentechnikrecht fallen (Rechtssache C-528/16), wird zunehmend gefordert, gewisse Anwendungen dieser Gentechniken bei Nutzpflanzen aus der Gentechnikregulierung auszunehmen. Zu deren Regulierung reiche das Saatgutrecht aus.<sup>1</sup> Gemeint sind die SDN-1 und SDN-2 genannten Anwendungen, bei denen – anders als bei SDN-3 – keine „Fremd-DNA“ in den Organismus eingeführt wird. Stattdessen wird die vorhandene DNA verändert und Gene dadurch an- oder ausgeschaltet.

### VERMEIDUNG UNANNEHMBARER RISIKEN

Ein vorherrschendes Argument in der öffentlichen Diskussion ist, dass mit Genome Editing-Anwendungen ohne Fremd-DNA nur Veränderungen vorgenommen würden, die auch in der Natur geschehen könnten. Auch in der Züchtung passiere Vergleichbares. Sowohl wissenschaftlich als auch regulatorisch greift dieses Argument allerdings zu kurz: Zentraler Grund für die Gentechnikregulierung ist die Vermeidung unannehmbarer Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt. Eine Diskussion über potentielle Umwelt Risiken durch Genome Editing-Anwendungen findet aber – wenn überhaupt – häufig nur sehr begrenzt statt. Verweise auf das hier genannte Zucht- oder Natürlichkeitsargument erschweren dabei eine ernsthafte Auseinandersetzung. Potentielle Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt sind aus na-

turwissenschaftlicher Sicht auch bei Anwendungen von SDN-1 und SDN-2 nicht von vornherein auszuschließen. Allerdings können sie nur innerhalb eines geeigneten Regelungsrahmens auch erkannt und abgeschätzt werden.

### GRÜNDE FÜR DIE RISIKOBEWERTUNG VON GENOME EDITING

Primär ist also zu klären, ob Genome Editing-Anwendungen in Nutzpflanzen grundsätzlich Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt mit sich bringen können. Oft wird die große Nähe von Genome Editing, also speziell der SDN-1 und SDN-2-Anwendungen, zu natürlichen Prozessen per se mit einem geringeren Risiko gleichgesetzt. Diese Gleichsetzung ist allerdings ein naturalistischer Fehlschluss und demnach für eine Risikobewertung nicht geeignet.

Tritt beispielsweise eine Mutation in der Natur ein, lässt sich das nicht verhindern. Wenn aber der Mensch aktiv Organismen gentechnisch verändert, trägt er dafür die Verantwortung. Er sollte unter Anwendung des Vorsorgeprinzips prüfen, ob es schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt hat, wenn solche Organismen in die Umwelt gelangen.

Weiterhin wird Genome Editing regelmäßig mit konventioneller Zucht verglichen und gleichgesetzt und daraus ein geringes Risiko für das Genome Editing abgeleitet. Auch wenn es für bestimmte Bereiche der klassischen Zucht ein über Jahrhunderte angesammeltes Erfahrungswissen gibt: Die Annahme des geringen Risikos stößt schon für Bereiche der modernen Zucht

ohne Gentechnik – aufgrund stark erweiterter Möglichkeiten der Neukombination und gezielter Selektion von Merkmalen – häufig an ihre Grenzen. Das gilt erst recht für viele Anwendungen des Genome Editing, mit denen Organismen gezielt und weitreichend verändert werden.

Dass Genome Editing ein größeres Potential als die klassische Zucht hat, wird bei der Diskussion um seine Chancen oftmals hervorgehoben. Mit Genome Editing werden sowohl mehr als auch neue Orte im Genom für gentechnische Veränderungen zugänglich.<sup>2</sup> Zudem können einzelne oder auch mehrere kleine Veränderungen seriell oder parallel und gerichtet in das Erbgut eines Organismus eingeführt werden. Mit Letzterem, dem sogenannten Multiplexing, kann man beispielsweise ganze Genfamilien in einem Organismus ausschalten. Somit sind Kombinationen von Veränderungen an der DNA möglich, die aufgrund der Mendelschen Regeln oder in einem handlungsrelevanten Zeitraum mit konventioneller Zucht oder sogar klassischer Gentechnik so nicht zu erreichen sind.<sup>3</sup> Potentielle Risiken von Genome Editing ergeben sich also aus der größeren Eingriffstiefe auf DNA-Ebene sowie aufgrund der Geschwindigkeit und dem Ausmaß ihrer Veränderungen. Unabhängig davon kann auch das Austauschen, Einfügen oder Entfernen einzelner Buchstaben der DNA die Organismen stark verändern.<sup>4</sup> Werden Organismen gentechnisch verändert, kann sich das auch auf ihre Eigenschaften und ihre Wechselwirkungen mit anderen Organismen und der Umwelt auswirken. Um diese Wirkungen zu beurteilen, sind zwei Bewertungsebenen in den Blick zu nehmen.

## CRISPR/CAS ZWISCHEN PRÄZISION UND KOMPLEXITÄT

Wenn es darum geht, die Auswirkungen eines gentechnischen Eingriffs durch CRISPR/Cas oder anderer Genome Editing-Verfahren vorhersagen zu können, muss unterschieden werden zwischen der postulierten Präzision eines Eingriffs auf DNA-Ebene und andererseits der komplexen Ebene der Auswirkungen, die die daraus resultierenden Eigenschaften im Stoffwechsel des Organismus, auf dem Feld und in der Umwelt haben. Zu der ersten Ebene: Eingriffe mit CRISPR/Cas zeichnen sich dadurch aus, dass Gensequenzen spezifisch angesteuert und dann geschnitten werden können. Dadurch lassen sich Erbinformationen jetzt an vorbestimmten Stellen und zum Teil, zum Beispiel mittels SDN-2 und SDN-3, sogar in gewünschter Weise verändern. Damit einher geht eine hohe Wirkmacht, das Genom von Organismen zu verändern und zu gestalten, was bei der Folgenabschätzung angemessen berücksichtigt werden muss. Demgegenüber ist das Wissen über die Auswirkungen der vorgenommenen genomischen Veränderungen auf der zweiten Ebene eingeschränkt: Wie sich die Änderungen der Gensequenz auf den Stoffwechsel und somit auf die Eigenschaften des Organismus auswirken, ist bislang allenfalls bedingt vorhersagbar.

## EUGH ZU WIRKUNGEN, TEMPO UND AUSMASS

Die große Dynamik, mit der sich das Genome Editing entwickelt, stellt für die Risikobewertung eine zusätzliche Herausfor-

derung dar – für die Bewertung der Techniken sowie der mit ihnen entwickelten Organismen. Es ist kaum prognostizierbar, welche Techniken, geschweige denn welche Organismen und Produkte, in den nächsten Jahren entwickelt werden. Heutige technische Hürden können morgen schon überwunden sein. Zum Beispiel war ein derart einfach und vielfältig anwendbares molekulares Werkzeug wie CRISPR/Cas vor zehn Jahren kaum denkbar. Dies wirft die Frage auf, welchen wissenschaftlichen und regulatorischen Umgang eine Situation erfordert, in der die Potentiale von Techniken und Verfahren nicht einmal für die nächsten fünf Jahre überschaubar sind.

Der EuGH führt in seinem Urteil aus, dass *„durch Mutagenese die gleichen Wirkungen erzielt werden können wie mit der Einführung eines fremden Gens in diesen Organismus“* und *„dass die Entwicklung dieser neuen Verfahren/Methoden die Erzeugung genetisch veränderter Sorten in einem ungleich größeren Tempo und Ausmaß als bei der Anwendung herkömmlicher Methoden der Zufalls-genese ermöglicht“*.<sup>5</sup> Damit würdigt das Urteil des EuGH sowohl das Tempo als auch die oben erwähnte Wirkmacht und Reichweite, also Ausmaß, bei der Entwicklung von Produkten durch Genome Editing-Verfahren.

Diese zwei grundlegenden Erwägungen des Tempos und des Ausmaßes sind Teil der Begründung, warum genomeditierte Organismen auch in Zukunft eine Risikobewertung durchlaufen müssen. Dies ist allerdings nur im Gentechnikrecht gewährleistet.

## SAATGUT- UND LEBENSMITTELGESETZE KÖNNEN GENTECHNIKRECHT NICHT ERSETZEN

Angenommen einige neue Gentechniken unterlägen entgegen dem Urteil des EuGH zukünftig nicht mehr dem europäischen Gentechnikrecht, weil sich der europäische Gesetzgeber entscheidet, das Gentechnikrecht entsprechend zu ändern. Dann würde sich die Frage nach der Eignung anderer, bestehender Regelungsregime stellen, um Umweltauswirkungen genomeditierter Organismen und gegebenenfalls auch der Techniken selbst zu regulieren. Dies wurde in einem vom BfN veröffentlichten Rechtsgutachten geprüft.<sup>6</sup> Die systematische Analyse zu dem oft bemühten Saatgutrecht, aber auch zum europäischen Lebensmittelrecht (einschließlich des Rechts der neuartigen Lebensmittel) und weiteren Rechtsvorschriften zeigt klar auf, dass es bei einer Herausnahme von bestimmten neuen Gentechniken aus dem Gentechnikrecht zu erheblichen Regelungslücken kommen würde. Ein Grund dafür ist, dass die anderen Rechtsvorschriften keine ausreichende Risikoprüfung und keine adäquaten Kontrollen gewährleisten.

## NUTZUNG VON GENOME EDITING ERFORDERT VORSORGE

Zusammenfassend sind neue, sich rasant entwickelnde Technologien nur nachhaltig nutzbar, wenn das im Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft verankerte Vorsorgeprinzip beachtet wird. Mögliche Risiken müssen umfassend untersucht und schädliche Auswir-

kungen ausgeschlossen werden. Nur dann lassen sich die Potentiale des Genome Editing nutzen. Die Erfahrungen zeigen, dass eine komplexe Technologie gesellschaftliche Akzeptanz und Zukunftsfähigkeit verliert, wenn man die Möglichkeit von Risiken ignoriert und unbeabsichtigte Ereignisse wie zum Beispiel Störfälle eintreten. Das heißt im vorliegenden Fall: Mit Genome Editing hergestellte Organismen sollten nicht ohne eine Prüfung und nicht ohne ein Monitoring auf den Markt und in die Natur gelangen. Regulieren heißt also gerade nicht verhindern.

**Wolfram Reichenbecher, Dr. Samson Simon** und **Dr. Friedrich Waßmann** arbeiten im Bundesamt für Naturschutz (BfN) und sind zuständig für die Bewertung gentechnisch veränderter Organismen und den Vollzug des Gentechnikgesetzes.

www.bfn.de

- 1 WGG und VBIO (2020): Impuls Genome Editing, [https://www.vbio.de/fileadmin/user\\_upload/wissenschaft/pdf/200203\\_Impulse\\_VBIO\\_WGG2.pdf](https://www.vbio.de/fileadmin/user_upload/wissenschaft/pdf/200203_Impulse_VBIO_WGG2.pdf).
- 2 Vgl. hier den Artikel von Katharina Kawall in diesem Heft.
- 3 Kawall, K (2019): New possibilities on the horizon: Genome editing makes the whole genome accessible for changes doi:10.3389/fpls.2019.00525.
- 4 Eckerstorfer MF et al. (2019): An EU Perspective on Biosafety Considerations for Plants Developed by Genome Editing and Other New Genetic Modification Techniques (nGMs), doi: 10.3389/fbioe.2019.00031.
- 5 Urteil des Europäischen Gerichtshofs vom 25. Juli 2018 in der Rechtssache C 528/16.
- 6 Spranger TM (2017) Rechtsgutachten. Umfassende Untersuchung verschiedener europäischer Richtlinien und Verordnungen in Bezug auf ihre Möglichkeiten der Regulierung von Umweltauswirkungen Neuer Techniken neben dem Gentechnikrecht. [https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/recht/Dokumente/NT\\_Auffangrechte\\_RGutachten\\_Spranger.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/recht/Dokumente/NT_Auffangrechte_RGutachten_Spranger.pdf).

# Wahlfreiheit sichern

## Souveränität für Verbraucher:innen durch Kennzeichnung und Regulierung

Anne Markwardt

Die Mehrheit der Verbraucher:innen in Deutschland will keine Gentechnik im Essen, auf dem Acker oder im Stall – das zeigen Umfragen seit vielen Jahren immer wieder. Laut der Naturbewusstseinsstudie aus dem Jahr 2019 zum Beispiel äußern mehr als 80 Prozent der Befragten ethische Bedenken gegen gentechnische Veränderungen von Pflanzen und Tieren. 81 Prozent finden ein Verbot von Gentechnik in der Landwirtschaft „sehr wichtig“ oder „wichtig“.<sup>1</sup> 2017 gaben 77 Prozent der Verbraucher:innen in einer Umfrage an, dass sie sich Milchprodukte aus gentechnikfreier Erzeugung wünschen.<sup>2</sup>

### KENNZEICHNUNGSPFLICHT FÜR GENTECHNIK

Pflanzen und pflanzliche Produkte, die Ergebnis einer gentechnischen Veränderung sind, dürfen in Europa nicht ohne Kennzeichnung vermarktet werden. Aus diesem Grund bieten in Deutschland weder Landwirt:innen, noch die Lebensmittelverarbeitenden Unternehmen oder der Handel solche kennzeichnungspflichtigen

Lebensmittel an. Die allermeisten Verbraucher:innen würden sie auch schlichtweg nicht kaufen. Vor allem deshalb ist die gesamte konventionelle pflanzliche Lebensmittelerzeugung in Deutschland gentechnikfrei.

Von der verpflichtenden Kennzeichnung sind tierische Produkte wie Eier, Milch oder Wurst, bei deren Erzeugung gentechnisch veränderte Futtermittel zum Einsatz gekommen sind, ausgenommen. Hier war die Wahlfreiheit für Verbraucher:innen lange de facto eingeschränkt. Um diese Lücke in der europäischen Gesetzgebung wenigstens ein Stück weit zu füllen, hat die Bundesregierung 2009 die freiwillige „Ohne Gentechnik“-Kennzeichnung eingeführt.<sup>3</sup> Das Marktsegment für diese Produkte wächst stetig, 2019 haben Hersteller:innen und Verarbeiter:innen damit 8,8 Milliarden Euro umgesetzt.<sup>4</sup> Auch der Umsatz mit Produkten aus ökologischer Landwirtschaft ist in den vergangenen Jahren gestiegen und zwar auf knapp 15 Milliarden Euro.<sup>5</sup> Diese verzichtet vollständig auf gentechnisch veränderte Pflanzen und Tiere. Es werden auch keine gentechnisch veränderten Pflanzen an Tiere verfüttert.

### WARUM VERBRAUCHER:INNEN GENTECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT ABLEHNEN

Die Gründe, aus denen Verbraucher:innen Gentechnik in der Landwirtschaft ablehnen, sind vielfältig. Sie gelten für die alte Gentechnik genauso wie für neue gentechnische Verfahren wie Genome Editing. Die Naturbewusstseinsstudie 2019 ergab beispielsweise, dass fast 90 Prozent der Deutschen bezweifeln, dass die langfristigen Folgen neuer gentechnischer Verfahren aktuell abzusehen sind.

Befürworter:innen der Gentechnik unterstützen mitunter, dass Verbraucher:innen Gentechnik deshalb so deutlich ablehnten, weil ihnen Wissen über die Vorteile und Chancen dieser Technologie fehle. Eine Verbraucherkonferenz des Bundesamtes für Risikobewertung (BfR)<sup>6</sup>, die 2019 stattfand, legt jedoch nahe, dass dies keineswegs der Fall ist. Eine Gruppe von 20 Verbraucher:innen konnte sich über mehrere Wochen ein differenziertes Bild über die Vor- und Nachteile von Gentechnik in der Landwirtschaft und insbesondere Genome Editing bilden. Sie konnten Expert:innen befragen, Informationsmaterial sichten und intensiv untereinander debattieren. Die Gruppe kam zu dem Schluss, dass neue Technologien auch Chancen bieten können. Die strenge Regulierung der Gentechnik in Europa solle jedoch keinesfalls aufgegeben werden. Die oben bereits erwähnte Naturbewusstseinsstudie 2019 ergab: 95 Prozent der Befragten sind der Meinung, dass mögliche Auswirkungen auf die Natur immer untersucht werden sollten, wenn Pflanzen mit neuen Verfahren gentechnisch verändert werden.<sup>7</sup>

Die Verbraucher:innengruppe der BfR-Konferenz betonte, dass der Umbau der Landwirtschaft hin zu mehr Nachhaltigkeit zu den drängenden gesellschaftlichen Aufgaben gehöre. Keine neue Technik dürfe die Notwendigkeit dieses gesellschaftlichen, also umfassenden Wandels ausbremsen und jegliche Zulassung müsse die Auswirkungen des Produktes unter anderem auf Nachhaltigkeit, Gesundheit, Klima, Artenvielfalt und Tierwohl berücksichtigen. Der Wunsch der Verbraucher:innengruppe nach einer nachhaltigeren Landwirtschaft und klaren gesetzlichen Vorgaben für eine umweltfreundlichere Produktion deckt sich mit Ergebnissen aus repräsentativen Befragungen.<sup>8</sup>

### VERBRAUCHER:INNEN-SOUVERÄNITÄT STÄRKEN

Verbraucher:innen wollen darauf vertrauen können, dass die gesetzlichen Vorgaben für den Einsatz von Gentechnik strenge Kriterien an die Sicherheits- und Risikoprüfung vorsehen und dass der Einsatz von Gentechnik auf Lebensmitteln gekennzeichnet wird. Denn nur dann haben Verbraucher:innen Wahlfreiheit und können informierte Kaufentscheidungen treffen. Die Mehrheit der Verbraucher:innen will an neue gentechnische Verfahren wie Genome Editing dieselben strengen Anforderungen für die Zulassung, Überwachung, Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung angelegt sehen, wie bei der „alten“ Gentechnik. Das Urteil des Europäischen Gerichtshofs von 2018 ist deshalb ein gutes Urteil für Verbraucher:innen. Es bestätigt das Vorsorgeprinzip und schützt die Wahlfreiheit.

Eine Abschwächung des Europäischen Gentechnikrechts und Ausnahmen für Lebensmittel, die mithilfe von Genome Editing erzeugt werden, wäre ein Angriff auf die Wahlfreiheit und die Souveränität der Verbraucher:innen. Der Schutz vor Verunreinigungen von gentechnikfreien Lieferketten für die ökologische und konventionelle Landwirtschaft würde immer schwieriger.

### NACHHALTIGE LANDWIRTSCHAFT BRAUCHT KEINE GENTECHNIK

Die Mehrheit der Verbraucher:innen wünscht sich eine nachhaltigere, tier- und umweltfreundliche Landwirtschaft. Schon die alte Gentechnik war vor Jahrzehnten mit dem Versprechen angetreten, Landwirtschaft nachhaltiger zu machen, den Hunger zu mindern oder für Menschen besonders gesunde Pflanzen hervorzubringen. Erfüllt haben sich diese Versprechen nicht, im Gegenteil. Kommerziell vertrieben werden bis heute vor allem pestizidresistente Pflanzen – gemeinsam mit den auf sie zugeschnittenen hohen Mengen an Pestiziden.

Die Befürworter:innen einer Deregulierung des Genome Editing wiederholen die Versprechen. Dass diese sich nun erfüllen, ist äußerst unwahrscheinlich.

Für eine nachhaltige Landwirtschaft braucht es sehr viel mehr als eine neue Technologie, die das Erbgut von Tieren und Pflanzen verändern kann. Um Artenvielfalt und Böden zu schützen, die Klimaauswirkungen der Landwirtschaft zu verringern und für gesunde Lebensmittel zu sorgen, ist ein grundlegender Umbau von Ackerbau und Tierhaltung mit hohen Um-

welt- und Tierschutzstandards dringend notwendig. Dafür braucht es Sortenvielfalt und die Stärkung eines regional angepassten, ressourcenschonenden Anbaus einschließlich besserer regionaler Wertschöpfungsmöglichkeiten für Landwirt:innen. Was es nicht braucht, ist noch mehr Abhängigkeit von einigen wenigen Saatgutkonzernen mit ihrem patentierten Saatgut und den dazugehörigen Pestiziden.

### REGULIERUNG DER GENOME EDITING-VERFAHREN NACH GENTECHNIKGESETZGEBUNG

Aus Verbraucherschutzsicht sollten Genome Editing-Technologien weiterhin als Gentechnik behandelt und keinesfalls von der Regulierung ausgenommen oder abgestuft reguliert werden. Pflanzen und Tiere, die mithilfe von Genome Editing erzeugt worden sind, müssen auch in Zukunft für Verbraucher erkennbar gekennzeichnet werden. Sie sollten selbstverständlich auch strengen Zulassungsverfahren unterworfen werden sowie lückenlos zurückzuverfolgen sein. Um das sicherzustellen, müssen Nachweisverfahren entwickelt werden. Zudem bedarf es einer Prüfung der gesundheitlichen und ökologischen Unbedenklichkeit, sowohl vor der ersten Anwendung als auch über einen längeren Anwendungszeitraum. Für Verfahren wie das Genome Editing gibt es keinen ausreichenden Erfahrungshintergrund. Gentechnik ist in der Regel nicht rückholbar, wenn sie erst einmal freigesetzt ist. Deshalb darf es keinen Freifahrtschein für gentechnische Verfahren geben.

Um die gentechnikfreie Landwirtschaft in Deutschland und Europa zu erhalten und Verbraucher:innen ebenso wie Züchter:innen, Landwirt:innen, Verarbeiter:innen und dem Handel weiterhin Wahlfreiheit zu ermöglichen, ist es unabdingbar, die europäische Gentechnikgesetzgebung beizubehalten und nicht aufzuweichen.

**Anne Markwardt** ist Leiterin des Teams Lebensmittel im Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) e.V.  
www.vzbv.de

- 1 BMU: Naturbewusstsein 2019, Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt, 2020, <https://www.bfn.de/themen/gesellschaft/naturbewusstsein/studie-2019.html>.
- 2 Landesvereinigung Milchwirtschaft Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen e.V., Meinungen und Einstellungen der Bürger zur Milchwirtschaft in Deutschland 2017, FORSA-Umfrage 2017 zum Verständnis der Deutschen zur Milchwirtschaft, [www.dialog-milch.de/forsa-umfrage-wie-sehen-die-deutschen-ihre-milchwirtschaft](http://www.dialog-milch.de/forsa-umfrage-wie-sehen-die-deutschen-ihre-milchwirtschaft).
- 3 Gesetz zur Durchführung der Verordnungen der Europäischen Gemeinschaft oder der Europäischen Union auf dem Gebiet der Gentechnik und über die Kennzeichnung ohne Anwendung gentechnischer Verfahren hergestellter Lebensmittel (EG-Gentechnik-Durchführungsgesetz – EGGenTDurchfG), <http://www.gesetze-im-internet.de/eggendurchfg>.
- 4 VLOG: „Ohne GenTechnik“-Umsatz wächst weiter, 21.04.20, <https://www.ohnegentechnik.org/ueber-uns/presse/artikel/ohne-gentechnik-umsatz-waechst-weiter-lebensmittel-fuer-ueber-11-mrd-euro-verkauf-gut-5-prozent-marktanteil-1>.
- 5 Statista: Umsatz mit Bio-Lebensmitteln in Deutschland bis 2020, 17.02.21, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/4109/umfrage/bio-lebensmittel-umsatz-zeitreihe>.
- 6 BfR: Verbrauchervotum, Ergebnis der BfR-Verbraucherkonferenz „Genome Editing im Bereich Ernährung und menschliche Gesundheit“ 2019, <https://www.bfr.bund.de/cm/343/verbrauchervotum-genome-editing.pdf>.
- 7 BMU: Naturbewusstsein 2019, Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt, 2020, <https://www.bmu.de/publikation/621>.
- 8 VZBV: Nachhaltige Lebensmittelproduktion, 19.01.21, <https://www.vzbv.de/pressemitteilung/nachhaltige-lebensmittelproduktion-wirtschaft-die-pflicht-nehmen>.



TACW\_F6 2013 STA  
1109 12 2 5 06TC03.2  
911 54139/911 54290  
06TC03.2 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1109 12 2 5 06TC03.2  
911 54139/911 54290  
06TC03.2 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1109 12 2 5 06TC03.2  
911 54139/911 54290  
06TC03.2 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1109 12 2 5 06TC03.2  
911 54139/911 54290  
06TC03.2 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1109 12 2 5 06TC03.2  
911 54139/911 54290  
06TC03.2 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1109 12 2 5 06TC03.2  
911 54139/911 54290  
06TC03.2 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1109 12 2 5 06TC03.2  
911 54139/911 54290  
06TC03.2 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1922 20 5 2 06TC033.2  
911 54139/911 54290  
06TC033 F5.11



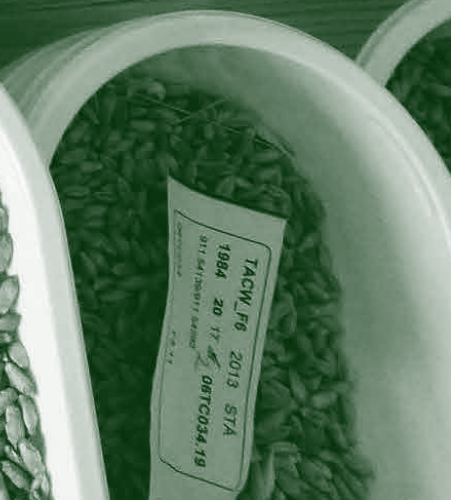
TACW\_F6 2013 STA  
1909 20 2 5 06TC032.24  
911 54139/911 54290  
06TC032 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1764 18 11 3 06TC030  
911 54139/911 54290  
06TC030 F5.11



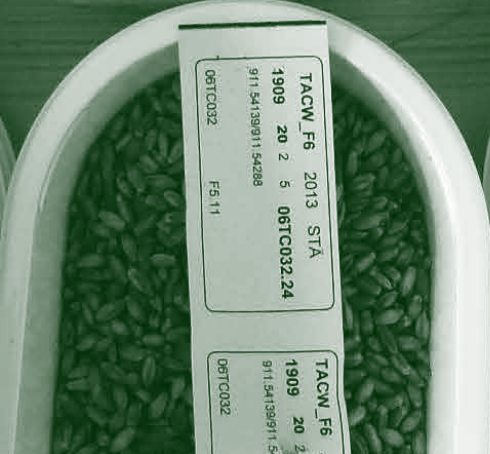
TACW\_F6 2013 STA  
1764 18 11 3 06TC030  
911 54139/911 54290  
06TC030 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1804 20 17 06TC034.19  
911 54139/911 54290  
06TC034.19 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1922 20 5 2 06TC033.2  
911 54139/911 54290  
06TC033 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1909 20 2 5 06TC032.24  
911 54139/911 54290  
06TC032 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1844 19 9 5 06TC031.59  
911 54139/911 54196  
06TC031 F5.11



TACW\_F6 2013 STA  
1764 18 11 3 06TC030  
911 54139/911 54290  
06TC030 F5.11

# Neue Gentechnik-Produkte sind nachweisbar

## Illegale Importe stoppen

Alexander Hissting

Seit September 2020 gibt es das erste Open-Source-Nachweisverfahren<sup>1</sup> für eine „neue Gentechnik“-Pflanze: den SU-Canola-Raps des US-Saatgutherstellers Cibus. Wer sich intensiver mit der Debatte um die neue Gentechnik und deren künftige Regulierung befasst, weiß um die Bedeutung dieser Entwicklung. Ein zentrales Argument der Fürsprecher von CRISPR/Cas und Co und deren Deregulierung war und ist: Die Produkte der neuen Gentechnik-Verfahren seien angeblich nicht unterscheidbar und nicht nachweisbar – und deshalb auch nicht regulierbar. Seit der Vorstellung des Cibus-Tests bröckelt diese Argumentation und die Gentechnik-Befürworter sind unter Druck geraten.

### NACHWEISVERFAHREN SIND VORAUSSETZUNG FÜR EFFEKTIVE REGULIERUNG

Funktionierende Nachweisverfahren sind nicht nur entscheidend für die Frage der künftigen Regulierung von Genome Editing-Verfahren wie CRISPR/Cas, ODM oder TALEN, sondern auch dafür, die aktuellen Gesetze und erforderlichen Kontrollen effektiv umsetzen zu können. Im Juli 2018

hatte der Europäische Gerichtshof (EuGH) klargestellt, dass für Lebens- und Futtermittel, die mit diesen neuen Gentechnik-Verfahren erzeugt werden, dieselben gesetzlichen Regeln gelten wie für Produkte aus „alter“ Gentechnik. Das war eine gute und richtige Entscheidung, denn auch neue Gentechnik ist Gentechnik.

Das sieht auch die ganz große Mehrheit der Verbraucherinnen und Verbraucher so, wie Umfragen immer wieder belegen. Um Transparenz, Wahlfreiheit, Gentechnik-Kennzeichnung und vor allem auch die Gentechnikfreiheit der ökologischen und konventionellen Land- und Lebensmittelwirtschaft in Deutschland und Europa auch in Zukunft sicherzustellen, braucht es dringend solche Nachweisverfahren. Das ist ein zentrales Anliegen für den gesamten Bio- und den konventionellen gentechnikfreien Sektor. Denn sie alle müssen und wollen auch in Zukunft sicherstellen, dass ihre Produkte frei von Gentechnik sind.

### ENTWICKELT VON VERBÄNDEN

Entwickelt wurde das Nachweisverfahren von einem Forscherteam in den USA im Auftrag des Verbandes Lebensmittel ohne

Gentechnik e.V. (VLOG) gemeinsam mit Greenpeace, dem europäischen Bio-Dachverband IFOAM und weiteren Organisationen, Gentechnikfrei-Verbänden sowie der Handelskette SPAR Österreich.<sup>2</sup> Eigentlich wäre das Aufgabe der Behörden der EU und ihrer Mitgliedstaaten. Bisher ist dort aber auch fast drei Jahre nach dem EuGH-Urteil wenig geschehen. Deshalb hat der „Ohne Gentechnik“-Sektor die Initiative ergriffen und das erste öffentlich verfügbare Nachweisverfahren für eine Pflanze entwickeln lassen, die per Gene Editing erzeugt wurde. Bisher werden erst zwei Pflanzen aus neuer Gentechnik in den USA und Kanada in relevantem Umfang angebaut. Eine davon ist der Cibus-Raps.<sup>3</sup> Dieser herbizidresistente gentechnisch veränderte Raps wurde 2019 laut Cibus auf gut 32.000 Hektar in den USA (ca. vier Prozent der US-Rapsproduktion) und einer nicht näher bezifferten Fläche in Kanada angebaut.<sup>4</sup> Entsprechend besteht die Gefahr, dass der Gentechnik-Raps unbemerkt mit Importen in die EU gelangen könnte. Der Cibus-Raps hat in der EU keine Zulassung, seine Einfuhr wäre daher illegal. Der Hersteller selbst hat schon vor Jahren darauf hingewiesen, dass der Raps durchaus in die EU gelangen könnte.

### EINDEUTIG, SPEZIFISCH UND QUANTITATIV

Das neue Nachweisverfahren kann mithilfe eines sogenannten PCR-Tests eindeutig die spezifische Punktmutation des Gene Editing-Rapses von Cibus identifizieren und auch dessen Anteil in einer Probe quantifizieren. Manche behaupten,

das sei nichts Neues – was nur zum Teil stimmt. PCR ist zwar ein seit vielen Jahren etabliertes Verfahren. Entsprechend können die meisten Labore das neue Nachweisverfahren zügig einsetzen. Nun ist es aber erstmals gelungen, per PCR die kleinen Basenveränderungen der DNA, erzeugt durch Gene Editing beim Cibus-Raps SU Canola (Markenname Falco) zu identifizieren. Entscheidend für einen derartigen Nachweis ist, dass man wissen muss, wonach man sucht. Die besondere Leistung des Forscherteams bestand vor allem im „Knacken des Codes“ der Gentechnik-Pflanze. Dazu werteten sie öffentlich verfügbare Informationen aus diversen Quellen aus und untersuchten Original-Saatgut, das sie sich über Umwege beschaffen mussten. Für gentechnisch veränderte Pflanzen, die in der EU nicht zugelassen sind und für die der Hersteller das auch nicht beantragt hat, gilt: Es besteht keine Verpflichtung für die Hersteller, den Behörden die Sequenz-Informationen, Referenzmaterial oder gar fertige Nachweisverfahren zur Verfügung zu stellen.

Anders ist es bei gentechnisch veränderten Organismen (GVO), für die eine EU-Zulassung als Lebens- oder Futtermittel zum Anbau oder Import beantragt wird. In diesen Fällen müssen die Hersteller Nachweisverfahren, Referenz- und Kontrollmaterial bereitstellen. Der Mangel an Transparenz bei nicht zugelassenen GVO darf kein Grund für deren Deregulierung sein. Ein erster Schritt wäre ein verbindliches internationales, öffentliches Register mit allen entsprechenden Informationen über bereits erzeugte und im Umlauf befindliche GVO.



## EVENT MUSS NACHGEWIESEN WERDEN, NICHT DIE TECHNIK

Der Cibus-Nachweis kann zuverlässig den spezifischen Gentechnik-Raps („Event“) nachweisen und auch klar von Pflanzen mit sehr ähnlichen Eigenschaften unterscheiden, die mit anderen Verfahren erzeugt wurden. Die angewendete Technik selbst weist der Test nicht nach. Das monierten prompt das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicher-

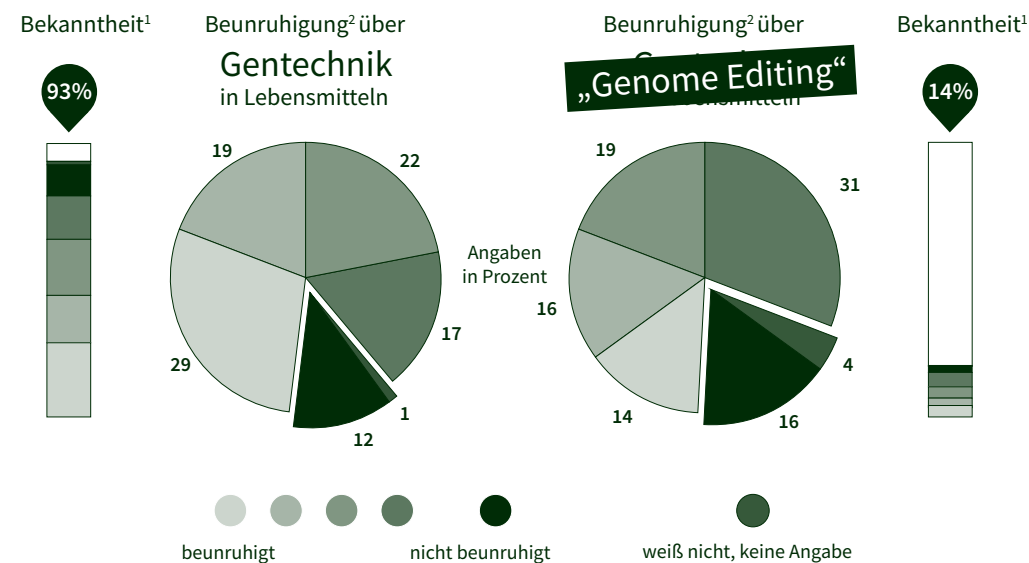
heit (BVL) und auch das Europäische Netzwerk der Gentechnik-Labore (ENGL) in ihren ersten Stellungnahmen. Allerdings verlangen die geltenden EU-Regeln das auch gar nicht für einen rechtssicheren Nachweis eines GVO. Das hat der Gentechnikrechtsexperte Dr. Georg Buchholz im Auftrag des VLOG in einem Schreiben an die EU-Kommission aufgezeigt.<sup>5</sup> Es reicht aus, dass eine Nachweismethode auf Grundlage bestimmter DNA-Sequen-

zen einen GVO eindeutig identifizieren kann. Der Nachweis, welche Technik angewendet wurde, kann auf andere Weise erbracht werden, so Buchholz. Auch der Antragsteller muss nur eine „ereignisspezifische“ Methode nachweisen, die speziell auf das Transformationsereignis ausgerichtet ist, es also von bereits zugelassenen GVO unterscheidbar macht. Rechtsanwalt Buchholz argumentierte offenbar sehr überzeugend: Das BVL forderte zuletzt nicht mehr, ein Nachweisverfahren müsse auch die angewendete Technik nachweisen. Im Gegenteil – die Ursache der Punktmutation sei „nicht die Frage eines Nachweises“.<sup>6</sup> Auch die Tatsache, dass es sich bei Cibus-Raps um Gentechnik handelt, stellt das BVL inzwischen nicht mehr in Frage, genauso wenig wie die Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde EFSA. Entsprechend wird der Cibus-SU-Raps auch in der EU-Gentechnik-Datenbank EUGenius aufgeführt.

gilt, dass laut Lebens- und Futtermittelrecht die zuständigen Behörden nicht nur dann handeln müssen, wenn ein Gesetzesverstoß nachgewiesen ist, sondern bereits dann, wenn der Verdacht besteht, dass dies der Fall sein könnte. Deshalb fordern der VLOG und der „Ohne Gentechnik“-Sektor die deutschen Bundesländer auf, Importe auf illegalen Gene Editing-Cibus-Raps zu kontrollieren. Denn die Gentechnik-Kontrolluntersuchungen von Lebens- und Futtermitteln sowie Saatgut liegen in ihrem Verantwortungsbereich. Mehrere Labore in Deutschland und Österreich können den Test bereits durchführen. Das Verfahren wurde vom österreichischen Umweltbundesamt validiert und erfüllt alle europäischen Kriterien für GVO-Nachweismethoden.

## GENTECHNIK-LEBENSMITTEL TÄUSCHUNGSVERSUCH GESCHEITERT

Gentechnisch veränderte Lebensmittel bleiben wichtiges Verbraucher\*innen-Thema. Werden sie hinter Tarnbezeichnungen wie „Genome Editing“ versteckt, sinkt die Bekanntheit zwar rapide. Bei denjenigen, die den Begriff kennen, bleibt der Gesamtanteil der Beunruhigten aber ähnlich.



Quelle: BfR Verbrauchermonitor 02/2020, Verteilung Antworten auf die Frage:

- 1 „Haben Sie von den folgenden Gesundheits- u. Verbraucherthemen bereits gehört, oder haben Sie davon noch nichts gehört?“
  - 2 „Inwieweit sind Sie persönlich über die folgenden Gesundheits- u. Verbraucherthemen beunruhigt oder nicht beunruhigt?“
- © 2020, Verband Lebensmittel ohne Gentechnik e.V. (VLOG), nachgebaute Infografik.

## KONTROLLEN JETZT ENDLICH DURCHFÜHREN

Das neue Nachweisverfahren wird derzeit noch nicht in den behördlichen Gentechnik-Kontrolluntersuchungen von Lebens- und Futtermitteln sowie Saatgut eingesetzt. BVL und ENGL behaupten, dass es noch keine ausreichende und rechtssichere Grundlage für behördliches Handeln bietet – also etwa dafür, im Fall einer positiv getesteten Probe die betroffene Charge als illegalen Import zurückzuweisen. Dies ignoriert einerseits, dass zur Identifizierung weitere Indizien hinzugezogen werden können, wie etwa die gleichzeitige Veränderung aller Genkopien. Auch

## ANWENDUNG UND WEITERE FORSCHUNG NÖTIG

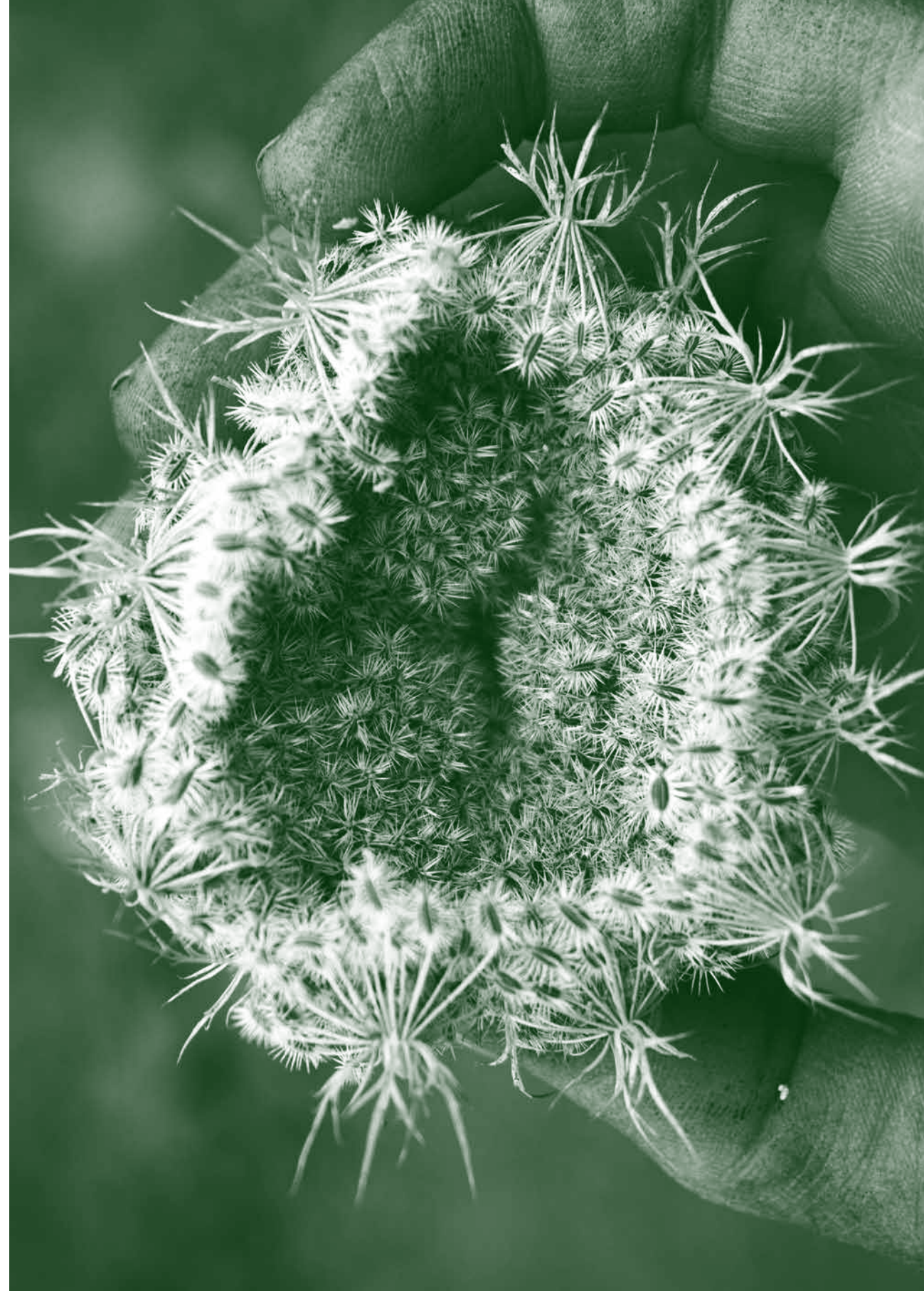
Der Cibus-Nachweis ist ein wichtiger Meilenstein, aber nur ein Anfang. Das Verfahren kann und muss nun für weitere neue Gentechnik-Pflanzen angepasst beziehungsweise auf deren veränderte Sequenz angewendet werden. Im Fokus sollte hier die Calyxt-Soja stehen, die zweite in den USA angebaute neue Gentechnik-Pflanze. Hier besteht ebenso eine konkrete Gefahr illegaler Importe. Weitere Forschungen müssen darauf zielen, nicht nur bestimmte Veränderungen durch neue Gentechnik, sondern auch die angewendeten Techniken selbst nachzuweisen. Hinweise auf Genomebene lassen sich bereits finden. Dringend erforderlich ist aber auch die Entwicklung von Nachweisverfahren für

in der EU nicht zugelassene GVO. Bei den alten GVO setzen diese zum Beispiel an sehr häufig verwendeten Steuerungssequenzen oder Antibiotikaresistenzmarkern an. Diese Nachweisverfahren können aufzeigen, wenn sich solche Gentechnik-Events in Proben befinden. Bei den neueren Gentechnik-Verfahren fehlen entsprechende Nachweismethoden noch. Der Forschungsbedarf ist entsprechend hoch. Die „Ohne Gentechnik“-Organisationen und NGOs haben mit dem Nachweisverfahren für den Cibus-Raps vorgelegt. Es ist höchste Zeit, dass Politik und Behörden aktiv werden und sich dieser wichtigen öffentlichen Aufgabe annehmen. Sie müssen in Nachweisverfahren investieren, um geltendes EU-Recht durchzusetzen und Verbraucher\*innen vor illegalen Gentechnik-Importen zu schützen.

**Alexander Hissting** ist Geschäftsführer des Verbandes Lebensmittel ohne Gentechnik e.V. (VLOG).

[www.ohnegentechnik.org](http://www.ohnegentechnik.org)

- 1 Chhalliyil et al.: A Real-Time Quantitative PCR Method Specific for Detection and Quantification of the First Commercialized Genome-Edited Plant. In: Foods, 07.09.2020, <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/9/1245>.
- 2 Detect GMO: First open source detection test for a gene-edited GM crop, [www.detect-gmo.org](http://www.detect-gmo.org).
- 3 Das zweite Produkt, das bereits angebaut wird, ist eine Soja von Calyxt, die mit TALEN hergestellt wurde. Sie wurde nach Unternehmensangaben im Jahr 2020 auf 40.460 Hektar angebaut.
- 4 USDA: Acreage Report, <https://www.northerncanola.com/news/USDA-June-Acreage-Report>.
- 5 Buchholz, G: Detection Method for Cibus SU Canola, ENGL Evaluation, Brief an die EU-Kommission. 22.10.2020, [https://www.ohnegentechnik.org/fileadmin/ohne-gentechnik/dokumente/Rechtliche\\_Stellungnahmen/GGSC\\_to\\_Commission\\_Cibus\\_SU\\_Canola\\_201022.pdf](https://www.ohnegentechnik.org/fileadmin/ohne-gentechnik/dokumente/Rechtliche_Stellungnahmen/GGSC_to_Commission_Cibus_SU_Canola_201022.pdf).
- 6 BVL begrüßt Cibus-Test: Es geht um die Mutation, nicht um deren Ursache, 25.02.2021, <https://www.ohnegentechnik.org/artikel/bvl-begruesst-test-fuer-neue-gentechnik-pflanzen-es-geht-um-die-mutation-nicht-um-deren-ursache>.



# Zukunftslandwirtschaft braucht Wahl- und Gentechnikfreiheit

## Deregulierung führt zu wirtschaftlichen Risiken

Annemarie Volling

**M**it den neuen Gentechnik-Verfahren könnten schnell und effizient trocken- und pilzresistente Pflanzen erzeugt werden, die eine Anpassung an den Klimawandel ermöglichen, Pestizide einsparen und den Hunger bekämpfen sollen, so die Versprechungen. Ob und wann neue Gentechnik-Produkte überhaupt auf den Markt kommen, und ob sie unter Stressbedingungen im Anbau und in der Umwelt tatsächlich die gewollten Ergebnisse zeigen, ist derzeit völlig offen. Mit Sicherheit werden CRISPR & Co aber zu noch mehr Patenten auf Saatgut führen und so den Zugang zu genetischen Ressourcen immer weiter erschweren. Konzerne fordern nun eine Deregulierung der neuen Gentechnik-Verfahren. Damit wollen sie sich der Zulassungs- und Kennzeichnungspflicht entziehen, ihre Märkte ausdehnen, aber für die Folgen ihrer Produkte keine Verantwortung übernehmen. Doch die Gentechnikfreiheit Europas ist ein hohes Gut - sie muss verteidigt werden.

### RAUS AUS DER SACKGASSE

Die Herausforderungen in der Landwirtschaft sind groß. Weltweit ist sie Mitverursacherin, aber auch Leidtragende des Klimawandels. Hinzu kommen Biodiversitätsverlust, zunehmende Wasserknappheit, global wachsende soziale Ungleichheit genauso wie berechnete Erwartungen der Gesellschaft an eine artgerechte Tierhaltung. Gleichzeitig stehen viele Bäuerinnen und Bauern unter enormem wirtschaftlichen Druck. Allein zwischen 2010 und 2020 haben weitere zwölf Prozent der Betriebe aufgegeben.<sup>1</sup> Eine Reihe ist im Existenzkampf und verschuldet. Die bisherige Agrarpolitik des „Wachsen oder Weichens“, der Spezialisierung und des globalen Wettbewerbs hat in eine Sackgasse geführt. Viele Betriebe wollen sich auf den Weg machen und qualitativ hochwertige Lebensmittel zu fairen Preisen erzeugen. Es müssen jedoch entsprechende Rahmenbedingungen und finanzielle Anreize geschaffen werden, um eine Transformation hin zu Klima-, Biodiversi-

täts-, Wasser- und Tierschutz zu ermöglichen. Nur mit einer wirtschaftlichen Perspektive wird es gelingen, möglichst viele und vielfältige Betriebe dabei mitzunehmen. Diese Perspektive liegt auch in der Sicherung der Gentechnikfreiheit – nicht zuletzt, um dem Wunsch der Verbraucher\*innen und des Handels nach gentechnikfreien Lebensmitteln nachzukommen.

### WETTBEWERBSVORTEIL GENTECHNIKFREIE LANDWIRTSCHAFT

Aktuell haben europäische Bäuerinnen und Bauern einen großen Wettbewerbsvorteil, weil sie gentechnikfreie Pflanzen anbauen. Die abnehmende Hand verlangt Gentechnikfreiheit im Ackerbau, insbesondere die europäischen Mühlen und Verarbeitungsunternehmen sowie der Lebensmitteleinzelhandel. Als manche Betriebe Mitte der 2000er Jahre in Deutschland gentechnisch veränderten (gv) Mais MON810 anbauten, hat zum Beispiel die größte deutsche Maismühle Aufschläge für Mais gezahlt, dessen Gentechnik-Verunreinigung unter 0,1 Prozent lag. Ware mit höherer Verunreinigung wurde nicht abgenommen. Betroffene Landwirt\*innen hatten enorme Schwierigkeiten, selbst geringfügig – unter dem gesetzlichen Grenzwert liegende – verunreinigte Ware zu verkaufen und hatten entsprechende Verluste. Um ihre gentechnikfreie Erzeugung und die Vermarktung ihrer Produkte zu sichern, haben Bäuerinnen und Bauern Gentechnikfreie Regionen gegründet. Ziel war auch, Berufskolleg\*innen auf die Probleme des Anbaus von gv-Pflanzen hinzuweisen und von der Politik eine klare

Sicherung ihrer Produktion zu fordern. Auch die Abnehmer\*innen in Asien und Nordamerika verlangen gentechnikfreie Ware. Diese kann derzeit ohne Probleme erzeugt werden. Würden die neuen Gentechnik-Verfahren, wie von der Gentechnik-Industrie gefordert, nicht mehr nach Gentechnikrecht reguliert, wäre die Gentechnikfreiheit der Produkte nicht mehr zu garantieren. Dann könnten Bäuerinnen und Bauern das Qualitätsmerkmal „gentechnikfrei“ nicht mehr liefern, sie würden zu austauschbaren Rohstofflieferanten und müssten zu noch schärferen Wettbewerbsbedingungen und Dumpingpreisen erzeugen. Weiteren Betrieben würde ihre Wirtschaftlichkeit und mittelfristig ihre Existenz entzogen.

Auch im Bereich der tierischen Produkte (Milch, Eier, Fleisch) verlangen immer mehr Molkereien, Eier- und Geflügelfleischproduzenten in Deutschland und Europa eine gentechnikfreie Fütterung. 2015 erklärten alle Handelsketten, dass sie bei ihren gesamten Eigenmarken die Fütterung der Tiere schrittweise auf zertifizierte gentechnikfreie Soja und langfristig auf heimische Eiweißfuttermittel umstellen werden. Ende 2019 wurden nach Angaben des Verbandes Lebensmittel ohne Gentechnik 64 Prozent der bundesweit erzeugten Milch nach den „Ohne Gentechnik“-Kriterien erzeugt. Bei Geflügelfleisch liegt der „Ohne Gentechnik“-Anteil bei etwa 60 Prozent. Eier werden zu 70 Prozent ohne Gentechnik produziert. Entscheidend für Bäuerinnen und Bauern ist, dass sie für ihre Mehrkosten durch die gentechnikfreie Fütterung den entsprechenden Aufschlag erhalten. Auch der Biomarkt, für den seine Verpflichtung,

keine Gentechnik einzusetzen, ein wichtiges Verkaufsargument ist, boomt. Diese gentechnikfreien konventionellen und ökologischen Qualitätsmärkte sollten ausgebaut und gesichert und nicht durch eine Deregulierung gefährdet werden.

### REGULIERUNG SCHAFFT RECHTSSICHERHEIT UND WIRTSCHAFTLICHE VORTEILE

Auch neue Gentechnik ist Gentechnik und muss nach EU-Gentechnikrecht reguliert werden. Dies hat das richtungsweisende EuGH-Urteil vom Juli 2018 bestätigt und damit Rechtssicherheit für alle Wirtschaftsbeteiligten geschaffen.<sup>2</sup> Regulieren heißt nicht verbieten, wie es zum Teil dargestellt wird, sondern beinhaltet die Verpflichtung zur Durchführung einer Risikobewertung und eines Zulassungsverfahrens. Sie bringt Anforderungen an Nachweisbarkeit, Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung der Gentechnik-Pflanzen und -Produkte mit sich. Für nicht in der EU zugelassene gentechnisch veränderte Organismen gilt Nulltoleranz. Freisetzen zu Versuchszwecken unterliegen einem Genehmigungsvorbehalt. Es können Maßnahmen oder Verbote erlassen werden, um Risiken einzudämmen. Eine solche Regulierung der Gentechnik ermöglicht Transparenz, wo Gentechnik freigesetzt oder angebaut wird und Schutzmöglichkeiten vor Kontaminationen. Durch die Kennzeichnungspflicht wird Gentechnikfreiheit in der gesamten Lebensmittelerzeugungskette – von der Züchtung über den Anbau, Fütterung, Verarbeitung und Handel – ermöglicht. Rückverfolgbarkeit, Kontrollen und gegebenenfalls Rückruf-

aktionen können realisiert und Haftungsansprüche bei Verunreinigungen geltend gemacht werden. Das Verursacherprinzip ist anwendbar. Nur wenn das Gentechnikrecht auch auf neue Gentechnik angewendet wird, kann die gentechnikfreie Lebensmittelerzeugung auch in Zukunft sichergestellt und so die Wahlfreiheit für alle Beteiligten ermöglicht werden.

### PATENTE BEHINDERN VIELFALT

Gentechnik hat eine Patentierung von Pflanzen und Tieren erst möglich gemacht. Mit Patenten wollen sich die Inhaber weitgehende Rechte auf „ihr geistiges Eigentum“ sichern, vom Saatgut bis zum Lebensmittel. Dabei greifen sie auf jahrhundertlange Züchtungsarbeit von Bäuer\*innen und Züchter\*innen zurück. Patente führen zur Verzögerung oder Verhinderung von Forschung und Innovationsprozessen und bergen hohe Rechtsunsicherheiten.<sup>3</sup> Züchtungsarbeit wird erheblich eingeschränkt beziehungsweise unmöglich gemacht. Denn in einer zunehmend undurchsichtigen Patentlandschaft wird es selbst für mittelgroße Züchtungsbetriebe immer schwieriger, zu überschauen, mit welchem genetischen Ausgangsmaterial und an welchen Eigenschaften sie überhaupt noch arbeiten können, ohne – unwissentlich – auf patentiertes Material zurückzugreifen. Dabei ist der freie Zugang zu genetischen Ressourcen eine Grundvoraussetzung für Züchtungsarbeit. Patente haben erheblich zur Konzentration des Saatgutmarktes beigetragen. Nach den letzten drei Fusionen dominieren drei Konzerne knapp 60 Prozent des Saatgutmarktes.<sup>4</sup> Bei einigen Kulturen haben Kon-

zerne in bestimmten Regionen schon jetzt Monopolmacht. So können sie ihr Saatgutangebot komplett auf ihre Profite ausrichten. In den USA hat Monsanto (jetzt Bayer) neue Soja- und Mais-Sorten nur noch als gv-Varietät auf den Markt gebracht, konventionell gezüchtetes Saatgut wurde aus den Katalogen eliminiert. Auch in Brasilien sind ertragreiche und gut laufende konventionelle Soja-Sorten vom Markt genommen worden. Die Wahlfreiheit beim Saatgut wurde somit ausgehebelt.

### ZUKUNFTSFÄHIGE LANDWIRTSCHAFT UND ZÜCHTUNGSARBEIT SICHERN

Um sich den Herausforderungen des Klimawandels und des Umbaus der Landwirtschaft stellen zu können, brauchen Züchter\*innen freien Zugang zu vielfältigem genetischen Material, ohne Gentechnik und Patente. Es bedarf einer Züchtung und Saatgutarbeit hin zu vielfältigen, regional anpassungsfähigen Sorten mit einer hohen Variabilität. Züchtung kann jedoch nur einen kleinen Beitrag zur Klimaanpassung und Biodiversität leisten. Widerstandsfähige Ackerbau- und Agroforstsysteme, die den Boden wasseraufnahmefähiger machen, Humus aufbauen und Bodenlebewesen aktivieren, weite Fruchtfolgen mit vielfältigen Sorten sowie bisher nicht etablierte Kulturen müssen gefördert werden. Die Lösung ist Vielfalt im System und Risikostreuung. Entsprechend müssen Forschungsgelder, statt einseitig in die Forschung zur Anwendung der Agro-Gentechnik, in eine ökologische Ausrichtung der Landwirtschaft, die an den Ursachen der Probleme ansetzt, investiert werden.

### VIEL ZU VERTEIDIGEN

Die EU-Gentechnikgesetzgebung basiert auf dem im EU-Recht verankerten Vorsorgeprinzip und der Wahlfreiheit. Auch die neuen Gentechnik-Verfahren sind risikobehaftet, ihr Nutzen für die Landwirtschaft fragwürdig. Entsprechend müssen sie aus Vorsorgegründen sowie zur Entwicklung einer zukunftsfähigen Landwirtschaft und Züchtungsarbeit wie auch aus wirtschaftlicher Sicht weiterhin nach EU-Gentechnikrecht reguliert werden. Nur so kann die gentechnikfreie Lebensmittelerzeugung auch in Zukunft sichergestellt und die Wahlfreiheit für alle Beteiligten ermöglicht werden. Europa hat gut daran getan, bei der alten Gentechnik vorsichtig zu sein und Sicherheitsmaßnahmen einzuführen – sie haben auch zu Wettbewerbsvorteilen der europäischen gentechnikfreien Erzeugerkette geführt. Diese Standards sollten wir nicht leichtfertig aufs Spiel setzen.

**Annemarie Volling** ist Gentechnik-Expertin bei der Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft (AbL) e.V.

[www.abl-ev.de/themen/gentechnikfrei](http://www.abl-ev.de/themen/gentechnikfrei)

- 1 Agra Europe (4/2021, 25.01.2021): In zehn Jahren 35.600 Betriebsaufgaben. Länderberichte, S. 42.
- 2 Rechtssache C-528/16 (<http://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=204387&pageIndex=0&doclang=DE&mode=req&dir=&occ=first&part=1&cid=753328>)
- 3 De Schutter (2009): United Nations. The right to food.
- 4 Volling, A et al. (2019): Wahlfreiheit und Vorsorgeprinzip vorerst gestärkt, [www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2019/KAB2019\\_279\\_289\\_Volling\\_Nuernberger.pdf](http://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2019/KAB2019_279_289_Volling_Nuernberger.pdf)



## Ausblick



Die vorliegende Textsammlung lässt Autor\*innen aus unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen (Molekulargenetik, Ökologie, Ethik, Recht) zu Wort kommen, ebenso Betroffene aus der Saatgutzüchtung, Landwirtschaft, Verarbeitung und Verbraucherschutz. Sie gibt dadurch den verschiedensten Perspektiven, Erfahrungen und Positionen Raum. Eine solche Bandbreite an Perspektiven aller Akteure und Betroffenen ist notwendig, um eine informierte gesellschaftliche Diskussion um die neuen Gentechnik-Verfahren in

der Landwirtschaft zu führen. Alle Betroffenen sind bei den anstehenden Entscheidungen einzubeziehen.

Diese Diskussion braucht aber Zeit. Sie muss stattfinden, bevor weitreichende Weichenstellungen für die Zukunft der Lebensmittelerzeugung und Umwelt getroffen oder Tatsachen geschaffen werden; zum Beispiel durch Freisetzungsversuche, Anbau oder Importe. Um solche nicht mehr umkehrbaren Tatsachen zu verhindern, müssen die neuen Gentechnik-Verfahren einer strikten Regulierung nach Gentechnikrecht unterliegen.

## Schlussbetrachtungen aus bäuerlicher Sicht

Die Erwartungen an die neuen Gentechniken sind groß – sie sollen die Welternährung sichern, den Klimawandel bekämpfen und den Pestizideinsatz reduzieren. Ob dies mit den neuen Gentechniken erreicht werden kann, ist im Moment sehr spekulativ. Zudem setzen die Gentechnik-Lösungen nicht an den Ursachen der Probleme an, sondern führen womöglich noch zu weiteren, unabsehbaren Folgeproblemen. Trotzdem plädieren die Befürworter\*innen der Gentechnik für eine möglichst unregulierte Anwendung einzelner oder sogar aller Anwendungen der neuen Gentechniken. Sie wollen einen Freifahrtschein – ohne Vorabprüfung der Risiken und ohne für mögliche Folgen in die Verantwortung genommen zu werden. Damit wäre die konventionelle und ökologische Landwirtschaft und Lebensmittelerzeugung in Gefahr, denn ohne strikte Regulierung auch der neuen Gentechniken unter dem Gentechnikrecht wird es nicht möglich sein, die Gentechnikfreiheit vom Saatgut bis zum Teller sicherzustellen.

Die neuen Gentechniken werden oft als „präzise“ dargestellt. Aber welche Wirkungen die einzelnen Veränderungen auf der Ebene des Genoms, im Organismus selbst oder im Wechselspiel mit der Umwelt haben, ist nicht geklärt. Auch kleine Veränderungen können gravierende Fol-

gen haben. Veränderungen können mehrfach hintereinander oder in Kombination durchgeführt werden. Mit CRISPR ist es auch möglich, Veränderungen in besonders geschützten Bereichen des Erbguts, die bisher wenig erreichbar waren, vorzunehmen. Neue Gentechnik ist per Definition „neu“, es gibt deshalb bislang auch keine systematische und umfassende Risikoprüfung und -bewertung. Zu behaupten, sie sei sicher, ist wissenschaftlich nicht nachvollziehbar. Alle Anwendungen der NGT müssen einer Risikoprüfung und -bewertung unterzogen werden, bevor sie freigesetzt, angebaut oder in Verkehr gebracht werden. Einzelne Techniken oder gentechnisch veränderte Organismen von einer Regulierung auszunehmen ist wissenschaftlich nicht begründbar und würde zu erheblichen Problemen für die gentechnikfreie Land- und Lebensmittelwirtschaft führen (vom Saatgut bis zum Endkunden).

Die Gentechnikfreiheit – und damit die Wahlfreiheit – könnte nicht mehr sichergestellt werden. Saatgutzüchter\*innen müssten auf die Verwendung von externem Züchtungsmaterial – einem Grundpfeiler der Züchtungsarbeit – verzichten, um Kontaminationen zu verhindern. Auch die Züchtung selbst und die Vermehrung würde zum Risikofaktor. Bäuerinnen und Bauern hätten Schwierigkeiten, gentechnikfreies Saatgut zu kaufen, eine

Grundvoraussetzung, um gentechnikfrei anbauen zu können. Bäuerinnen und Bauern würden ihre Märkte verlieren, weil Marktpartner\*innen und Abnehmer\*innen ihre Beschaffungspolitik anpassen würden, um gentechnikfreie Qualitäten zu erhalten. Mindestvoraussetzung zur Sicherung der Gentechnikfreiheit – und damit Wahlfreiheit aller Beteiligten – ist die Regulierung der neuen Gentechnik unter dem Gentechnikgesetz. Ohne Regulierung würde es (je nach Kultur) zu schnellen – intransparenten – Durchmischungen des Saatguts, der Ernten und der Lebensmittel mit GVO kommen. Diese im Gefahrenfall – ohne die Option der Rückverfolgbarkeit – aus der Lebensmittelkette oder gar Umwelt zu entfernen ist unmöglich. Ein Zurück gäbe es nicht mehr – oder nur unter langwierigen massiven Anstrengungen. Deshalb bedarf es einer strikten Regulierung der neuen Gentechniken. Um die Herausforderungen des Klimawandels und des Umbaus der Landwirtschaft anzunehmen, bedarf es einer Züchtung und Saatgutarbeit von regional anpassungsfähigen Sorten mit einer hohen Variabilität wie Sortenmischungen oder heterogene Populationen. Partizipative Ansätze mit den Bäuerinnen und Bauern, die das Erfahrungswissen und die betrieblichen Anforderungen berücksichtigen, sind praxismgerechte Innovationen und müssen entsprechend gefördert werden. Vielfalt im System und Risikostreuung ist die Devise. Hier sind konventionelle und ökologische gentechnikfreie Züchtungsansätze auf dem Feld erfolgversprechend.

**Zur Sicherung der gentechnikfreien Landwirtschaft fordert die Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft (AbL) von der zuständigen Politik und allen beteiligten Akteuren:**

- Auch die neuen Gentechnik-Verfahren sind Gentechnik und müssen strikt nach Gentechnikrecht reguliert werden.
- Das in der EU geltende Vorsorgeprinzip ist konsequent anzuwenden.
- Alle Organismen und Produkte, die durch die neuen Gentechniken erzeugt wurden, sind einem Zulassungsverfahren zu unterziehen.
- Eine systematische, umfassende und unabhängige Risikountersuchung und -bewertung muss gewährleistet werden.
- Eine Rückverfolgbarkeit von alten und neuen zugelassenen Gentechnik-Produkten ist notwendig.
- Die Kennzeichnungsverpflichtungen sind umzusetzen. Wollen Hersteller eine Anbau- oder Importzulassung für ihre Produkte, so müssen sie laut Gesetzesanforderung Nachweisverfahren, Kontroll- und Referenzmaterial bereitstellen. Dies ist möglich, denn wenn die Veränderung der DNA-Sequenz bekannt ist, kann diese auch nachgewiesen werden.

- Dringend müssen Forschungsgelder in die schnelle Entwicklung von gentechnischen Nachweisverfahren investiert werden, um bei Routineuntersuchungen die Gentechnikfreiheit von Importen und des Saatguts zu prüfen. Für bekannte neue Gentechnik-Produkte müssen spezifische Nachweisverfahren entwickelt werden.
- Öffentliche europäische und internationale Register müssen ausgebaut werden. Forschende und Gentechnik-Anwender\*innen müssen verpflichtet werden, alle nötigen Informationen für die Rückverfolgbarkeit und die Entwicklung eines Nachweisverfahrens zur Verfügung zu stellen. Das muss ab dem ersten Freisetzungversuch mit einem GVO gelten.
- Transparenz von Freisetzungversuchen und Anbau, wirkungsvolle Koexistenzmaßnahmen, verschuldensunabhängige und gesamtschuldnerische Haftung im Schadensfall sowie das Verursacherprinzip sind auch bei den neuen Gentechniken anzuwenden.
- Bei in der EU nicht zugelassenen GVO ist die Nulltoleranz umzusetzen.
- Statt einer einseitigen Ausrichtung der Forschung auf die Gentechnik-Anwendungen muss mindestens zu gleichen Anteilen in die Förderung der gentechnikfreien konventionellen und ökologischen Züchtung investiert werden, auch um Pfadabhängigkeiten auszuschließen. Partizipative, auf Vielfalt und Widerstandsfähigkeit setzende Ansätze müssen gefördert werden.

UN-Generalsekretär António Guterres sagte in seiner Rede an der Columbia Universität zum Zustand des Planeten am 2. Dezember 2020: „Die Menschheit führt einen Krieg gegen die Natur.“ Konsum- und Produktionssysteme seien nicht nachhaltig. Stattdessen zerstöre die Menschheit die Ökosysteme: „Das ist Selbstmord. Die Natur schlägt immer zurück“, so Guterres.

„Wieder Frieden mit der Natur zu schließen“, das sei „die bestimmende Aufgabe des 21. Jahrhunderts“. Um diese anzunehmen sollten wir nicht auf Risikotechnologien setzen, sondern auf Züchtungsverfahren und Ackerbausysteme, die mit der Natur arbeiten und die vielfältigen, widerstandsfähigen Betriebe und Strukturen fördern.

# Glossar

Der Begriff „**alte**“ **Gentechnik** bezieht sich hier auf bisherige Anwendungen der Gentechnik an Pflanzen. Mit Methoden wie dem Schrotschuss-Verfahren oder Verwendung des *Agrobacterium tumefaciens* ist es möglich, (Fremd-)DNA in Organismen beziehungsweise Zellen einzuschleusen und in deren Erbgut einzubauen. Bei der neuen Gentechnik werden sie zum Teil verwendet, um die Gen-Schere in die Zellen einzuschleusen.

**Basen** sind organische Moleküle und Komponenten der DNA und RNA. Sie werden häufig als die „Buchstaben der DNA“ bezeichnet. Die Abfolge der Basen legt die Sequenz (den genetischen Code) der DNA fest. In der DNA werden die vier Nukleinbasen Adenin (A), Guanin (G), Cytosin (C), Thymin (T) verwendet. Als Basenpaare werden die jeweils gegenüberliegenden (komplementären) Basen (A und T sowie G und C) auf dem Doppelstrang der DNA bezeichnet.

**Chromosomen** sind die stark verdichtete Form der DNA. Im Zellkern einer Zelle können sie in mehreren Ausführungen vorliegen. So hat der Mensch einen doppelten Chromosomensatz mit 23 Chromosomen von der Mutter und 23 vom Vater.

**CRISPR/Cas:** CRISPR sind kleine Bereiche bakterieller DNA, die bei der Immunabwehr gegen eindringende Viren helfen. Cas ist die Schneidekomponente des CRISPR/Cas-Systems, die an der Zielregion der DNA den Doppelstrang schneidet. Das CRISPR/Cas-System wurde in Bakterien entdeckt und so verändert, dass damit im Labor auch das Erbgut von anderen Organismen verändert werden kann.

**DNA** steht für Desoxyribonukleinsäure. Die DNA ist ein Makromolekül, das in der Abfolge der Basen genetische Information trägt. Sie besteht aus Nukleotiden. Die DNA liegt als Doppelstrang vor, der wie eine Helix gewunden ist.

**Enzyme** sind Proteine, die chemische Reaktionen in Zellen spezifisch beschleunigen. Sie werden deswegen auch als Bio-Katalysatoren bezeichnet.

Die **Epigenetik** beschreibt Mechanismen und zum Teil auch vererbte Veränderungen am Erbgut, die nicht auf Veränderungen der DNA-Sequenz (Basenabfolge) beruhen. Durch die Epigenetik wird die Aktivität von Genen während der Prozesse in der Entwicklung von Lebewesen oder auch in Reaktion auf die Umwelt reguliert.

Als **Gen** wird ein Abschnitt der DNA bezeichnet, der Informationen für die Entwicklung von Eigenschaften eines Organismus trägt und zur Bildung von RNA dient, welche dann in ein Protein übersetzt wird. Als Genexpression wird das Ablesen von Genen bezeichnet (als Voraussetzung für die Genaktivität).

Die **Genregulation** bezeichnet die Regulation des An- und Abschaltens von Genen, also die Steuerung der Genexpression insbesondere während der Entwicklung und in Reaktion auf Umwelteinflüsse. Auch die Reparatur von Gensequenzen und andere Mechanismen der Genomorganisation werden über die Genregulierung beeinflusst.

**Genkopien:** Mehrere, identische DNA-Sequenzen eines Gens im Erbgut werden als Genkopien bezeichnet.

Das **Genom** oder **Erbgut** bezeichnet die Gesamtheit der DNA eines Individuums, die bei Pflanzen und Tieren im Zellkern zu finden ist. Zusätzlich zum Genom im Zellkern gibt es auch DNA in den Chloroplasten der Pflanzen und den Mitochondrien der Tiere.

**Genome Editing** ist ein Synonym für neue Gentechnik. Darunter werden molekularbiologische Techniken zusammengefasst, die zielgerichtet das Erbgut eines Organismus verändern sollen, beispielsweise CRISPR/Cas, TALEN, Zink-Finger-Nuklease.

**Gen-Scheren** sind Enzyme (Nukleasen). Der Begriff soll mit einfachen Worten die Funktionsweise beispielsweise von CRISPR/Cas vermitteln. Die Gen-Schere schneidet an bestimmten Stellen des Erbgutes und bewirkt häufig eine Veränderung innerhalb einer Zielregion.

Die **guide RNA** ist ein kurzes RNA-Molekül, das das CRISPR/Cas-System an die zu verändernde Zielregion im Erbgut führt. Sie ist in der Lage, den Zielbereich auf der DNA zu erkennen, zu binden und die Gen-Schere in die richtige Position zum Schneiden zu bringen.

Bei der herkömmlichen **Mutagenese** werden in der Pflanzenzüchtung ionisierende Strahlen oder chemische Stoffe verwendet, um Mutationen zu erzeugen. Dabei wird die spontane Mutationsrate im Erbgut und die genetische Vielfalt erhöht, die dann der Ausgangspunkt für die weitere Züchtung ist.

**Nukleasen** sind eine Gruppe von Enzymen, die Nukleinsäuren durchtrennen. Häufig zerschneiden sie beide Stränge der DNA und führen zu einem Doppelstrangbruch. Man spricht auch von Gen-Scheren.

Ein **Nukleotid** ist aus drei Bestandteilen aufgebaut: Einer Base (bei der DNA: Adenin (A), Guanin (G), Cytosin (C) oder Thymin (T); bei der RNA Uracil (U) statt Thymin), einem Zucker und eine Phosphatgruppe.

Als **Off-target** werden Bereiche des Erbgutes bezeichnet, die nicht an oder in direkter Nähe zur Zielregion der Nuklease liegen.

**On-target** bezeichnet die Zielregion auf der DNA, welche durch zielgerichtete Nukleasen verändert werden soll.

Die **PCR** (Polymerase-Kettenreaktion) ist ein analytisches Verfahren im Labor, mit dem sich in rela-

tiv kurzer Zeit bekannte DNA-Sequenzen nachweisen lassen.

**RNA** steht für Ribonukleinsäure. Sie besteht wie die DNA aus Nukleotiden, allerdings enthält sie die Base Uracil anstelle von Thymin. Als Zuckerbestandteil hat die RNA Ribose (statt Desoxyribose bei der DNA). RNA hat wichtige Funktionen als Bindeglied bei der Übersetzung von Genen in Proteine und besitzt zudem wichtige regulatorische Funktionen in der Zelle.

**SDN** steht für zielgerichtete Nuklease (engl.: site directed nucleases). Das umschreibt molekulare Techniken wie CRISPR/Cas, bei denen Nukleasen in eine Zelle eingeführt werden und einen Doppelstrangbruch an einer Zielsequenz der DNA bewirken. Dieser aktiviert Reparaturmechanismen der Zelle und so kann es zu Veränderungen der Zielsequenz kommen.

Als **Transgene** werden Gene bezeichnet, die per Gentechnik und über die Artgrenzen hinweg übertragen werden.

**Whole Genome Sequencing** (Ganzgenomsequenzierung) sind moderne DNA-Sequenzierungsverfahren, die das Entschlüsseln des gesamten Erbgutes mit der genauen Abfolge der Basen ermöglichen.

**Zielregion** oder **Zielort** (target) ist die DNA-Sequenz, die durch zielgerichtete Nukleasen verändert werden soll. Sie wird beispielsweise im CRISPR/Cas-Verfahren durch die guide RNA erkannt und anschließend durch die Gen-Schere geschnitten.

Das hier verkürzte Glossar wurde erstellt von Testbiotech mit Unterstützung der Fachstelle Gentechnik und Umwelt, [www.testbiotech.org/sites/default/files/Fragen\\_Antworten\\_und\\_Fakten\\_CRISPR\\_und\\_Co.pdf](http://www.testbiotech.org/sites/default/files/Fragen_Antworten_und_Fakten_CRISPR_und_Co.pdf).



## Impressum

### Herausgeberin:

Arbeitsgemeinschaft  
bäuerliche Landwirtschaft (AbL) e.V.  
Bahnhofstraße 31  
59065 Hamm  
www.abl-ev.de  
info@abl-ev.de

### In Kooperation mit:

FaNaL e.V. - Verein zur Förderung  
einer nachhaltigen Landwirtschaft  
Bahnhofstraße 31  
59065 Hamm

### Redaktion:

Annemarie Volling (AbL e.V.)  
Hamm, April 2021

### Autor\*innen:

Die Autor\*innen werden jeweils im Artikel benannt. Die hier veröffentlichten Artikel spiegeln die Meinungen der jeweiligen Autor\*innen wider. Diese stimmen nicht notwendigerweise mit den Ansichten der Herausgeberin überein.

**Übersetzerin:** Sophia Erben

**Lektorat:** Theresia Scheierling

**Layout:** Erik Tuckow, sichtagitation.de

**Druck:** 100 % Recyclingpapier,  
Druck Thiebes GmbH, Hagen,  
1.000 Exemplare

### Bezugsadresse:

Diese Publikation kann im Internet unter [www.abl-ev.de/publikationen](http://www.abl-ev.de/publikationen) abgerufen oder bestellt werden beim AbL Bauernblatt Verlag unter: [www.bauernstimme.de/broschuere/](http://www.bauernstimme.de/broschuere/)

**Weiterführende Informationen** zur Sicherung der gentechnikfreien Landwirtschaft:  
[www.abl-ev.de/themen/gentechnikfrei](http://www.abl-ev.de/themen/gentechnikfrei)

### Bilderverzeichnis:

Wir bedanken uns sehr herzlich für die Zurverfügungstellung folgender Bilder:

**Forschung und Züchtung Dottenfelderhof:** Cover und Rückseite (Züchtungsparzellen zum Vergleich verschiedener Sorten und Linien), S. 6 und S. 76 (Zuchtgärten), S. 31 (Eingetütete Ähren für die Kreuzung), S. 37 (Wintergerste), S. 53 (Kreuzungsarbeit mit Gerste, Kastration).

**Kultursaat e.V.:** S. 20/21 (Züchter begutachtet blühenden Blumenkohl), S. 43 (Lauchblüte), S. 69 (Reifende Möhrensamen, Dolde), S. 74/75 (Möhrensaat in Gärtnerhand).

**Getreidezüchtung Peter Kunz (gzpk):** S. 14/15 (Selektierte Triticale-Ähren aus frühen Züchtungsgenerationen), S. 62/63 (Triticale-Einzelähren vor und nach dem Drusch).

**Grafiken:** S. 49 (Timo Zett), S. 66 (VLOG).

Die Nutzungsrechte aller Bilder gelten nur für diese Broschüre.

Für die finanzielle Unterstützung bedanken wir uns besonders bei:

**GeS**  
Gen-ethische Stiftung

**Gegen**  
Nachbau-Gebühren

Bündnis für  
**Gentechnikfreie**  
Landwirtschaft  
Niedersachsen · Bremen · Hamburg



## **CRISPR & CO NEUE GENTECHNIK – REGULIERUNG ODER FREIFAHRTSCHEIN?**

Die vorliegenden Hintergrund-Texte zur aktuellen Diskussion um die neuen Gentechniken behandeln verschiedene Perspektiven aus Wissenschaft und von Betroffenen, ihre Erfahrungen und Positionen. Die Texte sollen einen Beitrag für die zu führende, breite öffentliche Diskussion darstellen und im politischen Raum Gehör finden.

Diese Broschüre kostet nichts, sie ist aber nicht umsonst. Wir freuen uns, wenn sie weiter verteilt und viel gelesen wird. Gerade jetzt ist die Arbeit für die Zukunft der gentechnikfreien, bäuerlichen Landwirtschaft besonders wichtig. Deshalb freuen wir uns über Ihre Spende für unsere Arbeit. Vielen Dank!

Empfänger: FaNaL e.V.

IBAN: DE68 4785 3520 0002 0293 79

Kreditinstitut: Kreissparkasse Wiedenbrück

Stichwort: Gentechnikfrei

**AbL**

Arbeitsgemeinschaft  
bäuerliche Landwirtschaft e.V.