

Gentechnik und Nahrungsmittel



Anwendungen der Gentechnik werden in der Landwirtschaft und beim Umweltschutz seit mehr als 30 Jahren kontrovers diskutiert. Verfahren für genetische Veränderungen von Organismen wurden in diesem Zeitraum immer präziser.

Klaus Dieter Jany und Kurt Widhalm*

Die Gentechnik stellt eine Querschnittstechnik dar, die seit 1990 weite Bereiche der Medizin, Chemie, Landwirtschaft, Lebensmittelproduktion und des Umweltschutzes nachhaltig beeinflusst. Der Ausdruck „Gentechnik“ löst je nach Anwendungsbereich bei den Menschen sehr unterschiedliche Reaktionen aus. Im medizinischen Bereich wird die Gentechnik seit der Einführung von humanem Insulin oder dem Faktor VIII positiv bewertet und ist weitgehend akzeptiert. Gentechnik wird als Fortschritt in der Gesundheitsvorsorge bis hin zur Bereitstellung von genomeditierten Organen für Transplantationen gesehen.

In der Landwirtschaft sehen Befürworter in Anwendungen der Gentechnik Möglichkeiten für eine nachhaltigere Landwirtschaft, den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen, zur Ernährungssicherheit beizutragen, während Kritiker mit der Gentechnik das Ende der konventionellen und insbesondere ökologischen und gentechnikfreien Landwirtschaft, die großflächige Einführung von pestizidtoleranten Pflanzen, negative Auswirkungen auf die Biodiversität sowie eine Monopolisierung der Pflanzenzüchtung befürchtet. Ein großer Anteil der verarbeiteten Lebensmittel ist mit der Gentechnik in Berührung gekommen, aber ist selbst nicht gentechnisch verändert.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse über Struktur und Funktion von Genen sowie die Verfahren für genetische Veränderungen von Organismen haben sich in den letzten 30 Jahren fortentwickelt und wurden in ihrem Ergebnis immer präziser. Von der induzierten Zufallsmutagenese durch ionisierte Strahlen oder mutagene Chemikalien über die nicht gezielte Einführung funktioneller Gene bis hin zu gezielten sequenzspezifischen Änderungen im Genom. Letztere Verfahren werden unter die neuen genomischen Techniken (NTG) summiert. Bekannter

sind hierfür auch die Begriffe CRISPR/Cas und TALEN beziehungsweise „Genschere“.

Gentechnik und neue genomische Techniken

Bei der induzierten Zufallsmutagenese sind die genetischen Veränderungen nicht vorhersehbar und die Änderungen auf der molekularen Ebene sind nicht gezielt ausgerichtet. Mit „Geschick“ und Wissen findet der Züchter die für ihn interessanten Pflanzen heraus und züchtet sie über Rückkreuzungen weiter. Trotz der vielen (unbekannten) Mutationen haben die letzten acht Jahrzehnte im Umgang mit solchen mutierten und zugelassenen Pflanzen gezeigt, dass von ihnen keine besonderen oder andersartigen Risiken für Mensch, Tier und Umwelt ausgehen, als von Pflanzen aus traditionellen Kreuzungszüchtungen. Gegenwärtig sind etwa 3.200 Sorten registriert (IAEA, 2023), die aus induzierten Zufallsmutageneseverfahren hervorgegangen sind. Darunter befinden sich zum Beispiel Durum-Weizen, Gerste, Hafer, Reis sowie viele Gemüse- und Obstsorten. Nach dem EuGH-Urteil C-258/16 vom Juli 2018 sind diese Pflanzen zwar gentechnisch veränderte Organismen (GVO), aber sie sind entsprechend der Ausnahmeregelung in der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EC von den Regularien der Gentechnikgesetzgebung ausgenommen. Diese GMO dürfen auch im ökologischen Landbau verwendet werden.

Die gentechnisch veränderten Pflanzen enthalten somit eine „artfremde“ genetische Information, die über klassische Züchtungsverfahren nicht übertragbar wäre. Im Mittelpunkt der gentechnischen Veränderungen standen Änderungen der agronomischen Eigenschaften wie Herbizidtoleranzen, Insekten-, Pilz- und Virusresistenzen. Die erste kommerziell gehandelte gv-Pflanze war die Flavr-Savr-Tomate. Hier war allerdings nicht

Geschmackserhalt das Ziel der gentechnischen Veränderung, sondern eine längere Haltbarkeit beziehungsweise eine bessere Transportfähigkeit. 1996 erhielten als erste gv-Pflanzen die herbizidtolerante Sojabohne (40-3-2) und der insektenresistente Mais (Bt-176) die Zulassung zur Verwendung als Lebens- und Futtermittel in der EU. Inzwischen haben in der EU 98 gv-Pflanzen (Sojabohne, Mais, Raps, Zuckerrüben) die Zulassung für den Import als Lebens- und Futtermittel erhalten; der Anbau dieser Pflanzen ist explizit ausgeschlossen (Kommission, 2024). Dagegen werden jährlich etwa 30 Millionen Tonnen, vornehmlich gv-Sojabohnen und gv-Mais, in die EU importiert.

In der EU besitzt allein der insektenresistente Mais MON 810 eine Zulassung zum kommerziellen Anbau. Die Genehmigung ist zwar bereits seit zehn Jahren abgelaufen, jedoch konnten sich bislang die Mitgliedsstaaten nicht zu einer Rücknahme der Anbaugenehmigung durchringen. In der EU werden quasi keine gv-Pflanzen kommerziell angebaut. Von 2002 bis 2015 wurden in der EU 881 Feldversuche durchgeführt, davon etwa die Hälfte in Spanien. Von 2015 bis 2020 waren es nur noch 56 Feldstudien (Jany, 2021). In Deutschland wurden seit 2012 keine gv-Pflanzen, auch nicht für Forschungszwecke, mehr freigesetzt. Trotz intensiver Forschungen konnten bislang keine negativen Auswirkungen, die sich spezifisch aus der gentechnischen Veränderung ableiten lassen, nachgewiesen werden. Weltweit ist die Mehrheit der Wissenschaftler der Auffassung, dass zugelassene gv-Pflanzen genauso sicher sind, wie die vergleichbaren, konventionell gezüchteten.

Mit der bahnbrechenden Publikation der Arbeitsgruppe um Doudna und Charpentier von 2012 zur Nutzung des CRISPR/Cas-System zur gerichteten sequenzspezifischen Veränderung im Genom wurde ab circa 2014 die Genomeditierung als ein weiteres Werkzeug in der Pflanzenzüchtung eingeführt. Die Verfahren der Genomeditierung werden in der EU als neue genomische Techniken bezeichnet und beinhalten vornehmlich die Genschere CRISPS/Cas, TALEN und Zinkfinger nukleasen. Mit ihnen können zielgerichtet entsprechend der ausgewählten DNA-Sequenz im Pflanzengenom genetische Veränderungen herbeigeführt werden. Sie reichen von einfachem Austauschen und Entfernen einzelner (weniger) Nukleotide (SDN-1), Einfügen einzelner Nukleotide (SDN-2) bis zur Einfügung funktioneller Gene (SDN-3). Allen gegenwärtigen Anwendungen gemeinsam ist, dass die Pflanzen keine „artfremde“ genetische Information enthalten. Die eingeführte Mutation könnte bei diesen Pflanzen auch durch klassische Züchtungsverfahren entstehen. Eine Unterscheidung, ob die Mutation auf klassischem Wege herbeigeführt wurde, oder durch die neuen genomischen Techniken, ist bislang nicht möglich.

Die neuen genomischen Techniken wurden angewandt, um den Nährwert von Nutzpflanzen durch die Erhöhung des Gehalts an Vitaminen und Mikronährstoffen, die Eliminierung von anti-nutritiven Inhaltsstoffen zu steigern. Beispiele hierfür sind: Reis mit erhöhtem Eisengehalt, Sojabohnen mit hohem Ölsäure-

gehalt, Tomaten mit hohem Gamma-Aminobuttersäure-Gehalt oder Melonen, Reis, Bananen mit erhöhtem Vitamin-A-Gehalt.

Trotz der zahlreichen Anwendungsbeispiele sind von den aufgeführten genomeditierten Pflanzen bislang nur vier bis fünf kommerziell im Handel. Die meisten befinden sich noch im Versuchsstadium, einige in einer vorkommerziellen Phase (12 bis 15). Kommerziell erhältlich sind Sojabohnen mit erhöhtem Gehalt an Ölsäure, Tomaten mit hohem Gehalt an gamma-Aminobuttersäure (GABA), Mais mit erhöhtem Amylopektin-Gehalt, Salat aus Senfblättern mit einer Reduzierung des scharfen Geschmacks durch Minimierung der Senfölbildung und braun werdende Champignons durch Inaktivierung der Phenoloxidase. Allerdings sind in vielen Ländern der Welt genomeditierte Pflanzen, denen keine „artfremde“ genetische Information eingefügt wurde, von den gentechnik-spezifischen Regelungen ausgenommen, so dass diese Listung unvollständig sein könnte.

Gesetzliche Regelungen

Anwendungen aus der Gentechnik unterliegen weltweit gesetzlichen Regelungen und Zulassungsverfahren. Die wichtigsten Gesetze in der EU sind hier die Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EC und darauf aufbauend die Verordnungen EG 1829/2003 sowie EG 1830/2003. Der EuGH hat 2018 auf Grundlage des bestehenden Gentechnikrechts geurteilt, dass Pflanzen, die mithilfe der neuen Techniken gezüchtet wurden, allen Anforderungen aus der Freisetzungsrichtlinie unterliegen.

Die Kommission legte im Juli 2023 einen Vorschlag für die Regulierung gewisser NGT-Pflanzen mit dem Titel „Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über mit bestimmten neuen genomischen Techniken gewonnene Pflanzen und die aus ihnen gewonnenen Lebens- und Futtermitteln sowie zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/625“ vor. Mit dem Vorschlag möchte sie erreichen, dass einerseits ein hohes Schutzniveau für die Gesundheit von Mensch und Tier sowie für die Umwelt aufrechterhalten und andererseits das Inverkehrbringen von NGT-Pflanzen und daraus gewonnenen Erzeugnissen ermöglicht wird. Gleichzeitig sollen dabei der ökologische Landbau geschützt und die Nachhaltigkeitsziele des Green Deal unterstützt werden.

Der Status von NGT-Pflanzen, besonders von NGT-1-Pflanzen, muss vor einer Freisetzung von einer kompetenten Behörde überprüft werden. Für Freisetzungen zu wissenschaftlichen Zwecken ist dies eine Behörde aus dem jeweiligen Mitgliedsstaat, während für Freisetzungen zum Zwecke einer späteren Vermarktung/Inverkehrbringung die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) zuständig ist. Bei dieser Überprüfung, quasi einer Notifizierung, wird festgestellt, ob die NGT-1-Pflanze der entsprechenden konventionellen gleichwertig ist und gewissen Kriterien entspricht. Über den Prüfprozess und sein Ergebnis werden die Mitgliedsstaaten und die Kommission informiert. Die Kommission gibt das Ergebnis der Überprüfung »

» im Amtsblatt bekannt. Sie trägt die NGT-1-Pflanze in ein noch zu erstellendes Register ein und vergibt eine Identifizierungsnummer. Die Entscheidung der Kommission ist für alle Mitgliedsstaaten bindend.

Das Register ist öffentlich zugänglich und soll zur Transparenz für alle Marktbeteiligten beitragen. Eine spezielle Kennzeichnung ist für NGT-1-Pflanzen nicht vorgesehen; durch die Identifizierungsnummer kann sich aber jeder über den Status der Pflanzen oder der Produkte informieren. Hier ist nun mehr Eigeninitiative gefordert, wie man sie auch bei konventionellen Lebensmitteln kennt, wie etwa über einen Code, der Informationen über Lebensmittel liefert.

Die Diskussionen über den Kommissionsvorschlag sind auf allen Ebenen heftig. Der Vorschlag wurde inzwischen vom EU-Parlament mit zahlreichen Änderungsvorschlägen angenommen. Die Mitgliedsstaaten – der Rat – konnte sich bislang nicht auf einen gemeinsamen Standpunkt über den Kommissionsvorschlag einigen. Erst wenn dies erfolgt ist, kann das Trilog-Verfahren für die Fortsetzung einer Regulation beginnen. Intensive Diskussionen stehen vor allem über eine Kennzeichnung, Absicherungen einer ökologischen und gentechnikfreien Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion sowie der Patentierbarkeit von NGT-Pflanzen an.

Die Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion stehen vor zahlreichen Herausforderungen, von denen die wichtigsten

- die Zunahme der Weltbevölkerung (neun bis zehn Milliarden Menschen im Jahr 2050),
 - die Verknappung der Anbauflächen,
 - die Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel und
 - der Verlust der biologischen Vielfalt
- sind. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer nachhaltigen Produktion mit geringerem Flächen- und Betriebsmitteleinsatz und einer Verringerung der Umweltauswirkungen. Die neuen genomischen Techniken können hier einen Beitrag leisten.

Alle Beteiligten aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft stehen hier in einer hohen Verantwortung. ☉

Literatur bei den Verfassern

**) Prof. Dr. Klaus Dieter Jany, Biochemiker und Molekularbiologe, Linkenheim-Hochstetten, Deutschland;
Univ. Prof. Dr. Kurt Widhalm, Österreichisches Akademisches Institut für Ernährungsmedizin (ÖAIE); Alser Straße 14/4a, 1090 Wien; Medizinische Universität Wien;
Korrespondenzadresse: widhalm@oeaie.org*