

FAQ zu den neuen Gentechnik-Verfahren

1 Was sind die neuen Gentechnik-Verfahren?

Seit einigen Jahren sind viele unterschiedliche neue gentechnische Verfahren in der Entwicklung, die sowohl in der Pflanzen- und Tierzucht, als auch in der Humanmedizin zur Anwendung kommen können.

Bei den Gentechnikverfahren der 1. Generation konnte der Ort des Einbaus eines neuen Gen-Konstruktes nicht kontrolliert werden und komplexere gentechnische Veränderungen liessen sich kaum herstellen. Mit den neuen Gentechnikverfahren glaubt man sich in der Lage, das Erbgut und die Genregulation zielgerichtet, geplant und ohne erhebliche Nebenwirkungen manipulieren zu können. Mit Wortschöpfungen wie „Genome-Editing“ (übersetzt ungefähr: „gezieltes Umschreiben“ von Genomen) oder „Präzisionszüchtung“ wird suggeriert, dass damit eine neue Ära der Gentechnik angebrochen ist.

2 Was bedeutet Genome Editing?

Mit dem sogenannten Genome Editing kann das Erbgut von Pflanzen, Tieren und Menschen im Labor gentechnisch verändert werden. Mit dem Begriff Genome Editing werden verschiedene molekularbiologische Verfahren bezeichnet. Die wichtigsten Verfahren sind: Zinkfinger-Nuklease-Technik, TALEN und das CRISPR-Cas-Verfahren. Gemeinsames Kennzeichen: Sie können die DNA schneiden. Die Verfahren werden daher auch als Gen-Scheren bezeichnet. So sollen gezielt (= targeted) Veränderungen in DNA-Sequenzen vorgenommen werden. Der Schnitt löst zelleigene Reparaturmechanismen aus, die zu Veränderungen im Genom führen.

3 Welche Veränderungen können mit dem Genome Editing ausgelöst werden?

Grob lassen sich die Veränderungen, die mit dem Genome Editing vorgenommen werden können, in drei verschiedene Kategorien einteilen: 1) Kleinere, ortsspezifische und zufällige DNA-Veränderungen (einzelne Basen werden gelöscht, ersetzt oder eingefügt). In diesem Fall „repariert“ die Zelle den „Schnitt“ mehr oder weniger zufällig. 2) Mehrere, nah beieinanderliegende Basenpaare werden verändert: kleinere ortsspezifische gezielte DNA-Veränderungen, wie etwa „Punktmutationen“ (Veränderung eines einzelnen Nukleotids). Hier erfolgt die Reparatur gemäss der Anleitung eines DNA-Matrizenstrangs, der hinzugefügt wurde (ein DNA-Strang mit derselben Sequenz wie der Zielbereich, jedoch mit ein oder zwei kleineren Veränderungen oder einer kurzen Einfügung). 3) es werden ganze Gene oder Genabschnitte eingeführt. Bei diesem gentechnischen Verfahren wird wie bei 2. ein DNA-Matrizenstrang hinzugefügt, dieser enthält jedoch eine zusätzliche lange DNA-Sequenz (z. B. ein oder mehrere Gene), die an der Schnittstelle ins Genom eingebaut werden.

4 Welche Folgen hätte es, wenn die neuen Gentechnik-Verfahren nicht unter das Gentechnikgesetz gestellt werden würden?

Würden die neuen Gentechnik-Verfahren nicht dem Gentechnikgesetz unterstellt, könnten Pflanzen oder Tiere, die mit diesen Verfahren entwickelt wurden ohne Risikoüberprüfung, wie sie das Gentechnikgesetz vorsieht, kommerzialisiert werden. Für Züchter, Landwirte und Verarbeitung wäre nicht mehr transparent, welche Produkte mit gentechnischen Verfahren hergestellt wurden. Würden die neuen Gentechnik-Verfahren nicht dem Gentechnikgesetz unterstellt, würden zudem die Konsumierenden in ihrer Wahlfreiheit einschränken, denn Lebensmittel, welche mit den neuen gentechnischen Verfahren hergestellt wurden, müssten nicht als gentechnisch verändert gekennzeichnet werden.

5 Stellen die minimalen Eingriffe, welche durch die neuen Gentechnik-Verfahren wie CRISPR/Cas9 im Erbgut gemacht werden, überhaupt ein Risiko dar?

Zurzeit verfügt die Wissenschaft noch über sehr wenige Daten zum Thema Risikobeurteilung der neuen gentechnischen Verfahren. Eine generelle Aussage, ob auch minimale Eingriffe ins Erbgut ein Risiko darstellen oder nicht, ist nicht möglich, da Erfahrungen dazu fehlen. Klar ist aber, dass bereits kleinste Mutationen im Erbgut grosse Auswirkungen haben können – so beruht beispielsweise die Krankheit Sichelzellenanämie bloss auf einer Punktmutation. Die Umweltgesetzgebung beruht in Europa auf dem Vorsorgeprinzip, das solchen Unsicherheiten Rechnung trägt. Die Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich EKAH fordert in einem neuen Bericht, dass das Vorsorgeprinzip gestärkt werden muss und die neuen Gentechnikverfahren dem Gentechnikgesetz unterstellt werden müssen, da der Umgang mit diesen neuen Technologien im Umweltbereich ebenso wesentlich von Unsicherheit und Wissenslücken geprägt sei wie die herkömmlichen Biotechnologien.

6 Kann mit Hilfe der neuen Gentechnik-Verfahren (NGTV) die landwirtschaftliche Produktion gesteigert werden?

In den letzten 20 Jahren wurden mit Gentechnikverfahren überwiegend herbizid-tolerante und gegen Schädlinge resistente Pflanzen entwickelt. Trotz gegenteiligen Versprechungen ist es der Forschung mit den alten gentechnischen Verfahren nicht gelungen, Pflanzen zu entwickeln, die im Vergleich zu konventionell gezüchteten Sorten eine Verbesserung in puncto Ertrag, Trockenheits- und Salzresistenz aufweisen. Denn diese Eigenschaften hängen von mehreren Genen ab und die Entwicklung solch komplexer GV-Pflanzen ist viel komplizierter, als oftmals zugegeben wird. Welche Ertragspotentiale die neuen Gentechnik-Verfahren haben, ist noch ungewiss. Dies sollte realistisch und unter Einbezug bisheriger bzw. alternativen Züchtungsstrategien diskutiert werden. Dabei braucht es auch eine Abwägung, ob weitere Ertragssteigerungen, den Zielen einer nachhaltigen Entwicklung entsprechen oder nicht.

7 Sind die neuen gentechnischen Verfahren im Stande, einen Beitrag zur Reduktion von Hunger und Armut auf der Welt zu leisten?

Ein beliebtes Argument von Konzernen und Gentechnik-Befürwortern ist die Aussage, dass eine moderne und intensive Landwirtschaft mit Gentechnik nötig sei, um den Hunger auf der Welt zu bekämpfen. Grosse Summen an Entwicklungsgeldern werden von Organisationen und Stiftungen wie USAID oder der Bill & Melinda Gates Foundation in die Entwicklung von angeblich ertragreicheren und trockentoleranten GV-Pflanzen investiert. Zur Lösung der globalen Mangelernährung bringt die reine Leistungssteigerung von Anbaupflanzen durch Gentechnologie jedoch wenig. Denn die Ursachen von Hunger

sind meist strukturell bedingt. Gründe sind oftmals der erschwerte Zugang zu Land oder die schwankenden Preise des Weltmarktes. Gentechnisch verändertes Saatgut, würde einzig die Abhängigkeit der Landwirte von Saatgutkonzernen erhöhen. Zudem werden die anfälligen GV-Pflanzen hauptsächlich für den industriellen Anbau mit hohem Einsatz von Pestiziden, Herbiziden und Düngemitteln entwickelt, was gänzlich den landwirtschaftlichen Methoden von Kleinbauern im globalen Süden widerspricht. Hilfreich zur Bekämpfung von Hunger wäre indessen eine Weiterentwicklung des robusten, kleinbäuerlichen Saatgutes, welches dem Standort angepasst ist und für einen agroökologischen Landbau am besten geeignet ist.

8 Profitieren die Konsumierenden von den Eigenschaften der gentechnisch veränderten Pflanzen?

Neben der Diskussion über die Realisierbarkeit vieler Zuchtziele sollten diese auch hinsichtlich ihres realen Mehrwerts, beispielsweise für Konsumierende, diskutiert und bewertet werden. So können z.B. nichtbräunende Pilze und Äpfel, die mit den neuen Gentechnik-Verfahren entwickelt wurden, einerseits für einige Konsumierende optische Vorteile bieten, andererseits aber den Nachteil haben, dass das tatsächliche Alter und die Frische sowie der Nahrungswert eines Produktes schwerer abschätzbar wird.

9 Sind die neuen gentechnischen Verfahren wirklich schneller und günstiger?

Auch die neuen gentechnischen Verfahren sind nicht im Stande, die erforderlichen Arbeitsschritte des natürlichen Züchtungsprozesses wie Selektion und Rückkreuzungen zu umgehen. Diese erfordern weiterhin ein grosses Know-how und viel Zeit. Gewisse Teilabschnitte im Züchtungsprozess können mit Hilfe von neuen gentechnischen Verfahren wie CRISPR/Cas9 im Labor zwar tatsächlich beschleunigt werden. Soll dem Vorsorgeprinzip jedoch Rechnung getragen, braucht es eine umfassende Risikobeurteilung, die ebenfalls Zeit in Anspruch nimmt.

10 Wie präzise sind die neuen gentechnischen Verfahren und was sagt dies über die Sicherheit von deren Anwendung aus?

Beim Genome Editing werden Genschere wie CRISPR/Cas9 verwendet, welche vergleichsweise präzise Eingriffe in die DNA ermöglichen. Doch ein präziserer Eingriff kann nicht mit mehr Sicherheit gleichgesetzt werden. Obschon einzelne Abschnitte der DNA präzise herausgeschnitten, eingefügt oder verändert werden können, bedeutet dies nicht, dass die Konsequenzen des Eingriffes vollständig bekannt sind. Präzision hat zudem nichts mit Vorhersagbarkeit zu tun. Auch beim Genome Editing kann es zu sogenannten Off-Target-Effekten kommen. Denn die Genschere funktioniert zwar, aber wie genau und welche Prozesse dabei involviert sind, darüber kann die Wissenschaft heute bloss spekulieren. Langzeitstudien zu den Folgen der neuen gentechnischen Verfahren fehlen entsprechend gänzlich. Die grosse Schwierigkeit besteht also nicht mehr darin, gezielte Veränderungen gentechnisch herbeizuführen, sondern vielmehr darin, ungeplante Mutationen zu entdecken und zu vermeiden. Die DNA verkörpert zudem nur eine Ebene der Vererbung. Was bei einem Eingriff in die DNA auf anderen Ebenen der Vererbung, beispielsweise der RNA geschieht, ist noch weitgehend unbekannt. Hierfür mangelt es an Grundlagenforschung über das Genom, die Epigenetik und den Organismus.

11 Können mit neuen gentechnischen Verfahren schädlingsresistente Pflanzen hergestellt werden?

Wie mit der alten Gentechnik können auch mit neuen gentechnischen Verfahren Pflanzen so modifiziert werden, dass die Pflanzen selbst Giftstoffe gegen Schädlinge entwickeln. Zu erwarten sind jedoch genau die gleichen Konsequenzen wie mit gentechnisch veränderten Pflanzen der ersten Generation. Bereits nach einigen Anbaujahren entstehen Schädlinge, welche gegen die Giftstoffe der GV-Pflanze resistent sind. Diese resistenten Schädlinge können sich dann konkurrenzlos in den genveränderten Monokulturen ausbreiten und massive Ernteschäden anrichten – so, wie dies beispielsweise bereits in Indien mit dem resistenten Baumwollkapselwurm oder in Südafrika mit dem Maiszünsler geschehen ist. Die Antwort auf das Resistenzproblem ist dann jeweils der Einsatz von noch mehr chemischen Pflanzenschutzmitteln. Und die Bäuerinnen und Bauern sehen sich gezwungen, nebst dem teuren GV-Saatgut auch noch in kostspielige Pestizide zu investieren. Verlierer sind dabei auch die Umwelt und die Konsumierenden. Denn durch den vergrösserten Chemieaufwand gelangen zusätzliche Giftstoffe in den Boden, die Gewässer und letzten Endes auch in die Lebensmittel. Einzig agrarökologische Anbausysteme weisen einen Weg aus diesem Dilemma und schützen zudem die Vielfalt der Arten und Sorten.

12 Kann man überhaupt von Gentechnik sprechen, wenn keine fremden Gene im Endprodukt enthalten sind?

Die neuen gentechnischen Verfahren können durch die gezieltere Bearbeitung einzelner Gensequenzen so eingesetzt werden, dass das modifizierte Endprodukt kein Erbgut fremder Organismen in sich trägt. Es entstehen also keine transgenen Organismen. Sie sind aber immer als gentechnische Verfahren anzusehen: Die Methoden basieren auf einem direkten Eingriff auf der Ebene des Genoms unter Verwendung von Material, das ausserhalb der Zellen zubereitet wurde. Entscheidend ist nicht das Endprodukt, sondern der Prozess, der reguliert werden muss.

13 Sind Produkte aus dem Genome Editing von Produkten aus der klassischen Mutagenese-Züchtung zu unterscheiden?

In der Diskussion um die rechtliche Einordnung der neuen Gentechnikverfahren wird gezielt versucht, die Grenze zwischen Gentechnik und konventioneller Mutagenesezüchtung zu verwischen. Spontane Mutationen, d.h. Veränderungen der DNA, treten natürlicherweise bei allen Lebewesen auf. Ausgelöst werden sie beispielsweise durch Umwelteinflüsse wie Strahlung (z.B. UV-Licht) oder durch Substanzen (z.B. Umweltgifte). In der Pflanzenzüchtung sind Mutationen oft erwünscht, um genetische Varianten zu erzeugen. Die aktuelle GVO-Gesetzgebung in der Schweiz und der EU nimmt bestimmte Verfahren wie beispielsweise die Mutagenese, von der GVO-Regelung aus. Der Grund dafür: Die zufällige Mutagenese, die auf Strahlung oder chemischer Behandlung beruht, wurde in der Züchtung bereits seit den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts verwendet. Dies ist aber zunehmend umstritten. So werden beispielsweise in Kanada bereits heute Pflanzen mit bestimmten neuen Eigenschaften auf ihre Risiken geprüft, auch wenn sie nicht gentechnisch verändert wurden. Mit den neuen Gentechnik-Verfahren können gleichzeitig mehrere Veränderungen im Genom vorgenommen werden. Dies kann zu Pflanzen mit gänzlich neuen Eigenschaften führen. Die mit den neuen Gentechnik-Verfahren vorgenommenen Eingriffe unterscheiden daher auf mehreren Ebenen und können nicht mit der konventionellen Mutagenesezüchtung gleichgesetzt werden.

14 Sind Veränderungen mit den neuen Gentechnik-Verfahren überhaupt nachweisbar?

Bei Zulassungen klassischer Gentechnikpflanzen sind die Antragsteller gemäss Gesetz verpflichtet, spezifische Nachweisverfahren und Referenzmaterial bereitzustellen. Dies muss auch bei den neuen Gentechnik-Verfahren der Fall sein. Parallel müssen auf nationaler und europäischer Ebene Forschungsvorhaben zur Weiterentwicklung der Nachweisverfahren gefördert werden, etwa für Überwachungsbehörden, Landwirte und Lebensmittelhersteller oder -händler, um effiziente und praxistaugliche Systeme etablieren zu können.

15 Nützen die neuen gentechnischen Verfahren den kleinen und mittelgrossen Unternehmen?

Die Hoffnung, dass kleine und mittelgrosse Unternehmen durch die günstigeren neuen gentechnischen Verfahren in Konkurrenz zu den grossen Agrar- und Biotechnologie-Konzernen treten könnten, ist trügerisch. Auch wenn kleine und mittelgrosse Unternehmen die neuen gentechnischen Verfahren anwenden könnten, wären sie nicht konkurrenzfähig. Denn die Grosskonzerne beherrschen Teile der Wertschöpfungskette nach Belieben und verfügen über sehr viel höhere finanzielle Mittel für Forschung, Laboreinrichtungen und Patentierungen. Es ist zudem zu erwarten, dass erfolgreiche kleine Unternehmen und Start-ups schnell von den wenigen marktbeherrschenden Konzernen aufgekauft werden.