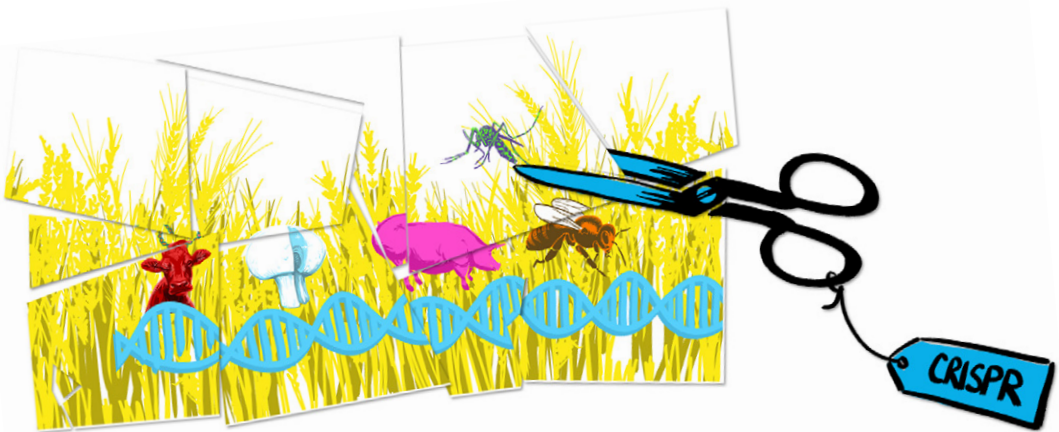


Neue Gentechnik: Schutz von Mensch und Umwelt stärken!

Der unkontrollierte Einsatz der Gen-Schere CRISPR/Cas gefährdet unsere Lebensgrundlagen



Industrie, interessengeleitete ExpertInnen und Teile der Politik wollen die Gentechnik-gesetze ändern, so dass viele Organismen aus Neuer Gentechnik ohne eingehende Risikoprüfung freigesetzt werden könnten. Diese Broschüre zeigt, dass unter diesen Bedingungen erhebliche Schäden für Mensch, Umwelt und Natur wahrscheinlich sind, und erklärt, warum wir die Gen-Schere unter Kontrolle halten müssen.

Ist die Gentechnik schlauer als die Evolution?

Wir leben inmitten von menschengemachten Krisen wie Klimawandel und Artensterben, auch bei der Entstehung von Pandemien können unsere eigenen Aktivitäten eine große Rolle spielen. Ein Grund: Wir überschätzen unsere Fähigkeit, die Zusammenhänge in der Natur wirklich zu verstehen. Gerne reduzieren wir unsere Umwelt auf das, was uns kurzfristig nützt und wirtschaftlich verwertet werden kann. Diese Sicht auf die Welt entspricht aber oft nicht der Realität. Das gilt insbesondere für die Gentechnik. So schreibt Jennifer Doudna, die für die Erfindung der Gen-Schere CRISPR/Cas mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde, in ihrem Buch „Eingriff in die Evolution“: *„Die Zeiten, in denen das Leben ausschließlich durch die schwerfälligen Kräfte der Evolution geprägt wurde, sind vorüber. Wir stehen an der Schwelle zu einem neuen Zeitalter, in dem wir die Herren über die genetische Ausstattung allen Lebens und all ihre vielfältigen, lebensprühenden Folgen sind. Schon jetzt ersetzen wir das taube, dumme, blinde System, das über die Erdzeitalter hinweg das genetische Material auf unserem Planeten geformt hat, durch ein System der bewussten, absichtsvollen, von Menschen gelenkten Evolution.“*

Der aktuelle Fortschritt bei Forschung und Technologie ist beeindruckend, gerade im Bereich der Gentechnik. Vor rund zehn Jahren wurde von Doudna & Co die Gen-Schere CRISPR/Cas erfunden, mit der Eingriffe in das Erbgut von Mensch, Tier und Pflanzen wesentlich gezielter erfolgen können. Man spricht seitdem auch von Genome Editing oder Neuer Gentechnik. Aber sind wir jetzt tatsächlich klüger als die Evolution?

Die heute existierenden Arten resultieren aus einer Entwicklung, die sich über Millionen von Jahren erstreckte. Der gemeinsame Ursprung und die gemeinsame Entwicklung machen es möglich, dass Mikroben und Darmzellen, Blüten und Insekten, Ameisen und Blattläuse, Pilze und Bäume sich innerhalb der Ökosysteme „verstehen“, d.h. interagieren und Informationen austauschen. Auch wir leben in diesem Netzwerk von Organismen und insbesondere unsere Landwirtschaft und Ernährung sind in diese komplexen Symbiosen und Interaktionen eingebunden.

Mit den Methoden der Gentechnik und der Synthetischen Biologie können wir Lebensformen hervorbringen, denen dieser gemeinsame Ursprung fehlt.



Setzen wir diese Organismen in die Umwelt aus, ist dies ein Eingriff in die von der Evolution hervorgebrachten Netzwerke. Aus dem Zusammenprall von Technik und Natur kann eine erhebliche Gefahr für die Ökosysteme und unsere eigene Zukunft entstehen. Massenhafte und unkontrollierte Freisetzungen von vielen verschiedenen Gentechnik-Organismen können so schon bald neue menschengemachte Krisen verursachen.

Es gibt tatsächlich keinen Grund für die Annahme, dass wir mithilfe der Neuen Gentechnik auf sichere und vorhersagbare Weise in die Grundlagen der biologischen Vielfalt und die Ökosysteme eingreifen könnten.

Doudna, J. & Sternberg, S.H. (2019) Eingriff in die Evolution, Springer, S. 251/252

Im Detail: Wie funktioniert die Neue Gentechnik?

Wichtigstes Instrument der Neuen Gentechnik ist die ‚Gen-Schere‘ CRISPR/Cas. Gen-Scheren sind Enzyme (Nukleasen), die die Erbsubstanz (DNA) auftrennen und Gene ausschalten oder auch zusätzliche Gene einfügen können. Oft werden dabei mehrere Stellen im Erbgut gleichzeitig verändert. Neben CRISPR/Cas gibt es noch weitere Nukleasen wie TALENs und Zinkfinger, die allerdings seltener zum Einsatz kommen. Die Neue Gentechnik kann mithilfe der Gen-Scheren Mechanismen umgehen, die sich im Lauf der Evolution entwickelt haben und unter anderem bestimmte Regionen im Erbgut vor zu häufigen Mutationen schützen. So entstehen Pflanzen oder Tiere mit biologischen Eigenschaften, die sich deutlich von denen aus herkömmlicher Züchtung unterscheiden können. Tiefgreifende Veränderungen sind auch dann möglich, wenn keine zusätzlichen Gene eingefügt werden oder nur kurze Gensequenzen verändert werden. Dazu kommen auch ungewollte Veränderungen des Erbguts. Alle Organismen, die mit Neuer Gentechnik verändert wurden, müssen deshalb eingehend auf Risiken untersucht werden.

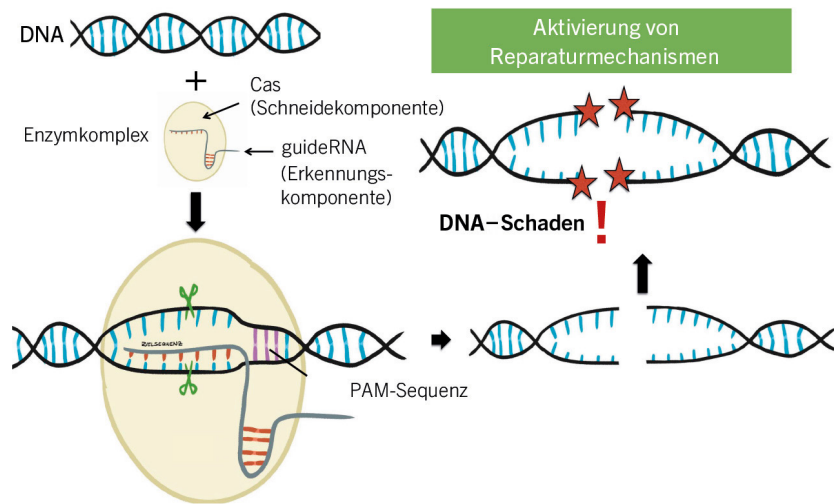


Abb. 2: Wie funktioniert die Gen-Schere? Die Gen-Schere CRISPR/Cas besteht aus einem Enzym (ein Eiweiß, das auch Nuklease genannt wird), das die DNA auftrennen kann, und einer ‚Gen-Sonde‘ (guide RNA), die dazu in der Lage ist, eine bestimmte Region im Erbgut anzusteuern. Dabei dienen ‚PAM-Sequenzen‘, die natürlicherweise im Erbgut vorhanden sind, als zusätzliche Orientierungshilfe. Mithilfe der Gen-Schere können natürliche Genfunktionen blockiert oder verändert werden, es können auch zusätzliche Gene eingebaut werden. Die Gen-Scheren hindern die Zellen daran, den ursprünglichen Zustand wiederherzustellen. In vielen Fällen wird das Erbgut dabei an mehreren Stellen gleichzeitig verändert. Es entsteht ein spezifisches Muster der Genveränderung (Genotyp). Weitere Infos zur Funktionsweise: www.fachstelle-gentechnik-umwelt.de/videos-de

Im Detail: Wie präzise ist die Neue Gentechnik?

Es gibt ein breites Spektrum von unbeabsichtigten Effekten, die durch die Verfahren der Neuen Gentechnik verursacht werden, u.a. da die Präzision der Gen-Schere CRISPR/Cas keineswegs perfekt ist. Sie schneidet auch an Stellen im Erbgut, die gar nicht verändert werden sollten. Auch in der Zielregion der Gen-Schere kann es zu ungewollten Veränderungen wie der Einfügung von DNA-Sequenzen und der Umstrukturierung des Erbguts kommen. Zudem wird die Neue Gentechnik oft mit den Methoden der ‚alten‘ Gentechnik (‚Genkanone‘) kombiniert, wodurch zusätzliche Risiken entstehen.

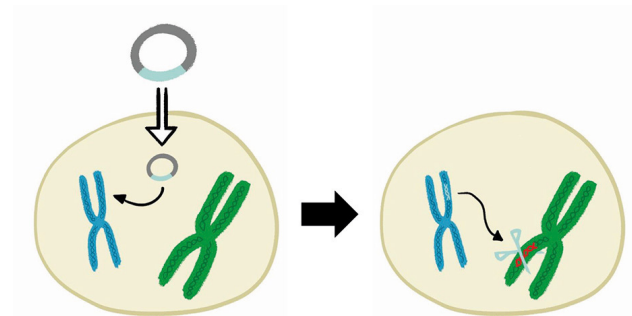


Abb. 3: Wie kommt die Gen-Schere in die Zelle? Damit die Gen-Schere aktiv werden kann, muss sie erst in die Zellen eingebracht werden. Bei Pflanzen wird in den meisten Fällen zunächst die DNA für die Bildung der Gen-Schere in das Erbgut der Pflanzen eingefügt. Dabei arbeitet man mit den Methoden der ‚alten‘ Gentechnik, d.h. mit ungezielten Verfahren. Erst in einer zweiten Stufe kann die Gen-Schere das Erbgut der Pflanzen an der Zielsequenz ‚schneiden‘. Schließlich versucht man, die DNA der Gen-Schere durch weitere Züchtung wieder aus dem Erbgut der Pflanzen zu entfernen. Dieses mehrstufige Verfahren verursacht ungewollte Veränderungen im Erbgut, die auf ihre Risiken geprüft werden müssen. Weitere Infos zu den Verfahren und Risiken der Neuen Gentechnik: www.fachstelle-gentechnik-umwelt.de/videos-de

Beispiel 1

Risiken für die Artenvielfalt – das Beispiel der ‚Monarchfliege‘

Ein Gen der Taufliege (*Drosophila melanogaster*) wurde mit der Gen-Schere CRISPR/Cas an ein ähnliches Gen des Monarchfalters (*Danaus plexippus*) angepasst. Durch die Veränderung von insgesamt nur vier Basenpaaren wurden die Taufliegen gegenüber Giften resistent, die von bestimmten Pflanzen gebildet werden. In der Folge können die Tiere das Gift aufnehmen und so selbst giftig für ihre Fressfeinde werden. Eine massenhafte Freisetzung solcher Fliegen könnte schwerwiegende Konsequenzen für die Nahrungsnetze und die Ökosysteme haben. Taufliegen und ihre Larven dienen anderen Insekten und Amphibien als Nahrung. Die Fliegen sind nicht zur Freisetzung vorgesehen. Würden aber massenhaft Taufliegen mit den neuen genetischen Eigenschaften in die Umwelt entkommen, könnte das die Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme rasch überfordern.



Abb. 4: Die ‚Monarchfliege‘ gibt es nur im Labor. Gene der Taufliege wurden durch winzige Änderungen dem Genom des Monarchfalters angepasst. Die biologische Wirkung ist erstaunlich, obwohl keine zusätzlichen Gene eingefügt wurden: Die Fliege und ihre Larven vertragen jetzt ein Pflanzengift.

Dieses Beispiel zeigt: Schon geringfügige Veränderungen an einem einzelnen Gen können erhebliche Auswirkungen auf die Ökosysteme haben, auch wenn keine zusätzlichen Gene in das Erbgut eingefügt wurden.

Karageorgi, M. et al. (2019) Genome editing retraces the evolution of toxin resistance in the monarch butterfly. *Nature*, 574(7778): 409-412.
<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1610-8> Lit Publi



Die Gefahr

Seit tausenden von Jahren züchten wir Menschen Pflanzen und Tiere, um sie an unsere Bedürfnisse anzupassen, z.B. um höhere landwirtschaftliche Erträge zu erzielen. Dabei unterliegt die Züchtung den Mechanismen, die von der Evolution hervorgebracht wurden – so können beispielsweise bestimmte Eigenschaften nicht oder nur schwer verändert werden.

In neueren Forschungsergebnissen zeichnet es sich immer mehr ab, dass es keineswegs der reine Zufall ist, der darüber entscheidet, was in den Zellen und im Erbgut passiert. Die Evolution folgt nicht blind den Regeln des Zufalls. Vielmehr haben sich im Laufe der Evolution molekulargenetische Mechanismen entwickelt, die die Häufigkeit und den Ort von Mutationen im Erbgut beeinflussen. Entsprechende Faktoren wie Reparaturmechanismen und besonders geschützte Bereiche im Erbgut finden sich bei Pflanzen und Tieren und sogar bei Bakterien. Die zugrunde liegenden Mechanismen können als ‚flexible Leitplanken‘ im Erbgut verstanden werden, die auch Einfluss auf die gemeinsame Entwicklung der Arten haben.

Doch die Neue Gentechnik kann diese ‚flexiblen Leitplanken‘ im Erbgut überwinden und neue biologische Eigenschaften hervorbringen, die über die bisherige Züchtung hinausgehen. Dies kann selbst dann der Fall sein, wenn keine neuen Gene eingefügt werden. Man spricht auch von einer besonderen ‚Eingriffstiefe‘.

Dabei geht es längst nicht mehr nur um das, was im Labor vermehrt oder auf dem Acker gepflanzt wird. Zu den möglichen Zielen gehört die gentechnische Veränderung von Bienen, Korallen, Mücken und Fliegen ebenso wie Wildpopulationen von Pflanzen und Säugetieren. Es geht nach Aussagen von herausragenden BefürworterInnen der Neuen Gentechnik um einen Eingriff in die Evolution, „A Crack in Creation“ (so der Titel eines Buches von Jennifer Doudna). Demnach stehen wir am „Ende vom Anfang“: Damit ist gemeint, dass die gentechnische, vom Menschen gemachte Gestaltung der Evolution das bisherige „taube, dumme, blinde System“ ablösen wird, das die Entwicklung des Lebens bisher gesteuert hat.

Wird innerhalb kurzer Zeiträume eine Vielzahl von gentechnisch veränderten Organismen freigesetzt, deren Interaktionen und Kommunikation mit der Umwelt gestört sind, kann daraus eine große Gefahr für die Artenvielfalt entstehen. Die Gentechnik-Organismen können die bestehenden Netzwerke erheblich stören oder sogar zerstören. Man kann sich dies ähnlich vorstellen wie bei Krankheitserregern, die viele Arten in ihrer Existenz bedrohen, wenn sie durch menschliche Aktivitäten verschleppt und verbreitet werden.

Testbiotech (2020) Gentechnik gefährdet den Artenschutz. Warum die Ausbreitung gentechnisch veränderter Organismen in den natürlichen Populationen verhindert werden muss. www.testbiotech.org/node/2436

Im Detail: Was ist über die Risiken der Neuen Gentechnik bekannt?

Bei den Risiken der Neuen Gentechnik geht es nicht nur um die erwünschten Veränderungen, sondern auch um die unbeabsichtigten Nebenwirkungen des Einsatzes der Gen-Scheren. Die Risiken sind vielfältig und betreffen die Ökosysteme, die Landwirtschaft und die Herstellung von Lebensmitteln. Einige Beispiele: Veränderungen in den Inhaltsstoffen von Pflanzen können Auswirkungen auf Wildtiere wie Säugetiere, Vögel und deren Nahrungsnetze haben. Die Risiken betreffen auch die Kommunikation zwischen Pflanzen und Insekten (Bestäuber oder Nützlinge) oder Mikroorganismen (wie Bodenbakterien). Gelangen gentechnisch veränderte Produkte in die Nahrungskette, ohne dass sie vorher einer ausreichenden Sicherheitsprüfung unterzogen wurden, kann dies auch die menschliche Gesundheit beeinträchtigen. Deswegen ist es notwendig, dass alle Organismen, die mit diesen Verfahren in ihrem Erbgut verändert wurden, einer Risikoprüfung unterzogen werden.

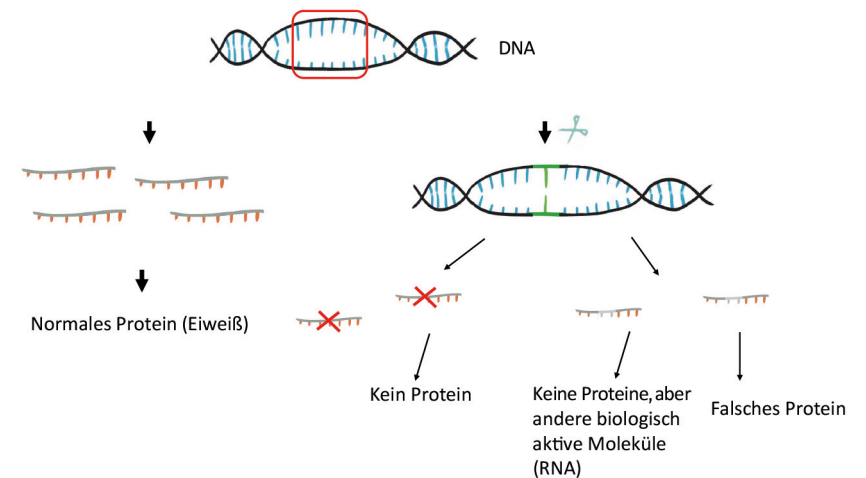


Abb. 5: Beispiele für unerwünschte Nebenwirkungen des Eingriffs mit der Gen-Schere CRISPR/Cas: In vielen Fällen geht es darum, die Bildung eines Eiweißstoffes (Protein) zu blockieren. Dafür wird die DNA-Sequenz ‚geschnitten‘, die für die Bildung des Proteins benötigt wird. Beabsichtigt ist, die Funktion des Gens so zu stören, dass kein Eiweiß mehr gebildet wird. Stattdessen können aber auch fehlerhafte Eiweißstoffe oder neue RNA-Botenstoffe entstehen. In der Folge können die Pflanzen unerwünschte Inhaltsstoffe bilden; auch Wechselwirkungen mit der Umwelt können gestört werden (siehe auch Beispiele 2 und 3). Weitere Infos zu unerwünschten Veränderungen und Risiken der Neuen Gentechnik: www.fachstelle-gentechnik-umwelt.de/videos-de

Beispiel 2

Risiken für die Umwelt und ‚CRISPR-Camelina‘

In den USA und der EU interessieren sich viele GentechnikerInnen für den Leindotter (*Camelina sativa*). Ein Fokus liegt dabei auf der Produktion von Agro-Sprit. In den USA hat eine Firma mithilfe der Gen-Schere CRISPR/Cas insgesamt 18 Gene verändert. Im Ergebnis zeigen diese Pflanzen ein Muster der genetischen Veränderung und Veränderungen der Ölqualität, die mit konventioneller Züchtung nicht oder allenfalls nur sehr schwer erreichbar wären, obwohl keine zusätzlichen Gene eingefügt wurden. Bei ihrer gentechnischen Veränderung wurde alte und neue Gentechnik kombiniert (siehe Abbildung 3 auf Seite 5).

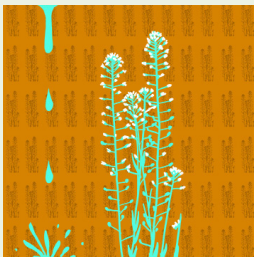


Abb. 6: Die CRISPR-Camelina:

Der Leindotter ist eine schon sehr lange genutzte, wertvolle Ölpflanze, die unter anderem auch für bestäubende Insekten eine wichtige Rolle spielt. Das durch CRISPR/Cas verursachte Muster der Genveränderung soll bewirken, dass die Pflanzen besonders für die Erzeugung von Agro-Sprit geeignet sind. Breiten sich die Pflanzen in der Umwelt aus oder geraten sie in Lebensmittel, drohen vielfältige Risiken für Mensch und Umwelt.

Leindotter gehört zu den ältesten Kulturpflanzen in Europa. Die Pflanzen können in der Umwelt überleben und sich vermehren. Sie können sich auch mit natürlichen Populationen kreuzen. ExpertInnen warnen vor den Risiken, die mit einem Anbau von Gentechnikpflanzen mit veränderter Ölqualität und ihrer unkontrollierten Ausbreitung einhergehen: Zum Beispiel können die Ölsäuren, die in gentechnisch veränderten Pflanzen gebildet werden, das Wachstum und die Fortpflanzungsrate von Wildtieren verändern, die von solchen Pflanzen fressen. Auch die Interaktionen mit Insekten (u.a. Bestäubern wie Bienen) oder Bodenorganismen können gestört werden. Weitere Probleme sind wahrscheinlich, wenn die Ölsaaten ungewollt in Lebens- und Futtermittel geraten. In den USA wurde 2018 gentechnisch veränderter Leindotter ohne Auflagen zum Anbau freigegeben, er findet allerdings bisher noch keine Anwendung in der Landwirtschaft.

Dieses Beispiel zeigt: Eine gesetzlich verpflichtende Zulassungsprüfung ist notwendig, um die Risiken zu prüfen und genaue Angaben über die gentechnischen Veränderungen zu erhalten. Zudem: Nur so kann man die Pflanzen bei Bedarf auch identifizieren und ihre unkontrollierte Ausbreitung verhindern.

*Kawall, K. (2021) Genome edited Camelina sativa with a unique fatty acid content and its potential impact on ecosystems, Environ Sci Eur 33(1):1-12.
<https://doi.org/10.1186/s12302-021-00482-2>*

Beispiel 3

Risiken für die Gesundheit und ‚CRISPR-Weizen‘

Bei diesem Weizen geht es um eine Gruppe von Gluten-Eiweißstoffen (alpha-Gliadine), die im Verdacht stehen, Auslöser für entzündliche Darmkrankheiten zu sein. Diese Gene kommen in einer großen Genfamilie vor, die an verschiedenen Orten im Genom des Weizens zu finden sind. Bisher war es mit konventioneller Züchtung nicht möglich, die große Anzahl an Genen und Genkopien wie gewünscht zu reduzieren. Erst mithilfe der Gen-Schere CRISPR/Cas gelang es erstmals 2018, einen großen Teil der relevanten Gene (35) auszuschalten.

In der Folge entsteht ein einzigartiges Muster genetischer Veränderungen im Erbgut des Weizens. Während einzelne dieser Veränderungen auch zufällig entstehen könnten, ist die spezifische Kombination nur durch Gentechnik zu erreichen. Dadurch kommt es auch zu spezifischen Risiken wie der möglichen Akkumulation neuer, ungewollter Inhaltsstoffe. Beispielsweise können unbeabsichtigte Varianten der Gluten-Eiweiße entstehen, die ihrerseits Entzündungsprozesse auslösen (siehe auch Abb. 5). Deswegen müssen bei der Risikobewertung auch die unbeabsichtigten Veränderungen sowohl im Erbgut und als auch im Stoffwechsel der Pflanzen eingehend untersucht werden.

Fehlerhaft gebildetes Gluten ist nicht das einzige Risiko, das durch die gentechnische Veränderung verursacht wird. Bei der Bearbeitung der Pflanzen ging man in mehreren Stufen vor: Zunächst wurden mit alter Gentechnik die Gene für die Gen-Schere in das Genom der Weizenpflanzen eingebracht, unter Verwendung der sogenannten Genkanone. Dieses mehrstufige Verfahren ist typisch für die Anwendung der Gen-Schere, die zunächst in die Zellen eingeschleust werden muss, bevor sie aktiv werden kann (siehe Abb. 3 auf Seite 4).

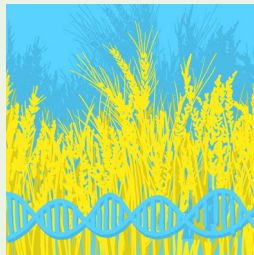


Abb. 7: CRISPR-Weizen:

Die Eingriffe in den Weizen werden auch von der Europäischen Lebensmittelbehörde (EFSA) als wesentlich komplexer angesehen als bisherige gentechnische Eingriffe. In der Folge muss unter anderem geprüft werden, ob der Weizen neue Eiweißstoffe bildet, die Entzündungen des Darms hervorrufen können.

Dieses Beispiel zeigt: Pflanzen, die mit der Neuen Gentechnik verändert werden, müssen eingehend auf ungewollte Veränderungen untersucht werden. Dabei müssen alle Stufen der gentechnischen Verfahren einbezogen werden.

Sánchez-Leon, S. et al. (2018) Low-gluten, nontransgenic wheat engineered with CRISPR/Cas9. Plant Biotechnol J, 16: 902-910. <https://doi.org/10.1111/pbi.12837>

Patente und Kartelle

In der Diskussion um die Neue Gentechnik wird immer wieder das Argument vorgebracht, dass die neuen Technologien billiger seien als die bisherige Gentechnik und deswegen auch von kleineren Unternehmen eingesetzt werden könnten. Dabei wird übersehen, dass die neuen Verfahren, bei denen u. a. Nukleasen wie CRISPR/Cas9 eingesetzt werden, ebenso patentiert werden wie die damit manipulierten Pflanzen und Tiere. Schon die Erfahrungen mit der bisherigen Gentechnik zeigen, dass das Patentrecht der eigentliche Motor bei der Einführung der Gentechnik war: Mit Patenten können die Konzerne Kontrolle über die Grundlagen der Ernährung erlangen. Unternehmen wie Corteva (zuvor DowDuPont) und Bayer/Monsanto kontrollieren bereits große Teile des Saatgutmarktes.

Corteva hat deutlich mehr Patente im Bereich der Neuen Gentechnik angemeldet als andere Konzerne. Zudem kontrolliert die Firma auch den Zugang zu vielen weiteren Patenten, die ZüchterInnen benötigen, die mit der CRISPR/Cas-Technologie arbeiten wollen. Corteva hat sich damit selbst zu einer Art Türwächter eines internationalen Patentkartells gemacht.

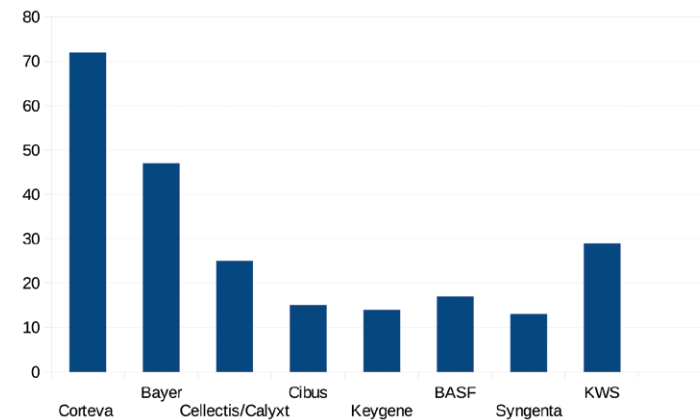
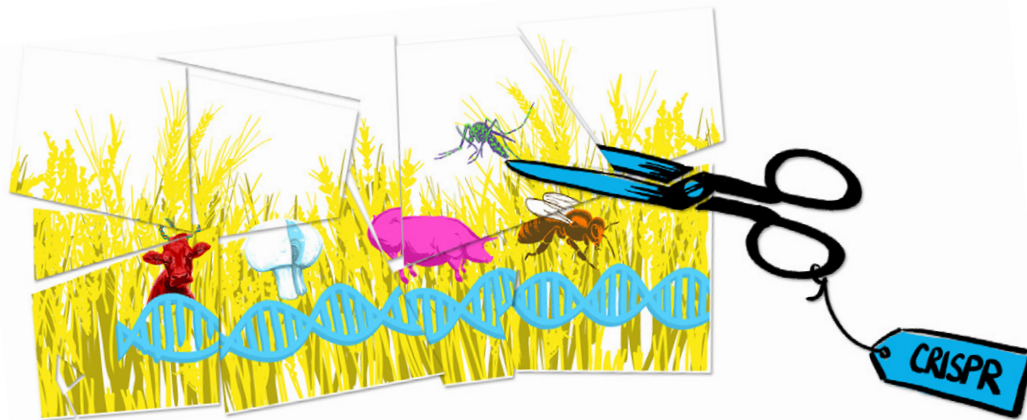


Abb. 8: Anzahl der Patentanträge auf Anwendungen der Neuen Gentechnik bei Pflanzen, die von unterschiedlichen Firmen bei der Weltpatentbehörde (WIPO) bis Ende 2020 eingereicht wurden.

Im Detail: Welche Profit-Interessen stehen im Hintergrund?

Die Entwicklung der Neuen Gentechnik wird von Geschäftsinteressen vorangetrieben: Konzerne wollen neues patentiertes Saatgut verkaufen. WissenschaftlerInnen sind oft an den Patenten beteiligt und bemühen sich um Gelder für entsprechende Forschungsprojekte. Zudem sponsert die Industrie auf verschiedene Weise den Wissenschaftsjournalismus: Sie finanziert Tagungen, Fortbildungen und bezahlt Honorare für Beiträge auf Veranstaltungen. Es gibt regelrechte Kooperationen zwischen manchen Medien und Konzernen wie Bayer, BASF und Corteva. Die öffentliche Meinungsbildung kann so in großem Ausmaß von wirtschaftlichen Interessen beeinflusst werden. Das bedroht die Ausgewogenheit der gesellschaftlichen Diskussion und der politischen Entscheidungsfindung.

*Testbiotech (2021) Neue Gentechnik und Nutzpflanzen: disruptive Einflüsse von Patenten auf Pflanzenzucht, Lebensmittelproduktion und die politische Debatte.
www.testbiotech.org/node/2772*



Klimawandel und optimierte Gene

Welche Rollen können maßgeschneiderte Organismen bei der Bekämpfung der Folgen des Klimawandels spielen? Können wir beispielsweise mithilfe der Gentechnik Pflanzen für die Landwirtschaft erzeugen, die gegen alle widrigen Einflüsse ausreichend geschützt sind? Können wir bedrohte Arten vor dem Aussterben retten, indem wir ihre Gene ‚optimieren‘? Die Forschung zeigt, dass Ökosysteme dann am besten erhalten bleiben, wenn sie vielfältig genug sind, um auf neue Herausforderungen rasch reagieren zu können. Vor diesem Hintergrund sind Vorschläge, die Agrarökologie durch eine Erhöhung der Sorten- und Artenvielfalt diverser zu machen, wissenschaftlich gut begründbar. Auch reagieren Mischwälder wesentlich robuster auf den Klimawandel als die Fichten-Monokulturen.

Gentechnisch veränderte Bienen, Korallen, Bäume oder Nutzpflanzen mögen vielleicht kurzfristig als eine Lösung erscheinen. Langfristig aber könnte der Einsatz der Gentechnik die betroffenen Arten bzw. ihre Ökosysteme sogar noch anfälliger für Krankheiten oder Umweltstress machen. Selbst wenn ein per Gentechnik eingefügtes Merkmal vorübergehend Vorteile für eine Art bietet, heißt das nicht, dass die ökologischen Netzwerke und ihre Interaktionen dadurch langfristig gestützt werden. Unter geänderten Bedingungen können scheinbare Vorteile rasch zu Nachteilen werden. Es wurde gezeigt, dass sich unter den Bedingungen des Klimawandels beispielsweise Bestäuber (Bienen) und jeweilige Pflanzenarten im Gleichtakt anpassen können. Bei gentechnisch veränderten Organismen sind dagegen verstärkt *evolutionäre Mismatch-Effekte* möglich; d.h. die Interaktionen zwischen den Arten und ihrer Umwelt (bzw. gemeinsame Entwicklung) werden gestört. Die Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen erweisen sich in Zeiten des Klimawandels so möglicherweise als ein zusätzlicher Stressfaktor für die Ökosysteme und als Problembeschleuniger.

*Zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt siehe auch:
Kegel, B. (2021) Die Natur der Zukunft. DuMont*

Beispiel 4

Risiken für die Tiergesundheit und ‚Muskelschweine‘

Mithilfe neuer gentechnischer Verfahren unter Verwendung von Gen-Scheren wie CRISPR/Cas sollen unter anderem auch Nutztiere mit erhöhtem Muskelwachstum geschaffen werden.

Ein Projekt der Neuen Gentechnik sind sogenannte ‚Doppelmuskeltiere‘. In verschiedenen Experimenten mit Schweinen, Kühen, Schafen und Ziegen wurde versucht, das Myostatin-Gen (MSTN), welches das Muskelwachstum kontrolliert, auszuschalten. Im Resultat sollen sich die Muskelzellen unnatürlich stark vermehren. Dabei kann es bei den Tieren aber zu erheblichen gesundheitlichen Problemen kommen: Bei Versuchen in China entstanden aus 900 Embryonen nur acht Ferkel mit den gewünschten gentechnischen Veränderungen. Und auch diese starben in den ersten Monaten. Die Ferkel litten an Gesundheitsproblemen wie verdickten Zungen. Später wurden nach vielen weiteren Versuchen auch scheinbar gesunde Exemplare geboren. Aussagen über deren tatsächlichen Gesundheitszustand zu treffen, ist jedoch schwierig, weil sie schon früh für weitere Untersuchungen getötet wurden.

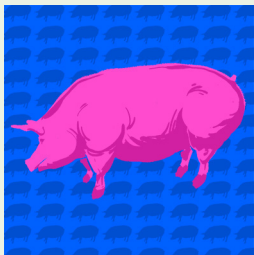


Abb. 9: Das Muskelschwein:

Mit CRISPR/Cas kann die Regulation von Genen so verändert werden, dass die Muskelmasse zunimmt. Das führt zu erheblichen Problemen mit der Tiergesundheit.

Dieses Beispiel zeigt: Die Anwendung der Neuen Gentechnik an Nutztieren ist keineswegs frei von Nebenwirkungen, sondern oft mit Tierleid verbunden. Auch der Verzehr von Nahrungsmitteln, die von diesen Tieren gewonnen werden, kann mit Risiken verbunden sein.

Wang, K. et al. (2016) *Efficient generation of orthologous point mutations in pigs via CRISPR-assisted ssODN-mediated homology-directed repair. Molecular Therapy-Nucleic Acids*, 5: e396. <https://doi.org/10.1038/mtna.2016.101>



Die Kontrolle behalten!

Alle Organismen, deren Erbgut mit den Verfahren der Neuen Gentechnik verändert wurde, müssen derzeit eine Zulassungsprüfung durchlaufen. Dies entspricht der Gesetzgebung der EU und dem Stand der Risikoforschung. Trotzdem fordern verschiedene Akteure aus Industrie und Wissenschaft, dass die meisten der mit Neuer Gentechnik veränderten Pflanzen und Tiere von der Zulassungspflicht ausgenommen werden. Sie wollen dafür die Gesetze ändern. Diese Forderung ist mit dem europarechtlich vorgeschriebenen Vorsorgeprinzip und dem Schutz von Mensch, Umwelt und Natur nicht vereinbar.

Geht es nach den Plänen der Industrie und anwendungsorientierter Forschungseinrichtungen, droht die Gentechnik in Europa außer Kontrolle zu geraten. Ohne eine ausreichende Regulierung gefährdet die Gentechnik unsere Lebensgrundlagen. Unter diesen Bedingungen

- › wird eine Schädigung der Ökosysteme und der biologischen Vielfalt wahrscheinlich;
- › können sich bei der Erzeugung von Lebensmitteln unbemerkt Risiken einschleichen;
- › wird es unmöglich, Daten zur Überprüfung der Risiken zu erheben und von unabhängigen ExpertInnen überprüfen zu lassen;
- › können keine Maßnahmen gegen eine unkontrollierte Ausbreitung der Organismen ergriffen werden;
- › bestehen kaum mehr Möglichkeiten zur Identifizierung und Rückverfolgung der Organismen sowie der aus ihnen hergestellten Produkte;
- › kann die gentechnikfreie Landwirtschaft und Lebensmittelerzeugung nicht geschützt werden. Das betrifft sowohl die ökologische als auch die konventionelle Landwirtschaft.

Im Detail: Gibt es schon Anwendungen der Neuen Gentechnik, die auf dem Markt sind?

Es sind bis Juni 2021 lediglich vier Pflanzen aus Neuer Gentechnik bekannt geworden, die kurz vor der Vermarktung stehen oder bereits im Anbau sind:

- eine **Soja der Firma Calyxt**, die mithilfe von TALENs in der Zusammensetzung ihrer Ölsäuren verändert wurde und in den USA auf relativ kleiner Fläche angebaut wird;
- ein **Mais von Corteva**, der mithilfe von CRISPR/Cas in der Zusammensetzung seiner Stärke verändert wurde (Anbau in den USA angekündigt);
- ein transgener **CRISPR/Cas-Mais von Corteva** mit Herbizidresistenz (Glufosinat) und Insektengiftigkeit (angemeldet für den Import in die EU);
- eine **CRISPR/Cas-Tomate** mit erhöhter Konzentration von Stoffen, die den Blutdruck senken sollen (zum Anbau in Japan vorgesehen).

Beispiel 5

Cisgenese und ‚hornlose Rinder‘

Fehler, die beim Einsatz von Gen-Scheren gemacht werden, können leicht übersehen werden, wenn man nicht berücksichtigt, wie kompliziert die Verfahren tatsächlich sind. So im Falle von Rindern, die in den Jahren 2015/2016 gentechnisch so verändert wurden, dass ihnen keine Hörner mehr wachsen. In diesem Fall wurde dabei die Gen-Schere TALENs eingesetzt. Mit ihrer Hilfe wurde das Gen für Hornlosigkeit von einer Rinderrasse auf eine andere übertragen. Bei der gentechnischen Übertragung von Genen innerhalb einer Art spricht man auch von Cisgenese. Wie man erst 2019 feststellte, gelangte dabei aber auch das Erbgut von Bakterien, die im Rahmen des Verfahrens eingesetzt wurden, in das Erbgut der Rinder. Man fand dort u.a. Genkonstrukte, die eine Resistenz gegen Antibiotika vermitteln können. Werden die Gentechnik-Rinder wie geplant in der Zucht eingesetzt, können sich die unerwünschten Gene rasch in Milchkuh-Herden verbreiten. **Dieses Beispiel zeigt:** Wenn Gentechnikverfahren bei landwirtschaftlich genutzten Pflanzen oder Tieren eingesetzt werden, müssen alle daraus resultierenden Organismen eingehend untersucht werden. Ansonsten können unbeabsichtigte Veränderungen des Erbgutes leicht übersehen werden. Der Einsatz der Gentechnik darf nicht dazu führen, dass sich Tierkrankheiten ausbreiten oder die Grundlagen unserer Ernährung gefährdet werden.



Abb. 10: Hornlose Rinder:

Die Tiere wurden in den USA über mehrere Jahre stolz auf dem Gelände einer Universität präsentiert. Sie galten als erfolgreiches Beispiel für den Einsatz der Neuen Gentechnik bei Nutztieren. Doch die Tiere und ihre Nachkommen mussten 2019 getötet werden, als erkannt wurde, dass durch die gentechnische Veränderung ungewollt die DNA von Bakterien in ihr Erbgut gelangt war.

Norris, A.L. et al. (2020) Template plasmid integration in germline genome-edited cattle. *Nat Biotechnol* 38 (2): 163-164. <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0394-6>

Was ist zu tun?

Wir brauchen Forschung und neue Technologien. Aber angesichts der Eingriffstiefe der Neuen Gentechnik müssen wir dem Schutz von Mensch, Umwelt und Natur mehr Gewicht verleihen. Es ist entscheidend, dass wir die Kontrolle über ihren Einsatz behalten und nicht unsere eigenen Lebensgrundlagen gefährden. Deswegen müssen wir die Neue Gentechnik im Hinblick auf ihre Risiken für Mensch und Umwelt strikt regulieren.

2021 hat Testbiotech zusammen mit anderen Organisationen den Aufruf „Die Gen-Schere kontrollieren“ veröffentlicht, in dem gefordert wird, dass alle Organismen, deren Erbgut mit den Verfahren der Neuen Gentechnik verändert wurde, wie bisher der Gentechnik-Gesetzgebung der EU (Richtlinie 2001/18/EG) unterliegen und einer strikten Zulassungsprüfung unterzogen werden sollen. Sie müssen identifizierbar und rückverfolgbar sein und gekennzeichnet werden. Das gilt auch für Organismen, in deren Erbgut keine zusätzlichen Gene eingefügt wurden.

Weitere Quellen siehe auch: Testbiotech (2020) Warum die Neue Gentechnik strikt reguliert werden muss. *Fragen, Antworten und wissenschaftliche Hintergründe zu CRISPR & Co.* www.testbiotech.org/node/2636

www.testbiotech.org/content/aufruf-die-gen-schere-kontrollieren

Testbiotech e.V.

Testbiotech klärt auf über die Risiken der Biotechnologie und setzt politische Akzente. Wir bieten von der Industrie unabhängige Expertise und stärken so die Entscheidungskompetenz der Gesellschaft.

Um diese Unabhängigkeit bewahren zu können, benötigen wir Ihre Unterstützung. Eine Fördermitgliedschaft ist doppelt hilfreich, da wir so wesentlich besser planen können. Testbiotech ist ein gemeinnütziger Verein und Ihre Spende ist steuerlich absetzbar.

Spendenkonto

Testbiotech e.V.

GLS Bank

IBAN DE71 4306 0967 8218 2353 00

BIC GENODEM1GLS

Fördermitglied werden: www.testbiotech.org/foerdermitglied

Online spenden: www.testbiotech.org/spenden

Newsletter: www.testbiotech.org/newsletter

Facebook: www.facebook.com/testbiotech

Twitter: www.twitter.com/testbiotech

Impressum

Testbiotech e.V.

Institut für unabhängige
Folgenabschätzung
in der Biotechnologie

Frohschammerstraße 14

80807 München

Tel.: +49 (0)89 / 358 992 76

Vereinsregister:

Amtsgericht München / VR 202119

Als gemeinnützig anerkannt

Geschäftsführung:

Dr. Christoph Then

info@testbiotech.org

www.testbiotech.org