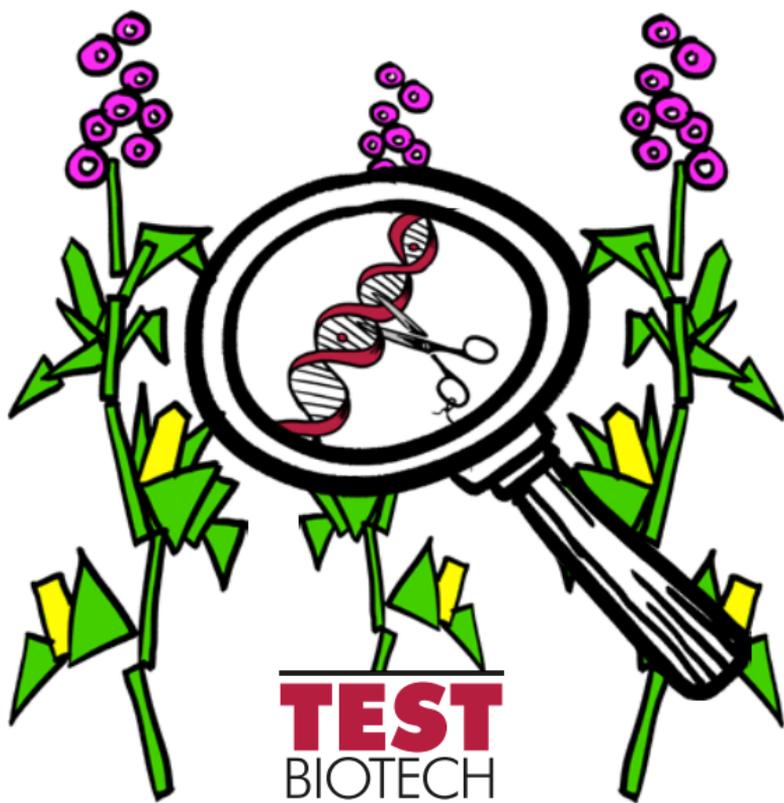


WAS IST (KEINE) GENTECHNIK?

Oft wird behauptet, neue Gentechnikverfahren wie CRISPR würden nichts anderes machen als das, was in der Natur ohnehin ständig passiert. Stimmt das?



2012 löste die Entdeckung von CRISPR einen neuen Boom in der Biotechnologie-Branche aus. Interessierte Akteure wittern eine neue Chance, Agro-Gentechnik in Europa salonfähig zu machen.

Um das zu erreichen, wird oft behauptet, dass neue Gentechnikverfahren wie CRISPR nichts anderes machen als das, was in der Natur ohnehin ständig passiert. Stimmt das?

Diese Broschüre erklärt die Unterschiede zwischen

I. HERKÖMMLICHER ZÜCHTUNG

II. »ALTER« GENTECHNIK

III. NEUER GENTECHNIK

Außerdem werden die **RISIKEN** erläutert und es wird ein **FAZIT** gezogen, wie mit den neuen Gentechnikverfahren umzugehen ist.

HINTERGRUND

IM JAHR 2012 LÖSTE die Entdeckung von CRISPR einen neuen Gentechnik-Boom aus. Denn die neuen Verfahren – zusammenfassend auch als »Genome Editing« bezeichnet – ermöglichen es, auf völlig neue Art und Weise in das Erbgut einzugreifen.

Seither wittern interessierte Akteure – aus der Wirtschaft ebenso wie aus der Wissenschaft – Morgenluft: Sie sehen eine neue Chance, Gentechnik in der europäischen Landwirtschaft salonfähig zu machen. Das gelang in der Vergangenheit nicht: Gentechnik in der Landwirtschaft stieß in Europa verbreitet auf Ablehnung – und bis heute ist Europa, was den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen betrifft, quasi gentechnikfrei.¹



Interessierte Akteure wollen das jetzt ändern. Seit der Entdeckung der neuen Verfahren wurde von deren Seite deshalb darauf geachtet, mit dem richtigen »Wording« das gewollte »Framing« zu schaffen: Von Gentechnik sollte aus diesem Grunde gar nicht mehr die Rede sein. Vielmehr handele es sich bei den neuen Verfahren um »Präzisionszüchtung« oder schlicht »neue Züchtungsverfahren«.

Das vorgebrachte Argument: Die Technologie könne auch angewandt werden, ohne neue Gene einzufügen, und die herbeigeführten Veränderungen (Mutationen) seien nicht von natürlichen zu unterscheiden. Deshalb handele es sich auch nicht um Gentechnik.

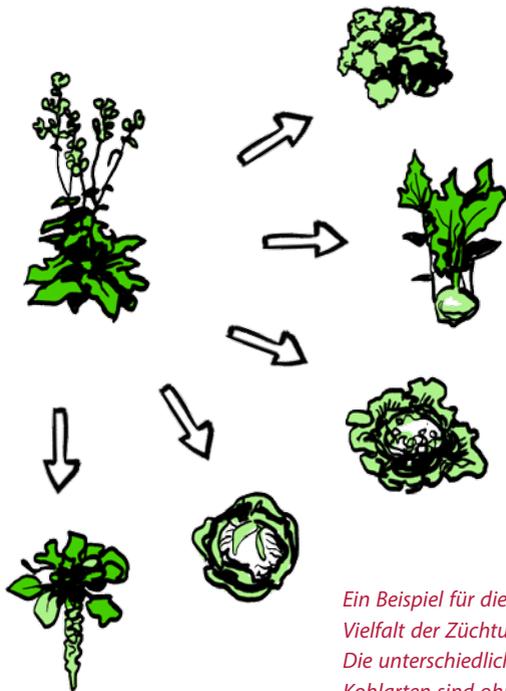
Können Züchtung und Gentechnik tatsächlich gleichgesetzt werden? Welche Unterschiede gibt es? Und welche Risiken sind zu berücksichtigen?

¹ Mit einer Ausnahme: Vereinzelt und in geringem Umfang wird der gentechnisch veränderte Mais MON810 angebaut (vgl.: Bundesamt für Naturschutz: <https://kurzelinks.de/pits>)

I. KEINE GENTECHNIK:

herkömmliche Züchtung

SEIT JAHRTAUSENDEN WERDEN Eigenschaften von Nahrungspflanzen und Nutztieren mittels herkömmlicher, konventioneller Züchtung verändert. Dabei werden die Mechanismen und Ergebnisse der Evolution genutzt. Neue Varianten entstehen insbesondere durch Kreuzung und Selektion.



Ein Beispiel für die Vielfalt der Züchtung: Die unterschiedlichen Kohlsorten sind ohne Gentechnik, durch spontane Mutationen sowie Auswahl und weitere Kreuzung entstanden.

Um weitere Veränderungen anzuregen, werden in der Pflanzenzüchtung auch verschiedene »Tricks« angewandt: So werden Pflanzen bspw. mit chemischen Stoffen in Kontakt gebracht, um die Prozesse der Evolution zu beschleunigen. In der Folge kommt es zu Mutationen und neuen Eigenschaften.

Bei der Züchtung wird nicht direkt auf der Ebene des Erbgutes eingegriffen. Die natürlichen Regeln von Vererbung und Genregulation werden nicht umgangen.

In welchen Bereichen des Genoms es zu Veränderungen, d.h. zu Mutationen, kommt, kann hierbei nicht vorherbestimmt werden. Es ist jedoch auch nicht rein zufällig. Vielmehr unterliegen die Veränderungen den natürlichen Regeln von Vererbung und Genregulation. Die Evolution hat verschiedene Mechanismen entwickelt, um einerseits den Erhalt der Arten zu schützen, andererseits aber Veränderungen trotzdem zuzulassen. Dazu gehören unter anderem Reparaturprozesse in der Zelle und das Anlegen von »Sicherheitskopien«. Die Wechselwirkungen zwischen den Genen der Pflanzen und ihrer Interaktionen mit der Umwelt wurden über Millionen Jahre entwickelt und getestet.

Bei der Züchtung werden Pflanzen, Tiere oder deren Zellen und die von der Evolution entwickelten Systeme als Ganzes genutzt. Dabei wird nicht direkt auf der Ebene des Erbgutes eingegriffen. Die natürlichen Regeln von Vererbung und Genregulation werden nicht umgangen.

Weitere Informationen in unserer Video-Serie:

„Was ist Gentechnik?“

auf: www.testbiotech.org/videos

II. „ALTE“ GENTECHNIK:

transgene Pflanzen

MIT DER BISHERIGEN (»ALTEN«) GENTECHNIK sollen Pflanzen gezielt mit gewünschten Eigenschaften ausgestattet werden. Dazu werden artfremde Gene in das Erbgut der Pflanzen eingebracht.

Mithilfe der sogenannten »Gen-Kanone« wird zum Beispiel ein Gen eines Bakteriums in das Genom einer Pflanze eingebracht. Auf diese Weise wird der Pflanze eine Eigenschaft des Bakteriums aufgezwungen: beispielsweise die Resistenz gegen ein Unkrautvernichtungsmittel. Darüber hinaus entstehen aber oft auch weitere, ungewollte Veränderungen und unerwartete Wechselwirkungen, deren Risiken genau untersucht werden müssen.

Bei der Gentechnik werden Pflanzen und Tiere auf die Funktion einzelner »Gen-Bausteine« reduziert. Die natürlichen Mechanismen von Vererbung und Genregulation werden umgangen.



Mithilfe der sogenannten »Gen-Kanone« wird z.B. ein Gen eines Bakteriums in das Genom einer Pflanze eingebracht.



*Gentechnik:
Pflanzen und Tiere werden auf die Funktion einzelner »Gen-Bausteine« reduziert.*



Mittels Gentechnik werden so Organismen mit biologischen Eigenschaften erzeugt, die von der Evolution nie erprobt wurden.

Transgene Pflanzen werden mit gentechnischen Verfahren hergestellt, die direkt auf der Ebene des Erbgutes eingreifen. Pflanzen und Tiere werden dabei nicht als Ganzes gesehen, sondern auf die Funktion einzelner »Gen-Bausteine« reduziert. Die natürlichen Mechanismen von Vererbung und Genregulation werden dabei umgangen.

Weitere Informationen in unserer Video-Serie:

„Was ist Gentechnik?“

auf: www.testbiotech.org/videos

III. NEUE GENTECHNIK:

Genome Editing (CRISPR etc.)

DIE NEUEN GENTECHNIKVERFAHREN ermöglichen es, auf völlig neue Art und Weise in das Erbgut einzugreifen. Ähnlich wie mit Textbearbeitungsprogrammen Texte am PC umgeschrieben werden können, soll Genome Editing es ermöglichen, Leben gentechnisch »umzuprogrammieren«. Wichtigste Werkzeuge sind dabei Enzyme, die als »Gen-Scheren« dienen. Diese werden mithilfe sogenannter »Lotsen« an jene Orte im Erbgut geführt, die »umgebaut« werden sollen. Der Umbau kann kleine oder große, einzelne oder viele Abschnitte betreffen. Die Gen-Scheren können Gene herauschneiden, die Funktion von Genen verändern oder auch zusätzliche Gene einfügen.

Die neuen Gentechnikverfahren ermöglichen es, auf völlig neue Art und Weise in das Erbgut einzugreifen. Daraus können neue biologische Eigenschaften ebenso wie neue Risiken resultieren.

Beispiel Multiplexing: Genom-Editierung ermöglicht es, mehrere (gleiche oder auch unterschiedliche) Gene auf einmal zu verändern. Solche Veränderungen können zu neuen Kombinationen genetischen Materials führen, die bisher nicht durch konventionelle Züchtung hergestellt werden konnten. Auch wenn die einzelnen Veränderungen dabei nur kleine Abschnitte der DNA umfassen, können diese in der Summe zu erheblichen Veränderungen und ganz neuen Eigenschaften der Organismen führen.

In der Diskussion um die Sicherheit der neuen Verfahren wird oft auf die Präzision verwiesen: Im Unterschied zur konventionellen Züchtung, wo man keinen Einfluss darauf hat, an welcher Stelle im Erbgut welche Mutation(en) auftritt/aufreten, kann bei Genome-Editing-Verfahren vorherbestimmt werden, an welcher Stelle eine bzw. welche

Mutation stattfinden soll. Daraus aber per se Sicherheit abzuleiten, ist falsch: Denn es kommt auch immer auf die Wechselwirkungen mit den anderen Genen und der Umwelt an. Präzision hinsichtlich der Veränderung einzelner Gen-Sequenzen bedeutet somit keineswegs auch automatisch Sicherheit. Eine gezielte, präzise Veränderung kann – je nach Kontext – durchaus auch zu erheblichen Störungen in den betroffenen Organismen oder deren Ökosystem führen.



Auch mit der neuen Gentechnik werden die natürlichen Mechanismen von Vererbung und Genregulation umgangen.

Außerdem passieren beim Einsatz von Gen-Scheren auch Fehler: Es wurde bspw. beobachtet, dass Gen-Scheren an der falschen Stelle schneiden (Off-Target-Effekte) oder dass falsche Gene eingebaut werden (On-Target-Effekte).² Und: Auch wenn alles nach Plan läuft, entstehen beim Einsatz von Gen-Scheren bestimmte Muster der Genveränderung, die sich in der Regel von denen der herkömmlichen Züchtung unterscheiden.³

Genau wie die »alte« Gentechnik greift auch Genome Editing direkt auf der Ebene des Erbgutes ein. Die natürlichen Mechanismen von Vererbung und Genregulation werden dabei umgangen. Deswegen können sich auch die biologischen Eigenschaften und die Risiken der auf diese Weise veränderten Pflanzen deutlich von denen unterscheiden, die aus der Evolution und der herkömmlichen Züchtung hervorgehen – auch wenn keine zusätzlichen Gene eingefügt werden.

² Vgl. Fachstelle Gentechnik und Umwelt: Hintergrund CRISPR/Cas (Risiken), (<https://kurzelinks.de/39ru>)

³ Vgl. bspw. Testbiotech: Am I regulated (<https://kurzelinks.de/diy3>) oder: Kawall, Katharina (2019): New possibilities on the horizon: Genome Editing makes the whole genome accessible for changes, In: Frontiers in Plant Science (<https://kurzelinks.de/glj6>)

RISIKEN



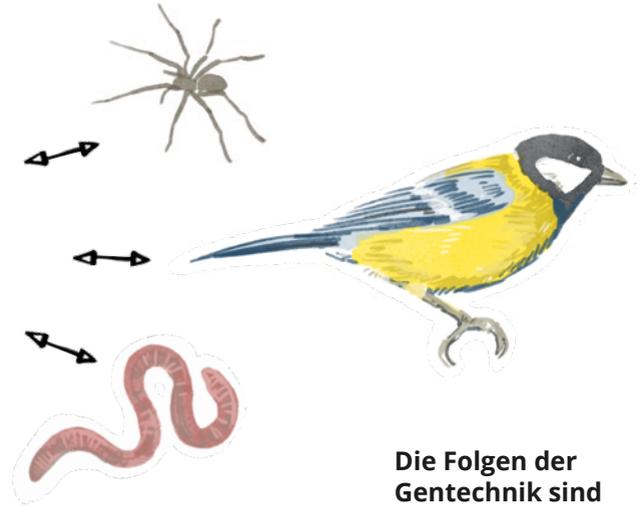
Die neuen Eigenschaften der Gentechnik-Organismen können die Wechselwirkungen mit der Umwelt empfindlich stören.

Auch die modernen Biowissenschaften sind noch weit davon entfernt, die Lebensprozesse und die Evolution vollständig zu verstehen. Oft bemühen sie sich auch nicht in erster Linie um die vollständige Erforschung der natürlichen Zusammenhänge, sondern interessieren sich primär dafür, wie man diese gewinnbringend manipulieren kann.

Bei der Anwendung von Gentechnik wird so getan, als ob ein Lebewesen nichts weiter sei als die Summe seiner Gene. Die komplexen Veränderungs- und Entwicklungsprozesse der Evolution werden somit reduziert auf Veränderungen des genetischen Codes.

Neue und alte Gentechnik können die natürlichen Regeln von Vererbung und Genregulation weitgehend außer Kraft setzen. Diese technischen Prozesse können auch zu Veränderungen führen, die für die Umwelt gefährlich sind. Unter anderem fehlt der Prozess der gegenseitigen Anpassung im Laufe der Evolution.

Es kann nicht vorhergesagt werden, welche Auswirkungen es langfristig haben wird, wenn gentechnisch veränderte Organismen freigesetzt werden und sich dann unkontrol-



Die Folgen der Gentechnik sind oft schwer vorher-sagbar, denn Leben kann nicht auf die Ebene einzelner Gensequenzen reduziert werden.

liert in der Umwelt ausbreiten. Die Eigenschaften von gentechnisch veränderten Organismen, die sich in der Umwelt vermehren und ihr Erbgut mit natürlichen Populationen mischen,

können sich deutlich von denen unterscheiden, die im Labor oder bei Freisetzungsvorversuchen getestet wurden. Treten unerwartete Effekte auf, können diese die Wechselwirkungen in den Ökosystemen empfindlich stören und die biologische Vielfalt sowie den Erhalt der Arten gefährden.

Grundsätzlich muss der Schutz von Mensch und Umwelt Vorrang vor wirtschaftlichen Interessen haben. Daraus folgt, dass Risiken nur dann eingegangen werden sollten, wenn es wirksame Kontrollen gibt.

Weitere Informationen in unserer Video-Serie:

„Was ist Gentechnik?“

auf: www.testbiotech.org/videos

FAZIT

ES IST BESTIMMT NICHT SO, dass Natur per se »gut« und – demgegenüber – der Einsatz von Technologie »böse« ist. Klar ist aber: In der Natur herrschen Regeln, nach denen Eigenschaften auf die nächsten Generationen vererbt werden. Bei den neuen Gentechnikverfahren (Genome Editing) handelt es sich um sehr mächtige Werkzeuge. Diese ermöglichen Eingriffe in das Erbgut, bei denen die natürlichen Mechanismen von Vererbung und Genregulation, anders als bei züchterischen Verfahren, umgangen werden.

Die Natur hat vielfältige Regeln der Genregulierung hervorgebracht, um die Stabilität von Arten und das Entstehen neuer biologischer Vielfalt in einem Gleichgewicht zu halten. Treten Mutationen auf, sind diese nicht zielgerichtet, aber auch nicht völlig zufällig. Das Gleiche gilt für einen Genaustausch zwischen den Arten: Dieser funktioniert in der Natur nur unter bestimmten Bedingungen.

Dazu kommen in der Natur Auswahl- und Anpassungsprozesse, die sich oft über sehr lange Zeiträume erstrecken. Nicht nur die Veränderung der DNA, der Erbsubstanz, ist wichtig dafür, welche Organismen mit welchen Eigenschaften entstehen, sondern auch die Wechselwirkungen zwischen DNA, Zellen, dem Organismus und der Umwelt.

Die Natur arbeitet also mit vielen kleinen Schritten, die vielfältigen Kontrollen unterworfen sind. Dadurch wird einerseits Veränderung zugelassen, aber andererseits auch die Stabilität der Arten gewahrt. Es kommt so zu perfekten Anpassungen.

Die herkömmliche Züchtung arbeitet mit den Mechanismen der natürlichen Genregulation und Vererbung. Sie bewegt sich innerhalb der bestehenden Regeln, die die natürliche biologische Vielfalt hervorgebracht haben.

Werden die natürlichen Mechanismen der Genregulation und Vererbung mit technischen Eingriffen umgangen, können die Ökosysteme und mit ihnen der Mensch erheblichen Schaden nehmen.

TEST BIOTECH

Testbiotech e. V.
Institut für unabhängige
Folgenabschätzung in
der Biotechnologie

TESTBIOTECH E.V.

Testbiotech klärt über die Risiken der Biotechnologie auf 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. Bitte helfen Sie uns mit Ihrer Spende oder Ihrer Fördermitgliedschaft, unsere Arbeit fortzusetzen.

**Spendenkonto
Testbiotech e.V.
GLS Bank
IBAN DE 7143 0609 6782 1823 5300
BIC GENODEM1GLS**

Online: www.testbiotech.org/spenden

Newsletter: www.testbiotech.org/newsletter

Facebook: www.facebook.com/Testbiotech

Vereinsregister:
Amtsgericht München / VR 202119
Als gemeinnützig anerkannt

Frohschammerstraße 14
80807 München

Tel.: +49 (0)89 / 358 992 76
info@testbiotech.org
www.testbiotech.org

Ich möchte Testbiotech e.V. unterstützen

Name _____

Straße, Hausnummer _____

Postleitzahl, Ort _____

E-Mail _____

Ja, ich möchte **Fördermitglied** werden mit einer Spende von _____ € (mind. 50 €/ Jahr) bis auf Widerruf

jährlich 1/2jährlich 1/4jährlich

Ich **spende einmalig**: _____ €

Ich/Wir ermächtigen Testbiotech e.V. den genannten Betrag ab _____ (Monat/ Jahr) von meinem Konto per Lastschrift einzuziehen (Gläubiger-ID DE11ZZZ00000936500). Zugleich weise ich meine Bank an, die von Testbiotech e.V. auf mein Konto gezogenen Lastschriften einzulösen. Meine Unterstützung kann ich jederzeit beenden.

Kontoinhaber: _____

IBAN oder Kontonr.: _____

BIC oder BLZ: _____

Geldinstitut, Ort: _____

Testbiotech e.V.
Frohschammerstraße 14
80807 München

Wenn Sie **selbst überweisen** möchten, dann benutzen Sie bitte die angegebene Kontonummer auf der Rückseite.

Spenden an den Verein sind steuerlich absetzbar. Sie erhalten eine **Spendenquittung**. Spenden können Sie auch online unter www.testbiotech.org/spenden

Ort, Datum, Unterschrift

Organismen, die mit gentechnischen Verfahren wie Genome Editing verändert wurden, müssen deshalb eingehend auf Risiken untersucht werden. Studien zeigen, dass es oft zu ungewollten Effekten und Nebeneffekten kommt. Berücksichtigt werden muss aber auch, welche Folgen die erwünschten Eigenschaften der Gentechnik-Organismen langfristig auf Mensch, Umwelt, die Ökosysteme und den Erhalt der Arten haben.

*„Alles ist
Wechsel-
wirkung.“*

Alexander von Humboldt

Weitere Informationen in unserer Video-Serie:

„Was ist Gentechnik?“

auf: www.testbiotech.org/videos

und auf  