

## Grüne Gentechnik – Definition und Anwendungen

Open Science > Umwelt - Technik - Landwirtschaft > Grüne Gentechnik – Definition und Anwendungen



Die Grüne Gentechnik bietet heute neue Möglichkeiten für die Pflanzenzucht, Bild: Pixabay, CCO

Die Gentechnik hat seit ihrer Einführung in den 1970er-Jahren komplett neue Möglichkeiten für Forschung, Entwicklung, Landwirtschaft und Medizin eröffnet. Ihre Anwendung wird aber seit Beginn an von vielen auch kritisch gesehen und häufig diskutiert. [Aktuell ist rund um die geplante Reform der geltenden Regelungen zu gentechnisch veränderten Organismen erneut eine Debatte entfacht.](#)

### Was ist „Gentechnik“?

Als Gentechnik werden allgemein all jene Verfahren bezeichnet, bei denen das Erbgut von Organismen gezielt verändert wird, die daraus resultierenden Organismen nennt man gentechnisch veränderte Organismen (GVO). Gentechnische Methoden erlauben es heute, Gene gezielt abzuschalten sowie ihre Aktivität zu erhöhen oder zu vermindern. Auch zusätzliche Gene können in das Erbgut eingeschleust werden. Sind diese artfremd, spricht man von transgenen Organismen [1].

### Kleine Geschichte

Gentechnische Methoden werden heute mittlerweile standardmäßig in vielen Laboren angewandt und sind aus dem Alltag von Forschung, Entwicklung, Landwirtschaft und Medizin nicht mehr wegzudenken.

Die Geschichte der Gentechnik geht weit zurück, ihre Geburtsstunde war 1973: In diesem Jahr gelang es dem US-amerikanischen Biochemiker Stanley Cohen und Kolleg:innen, ein Antibiotikaresistenzgen von einem Darmbakterium (*Escherichia coli*) in ein anderes Bakterium einzuschleusen. Der erste GVO war somit geschaffen.

Im selben Jahr wurde zum ersten Mal auch die DNA von Säugetieren gentechnisch manipuliert, veröffentlicht wurde diese Neuerung 1974.

1983 wurde dann die erste GV-Pflanze hergestellt: Jeff Schell und seinem Kollegen Marc van Montagu gelang es erstmals, ein fremdes Gen in eine Pflanze einzuschleusen. Bei der ersten gentechnisch veränderten Pflanze handelte es sich um eine Tabakpflanze, die resistent gegen das Antibiotikum Kanamycin war [2].

Gut zehn Jahre nach diesem Durchbruch kamen die ersten herbizid-toleranten Sojabohnen auf den Markt.

Die Menschheit beeinflusst das Erbgut von Pflanzen und anderen

Lebewesen aber schon um einiges länger. Denn bereits vor rund 10.000 Jahren begannen die Menschen, Pflanzen und Tiere mit bestimmten erwünschten Merkmalen auszuwählen und gezielt zu kreuzen. Diesen Vorgang nennt man „selektive Zucht“ oder „künstliche Selektion“. Daraus ging die heute bekannte Vielfalt sowohl an Haustieren als auch an Obst und Gemüse hervor. So etwa wurden Brokkoli, Karfiol und viele Kohlsorten aus dem Wildkohl gezüchtet [3, 4].

Mit der Entdeckung der Genschere CRISPR/Cas und den damit verbundenen Anwendungsmöglichkeiten kam es in den 2010er Jahren zu einer Revolution in der Gentechnik. [Die CRISPR/Cas-Technologie ermöglicht es heute, Veränderungen im Erbgut von Organismen schneller, einfacher und präziser vorzunehmen als zuvor.](#) Die neuen Möglichkeiten führten zu einem rasanten Fortschritt in der Gentechnik [5].

## Die vielen Farben der Gentechnik

Je nach Anwendungsbereich unterscheidet man verschiedene Arten von Gentechnik, die farblich unterteilt werden. Alle beruhen auf der Möglichkeit, das Erbgut von Organismen gezielt verändern zu können.

- Die **Weiß**e Gentechnik nutzt gentechnisch veränderte Mikroorganismen für die industrielle Produktion von z.B. Biokunststoffen.
- Die **Rote** Gentechnik setzt genetisch veränderte Organismen in der Medizin ein.
- Die **Graue** Gentechnik verfolgt das Ziel, mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen Müll zu recyceln oder Abwasser aufzureinigen.
- Die **Blaue** Gentechnik nutzt gentechnische Verfahren in der Meeres- und Aquakultur. Es werden neue Organismen oder Produkte – beispielsweise Fische oder Algen – entwickelt, um die Ressourcen der marinen Ökosysteme zu schonen.
- Die **Grüne** Gentechnik beschäftigt sich mit dem Einsatz gentechnischer Methoden in der Pflanzenzüchtung und der möglichen Nutzung von gentechnisch veränderten Pflanzen (GV-Pflanzen) in der Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion.

Derzeit (Stand Mai 2024) sind 98 verschiedene GV-Pflanzen in der EU für den Import zugelassen. [In Österreich ist der Anbau von GV-Pflanzen aktuell jedoch verboten](#) [6].

## Beispiele für die Nutzung der Grünen Gentechnik

Die grüne Gentechnik wird heute vor allem dazu eingesetzt, um Pflanzen mit vorteilhaften Eigenschaften auszustatten. Felder können mit speziellen Unkrautvernichtungsmitteln (Herbiziden) besprüht werden, wenn auf diesem Weg beispielsweise herbizidresistente Pflanzen geschaffen werden. Die GV-Pflanzen tragen bei Herbizidbehandlung

keinen Schaden davon, während alle anderen Pflanzen bzw. alle Unkräuter dadurch abgetötet werden. Auch Pflanzen, die gegen Schädlinge resistent oder widerstandsfähiger gegen bestimmte Umweltbedingungen wie Hitze oder Dürre sind, können durch Gentechnik hergestellt werden.

Ein bekanntes Beispiel für die Anwendung Grüner Gentechnik ist etwa der **Bt-Mais**, auch als „Genmais“ bekannt. Bei diesem handelt es sich um eine transgene Pflanze, die ein Resistenzgen des Bodenbakteriums **Bacillus thuringiensis** enthält. Dieses sorgt dafür, dass Eiweißstoffe in der Pflanze produziert werden, die für Larven bestimmter Fraßschädlinge, vor allem für den Maiszünsler, giftig sind und zum Absterben der Larven führen [7]. So kann auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur Zünslerbekämpfung verzichtet werden, und es werden Arbeitszeit und Kosten gespart. In Europa darf gentechnisch veränderter **Bt-Mais** der Linie MON 810 als einzige transgene Pflanze angebaut werden. Österreich hat hier jedoch wie auch viele andere Länder die Ausstiegsklausel in Anspruch genommen und den Anbau von **Bt-Mais** nicht zugelassen.

Weit verbreitet sind darüber hinaus transgene Baumwolle, Soja mit Herbizid- aber auch Fraßschädlingsresistenzen sowie Pflanzen mit veränderter Zusammensetzung der Inhaltsstoffe.

So hat beispielsweise der als "Golden Rice" bekannte GV-Reis, durch gentechnische Veränderung einen höheren Gehalt an Beta-Carotin. Er wurde entwickelt, um Menschen in ärmeren Regionen der Erde eine bessere Versorgung mit diesem Provitamin zu ermöglichen.

Ein weiteres Beispiel für eine gentechnisch veränderte Pflanze ist die Amflora Kartoffel, die für industrielle Anwendungen, wie etwa zu Produktion von Tapetenkleister, gentechnisch verändert wurde [8].

2021 kamen in Japan die Samen einer mit CRISPR veränderten Tomate, der „Sicilian Rouge High“, auf dem Markt [9]. Sie besitzt einen höheren Anteil an Gamma-Amino-Buttersäure und hat das Ziel dadurch den Blutdruck zu senken.

In den USA gibt es seit 2023 auch eine Salatmischung, die durch Veränderungen mittels CRISPR/Cas weniger bitter schmecken soll [10].

Was sich nicht durchgesetzt hat: 1994 wurde die sogenannte Flavr-Savr-Tomate als erstes gentechnisch verändertes Nahrungsmittel in Amerika zugelassen. Sie war aufgrund eines ausgeschalteten Gens länger haltbar als konventionelle Tomaten. Da sie bei den Konsument:innen allerdings keinen großen Anklang fand, wurde die „Anti-Matsch-Tomate“ bereits 1997 wieder vom Markt genommen.

Bei den 98 verschiedene GV-Pflanzen, die aktuell für den Import in die EU zugelassen sind, handelt es sich hauptsächlich um Mais, Raps, Soja,

Zuckerrüben und Baumwolle. Aber auch gentechnisch veränderte Nelken mit veränderter Blütenfarbe oder längerer Haltbarkeit dürfen in die EU und somit nach Österreich importiert werden. Die Freisetzung oder der Anbau von GVO ist jedoch in Österreich verboten [11], [12].

## Mutationen – der Grund für Vielfalt

Die DNA ist der Speicher der Erbinformation von Lebewesen und auch von Viren. Veränderungen der DNA – so genannte Mutationen – sind grundlegende Prozesse der Evolution und die Voraussetzung für die Entstehung neuer Eigenschaften und die Vielfalt der Lebewesen auf unserer Erde, die es heute gibt.

Durch Mutationen verändert sich die Zusammensetzung (Basenabfolge) der DNA in bestimmten Abschnitten. Dies kann zufällig erfolgen, wenn Mutationen spontan auftreten: Mutationen entstehen zu einem bestimmten Prozentsatz ganz natürlich, etwa durch Fehler beim Verdoppeln des Erbmaterials bei der Zellteilung, man spricht von einer „natürlichen Mutationsrate“.

Mutationen können auch von außen induziert werden, wobei so genannte Mutagene eine wesentliche Rolle spielen – so werden äußere Einwirkungen bezeichnet, die das Erbgut eines Organismus verändern. Es können physikalische Mutagene (z.B. Strahlung, hohe Temperaturen), chemische Mutagene (z.B. Stoffe, die im Tabakrauch oder in Giften von Schimmelpilzen zu finden sind) sowie biologische Mutagene (z. B. spezielle Viren) unterschieden werden. Auch die UV-Strahlung der Sonne oder energiereichere Strahlung kann zu Veränderungen im Erbgut führen [13],[14]. Je nachdem, welche Abschnitte der DNA davon betroffen sind, bleiben Mutationen ohne Auswirkung oder verändern die Eigenschaft des betroffenen Organismus. Mutationen sind die Quelle natürlicher Vielfalt und Basis für die Züchtung von Pflanzen und Tieren.

## Kreuzungszüchtungen

Um die Qualität von Nutzpflanzen zu verbessern, werden bei der klassischen Kreuzungszüchtung vereinzelte Wildpflanzen mit einem gewünschten Merkmal wie etwa Größe, Farbe oder Geschmack ausgewählt und mit einer bereits kultivierten Pflanze gekreuzt. Bei dieser Methode ist es aber nicht mit einer Kreuzung getan, sondern mehrere Kreuzungsschritte sind notwendig, bis eine neue Kultursorte mit den gewünschten Merkmalen entsteht. Dieses Vorgehen kann je nach Nutzpflanze mehrere Jahre dauern. Hierfür gibt es keine gesetzlichen Regelungen, da diese Kultursorten nicht als GVO gelten.

Bei Pflanzen, die durch sogenannte ungerichtete Mutagenese gentechnisch verändert wurden, wird die natürliche Mutationsrate beschleunigt: Pflanzen werden radioaktiver Strahlung,

Röntgenstrahlung oder mutagenen Chemikalien ausgesetzt, die willkürliche Mutationen hervorrufen. Nach diesem Schritt werden die Pflanzen auf neue Eigenschaften, die sie durch die Mutation erlangt haben, untersucht. Ausgewählte Pflanzen mit vorteilhaften Eigenschaften werden dann in vorhandene Sorten eingekreuzt, um so verbesserte Kultursorten zu entwickeln. Laut EU-Gentechnik-Gesetz zählen durch Mutagenesezüchtung entstandene Kultursorten von Pflanzen zu den GVO. Es werden so Pflanzen erzeugt, die man in der Natur nicht erhalten würde. Für den Umgang mit dieser Form gentechnisch veränderter Pflanzen gibt es jedoch keine gesetzlichen Regelungen – weder Zulassungs- noch Kennzeichnungsvorschriften.

Viele der durch Mutagenese erzeugten Sorten haben Eigenschaften, die dem Menschen zugutekommen. Sie sind häufig widerstandsfähiger gegenüber den Bedingungen der Umwelt, wie beispielsweise Hitze, Dürre oder Schädlinge und Fraßfeinde. Zusammen mit verbesserten Anbautechniken trug der Einsatz der gezielten Mutagenese und anschließenden Selektion von Pflanzen ab den 1960er-Jahren zu einer deutlichen Ertragssteigerung, speziell in den Entwicklungsländern, bei. Man bezeichnet dies als „grüne Revolution“.

## Neue genomische Techniken

Es ist schon seit langem möglich, mithilfe molekularbiologischer Methoden gezielte Eingriffe in das Erbgut vorzunehmen – wie erwähnt gab es den ersten GVO bereits 1973. Eine weit verbreitete Technologie, um Veränderungen an der DNA vorzunehmen, ist die so genannte Transgenetik. Mit ihr werden Gene von einer auf eine andere Organismenart übertragen und ins Erbgut eingefügt – etwa von einem Bakterium in eine Pflanzenzelle. Auf diese Weise entstandene neue transgene Kultursorten vereinen die DNA von zwei unterschiedlichen Organismenarten, was bei der natürlichen Kreuzung nicht vorkommen kann [15, 16]. Bei der Cisgenetik hingegen werden Gene innerhalb von Organismen derselben Art übertragen. Beispielsweise kann so ein Tomatengen von einer Tomatenpflanze in eine andere Tomatenpflanze eingefügt werden.

Über die Jahre hinweg haben Wissenschaftler:innen laufend daran gearbeitet, die Werkzeuge der Gentechnik zu verbessern und verschiedenste molekularbiologische Methoden entwickelt. Diese ermöglichen es, dass gentechnische Veränderungen heute präzise und rasch durchgeführt werden können. [Allen voran ist hier die Genschere CRISPR/Cas zu nennen, mit deren Hilfe DNA einfach, schnell und vor allem genau an einer bestimmten Stelle geschnitten und verändert werden kann, und das in nahezu allen lebenden Zellen und Organismen.](#) Das neue Präzisions-Werkzeug ermöglicht es, DNA gezielt im Genom zu entfernen oder einzufügen und wird als Revolution der Gentechnik gefeiert. Die Technik wird mittlerweile standardmäßig in Forschung und Entwicklung eingesetzt und hat auch maßgeblich dazu beigetragen, dass der Fortschritt in der Gentechnik beschleunigt

wurden. Die „Erfinderinnen“ des CRISPR/Cas-Verfahrens, Jennifer Doudna und Emmanuelle Charpentier, erhielten 2020 für ihre Arbeit den Nobelpreis für Chemie.

Die Genschere ist eines jener Präzisionswerkzeuge der Gentechnik, die zu den so genannten „neuen genomischen Techniken“ (NGT) gezählt werden.

## GVO vs. „natürlich“ – die Markergene

Das österreichische Gentechnikgesetz besagt, dass „Organismen, deren genetisches Material so verändert worden ist, wie dies unter natürlichen Bedingungen durch Kreuzen oder natürliche Rekombination oder andere herkömmliche Züchtungstechniken nicht vorkommt“ per Definition als genetisch veränderte Organismen (GVO) gelten. Diese Definition beruht darauf, dass man die Herkunft der genetischen Veränderungen, sei sie natürlich oder gentechnisch, unterscheiden kann [17].

Der Anbau von GV-Pflanzen ist ebenfalls im Österreichischen Gentechnikgesetz geregelt und muss behördlich beantragt werden. Die gesetzlichen Regelungen betreffen das Arbeiten, das Inverkehrbringen und den Anbau von GVO und die daraus entstandenen Produkte. Zusätzlich gibt es noch Bundesländer-spezifische Gentechnik-Vorsorgegesetze sowie Verordnungen und Richtlinien der Europäischen Union (EU) [18],[19].

Auch die Wissenschaftler:innen haben Interesse daran, gentechnisch veränderte Pflanzenzellen erkennen zu können, denn die Erfolgsquote bei gentechnischen Manipulationen ist häufig gering. Um erfolgreich veränderte Zellen von anderen unterscheiden zu können, werden deshalb gemeinsam mit der DNA-Zielsequenz auch Marker- oder Selektionsgene mit übertragen. Diese können der Zielzelle beispielsweise Antibiotika- oder Herbizidresistenz vermitteln und erlauben somit eine Selektion der erfolgreich gentechnisch veränderten Zellen. Eine andere Möglichkeit ist die Zugabe eines Stoffwechselmarkers, der Pflanzen nur bei Versorgung mit bestimmten Nährstoffen wachsen lässt. Eine weitere Option zur Selektion ist das Einfügen des Gens, das für das Green fluorescent protein (GFP) codiert, zusammen mit dem Zielgen. Zellen, die die gewünschte DNA aufgenommen haben, leuchten dann unter dem Mikroskop grün.

Die neuen Methoden der Genomeditierung, wie beispielsweise die CRISPR/Cas-Technologie, ermöglichen heute das Herstellen gentechnisch veränderter Pflanzen ohne die Verwendung von Markergenen, die bisher noch charakteristisch für diese waren. Daher ist es seit der Anwendung von NGT auch schwieriger geworden, zwischen jenen Veränderungen des Genoms zu unterscheiden, die natürlich aufgetreten sind und solchen, die mittels Gentechnik eingeführt wurden [20], [21].

Übrigens: Die Gentechnik-Gesetzgebung in der EU soll reformiert und Pflanzen, die mit neuen genomischen Techniken (NGT) gezüchtet wurden sowie deren Produkte leichter zugelassen werden. Detaillierte Information dazu bietet unser Beitrag "[Reform zur Grünen Gentechnik: Lockerungen in der EU geplant](#)"

cs, 22.05.2024

## Quellenangaben

### Quellenangaben

- [1] [Saunders TL: The History of Transgenesis \(2020\). Methods Mol Biol. 2020;2066:1-26. doi: 10.1007/978-1-4939-9837-1 1. PMID: 31512203.](#)
- [2] From Corgis to Corn: A Brief Look at the Long History of GMO Technology - Science in the News (harvard.edu), zugegriffen am 22.05.2024
- [3] [National Geographic: Artificial Selection](#), zugegriffen am 22.05.2024
- [4] [Rakow G.: Species Origin and Economic Importance of Brassica \(2004\). In: Pua, EC., Douglas, C.J. \(eds\) Brassica. Biotechnology in Agriculture and Forestry. vol 54. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-06164-0\\_1](#)
- [5] [Li C., Brant E., Budak H. and Zhang B.: CRISPR/Cas: a Nobel Prize award-winning precise genome editing technology for gene therapy and crop improvement \(2021\). J Zhejiang Univ Sci B. 2021 Apr 15;22\(4\):253-284. doi: 10.1631/jzus.B2100009. PMID: 33835761; PMCID: PMC8042526.](#)
- [6] [Barcelos MCS, Lupki FB, Campolina GA, Nelson DL and Molina G.: The colors of biotechnology: general overview and developments of white, green and blue areas \(2018\). FEMS Microbiol Lett. 2018 Nov 1;365\(21\). doi: 10.1093/femsle/fny239. PMID: 30256942.](#)
- [7] [Hellmich RL and Hellmich KA: \(2012\) Use and Impact of Bt Maize. Nature Education Knowledge 3\(10\):4](#)
- [8] [Halterman D., Guenther J., Collinge S., Butler N. and Douches D.: Biotech Potatoes in the 21st Century: 20 Years Since the First Biotech Potato \(2016\). Am. J. Potato Res. 93, 1–20 \(2016\). https://doi.org/10.1007/s12230-015-9485-1](#)

[9] [Waltz E.: GABA-enriched tomato is first CRISPR-edited food to enter market \(2021\), Nature Biotechnology News, 14 December 2021](#)

[10] [Mulin E.: The First CRISPR-Edited Salad Is Here \(2023\). WIRED science](#)

[11] [Gentechnik \(sozialministerium.at\), zuletzt zugegriffen: 22.01.2025](#)

[12] [Kommunikationsplattform Verbrauchergesundheit: Produktzulassungen in der Europäischen Union \(1/2\), zuletzt zugegriffen am 22.01.2025](#)

[13] [Loewe L.: Genetic mutation \(2008\). Nature Education 1\(1\):113](#)

[14] [Transparenz Gentechnik: Mutagenese, zuletzt zugegriffen: 22.05.2025](#)

[15] [Transparenz Gentechnik: Von Kreuzen bis Genome Editing: Die Verfahren der Pflanzenzüchtung im Überblick, zuletzt zugegriffen: 22.05.2025](#)

[16] [Marone D., Mastrangelo AM and Borrelli GM: From Transgenesis to Genome Editing in Crop Improvement: Applications, Marketing, and Legal Issues \(2023\). Int J Mol Sci. 2023 Apr 12;24\(8\):7122. doi: 10.3390/ijms24087122. PMID: 37108285; PMCID: PMC10138802.](#)

[17] [Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz: Gentechnik, zuletzt abgefragt am 22.01.2025](#)

[18] [Züghart W., Raps A., Wust-Saucy A.-G., Dolezel M. and Eckerstorfer M.: Monitoring of Genetically modified Organisms \(2011\). Umweltbundesamt 2011, Band 0305, ISBN: 978-3-99004-107-9](#)

[19] Ingale, Vinayak & Jadhav, Sujit. (2023). Genetically Modified Plants: Methods, Steps of Development of GM Plants. The Journal of Agricultural Education and Extension. 3. 102-109.

[20] Puchta, Holger. (2003). Marker-free transgenic plants. Plant Cell Tissue and Organ Culture. 74. 123-134. 10.1023/A:1023934807184.

[21] [Singh R., Kaur N., Praba UP, Kaur G., Tanin MJ, Kumar P., Neelam K., Sandhu JS and Vikal Y.: A Prospective Review on Selectable Marker-Free Genome Engineered Rice: Past, Present and Future Scientific Realm \(2022\). Front Genet. 2022 Jun 9;13:882836. doi: 10.3389/fgene.2022.882836. PMID: 35754795; PMCID: PMC9219106.](#)