

Zusatzmaterial zur Sendung 06:  
Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch  
veränderte Pflanzen



Zusatzmaterial zur Sendung 06:  
Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution  
– genetisch veränderte Pflanzen



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

Interessierte Hörerinnen und Hörer finden auf dieser Seite weiterführende Informationen zu den einzelnen Sendungsthemen als Zusatzmaterial.

Die Zusatzmaterialien werden in der Reihenfolge gelistet, wie die Stichworte in der Sendung Erwähnung finden. Die Materialien wurden zum Zugriffszeitpunkt 29.11.2017 erstellt von:

Volker Mosbrugger, Sybille Roller, Francesco Lupusella, Rebecca Spitzenberger, Julia Krohmer

### Inhalt

1. Pflanzenzüchtung: Grundlagen, Forschung, Ethik und kritische Debatte
2. Transgene Pflanzen
3. Genom-Editierung
4. Genom-Sequenzierung
5. Mutationen
6. Grüne Gentechnik
7. Gesetzeslage und EU-Verordnung zur Gentechnik
8. Krankheits- und Schädlingsresistenzen in Pflanzen
9. Trockenheitsresistenz
10. Salztoleranz
11. Pflanzenzucht
12. Geschichte der Pflanzenzüchtung
13. Ökologischer Landbau
14. Saatgut-Konzerne

Vorab: Ein umfassender Überblick über das CRISPR/Cas9-Verfahren findet sich im Begleitmaterial zur Sendung vom 11.11.17: "Die Crispr-Revolution: genetisch veränderte Tiere".

In einem weltweit als bahnbrechend angesehen Video, das Mitte November bei **Nature Communications** veröffentlicht wurde, gelang es einem japanischen Team erstmals, direkt zu filmen, wie ein DNA-Strang mittels des CRISP/Cas9-Verfahrens geschnitten wird.



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

Das Video ist unter

[http://www.sciencemag.org/sites/default/files/41467\\_2017\\_1466\\_MOESM8\\_ESM.mp4](http://www.sciencemag.org/sites/default/files/41467_2017_1466_MOESM8_ESM.mp4)  
abrufbar.

Alle weiteren Informationen dazu hier (auf englisch):

<https://www.sciencealert.com/incredible-video-crispr-cas9-editing-dna-real-time-atomic-force-microscopy>

### 1. Pflanzenzüchtung: Grundlagen, Forschung, Ethik und kritische Debatte

Das **Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit** (BVL) informiert mit Antworten auf die häufigsten Fragen zum Thema "neue Züchtungstechniken":

[https://www.bvl.bund.de/DE/06\\_Gentechnik/02\\_Verbraucher/08\\_FAQ/01\\_FAQ\\_Neue\\_Zuechtungstechniken/FAQ\\_Neue%20Zuechtungstechniken\\_node.html#doc7770856bodyText10](https://www.bvl.bund.de/DE/06_Gentechnik/02_Verbraucher/08_FAQ/01_FAQ_Neue_Zuechtungstechniken/FAQ_Neue%20Zuechtungstechniken_node.html#doc7770856bodyText10)

Auf den "**Pflanzenforschung in Deutschland**"-Seiten des **Bundesministeriums für Bildung und Forschung** kann man sich ein Bild von den vielfältigen, aktuellen Forschungsthemen in diesem Bereich machen.

<http://www.pflanzenforschung.de/de/themen/pflanzenforschung-deutschland/>

In der **Stellungnahme "Chancen und Grenzen des Genome Editing"**, einer gemeinsamen Veröffentlichung der **Leopoldina**, der **Acatech** und der **Union der deutschen Akademien der Wissenschaften** aus dem Jahr 2015 werden (u.a.) die Möglichkeiten und Forschungsfelder der Gentechnik in der Pflanzenzüchtung benannt.

[http://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/reden\\_stellungnahmen/2015/stellungnahme\\_genome\\_editing\\_2015.pdf](http://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/reden_stellungnahmen/2015/stellungnahme_genome_editing_2015.pdf)

Neben den biotechnischen Problemstellungen, die aus der Anwendung von Gentechnik bei der Pflanzenzüchtung auftauchen, stellt sich auch die Frage nach dem Wert und der Würde der Pflanze. Das **Bayerische Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst** fördert das **Projektteam "Pflanzen-Forschung-Ethik"**, welches sich



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

transdisziplinär mit dem Thema "Pflanzenzüchtung" beschäftigt. Dort sind vielfältige Informationen zur Forschung an den einzelnen Nutzpflanzen (Weizen, Reis, Mais, etc.), zu den verschiedenen Züchtungstechniken, zu den gesellschaftlichen, politischen und rechtlichen Aspekten sowie ethischen Themen erhältlich.

<http://www.pflanzen-forschung-ethik.de>

Hier ist auch eine weiterführende Literaturliste zum Thema "Wert der Pflanze" eingestellt und es werden schlaglichtartig die verschiedenen Positionen in der Umweltethik erklärt:

<http://www.pflanzen-forschung-ethik.de/ethik/1507.wert-pflanze-literatur.html>

<http://www.pflanzen-forschung-ethik.de/ethik/1499.ethik-begrundungen.html>

Im **Dossier Bioethik der Bundeszentrale für politische Bildung** werden ebenfalls die Grundlagen für eine weitergehende Diskussion zusammengestellt: Aus verschiedenen Weltbildern und damit verbundenen Argumentationslinien heraus wird hier ganz grundlegend der Wert, die Würde und das "richtige Verhältnis des Menschen zur Natur" beleuchtet.

<http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/bioethik/33722/naturethik>

Von den **Baden-Württembergischen Ministerien für Wissenschaft, Forschung und Kunst** sowie **Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau** finanziert sind die folgenden Seiten, auf denen es eine verständliche Erklärung zu den Unterschieden früherer und aktueller Gentechnik-Verfahren gibt.

<https://www.biooekonomie-bw.de/de/fachbeitrag/aktuell/natuerliche-gentechnik/>

Die Debatte, wie die Einstufung der genveränderten Pflanzen in der EU geregelt wird, war im Mai 2017 noch aktuell. Im folgenden Artikel wird deutlich, warum die Realität die ausstehenden Regelungen bereits überholt hat:

<http://www.transgen.de/aktuell/2658.eu-zulassung-gentechnik-pflanzen.html>



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

Die **Bundeszentrale für Verbraucherschutz** bietet breite Informationen zur geltenden Rechtslage im Bereich der Gentechnik.

[https://www.bvl.bund.de/DE/06\\_Gentechnik/02\\_Verbraucher/01\\_Umgang\\_mit\\_GVO/gentechnik\\_UmgangMitGVO\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/06_Gentechnik/02_Verbraucher/01_Umgang_mit_GVO/gentechnik_UmgangMitGVO_node.html)

Dort kann auch der am 15. November 2017 erschienene **Wissenschaftliche Bericht zu den neuen Techniken in der Pflanzenzüchtung und der Tierzucht und ihren Verwendungen im Bereich der Ernährung und Landwirtschaft** heruntergeladen werden.

"Auf Basis ihrer breiten Fachkompetenz haben die Ressortforschungseinrichtungen BVL, JKI, FLI, TI, MRI und BfR den vorliegenden Bericht zu grundlegenden naturwissenschaftlichen Fachzusammenhängen mit Sachstand 3. Juli 2017 erstellt." Hierin gehen nach ausführlichen Kapiteln zur Beschreibung der biotechnischen Methoden auch vergleichende Betrachtungen der Methoden ein.

[https://www.bvl.bund.de/DE/06\\_Gentechnik/02\\_Verbraucher/Bericht\\_Neue\\_Zuechtungstechniken/gentechnik\\_Neue\\_Zuechtungstechniken\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/06_Gentechnik/02_Verbraucher/Bericht_Neue_Zuechtungstechniken/gentechnik_Neue_Zuechtungstechniken_node.html)

Auch eine Stellungnahme des **Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit** zur gentechnikrechtlichen Einordnung von neuen Pflanzenzüchtungstechniken, insbesondere ODM und CRISPR-Cas9 (aktualisiert am 28.2.2017) ist einsehbar:

[https://funkkolleg-biologie.de/files/2017/11/2017\\_BVL-Stellungnahme-gentechnrechtlich-einordnung-pflanzen.pdf](https://funkkolleg-biologie.de/files/2017/11/2017_BVL-Stellungnahme-gentechnrechtlich-einordnung-pflanzen.pdf)

Ebenfalls gibt es Informationsseiten über Gentechnik in Nahrungs- und Futtermitteln beim **Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft**:

[https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Gentechnik/gentechnik\\_node.html](https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Gentechnik/gentechnik_node.html)



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

### 2. Transgene Pflanzen

Im **Spektrum-Lexikon** wird der Begriff der "transgenen Pflanzen" erklärt, die verschiedenen Herstellungstechniken erläutert und es werden Beispiele für transgene Nutzpflanzen genannt:

<http://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/transgene-pflanzen/11980>

Auf den durch das von Wissenschaftlern und Journalisten gegründete **Forum Bio- und Gentechnologie – Verein zur Förderung der gesellschaftlichen Diskussionskultur e. V.** betriebenen Seiten <http://www.transgen.de/> gibt es zahlreiche weiterführende Informationen zur Pflanzenzüchtung mit verschiedenen Methoden, darunter auch Videos zur Entwicklung transgener Pflanzen:

<http://www.transgen.de/forschung/2537.kreuzen-gentechnik-genome-editing-pflanzenzuechtung.html>

Die Seiten des **Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)** bieten breite Informationen darüber, wie genveränderte – also auch transgene – Pflanzen erkennbar sind, deklariert werden müssen und wie Zulassungen geregelt sind:

[https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Gentechnik/gentechnik\\_node.html](https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Gentechnik/gentechnik_node.html)

Auch die **Schule-und-Gentechnik**-Seiten, betrieben von der **Zukunftsstiftung Landwirtschaft**, beinhalten einen gut verständlichen Text über transgene Pflanzen, und im mittleren Teil der Erläuterungen auch die "Nebenwirkungen", welche sich hauptsächlich in vermehrter Herbizidresistenz und den Effekten der "*Bazillus thuringiensis*-Ausstattung" äußern.

<https://www.schule-und-gentechnik.de/lehrer/einfuehrung/>



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

### 3. Genom-Editierung

Ein langer Artikel, welcher zuerst die Verfahren nochmal erklärt, widmet sich auch der Frage "**CRISPR/Cas in der Pflanzenzüchtung: Brauchen wir so was überhaupt?**" und beinhaltet viele aufschlussreiche Abbildungen zur Erläuterung. Er ist auf der Plattform [www.transgen.de](http://www.transgen.de) des **Forums Bio- und Gentechnologie** erschienen:

<http://www.transgen.de/forschung/2564.crispr-genome-editing-pflanzen.html>

Weiterführend kann man sich hier darüber informieren, wozu Genom-Editierung bei Pflanzen überhaupt nützt und welche biotechnischen Veränderungen aufgrund der geltenden Gesetzeslage als gentechnisch veränderte Organismen (sog. GVOs) eingestuft werden.

<http://www.transgen.de/forschung/2590.crispr-talen-genome-editing-pflanzen.html>

Einen verständlichen Querschnitt durch die Inhalte und Ziele einiger beispielhafter Forschungsprojekte sowie eine tabellarische Übersicht von Projekten, der Zugänglichkeit der Ergebnisse und auch möglicher Zulassungen findet man hier:

<http://www.transgen.de/forschung/2662.crispr-genome-editing-beispiele-pflanzen.html>

Das **Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)** bietet auf seinen Infoseiten Antworten auf häufige Fragen zum Thema, u.a. auch den unten zitierten Text:

[https://www.bvl.bund.de/DE/06\\_Gentechnik/02\\_Verbraucher/08\\_FAQ/01\\_FAQ\\_Neue\\_Zuechtungstechniken/FAQ\\_Neue%20Zuechtungstechniken\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/06_Gentechnik/02_Verbraucher/08_FAQ/01_FAQ_Neue_Zuechtungstechniken/FAQ_Neue%20Zuechtungstechniken_node.html)

Als Beispiel eine der zentralen Fragen mit Antwort:

#### ***Worin unterscheidet sich Genome Editing von herkömmlichen Verfahren der Pflanzenzüchtung?***

"Bei der herkömmlichen Pflanzenzüchtung werden Veränderungen im Pflanzengenom genutzt, ohne dass genau bekannt wäre, an welcher Stelle im Genom die Veränderung vorliegt. Man spricht dabei von fehlender Ortsspezifität. Daher müssen in einem Selektionsprozess aus vielen unerwünschten Veränderungen die Erwünschten herausgelesen werden.



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

Beim genome editing dagegen soll ein Gen vorherbestimmt und zielgenau verändert werden. Wie sich die Veränderung an dieser definierten Stelle jedoch gestaltet, hängt davon ab, wie die genome editing Werkzeuge eingesetzt werden: Der Lotsenteil der genome editing Werkzeuge sorgt zunächst dafür, dass der Nuklease-Anteil sich an einer gewünschten Stelle anlagert und dort einen Bruch in den DNA-Strang setzt. Jetzt kommt es darauf an, wie dieser Bruch von der Zelle repariert wird: Überlässt man es der Zelle, so wird dieser Bruch dergestalt repariert, dass an der betroffenen Stelle häufig eine Punktmutation entsteht (Typ I). Man kann hingegen auch ein Stück synthetische DNA in die Zelle einschleusen, die identisch zur ursprünglichen Sequenz an dieser Stelle ist, mit lediglich ein oder wenigen Nukleotiden Abweichung. Die Zelle nutzt diese DNA dann als Vorlage, um den Bruch zu schließen mit dem Ergebnis, dass die enthaltene Veränderung übernommen wird (Typ II). Schließlich ist es möglich, eine synthetische DNA in die Zelle zu geben, die neben der ursprünglichen Sequenz ein größeres Stück Fremd-DNA beinhaltet. Auch dieses wird dann von der Zelle bei der Reparatur in den Bruch hinein synthetisiert (Typ III)."

Eine allgemeine Informationsseite über die Anwendung des CRISPR/Cas9-Verfahrens bei Pflanzen wird hier angeboten:

<http://www.transgen.de/forschung/2564.crispr-genome-editing-pflanzen.html>

### 4. Genom-Sequenzierung

Die Genom-Sequenzierung ist ein molekularbiologisches Analyseverfahren, das die Nukleotidabfolge der DNA ermittelt und so die Erbinformation (Genom) von Organismen entschlüsselt.

Die vielfältigen Methoden der Genomsequenzierung werden auf einer durch das **Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)** geförderten Seite in einer übersichtlichen Liste vorgestellt:

<http://www.pflanzenforschung.de/de/themen/lexikon/dna-sequenzierung-547>

Ein bekanntes Projekt, an dem sich auch das **Max-Planck- Institut für Entwicklungsbiologie** ganz wesentlich beteiligt hat (Projektbeginn war im Jahr 2008), ist das "**1001 Genom-Projekt**", das die Erstellung eines kompletten Katalogs aller Genom- und Genproduktvariationen der Ackerschmalwand (*Arabidopsis thaliana*) zum





## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

Ziel hat. Aus der Kenntnis der Flexibilität des Erbmaterials, welche diese Pflanzen so besonders anpassungsfähig macht, erwarten die Forscher neue Anwendungsmöglichkeiten in der modernen Pflanzenzüchtung: "Menschen können neue Technologien entwickeln und Tiere in andere Regionen abwandern, Pflanzen aber sind an ihren Standort gebunden. Dennoch haben sie Möglichkeiten gefunden, ihr Überleben zu sichern. So auch die Ackerschmalwand, die auf der gesamten Nordhalbkugel zu finden ist. Wie schafft es diese kleine, unscheinbare Pflanze, mit unterschiedlichen Extrembedingungen fertig zu werden?"

[https://www.mpg.de/4404556/1001\\_genom\\_projekt](https://www.mpg.de/4404556/1001_genom_projekt)

Die Projektseiten beginnen wie folgt: "The first genome sequence of any plant was from a single inbred strain (accession) of *Arabidopsis thaliana*. Its complete release in 2000 was a major milestone for biology."

<http://1001genomes.org>

Über die Schwierigkeiten der Genomsequenzierung berichtet ein Artikel aus dem Jahr 2011 der vom **BMBF** unterstützten Seite [www.pflanzenforschung.de](http://www.pflanzenforschung.de). Die Möglichkeiten, die ein Sequenzierungsdatensatz eröffnet, werden wie folgt angegeben:

"Mit der Sequenzierung pflanzlicher Genome verfolgen Wissenschaftler sehr unterschiedliche Ziele. Die Genomsequenz dient beispielsweise:

- der Modellbildung in der (Pflanzen)-Biologie,
- dem besseren Verständnis von Pflanzen mit Relevanz für die menschliche Ernährung, als Futterpflanze oder zur Energiegewinnung
- dem besseren Verständnis der Evolution z.B. durch eine vergleichende Genomforschung oder
- der gezielten Anwendung in der Nutzpflanzengenetik zur effizienteren Züchtung von Kulturpflanzen."

<http://www.pflanzenforschung.de/de/journal/journalbeitraege/herausforderungen-bei-der-genomsequenzierung-von-pflanz-1227>

Auch das Weizengenom ist inzwischen vollständig sequenziert und seit Juni 2016 hier öffentlich zugänglich: <http://www.wheatgenome.org/Tools-and-Resources/Sequences>. Das **internationale Konsortium zur Sequenzierung des Weizens (IWGSC)** geht



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

davon aus, dass das Wissen um den molekularen Bauplan der Nutzpflanze die Entwicklung neuer resistenter und ertragreicher Weizensorten beflügeln wird:

<https://biooekonomie.de/nachrichten/weizengenom-bis-2017-komplett-sequenziert>

<http://www.wheatgenome.org/News/Latest-news/RefSeq-v1.0-URGI>

### 5. Mutationen

Mutationen sind plötzliche Veränderung der Gene, die bei Lebewesen einer Art von einer Generation zur nächsten auftreten und damit deren Merkmale verändern. Mutationen verlaufen zufällig und ungerichtet, d.h. sie haben kein bestimmtes Ziel. Sie können sich für den Organismus negativ, neutral oder vorteilhaft auswirken.

Umfassendere Definitionen des biologischen Begriffes "Mutation" sind (mit Weiterverlinkungen) unter den folgenden Links zu finden:

<http://www.biologie-online.eu/genetik/mutation.php>

<http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/mutation/44508>

<http://www.biologie-lexikon.de/lexikon/mutation.php>

Den Spezialfall der **Mutationszüchtung** erklärt das **Spektrum-Lexikon** wie folgt:

<http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/mutationszuechtung/44520>

Das **Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie** bietet eine Übersichtsseite zu den Pflanzenzüchtungsmethoden an,

<http://www.komm-ins-beet.mpg.de/wissenswertes/zuechtungsverfahren>

von der aus man auch zu Erläuterungen zu Mutationszüchtungen gelangt:

<http://www.komm-ins-beet.mpg.de/wissenswertes/zuechtungsverfahren/mutationszuechtung>



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

### 6. Grüne Gentechnik

Die **Pflanzenforschungs-Infoseiten**, gefördert vom **Bundesministeriums für Bildung und Forschung**, bieten Meldungen zu den aktuellsten Forschungs- und Entwicklungsthemen im Bereich der Pflanzenforschung. Viele der Projekte beinhalten gentechnische Ansätze.

<http://www.pflanzenforschung.de/de/journal/journalbeitrage?thema=landwirtschaft>

Zum Stand der grünen Gentechnik in der deutschen (und europäischen) Landwirtschaft informiert die folgende Seite:

<http://www.transgen.de/anbau/deutschland.html>

Das **Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie** informiert über die Möglichkeiten der Pflanzenzüchtung mithilfe von Gentechnik.

<http://www.komm-ins-beet.mpg.de/wissenswertes/zuechtungsverfahren/zuechtung-mit-hilfe-von-gentechnik>

Und die **Verbraucherzentrale** gibt Antworten auf praktische Fragen zur Verwendung, Vermeidung, Risikopotential, Kennzeichnung etc. von gentechnisch veränderten Pflanzen. Weitere praktische Themen und Fragestellungen werden von dieser Seite weiter verlinkt.

<https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/lebensmittelproduktion/gentechnik-pro-und-contra-8385>

Eine 7-minütige Sendung des **Bayrischen Rundfunks** illustriert in chronologischer Folge die Entwicklung und die landwirtschaftliche Anwendung von gentechnisch verändertem Saatgut bis zum Verbot des Anbaus in Deutschland im Jahr 2008.

<https://www.br.de/mediathek/video/gruene-gentechnik-daten-und-fakten-av:584f8b1b3b46790011a09c9e?t=14s>

Auch die **ARD-Reihe Planet Wissen** befasst sich in einem knapp einstündigen Dokumentarfilm mit dem Thema "Wie werden wir in Zukunft satt?" (<http://www.planet-wissen.de/video-wie-werden-wir-in-zukunft-satt-100.html>) und bietet in diesem Zusammenhang auch eine Themenseite zur grünen Gentechnik an:



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

<http://www.planet-wissen.de/natur/forschung/gentechnik/pwiegruenegentechnik100.html>

Eine umfangreiche illustrierte **Broschüre der Deutschen Forschungsgemeinschaft** aus dem Jahr 2010 (aber mit vielen, immer noch sehr aktuellen Inhalten und Aspekten) zum Thema "**Grüne Gentechnik**" kann hier heruntergeladen werden:

[http://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_magazin/forschungspolitik/gruene\\_gentechnik/broschuere\\_gruene\\_gentechnik.pdf](http://www.dfg.de/download/pdf/dfg_magazin/forschungspolitik/gruene_gentechnik/broschuere_gruene_gentechnik.pdf)

Nach einer ausführlichen Einleitung zu Pflanzenzüchtungsmethoden wird auf die Potentiale gentechnisch veränderter Pflanzen eingegangen, ein Kapitel der Risiko-Nutzen-Abschätzung gewidmet sowie auch rechtliche, ökonomische und soziale Fragen zur grünen Gentechnik aufgegriffen.

### 7. Gesetzeslage und EU-Verordnung zur Gentechnik

Auf der folgenden Webseite werden etliche durch die Bundesregierung finanzierte Projekte zur biologischen Sicherheitsforschung vorgestellt. Laut deren Ergebnissen zeigen gentechnisch veränderte Pflanzen im Vergleich zu konventionell gezüchteten kein höheres Risiko für Umweltbeeinträchtigungen.

<http://www.transgen.de/sicherheit/umwelt.html>

Gentechnisch veränderte Organismen müssen gekennzeichnet werden. Hier stehen detaillierte Informationen zur Kennzeichnungspflicht bereit:

<http://www.transgen.de/recht/kennzeichnung.html>

**Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates – Erklärung der Kommission**

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32001L0018&from=DE>

Eine Übersicht zum aktuellen Rechtsrahmen der EU bieten die Seiten des **österreichischen Umweltbundesamtes**:



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/gentechnik/gentechnikgesetze/euregulations/>

Auch die deutschsprachigen Seiten der **Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA)** informieren über den europäischen Rechtsrahmen für den Einsatz der Gentechnologie:

<http://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/genetically-modified-organisms>

### 8. Krankheits- und Schädlingsresistenzen in Pflanzen

Viele Pflanzen verfügen über natürliche Resistenzen gegen bestimmte Krankheiten oder Schädlinge. Diese Resistenzen lassen sich durch klassische Züchtungsmethoden oder – deutlich schneller – durch die modernen gentechnischen Verfahren auch auf Nutzpflanzen übertragen.

<http://www.transgen.de/forschung/pflanzengesundheit.html>

<http://www.transgen.de/forschung/1471.apfel-gene-apfelschorf-feuerbrand.html>

<http://www.tagesspiegel.de/wissen/neue-methode-zurschaedlingsbekaempfung-widerden-kartoffelfresser/11430808.html>

Die Erfolge sind jedoch nicht immer dauerhaft, denn auch die Erreger und Schädlinge passen sich an, hier nur einige Beispiele:

<http://www.transgen.de/anbau/1463.gentechnik-resistente-schaedlinge.html>

<http://www.epi-gen.de/themen/oekologie/btresistenz>

<http://www.pflanzenforschung.de/de/journal/journalbeitrage/resistent-tolerant-und-ertragreich-gentechnisch-veraend-10339>

<http://www.spektrum.de/news/neue-bt-pflanzen-anfaelliger-fuer-resistenzen-als-erhofft/1328637>



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

Mit dem CRISPR/Cas9-Verfahren geht dies deutlich einfacher, wie dieses Video zeigt. Hier wird beschrieben, wie Weizen resistent gegen Mehltau gemacht werden soll:

Das Video ist unter

<https://www.youtube.com/watch?v=GiwMTK8Qz9s&feature=youtu.be> abrufbar.

Ein interessanter Fachartikel ist folgender:

Optimizing pyramided transgenic Bt crops for sustainable pest management  
Yves Carrière, Neil Crickmore & Bruce E Tabashnik, **Nature Biotechnology**, Volume  
33/2. published online 19 January 2015; doi:10.1038/nbt.3099

### 9. Trockenheitsresistenz

Hitze, Dürre, Überflutung – was macht Pflanzen stresstolerant gegenüber widrigen Umweltbedingungen? Hierzu forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf der ganzen Welt.

Ein Beispiel dazu sind die Versuche an Modellpflanzen im Labor der **Universität Erlangen**:

<http://www.pflanzen-forschung-ethik.de/konkret/stresstoleranz.html>

Ein Video der **Deutschen Welle** zeigt Forschung von WissenschaftlerInnen des Forschungszentrums Jülich mit KollegInnen aus dem nördlichen Indien. Wie werden "stresstolerante Pflanzen" im Labor experimentell hergestellt?

Das Video ist unter <https://youtu.be/F8OsuAiyRdo> einsehbar.

Die Fähigkeiten wilder Pflanzen, mit Trockenheit zurechtzukommen, sind natürlich für die Züchtung von Nutzpflanzen hochinteressant, vor allem auch, um diese an die Folgen des globalen Klimawandels anzupassen:

<http://www.transgen.de/lexikon/1839.trockentoleranz-duerretoleranz.html>

<http://www.transgen.de/forschung/860.wassereffiziente-nutzpflanze-stresstoleranz.html>



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

<http://www.pflanzenforschung.de/de/journal/journalbeiträge/ueberleben-wenn-die-duerre-kommt-1633>

(mit zahlreichen weiterführenden Links)

### 10. Salztoleranz

In vielen heißen und trockenen Regionen der Welt ist Landwirtschaft nur mit Hilfe künstlicher Bewässerung möglich. Diese birgt jedoch das Risiko der Bodenversalzung, da das verdunstende Wasser die gelösten Salze im Boden zurücklässt. Auch viele aufgrund natürlicher Bedingungen salzhaltige Flächen können heute landwirtschaftlich nicht genutzt werden.

<http://www.pflanzenforschung.de/de/journal/journalbeiträge/2000-hektar-am-tag-die-versalzung-der-boeden-entzieht-d-10337>

<http://www.zeit.de/1974/31/pflanzen-die-salz-tolerieren>

<http://www.spektrum.de/magazin/neue-nutzpflanzen-mit-salzresistenz-als-waffe-gegen-versalzte-ackerboeden/1420989>

[https://www.proplanta.de/Agrar-Nachrichten/Wissenschaft/Versalzung-der-Boeden-fordert-Pflanzenzucht\\_article1414805676.html](https://www.proplanta.de/Agrar-Nachrichten/Wissenschaft/Versalzung-der-Boeden-fordert-Pflanzenzucht_article1414805676.html)

Die Entwicklung salztoleranter Nutzpflanzen wird deshalb mit Hochdruck vorangetrieben: Aktuell forscht zum Beispiel eine Arbeitsgruppe der **Universität Würzburg** an salztolerantem **Quinoa**:

<https://www.uni-wuerzburg.de/sonstiges/meldungen/single/news/salztolerante-pflanzen-zuechten/>

Dem Team um Dr. Staffan Persson, bis Januar 2015 Arbeitsgruppenleiter am **Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie** und aktuell Professor an der Universität Melbourne in Australien ist es gelungen, Proteine zu identifizieren, die einem Ertragsverlust bei Salzstress von Pflanzen entgegenwirken könnten.

<http://www.komm-ins-beet.mpg.de/wissenswertes/aus-unserer-forschung/forschungsergebnisse/auch-pflanzen-koennen-gestresst-sein>



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

### 11. Pflanzenzucht

Eine Übersicht darüber, wie Pflanzenzüchtung mit und ohne Gentechnik durchgeführt wird, gibt das durch das **Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst** im Rahmen des Projektes „Grüne Biotechnologie und Ethik“ geförderte **Webportal „Pflanzen.Forschung.Ethik.“**:

<http://www.pflanzen-forschung-ethik.de/verfahren/ueberblick-verfahren.html>

Die "Schule-und-Gentechnik"-Seiten bieten Informationen als **Einstieg ins Thema Pflanzenzucht** an:

<https://www.schule-und-gentechnik.de/lehrer/fallbeispiele/pflanzenzucht/>

Der Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter behandelt auf seinen Webseiten viele Themen rund um die Pflanzenzucht. Dort erfährt man u.a. auch: Die Pflanzenzucht ist ein Bereich mit vielfältigen Berufsbildern.

<http://www.diepflanzenzuechter.de>

Eine ca. 40 minütige Sendung in der ZDF Mediathek illustriert, welche Möglichkeiten in der Pflanzenzucht heute mit der CRISPR-Genschere bestehen.

<https://www.zdf.de/wissen/revolution-in-der-pflanzenzucht-104.html>

### 12. Geschichte der Pflanzenzüchtung

Buch- und Leseempfehlungen zu diesem Thema sind:

Schwanitz, F. (1957). Die Entstehung der Kulturpflanzen. Berlin [u.a.]: Springer.

Wieland, T (2004). "Wir beherrschen den pflanzlichen Organismus besser, ..." - Wissenschaftliche Pflanzenzüchtung in Deutschland, 1889-1945. München: Deutsches Museum.





## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

Heim, S (2004). Thomas Wieland, "Wir beherrschen den pflanzlichen Organismus besser". Rezension. In: **sehpunkte. Rezensionsjournal für die Geschichtswissenschaften**. (<http://www.sehpunkte.de/2005/05/7052.html>).

Emmerling-Skala, A (2005). Etappen auf dem Weg zu einer Geschichte der Pflanzenzüchtung. Überlegungen aus Anlaß eines Buches von Thomas Wieland. **Berichte zur Wissenschaftsgeschichte** 28: 174-179. (<https://doi.org/10.1002/bewi.200401125>)

Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e.V. (2006). Ein Rückblick auf die Geschichte der Pflanzenzüchtung und der GFPi ([http://www.bdp-online.de/Pdf/de/GFPi/Ueber\\_uns/Historie.pdf?](http://www.bdp-online.de/Pdf/de/GFPi/Ueber_uns/Historie.pdf?))

Das **Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie** in Potsdam lädt in der Zeit von Mai bis Oktober zu Feldführungen unter dem Motto „KOMM INS BEET“ ein. Der 90-minütige geführte Rundgang besteht aus mehreren Stationen, an denen neben den Grundlagen der Genetik und der Entwicklung verschiedener Kulturpflanzen auch aktuelle Verfahren zur Herstellung von Hochleistungssorten erklärt werden. Außerdem wird auf die Erforschung und Erschließung der natürlichen Diversität eingegangen sowie auf den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen in Forschung und Landwirtschaft. Auch die Rolle von Pflanzen als nachwachsende Rohstoffe wird behandelt. Nähere Infos gibt es hier:

<http://www.komm-ins-beet.mpg.de/>

### 13. Ökologischer Landbau

Auf der Seite des Umweltbundesamtes finden Sie umfassende Daten zu Situation und Strukturen des ökologischen Landbaus in Deutschland, sowie mehrere weiterführende Links.

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/oekologischer-landbau#textpart-3>

Auch die Seite des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft erläutert Rahmenbedingungen und aktuelle Situation des Biolandbaus in Deutschland, gibt Informationen zu Logos und Kontrollen, und auch das Bundesprogramm Ökologischer



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) sowie die Zukunftsstrategie ökologischer Landbau sind hier abrufbar.

[https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachhaltige-Landnutzung/Oekolandbau/oekolandbau\\_node.html](https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachhaltige-Landnutzung/Oekolandbau/oekolandbau_node.html)

Freyer, B (Hrsg.) (2016). Ökologischer Landbau. Grundlagen, Wissensstand und Herausforderungen. Bern: Haupt Verlag.

Infoblatt Ökologischer Landbau. <https://www.klett.de/alias/1006162>

Video der **Online-Lernplattform "The Simple Club"**:

Das Video ist auch unter <https://youtu.be/1ox8k1hsumw> abrufbar.

### 14. Saatgut-Konzerne

Die Rolle und Interessen der Saatgutkonzerne bei der Entwicklung und Vermarktung der mit den neuen gentechnischen Verfahren erzeugten Nutzpflanzen wird kontrovers diskutiert, hier einige Beispiele:

Kaltwasser, N (2006). Das Saatgut liegt in den Händen weniger Konzerne. Die Branche ist so konzentriert wie nie.

(<https://www.3sat.de/page/?source=/makro/magazin/doks/190280/index.html>)

Walter, T (2016). Die Saat des Bösen. Monsanto setzt Landwirte mit Knebelverträgen unter Druck.

(<https://www.3sat.de/page/?source=/makro/magazin/doks/188650/index.html>)

Das Video "Kampf ums Saatgut - Wer bestimmt, was wir essen?" ist auch abrufbar unter: <http://www.ardmediathek.de/tv/DokThema/Kampf-ums-Saatgut-Wer-bestimmt-was-wi/BR-Fernsehen/Video?bcastId=40552236&documentId=43867834>.

**Deutsche Wirtschafts Nachrichten** (2013). Saatgut: Drei Konzerne bestimmen den Markt für Lebensmittel. (<https://deutsche-wirtschafts-nachrichten.de/2013/05/07/saatgut-drei-konzerne-bestimmen-den-markt-fuer-lebensmittel/>)



## Zusatzmaterial zur Sendung 06: Biologie und Ethik: Die Crispr-Revolution – genetisch veränderte Pflanzen

**Spiegel Online** (2012). EuGH-Urteil: Gerichtshof kippt Saatgut-Monopol der Konzerne.  
(<http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/eugh-richter-kippen-saatgut-monopol-der-konzerne-a-844019.html>)

Der **Dokumentarfilm "Monsanto, mit Gift und Genen"** (Originaltitel: Le monde selon Monsanto) aus dem Jahr **2008** von **Marie-Monique Robin** beleuchtet die Produkte und Geschäftspraktiken des Monsanto-Konzerns.

<http://www.taz.de/!5185380/>)