

C | A | U



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



University at the Baltic Sea





# Von der pflanzlichen Gentechnik zur Genom-Edierung

**Prof. Dr. Frank Kempken**

Abt. Botanische Genetik und Molekularbiologie, CAU, Kiel







# Jedes Lebewesen kann gentechnisch verändert werden



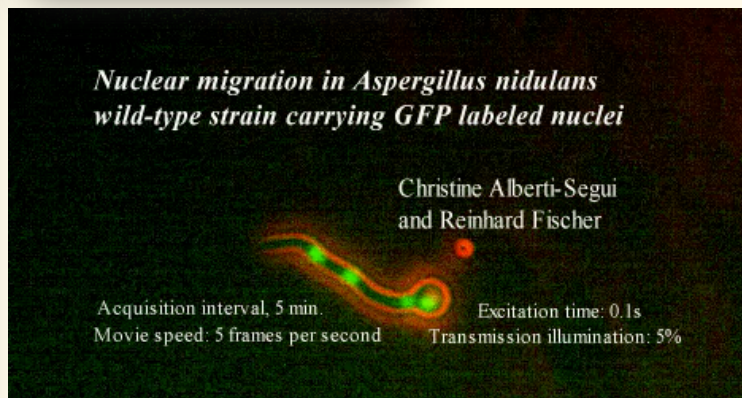
Bakterium und Fremd-DNA | Bild: BR



Bild: Frank Kempken



Bild: Thomas Roeder





# Gentechnik und besonders transgene Pflanzen sind nicht beliebt



Bild: Frank Kempken

außer bei transgenen Petunien



Quelle: Greenpeace



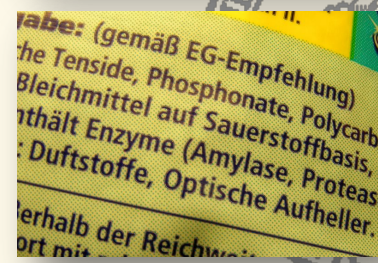
© Gränzer / Greenpeace München





## Gentechnik ist aber Teil unseres täglichen Lebens

- im Oktober 2019 waren 278 Arzneimittel mit 228 gentechnisch hergestellten Wirkstoffen zugelassen
- EU führt jährlich ca. 35 Millionen Tonnen (gentechnisch veränderte) Sojabohnen ein; etwa die Hälfte davon als Sojaschrot. Damit erzeugtes Fleisch, Eier und Milchprodukte sind Teil unserer Nahrung.
- Zusatzstoffe, Aminosäuren und Vitamine sind oft gentechnisch erzeugt
  - kostengünstig, umweltfreundlicher
  - müssen nicht gekennzeichnet werden
  - z.B. Glutamat, Cystein, Aspartam, Inosinsäure, Zitronensäure, Vitamin B2, B12
- Enzyme in Waschmitteln, Geldscheine, Blumen ...



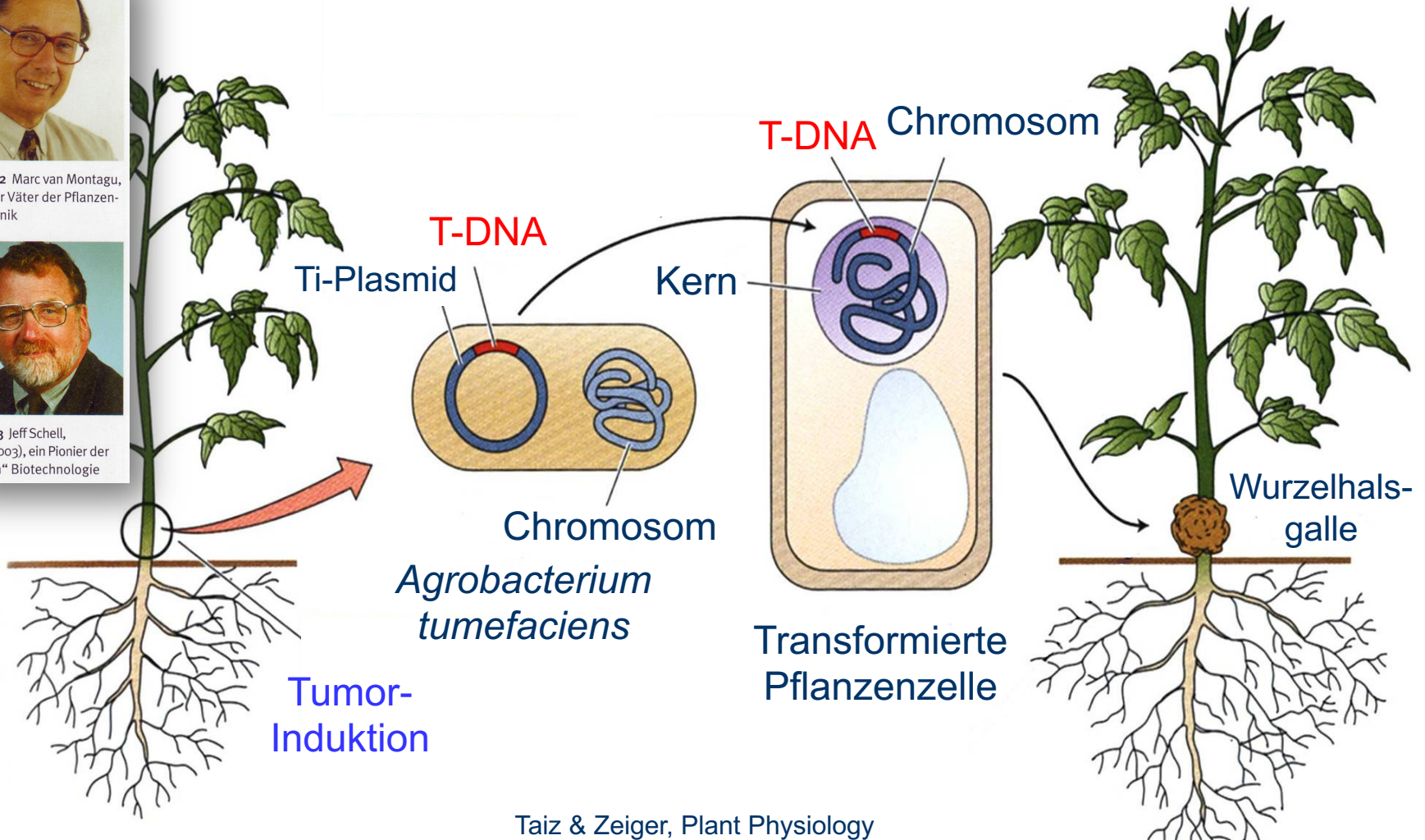
# A. tumefaciens überträgt einen Teil seiner DNA auf Höhere Pflanzen



Abb. 7.32 Marc van Montagu, einer der Väter der Pflanzengentechnik



Abb. 7.33 Jeff Schell, (1935-2003), ein Pionier der „Grünen“ Biotechnologie



Taiz & Zeiger, Plant Physiology

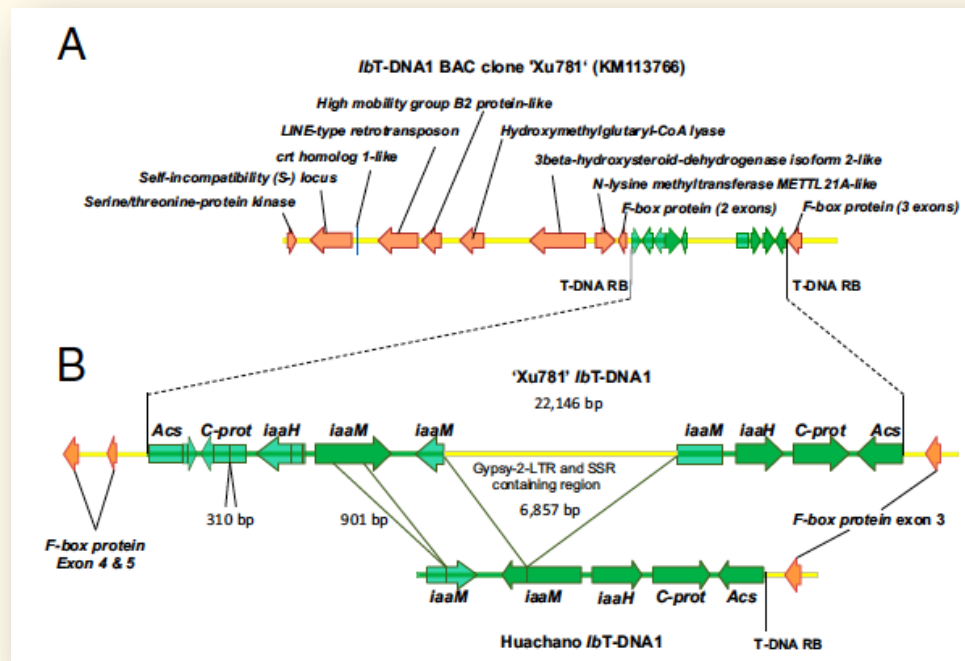
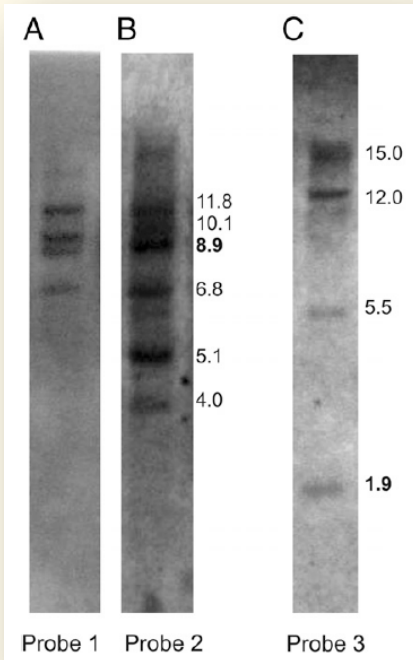


# Transgene Pflanzen und *in vitro* Kultur



# Süßkartoffeln enthalten Reste der T-DNA – natürliche Gentechnik?

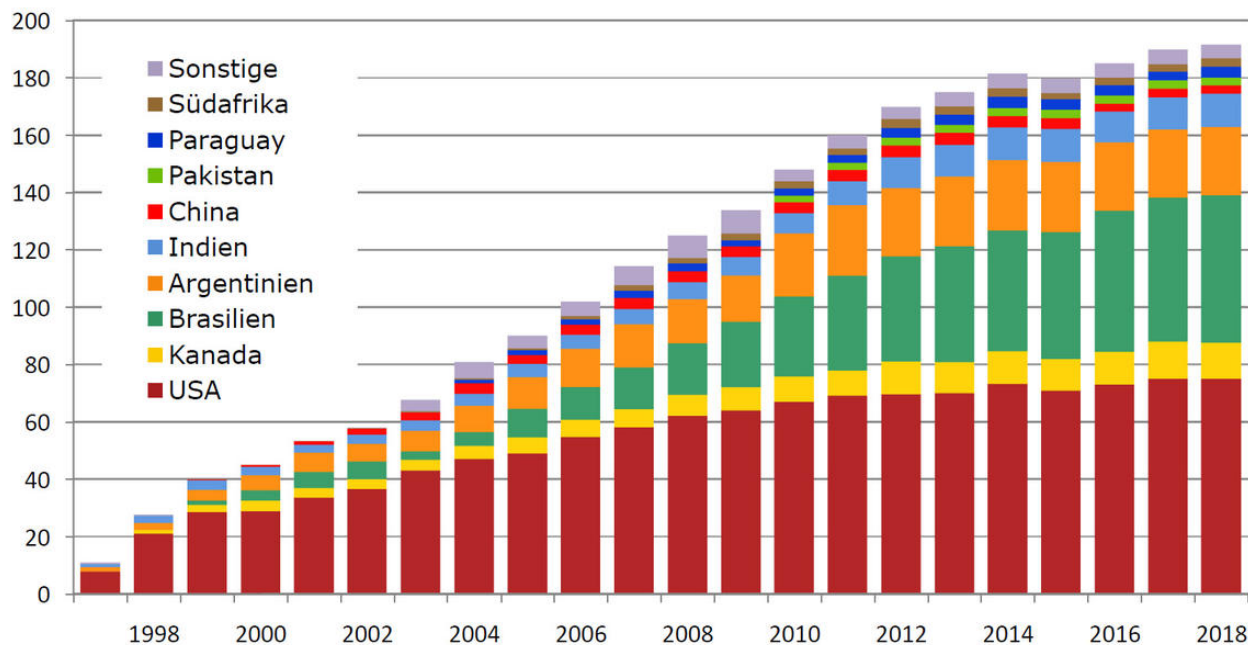
- 291 Süßkartoffelsorten wurden getestet
- alle enthalten Reste der T-DNA (außer in Wildformen)
- diese T-DNA ist in der „Huachano“ Sorte noch aktiv
- wahrscheinlich hatte die Infektion mit Agrobakterium einen Vorteil und unsere Vorfahren haben daraus Kultur-Sorten entwickelt







## Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen nach Ländern



**Gentechnisch veränderte Pflanzen:  
Anbauflächen weltweit 1996-2018 in Mio. Hektar**

Quelle Zahlen: ISAAA

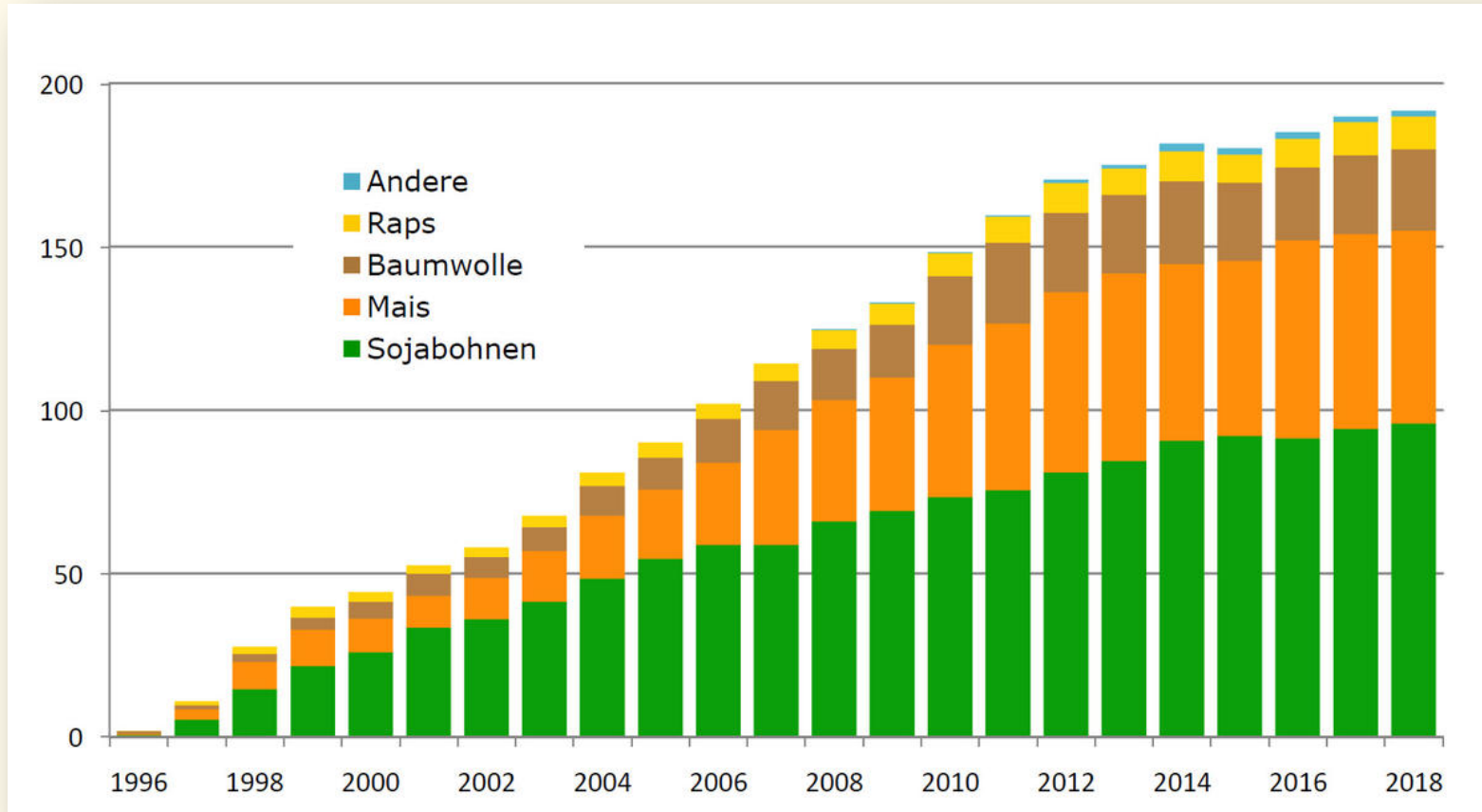
[www.transgen.de](http://www.transgen.de)

- Anbaufläche 2018 mehr als 191,7 Mio. Hektar
- Millionen von Kleinbauern in Entwicklungsländern
- GVO-Anbau in Deutschland seit 2009 verboten





# Anwendung in der Landwirtschaft – die wichtigsten Pflanzen



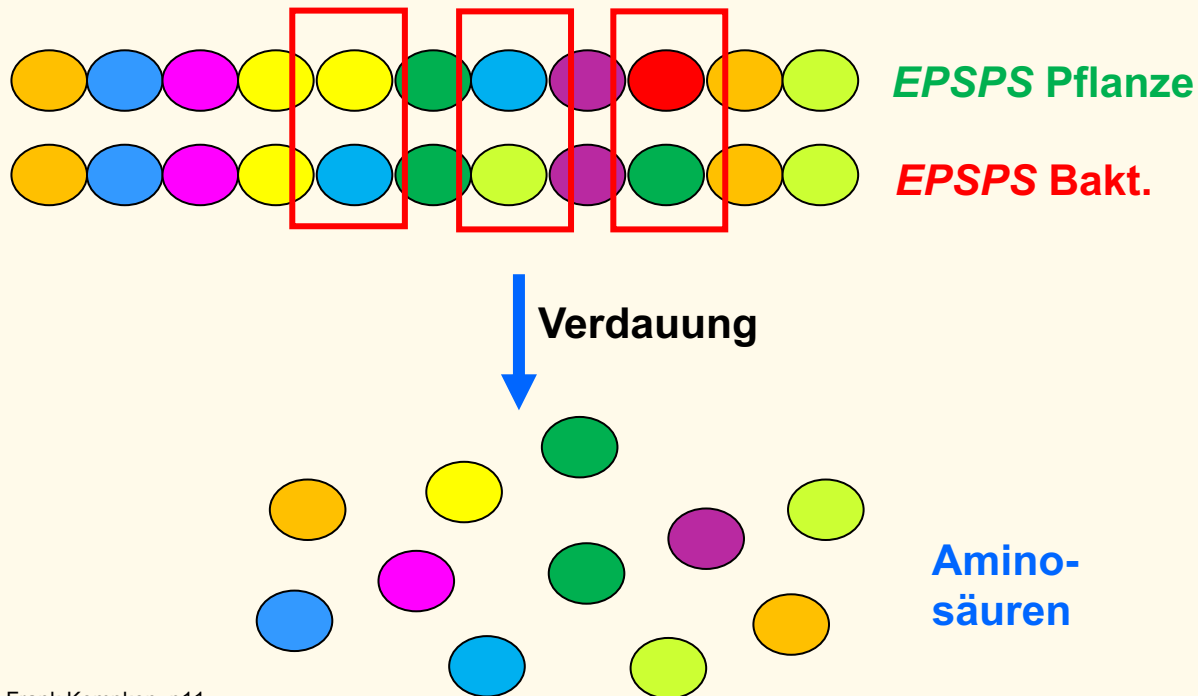
Anbauflächen in Mio. ha; Quelle: ISAAA / www.transgen.de





# Glyphosat-resistente Sojabohnen

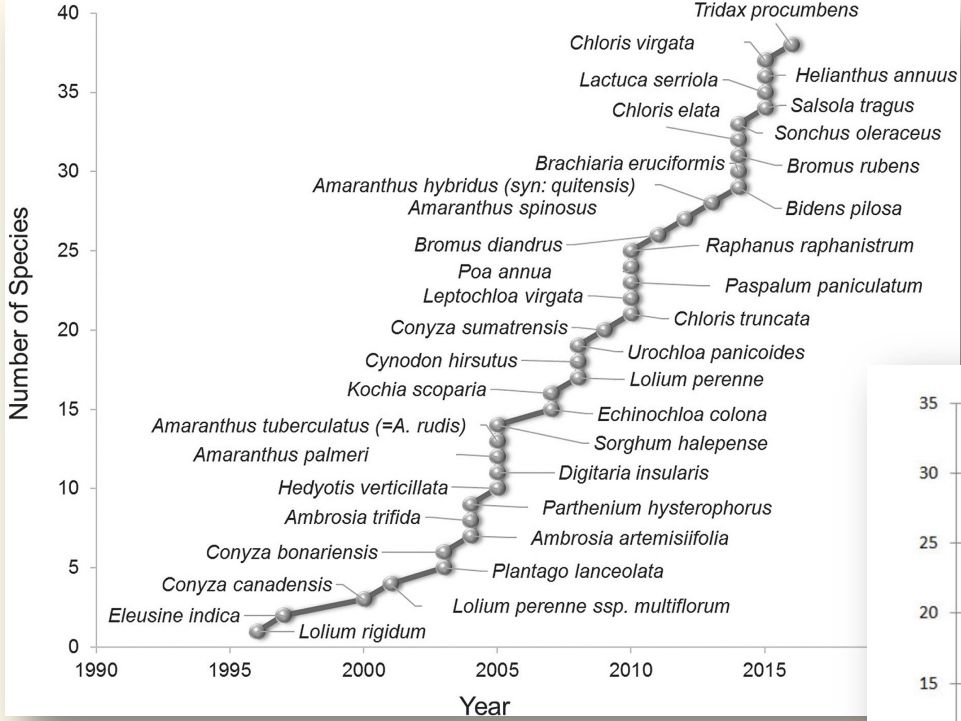
- Resistenz durch modifiziertes Enzym *EPSPS*
  - 3-Enolpyruvylshikimat-5-Phosphatsynthase
  - Schlüsselenzym für die Synthese aromatischer Aminosäuren
  - Gen bei Tier und Mensch nicht vorhanden
  - Resistenz durch bakterielle EPSPS



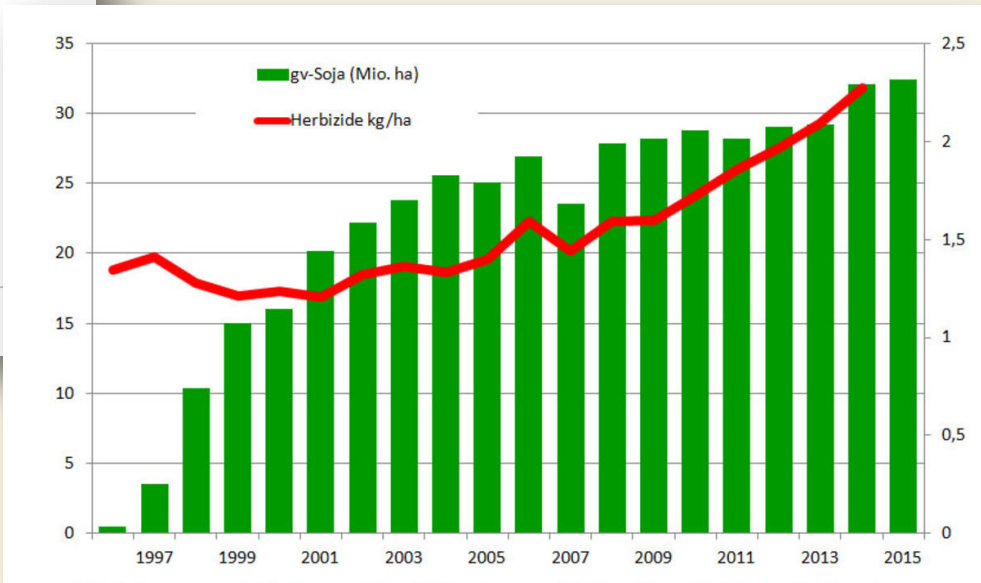
Bilder: Monsanto



# Resistenz und Herbizidverbrauch (Glyphosat)



**Glyphosat-resistente Wildpflanzen weltweit**  
 2017; <https://doi.org/10.1002/ps.4760>



**Anbau transgener Sojabohnen und Herbizidverbrauch in den USA; [www.transgen.de](http://www.transgen.de)**





# Vergleich konventioneller und transgener Pflanzen: kaum Unterschiede - Auswertung von ca. 1800 Studien

WISSEN.  
WAS IST.  
Die transGEN Datenbank

Geben Sie ein, wozu Sie etwas wissen wollen:  
eine Pflanze, ein Lebensmittel, eine Zutat, einen Zusatzstoff oder eine E-Nummer.

Datenbanksuche

Alle Einträge:

- » Pflanzen
- » Lebensmittel
- » Zutaten und Zusatzstoffe
- » E-Nummern
- » Enzyme
- » Fragen?

## Gentechnisch veränderte Pflanzen: 1800 Studien, aber kaum Hinweise auf Risiken für Umwelt und Gesundheit

**(21.10.2013) Gentechnisch veränderte Nutzpflanzen haben keine nachweisbaren negativen Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit – so das Ergebnis einer aktuellen Studie, für die fast 1800 wissenschaftliche Veröffentlichungen aus zehn Jahren ausgewertet wurden. Belege für ernstzunehmende Risiken ließen sich nicht finden, so die Autoren. Dass gentechnisch veränderte Pflanzen trotzdem immer noch auf große Ablehnung stoßen, führen sie auf Mängel bei der Wissenschaftskommunikation zurück.**

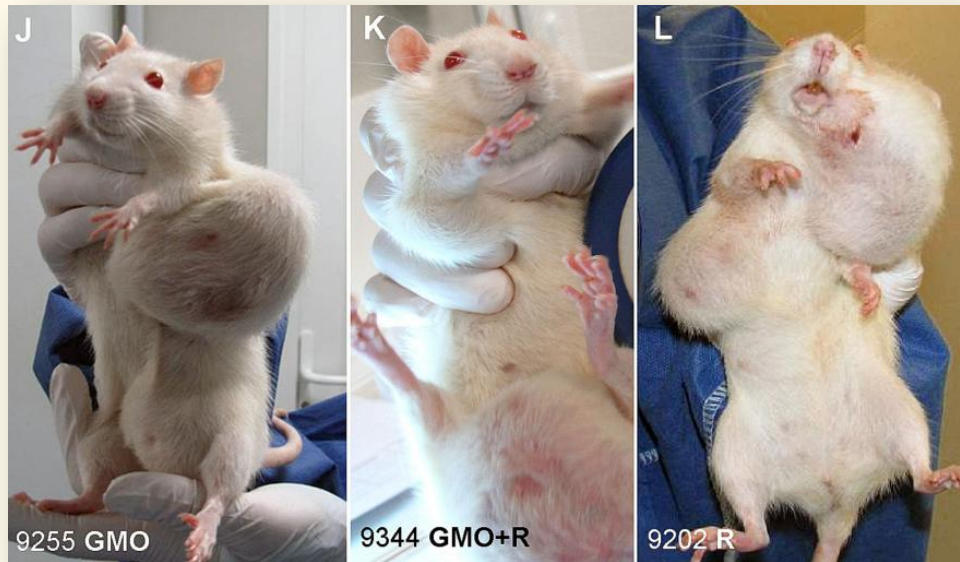


1996 kamen die ersten gentechnisch veränderten Nutzpflanzen auf den Markt. Bis heute sind hauptsächlich  herbizidtolerante Pflanzen sowie  insektenresistente  Bt-Pflanzen kommerziell erhältlich und werden auf mittlerweile 170 Millionen Hektar weltweit

Alessandro Nicolai, Alberto Manzo, Fabio Veronesi & Daniele Rosellini (2013) An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. Critical Reviews in Biotechnology. Vol. 34 Pages 77-88  
<https://doi.org/10.3109/07388551.2013.823595>



# FakeNews im Fernsehen: GMO Mais verursacht (angeblich) Krebs



- Studie von Wissenschaftler-Gruppe um Gilles-Eric Séralini (2012)
- „Ergebnisse“ wurden in den HEUTE Nachrichten des ZDFs vom 20.09.2012 als Fakt dargestellt







## FakeNews im Fernsehen: GMO Mais verursacht (angeblich) Krebs



es fehlt die  
Kontrollratte  
die weder GMO  
noch R  
bekommen  
hat



- Studie von Wissenschaftler-Gruppe um Gilles-Eric Séralini (2012)
- „Ergebnisse“ wurden in den HEUTE Nachrichten des ZDFs vom 20.09.2012 als Fakt dargestellt

<https://www.newscientist.com/article/dn22287-study-linking-gm-crops-and-cancer-questioned/>  
<http://www.fondapol.org/en/etudes-en/the-seralini-affair-the-dead-end-of-an-activist-science/>



# FakeNews im Fernsehen: GMO Mais verursacht (angeblich) Krebs



- Studie von Wissenschaftler-Gruppe um Gilles-Eric Séralini (2012)
- „Ergebnisse“ wurden in den HEUTE Nachrichten des ZDFs vom 20.09.2012 als Fakt dargestellt
- massive Kritik von Fachwissenschaftler\*innen an Qualität der Studie
- Original-Studie wurde später wegen massiver Fehler zurückgezogen

<https://www.newscientist.com/article/dn22287-study-linking-gm-crops-and-cancer-questioned/>  
<http://www.fondapol.org/en/etudes-en/the-seralini-affair-the-dead-end-of-an-activist-science/>







# Gibt es einen Zusammenhang von transgenen Pflanzen und Krebs?

Google

GMO cancer

Alle News Bilder Shopping Videos Mehr Einstellungen Suchfilter

Ungefähr 5.990.000 Ergebnisse (0,41 Sekunden)

**Wissenschaftliche Artikel zu GMO cancer**

... iron oxide nanoparticles for targeted **cancer** therapy - Dilhawaz - Zitiert von: 349

Rectal **cancer** - Bonadeo - Zitiert von: 97

... **GMO**-paclitaxel in a hormone refractory prostate **cancer** ... - Kim - Zitiert von: 5

www.mdanderson.org › publications › Diese Seite übersetzen

**Do GMOs cause cancer? | MD Anderson Cancer Center**

If you munch on corn for dinner, cook with canola oil or eat cereal for breakfast, chances are you're taking in a genetically modified organism (GMO). "To some ...

blog.dana-farber.org › 2019/08 › i... › Diese Seite übersetzen

**Is There Evidence That GMOs Can Cause Cancer? | Dana ...**

29.08.2019 - **GMO** stands for **genetically modified organism**; this can be applied to ... evidence to conclude that **GMOs** and GM foods can increase **cancer** ...

www.ncbi.nlm.nih.gov › articles › Diese Seite übersetzen

**Genetically modified foods, cancer, and diet: myths and reality**

This commentary deconstructs, discredits, and demystifies the paradigm that eating genetically modified foods causes **cancer**, and appraises the research ...

von LZG Touyz - 2013 - Zitiert von: 7 - Ähnliche Artikel

BACKGROUND · SCIENTIFIC METHODS ... · PREDISPOSING ... · DISCUSSION

www.cancerresearchuk.org › do-g... › Diese Seite übersetzen

**Do genetically modified foods cause cancer? | Cancer ...**

23.12.2019 - No, there's no reliable evidence to suggest genetically modified (GM) foods cause **cancer**.

www.cancer.ca › eat-well › genetic... › Diese Seite übersetzen

**Genetically modified foods - Canadian Cancer Society**

**GMOs** and **cancer**. Some people are concerned that genetically modified foods cause **cancer**, but there's no reliable evidence to support this claim. Explore related ...

gmoanswers.com › do-gmos-cause... › Diese Seite übersetzen

**Do GMOs Cause Cancer? | GMO Answers**

**Cancer** is a scary and complex group of diseases with many possible causes, but **GMOs** are not one of them. In fact, future **GMO** plants may even play a role in ...

**GMO & Cancer**

**5.99 Mio. Google Hits!**

**known real cases of cancer from GMO?**

**0**

not counting human therapy





## Fazit gentechnisch veränderte Pflanzen

- praktische jede Pflanze kann gentechnisch verändert werden
- weltweite Nutzung auf >180 Mio. Hektar
- Sicherheit vergleichbar mit konventionellen Agrarsorten







## Fazit gentechnisch veränderte Pflanzen

- praktische jede Pflanze kann gentechnisch verändert werden
- weltweite Nutzung auf >180 Mio. Hektar
- Sicherheit vergleichbar mit konventionellen Agrarsorten
- **jedoch keine Akzeptanz in Europa und insbes. Deutschland**



## Genom-Edierung

- gezielte Veränderung (Mutagenese) eines bestimmten Gens an einer bestimmten Position
- früher eine enorme Herausforderung
  - Genome sind sehr groß und können Milliarden von DNA-Bausteinen enthalten
  - ein einzelnes Gen zu verändern war somit fast unmöglich
  - man könnte von einem Glückspiel sprechen
- neue Verfahren haben diese Probleme jedoch weitgehend gelöst



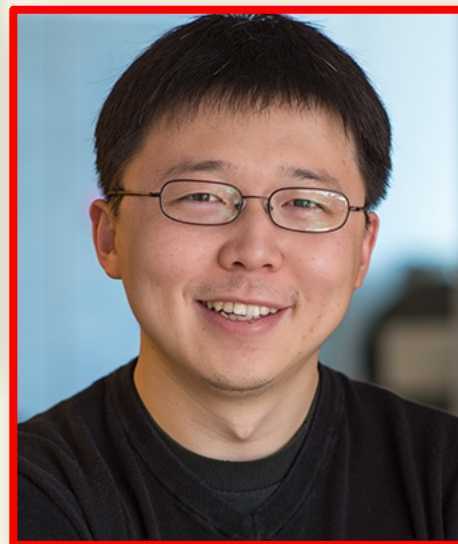
# Die Entdecker\*innen der CRISPR-CAS Methode



Jennifer Doudna



Emmanuelle Charpentier

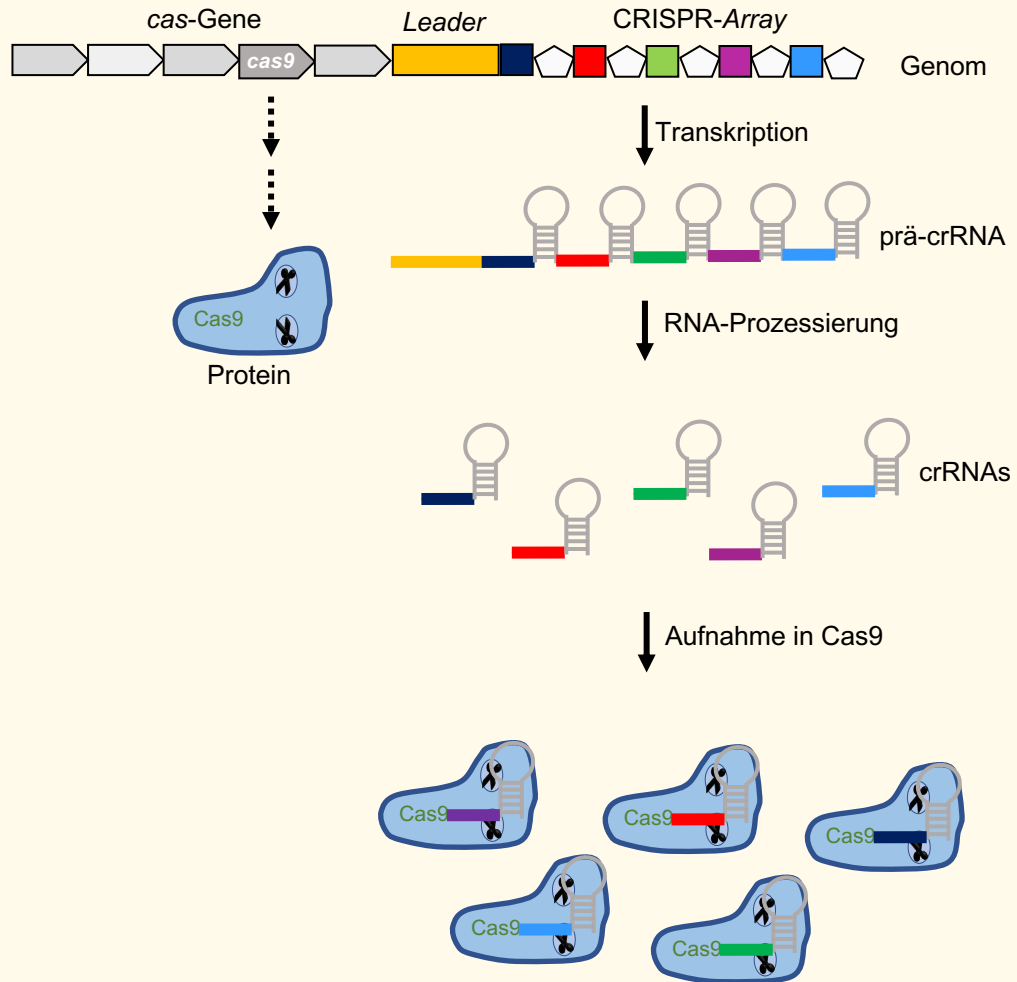


Feng Zhang

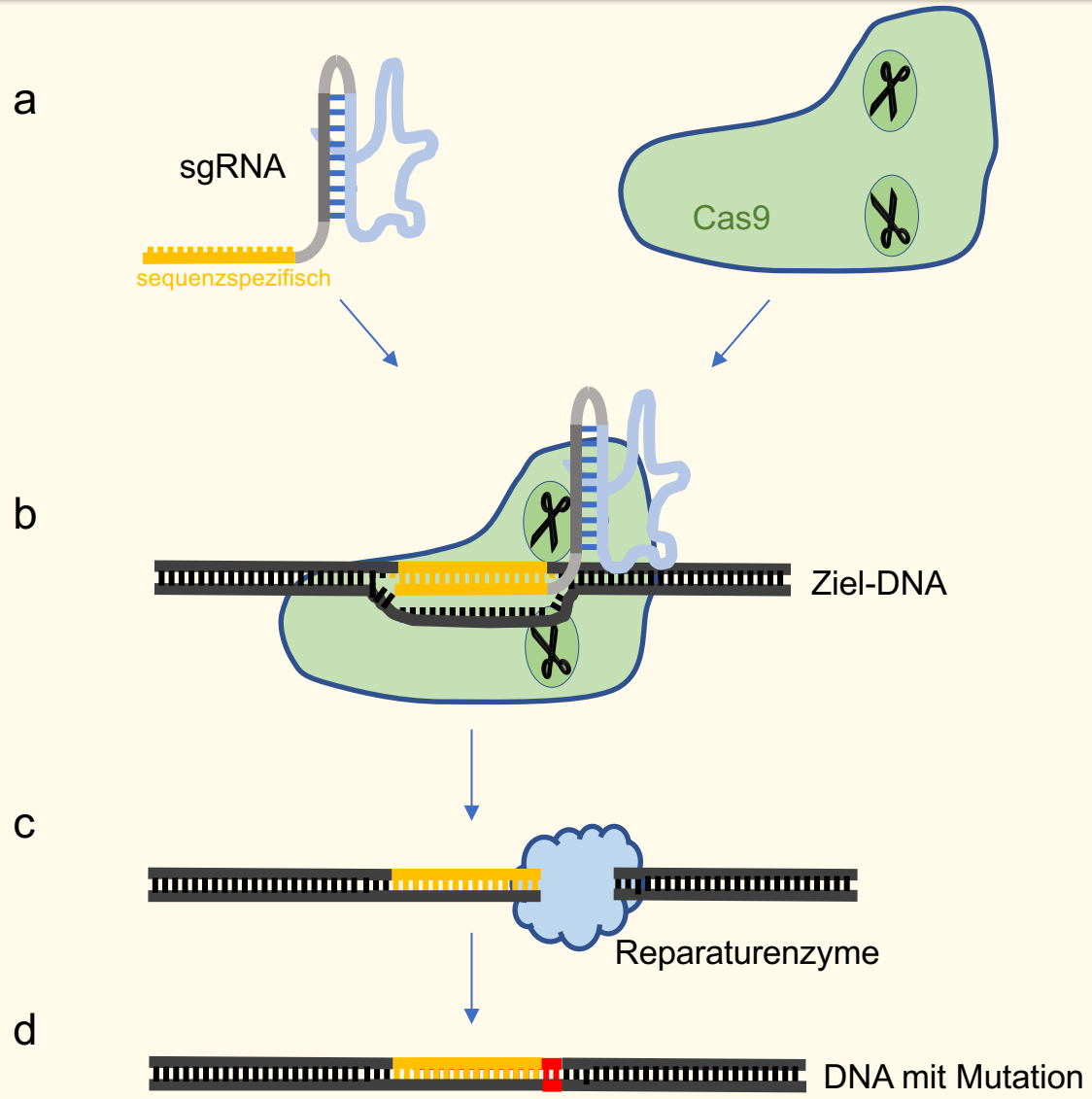




# CRISPR-CAS in Bakterien – eine Art Immunsystem

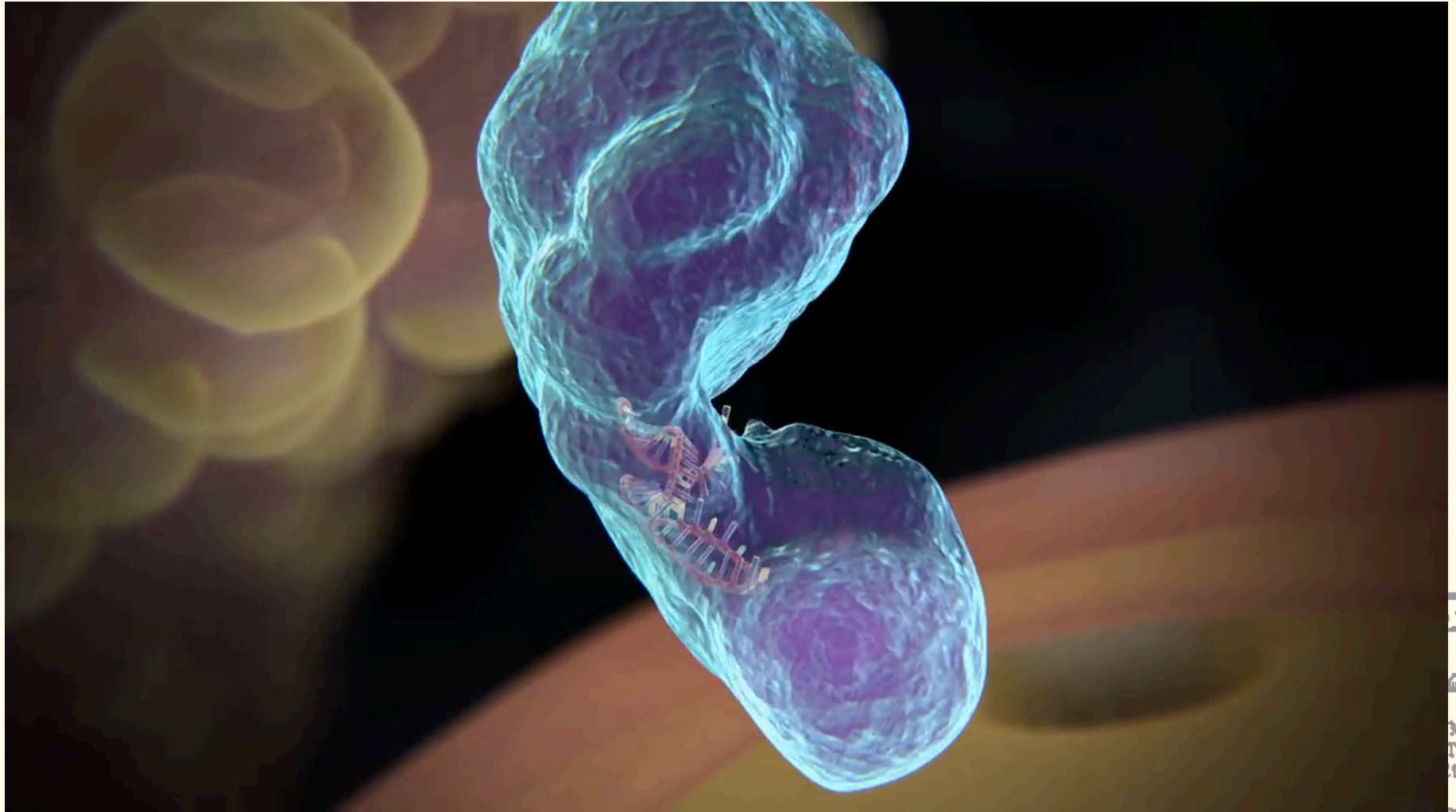


# CRISPR-CAS modifiziert für die Genom-Edierung



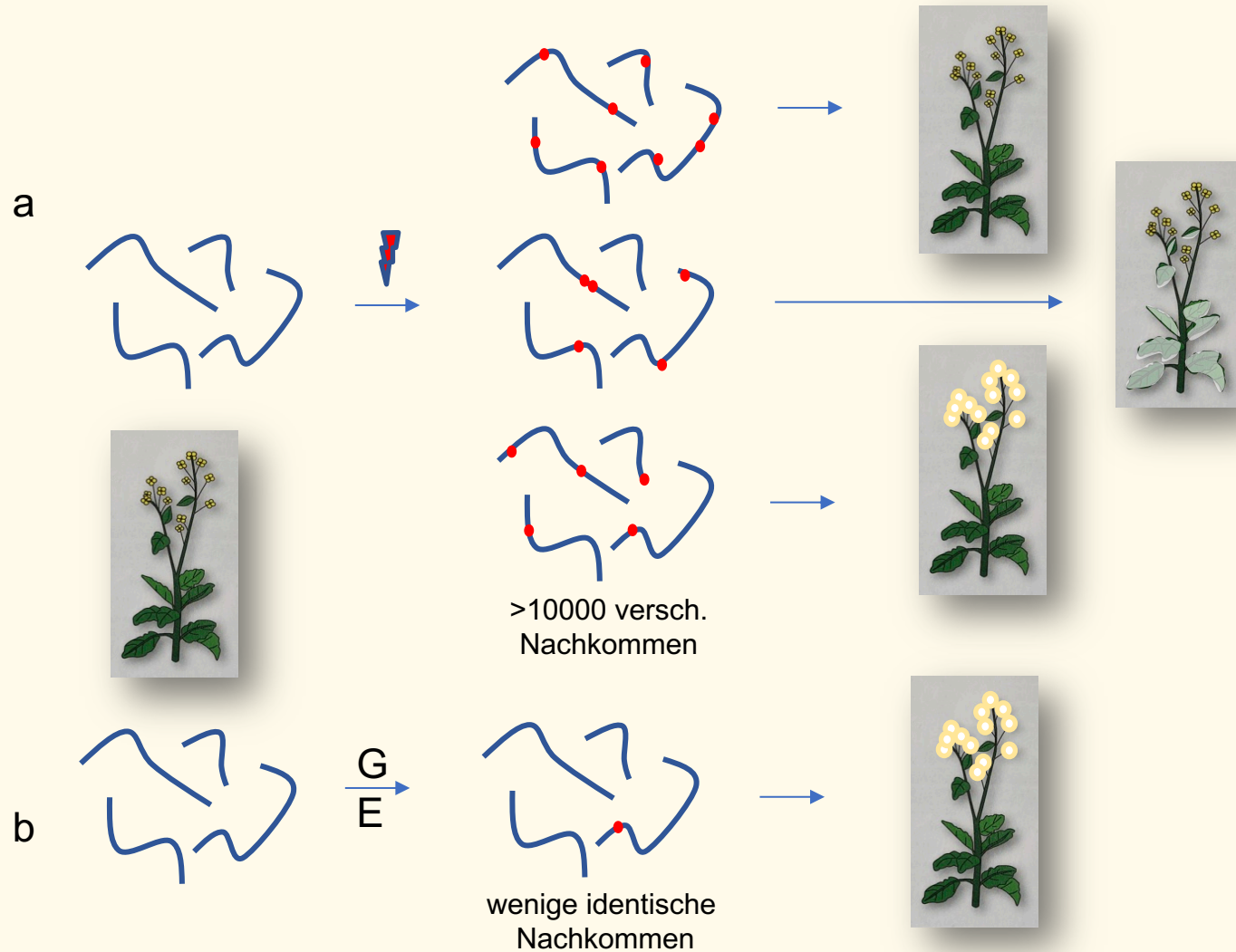


## CRISPR-Cas in Aktion

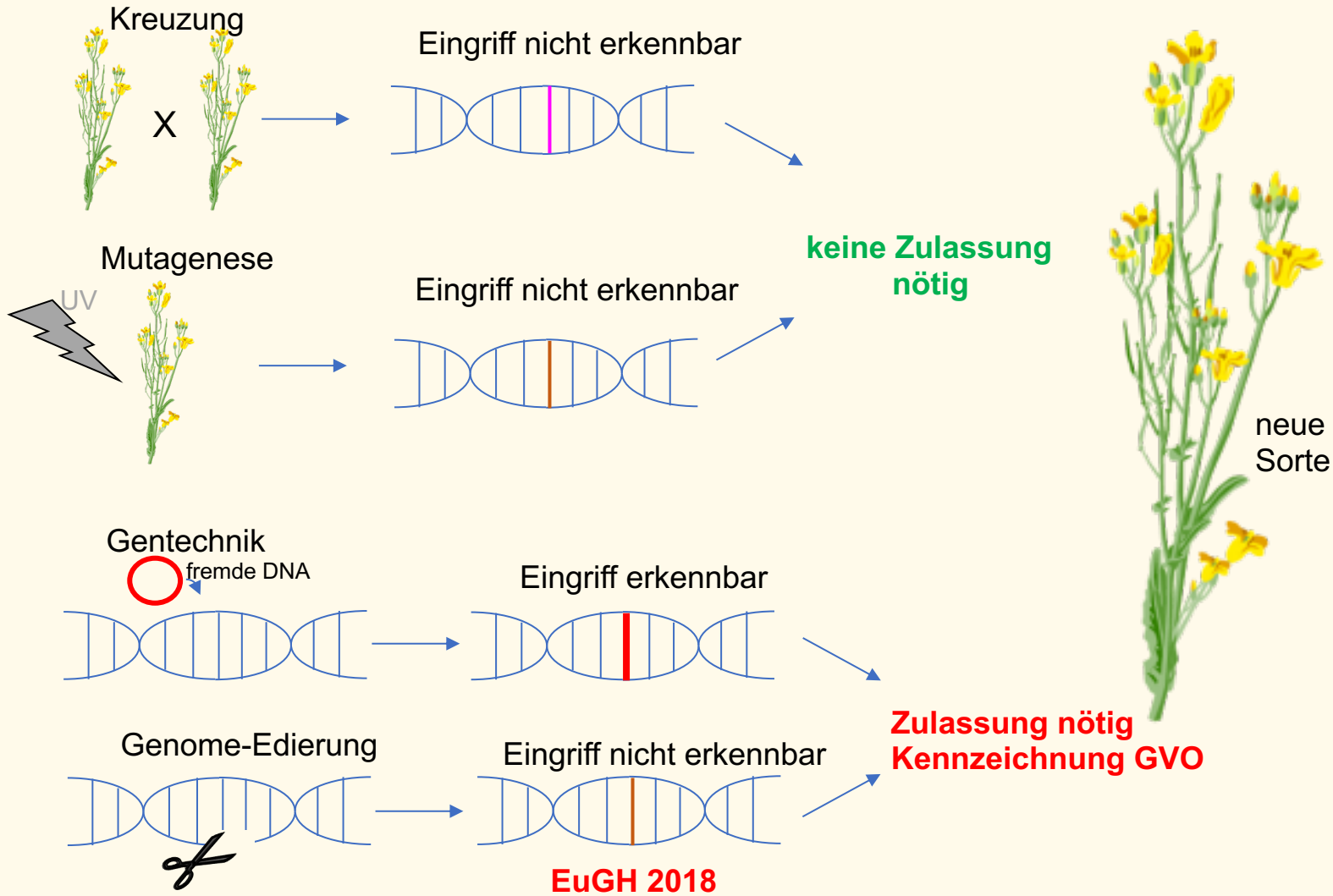




# Genom-Editierung ist schnell und spart Zeit und Geld



# Vergleich von Züchtungsmethoden





## Rechtliche Konflikte zwischen EU und Drittländern werden zunehmen!

- USA: Genom-edierte Sojabohne angebaut
- Ab 2019 im Handel als Speiseöle (Calyno) weniger gesättigte Fettsäuren, dafür deutlich mehr der gesundheitlich wertvolleren Ölsäure (80 statt 22%)
- weniger Trans-Fettsäuren bei hoher Temperatur
- Firma Calyxt, USA, **Calyxt™ High Oleic Soybean**
- In den USA keine Regulierung oder Kennzeichnung (GMO free)
- **In der EU nicht erlaubt (man Calyxt Sojabohnen aber nicht nachweisen)**

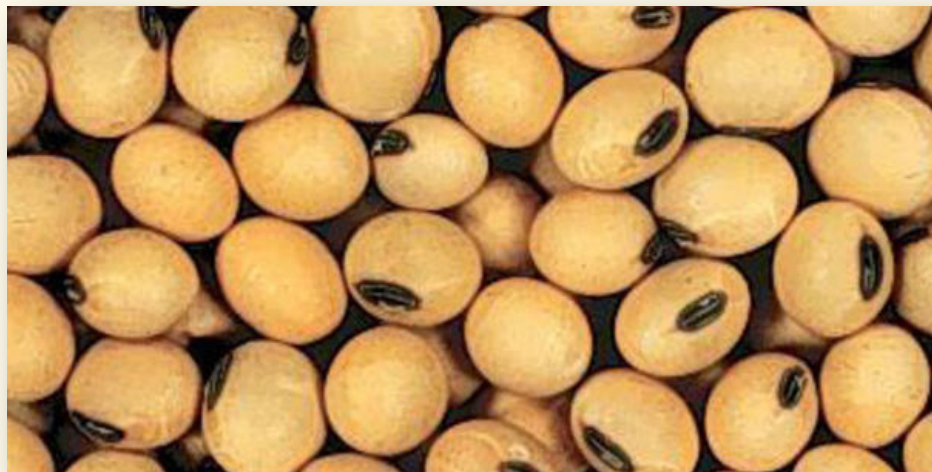


Bild: Firma Calyxt







Vielen Dank für  
Ihre Aufmerk-  
samkeit!



[tsapcon.de](http://tsapcon.de) dein Blog für überzeugende Präsentationen und effektives Anforderungsmanagement



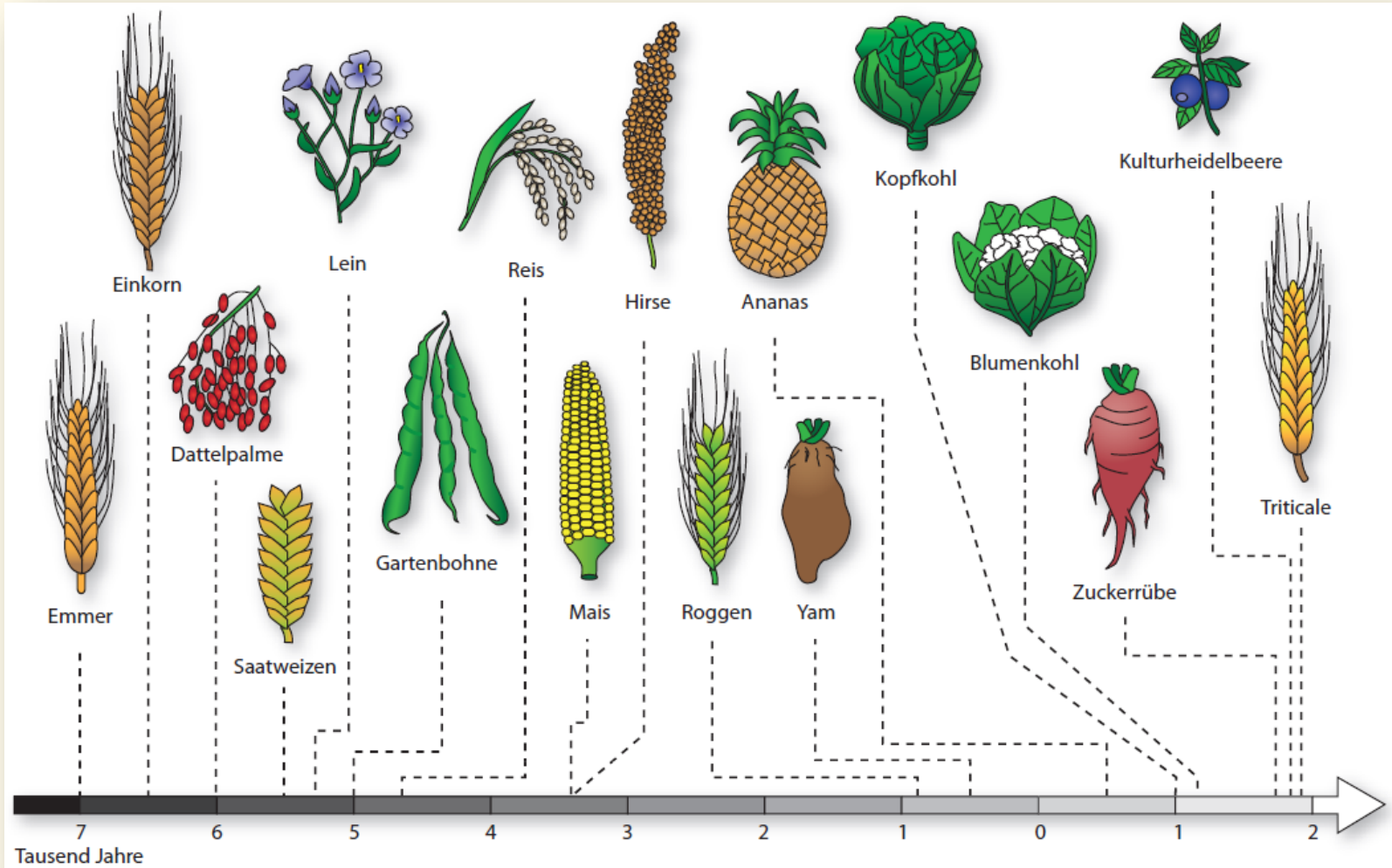


## Wo ist wie viel DNA enthalten?

- jede lebende Pflanzenzelle besitzt mehr als 25.000 Gene
- gemischter Salat mit fünf Sorten: mehr als 125.000 Gene
- in Abhängigkeit von der Salatmenge (Zellzahl) & Anzahl der Sorten kann eine Mahlzeit 1000 x 1000 Milliarden Gene enthalten
- natürlich enthalten auch Fleisch, Fisch, Käse und Wurst Gene
- sowie die Bakterien die wir mitessen oder sonst aufnehmen
  - beim Küssen werden ca. 280 Mio. Bakterien ausgetauscht
- die DNA-Menge in einem Weizenbier (0,5 L) reicht aus für einen Faden, der ca. achtmal die Entfernung Erde-Mond überbrückt
- insgesamt nimmt ein Mensch mit der Nahrung pro Tag ca. 0,1 bis 1 g DNA auf, die im Magen-Darmtrakt abgebaut und in ihre Bausteine zerlegt wird



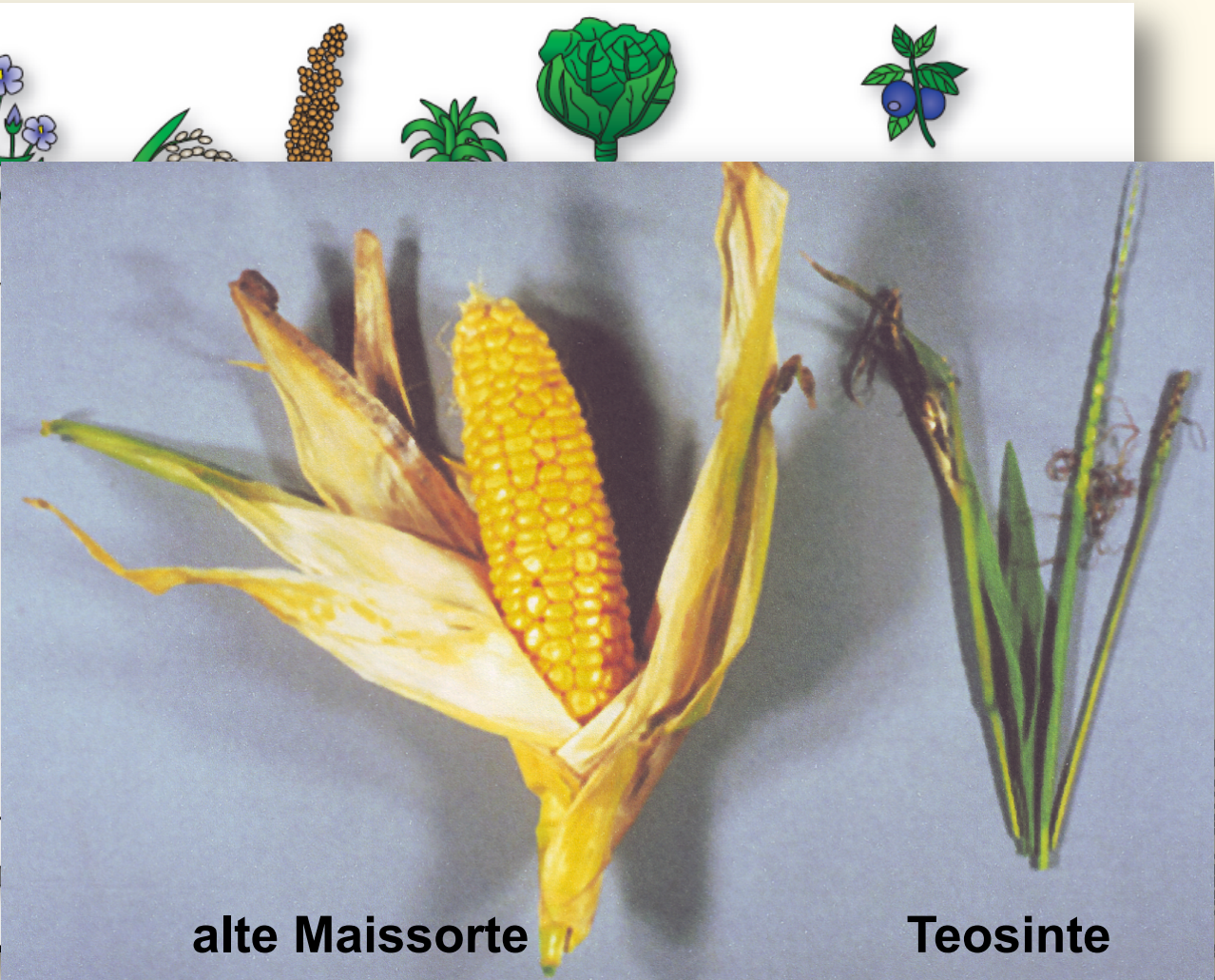
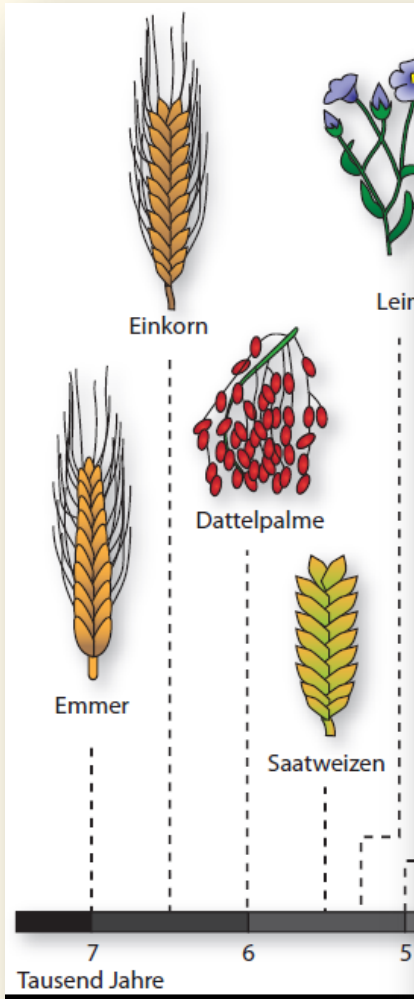
# Entstehung der Kulturpflanzen





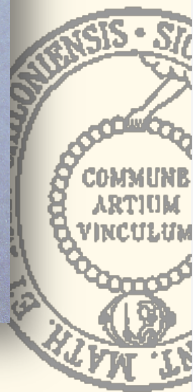


# Entstehung der Kulturpflanzen



alte Maissorte

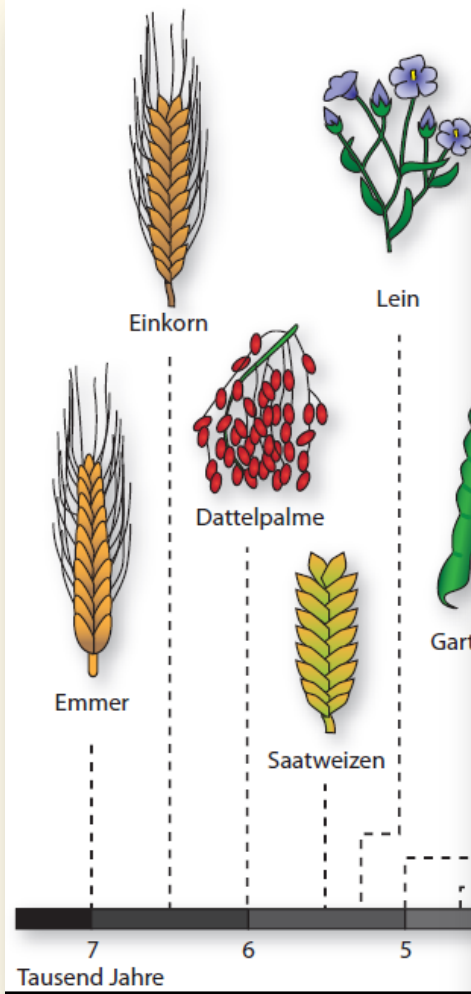
Teosinte







# Entstehung der Kulturpflanzen



Die Kornernte,  
1565  
von Pieter  
Bruegel dem  
Älteren



moderne  
kurzstämmige  
Sorte

