

# Neue genomische Techniken – Regulierung und Anwendungen

**Prof. Dr. Klaus-Dieter Jany**

Wissenschaftskreis Genomik und Gentechnik e.V. (WGG)



# Wer sind wir ?

---

November 2000:

Gründung des **WGG e.V.** als eingetragener Verein

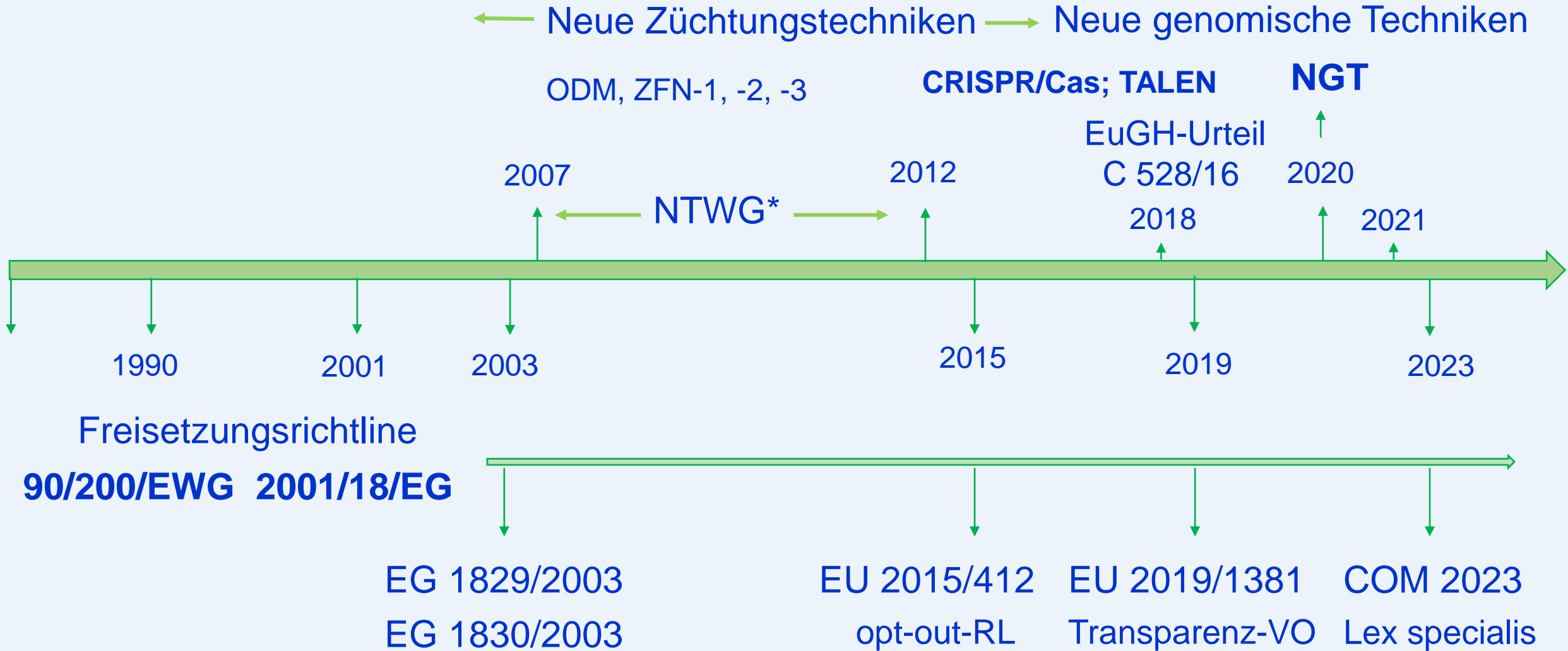


Sitz: Linkenheim-Hochstetten, Germany

1. Vorsitzender / Sprecher: Prof. Dr. K.D. Jany, Karlsruhe, Deutschland\*
2. Vorsitzender Prof. Dr. K. Widhalm; Wien, Österreich\*

\* seit 2015

# Pflanzenzüchtung – Nutzung der gesamten Palette an Verfahren



# New Techniques Working Group (NTWG) (2007 – 2012)

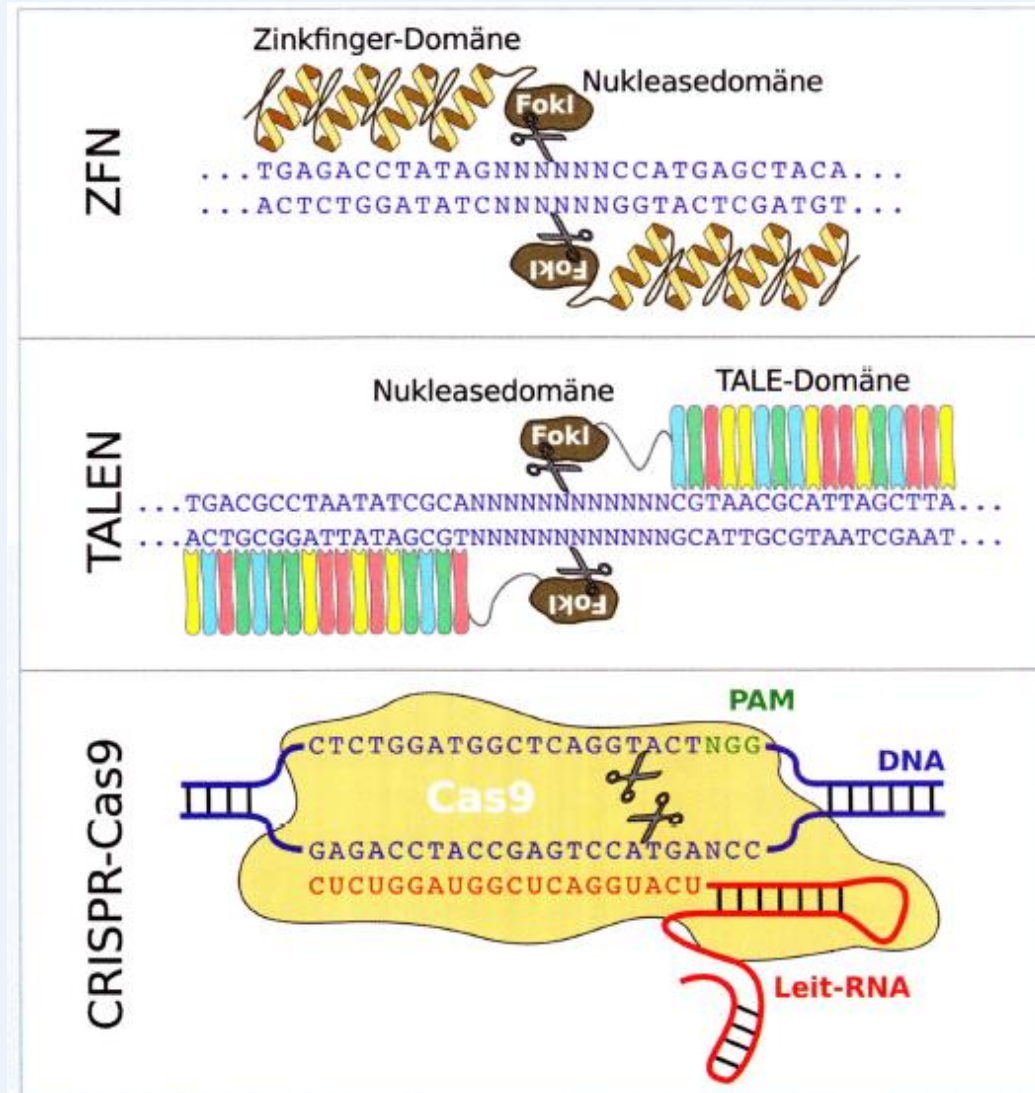
Tab. 1: Zuordnung der Pflanzen und Erzeugnisse durch die NTWG-Gruppe

Verfahren	Zuordnung		
ODM		Nicht-GVO	
ZFN-1		Nicht-GVO	
ZFN-2		Nicht-GVO	
ZFN-3	GVO		
Cis- und Intragenese	GVO		
Pfropfung*	GVO		Erzeugnisse Nicht-GVO
Agroinfiltration			
Agrobacterium vorhanden	GMM		RL 2009/41/EC
T-DNA vorhanden			RL 2009/41/EC
Nachkommen ohne stabile Integration („sensu stricto“)		Nicht-GVO	
Nachkommen aus „foral dip“ mit stabiler Integration	GVO		
RdDM		Nicht-GVO	
Reverse Züchtung		Nicht-GVO	

Abschlussbericht: 2012

ZKBS-Bericht: 2012

# CRISPR-Cas und Co



ZFN und TALEN weisen jeweils eine DNA-bindende Region und Nukleaseaktivität auf.

„Erkennung und Schneiden“

CRISPR-Cas9-System

DNA-Bindung über eine Leit-RNA

„Erkennung und Schneiden“

Dettmer V., Cathomen T., Hildenbeutel, M. (2017)  
BIOspektrum 23, 155





## EuGH-Urteil: C-528/16, 25. Juli 2018

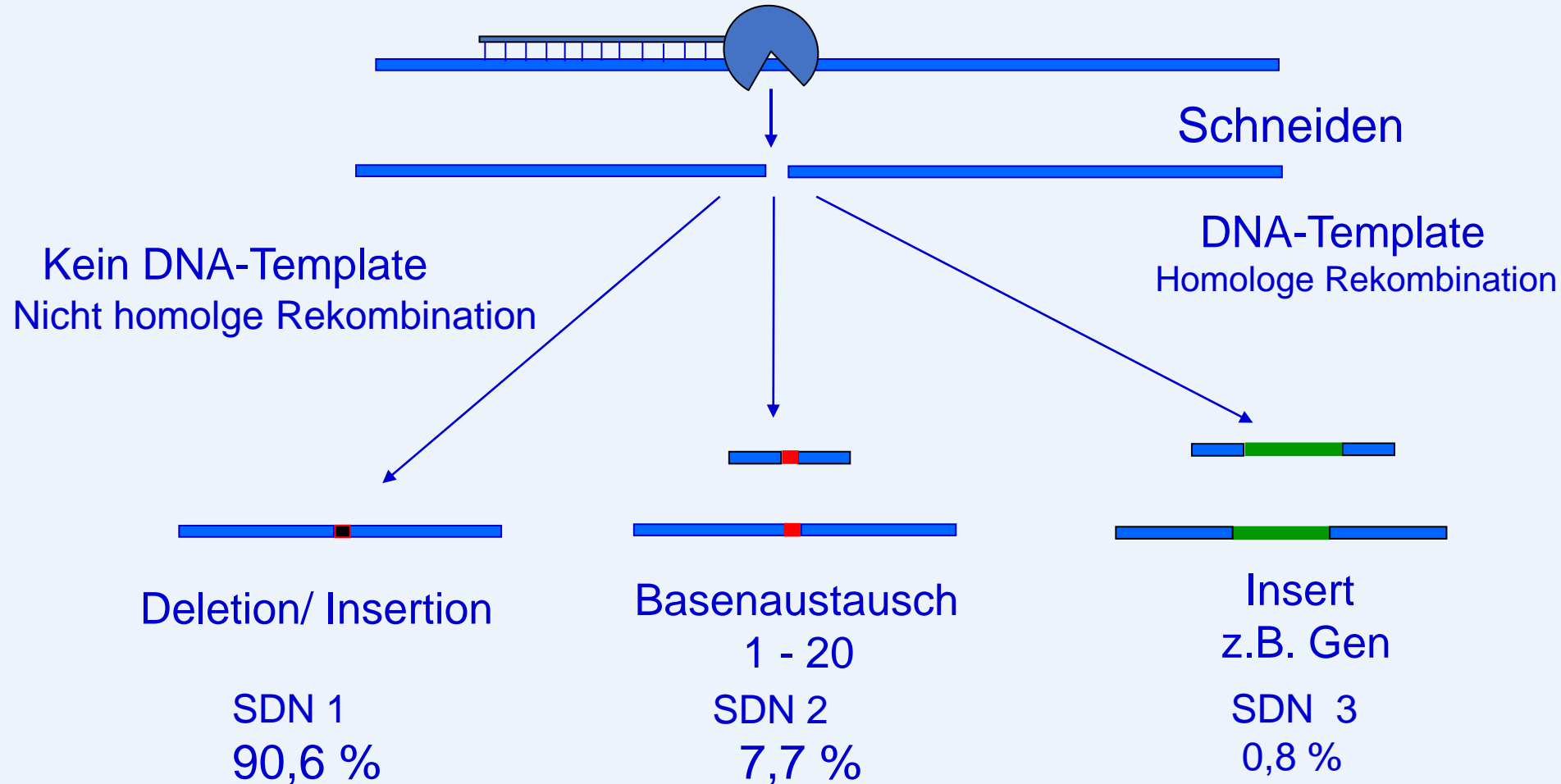
---

***"Durch Mutagenese gewonnene Organismen sind genetisch veränderte Organismen (GVO) und unterliegen grundsätzlich den in der GVO-Richtlinie vorgesehenen Verpflichtungen"***

"Von diesen Verpflichtungen ausgenommen sind aber die mit Mutagenese-Verfahren, die herkömmlich bei einer Reihe von Anwendungen verwendet wurden und seit langem als sicher gelten, gewonnenen Organismen, wobei es den Mitgliedstaaten freisteht, diese Organismen unter Beachtung des Unionsrechts den in der GVO-Richtlinie vorgesehenen oder anderen Verpflichtungen zu unterwerfen."

# ODM Oligonucleotid dirigierte Mutagenese durch site-directed nucleases

TALEN, ZFN, CRISPR/Cas9





## EuGH-Urteil: C-528/16, 25. Juli 2018

---

***"Durch Mutagenese gewonnene Organismen sind genetisch veränderte Organismen (GVO) und unterliegen grundsätzlich in der GVO-Richtlinie vorgesehenen Verpflichtungen"***

"Von diesen Verpflichtungen ausgenommen sind aber die mit Mutagenese-Verfahren, die herkömmlich bei einer Reihe von Anwendungen verwendet wurden und seit langem als sicher gelten, gewonnenen Organismen, wobei es den Mitgliedstaaten freisteht, diese Organismen unter Beachtung des Unionsrechts den in der GVO-Richtlinie vorgesehenen oder anderen Verpflichtungen zu unterwerfen."



# Gentechnik gestern und heute

Der Begriff „Gentechnik“ ist nicht gesetzlich definiert!

aber:

Nach dem EuGH-Urteil (C528/16 \*) führen alle durch Menschenhand erzeugte Veränderungen (Mutationen) im Erbgut von Organismen zu gentechnisch veränderten Organismen (GVO).

**Sie sind gentechnisch verändert !**



**Freisetzungsrichtlinie Anhang 1 A Teil 1**

## Anhang I B

### Verfahren im Sinne von Artikel 3

Verfahren/Methoden der genetischen Veränderung, aus denen Organismen hervorgehen, die von der Richtlinie auszuschließen sind, vorausgesetzt, es werden nur solche rekombinanten Nukleinsäuremoleküle oder genetisch veränderten Organismen verwendet, die in einem oder mehreren der folgenden Verfahren bzw. nach einer oder mehreren der folgenden Methoden hervorgegangen sind:

1. Mutagenese,
2. Zellfusion (einschließlich Protoplastenfusion) von Pflanzenzellen von Organismen, die mittels herkömmlicher Züchtungstechniken genetisches Material austauschen können.

# Genetisch veränderter Organismus (GVO)

Art.2 Genetisch veränderter Organismus (GVO): ein Organismus **mit Ausnahme des Menschen**, dessen genetisches Material so verändert worden ist, wie es auf natürliche Weise durch Kreuzen und / oder natürliche Rekombination nicht möglich ist.

Anhang 1A, Teil 1

Nein

Ja

Konventioneller Organismus

GVO

Nein

Annex 1B

Ja

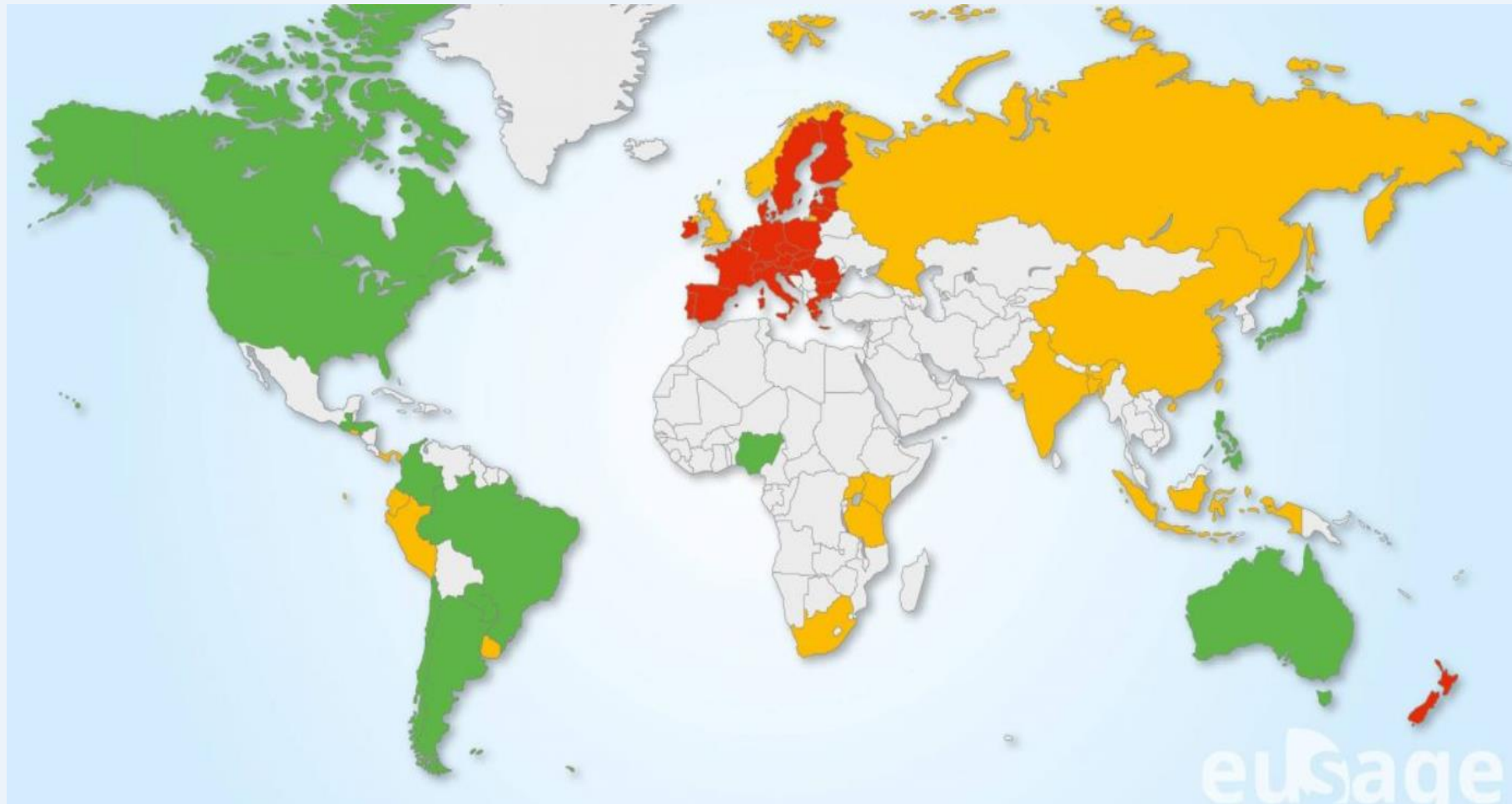
GVO

GVO

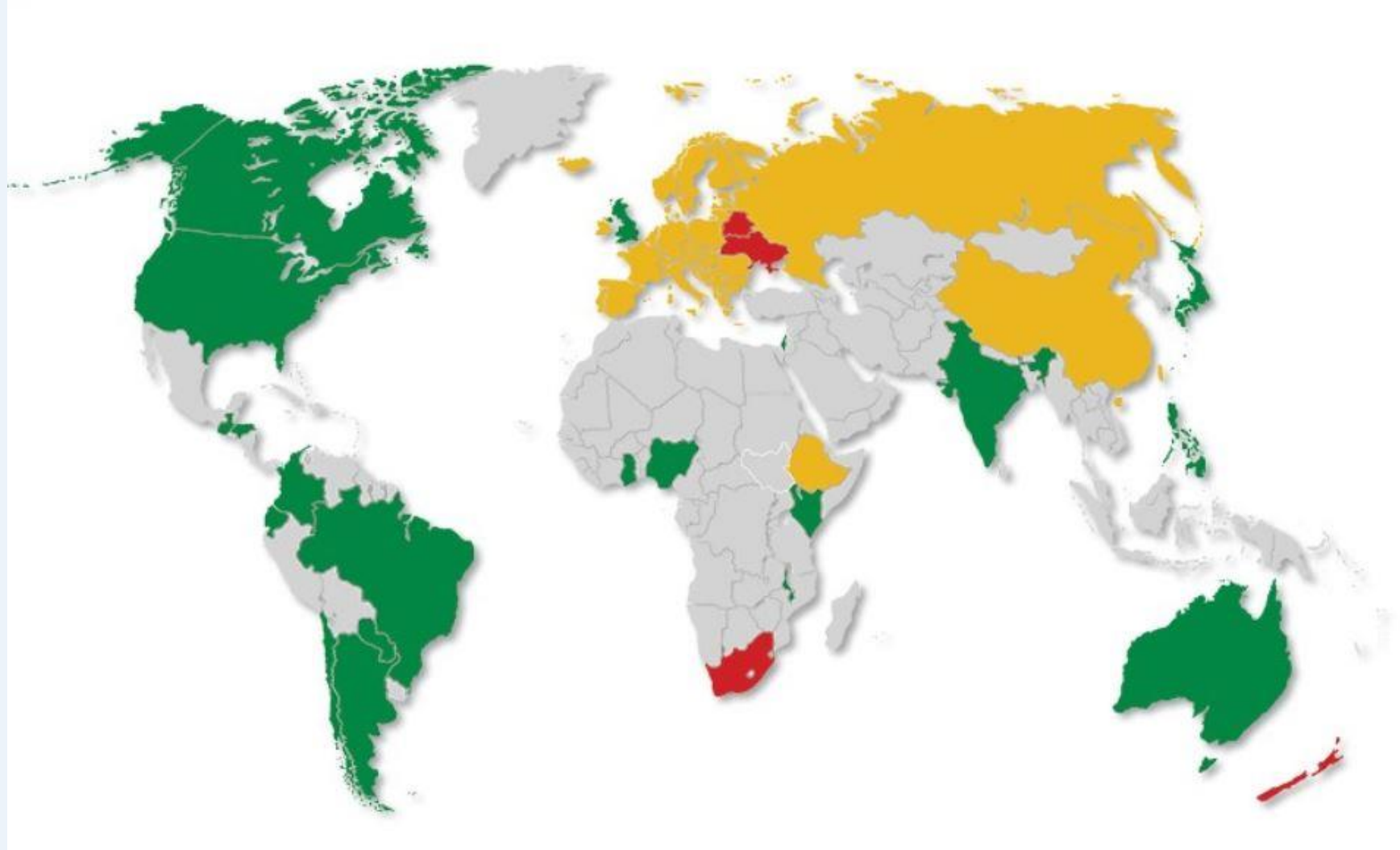
Vollständige  
GVO- Gesetzgebung

Konventioneller  
Organismus



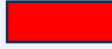
# NGT – Regelungen weltweit



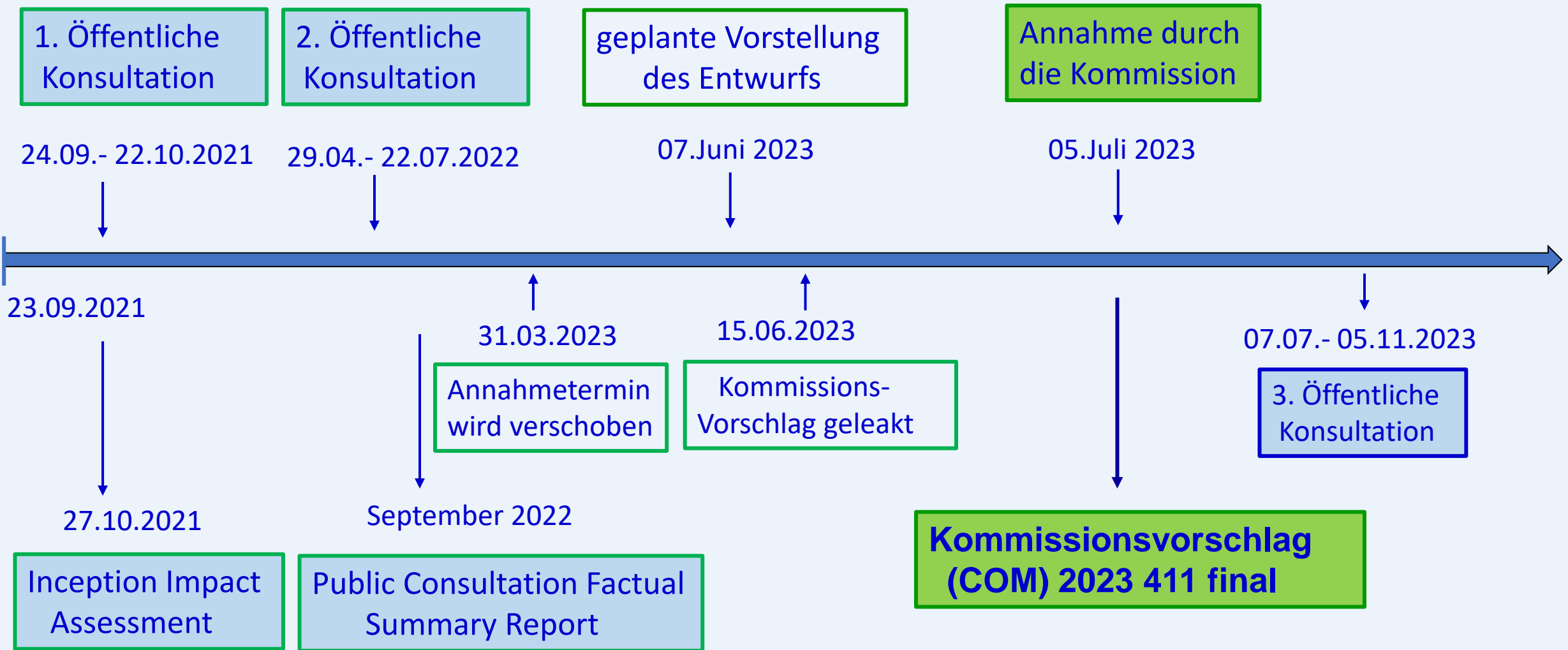
Dima Iona. & Inzé Dirk (2021), The role of scientists in policy making for more sustainable agriculture. *Current Biology*, 31, R219-220,



EU: seit 2023

-  Länder in denen genomeditierte Pflanzen (SDN-1) wie konventionell neu gezüchtete reguliert werden
-  Länder in denen über eine spezielle Regulierung von genomeditierte Pflanzen (SDN-1) diskutiert wird
-  Länder in denen genomeditierte Pflanzen (SDN-1) wie GVO reguliert werden

# Fahrplan für die Entwicklung von Rechtsvorschriften für gezielte Mutagenese und Cisgenese





# Der Kommissionsvorschlag COM (2023) 411 final (2023/0226 (COD))

**Vorschlag** für eine VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über mit **bestimmten neuen genomischen Techniken gewonnene Pflanzen** und die aus ihnen gewonnenen Lebens- und Futtermittel sowie zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/625

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CONSIL:ST\\_11592\\_2023\\_INIT](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CONSIL:ST_11592_2023_INIT)

## Anhänge

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CONSIL:ST\\_11592\\_2023\\_ADD\\_1](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CONSIL:ST_11592_2023_ADD_1)

EU-Kommission 05.07.2023

**Der Vorschlag** gliedert sich in vier große Bereiche und enthält zusätzlich drei Anhänge.

### **Kapitel I: Allgemeine Ausführungen**

Es enthält den Geltungsbereich, die Begriffsdefinitionen (Art. 3) und die Voraussetzungen für das Freisetzen von NGT-Pflanzen zu anderen Zwecken als ihrem Vermarkten oder den in Verkehr bringen von daraus gewonnenen Erzeugnissen (Art. 4).

### **Kapitel II: Pflanzen der Kategorie 1 und Erzeugnisse aus Pflanzen der Kategorie 1**

In der Vorlage werden diese Pflanzen als „*category 1 NGT plants*“ bezeichnet.

### **Kapitel III: Pflanzen der Kategorie 2 und Erzeugnisse aus Pflanzen der Kategorie 2**

Im Entwurf werden diese Pflanzen als „*category 2 NGT plants*“ bezeichnet.

**Kapitel IV** enthält vorwiegend administrative Bestimmungen und Ausführungen.

Zwei Kategorien von gentechnisch veränderten Pflanzen werden eingeführt:

***„category 1 NGT plants“***

***„category 2 NGT plants“***

**NGT-1-Pflanzen**

**NGT-2-Pflanzen**

Begriffsdefinitionen:

### **NGT-Pflanze:**

Eine genetisch veränderte Pflanze, die durch gezielte Mutagenese oder Cisgenese oder eine Kombination davon gewonnen wurde, unter der Voraussetzung, dass sie kein genetisches Material enthält, das von außerhalb des Genpools der Züchter stammt und während der Entwicklung der NGT-Pflanze vorübergehend eingefügt worden sein kann.

### **Genpool der Züchter:**

Die gesamte genetische Information, die bei einer Art vorhanden ist und anderen taxonomischen Arten, mit denen sie gekreuzt werden kann, auch unter Verwendung fortgeschrittene Techniken wie Embryonenrettung, induzierte Polyploidie und Brückenkreuzungen.

**Anmerkung** ↓

## Genpool der Züchter:

Die Quellen der verfügbaren Gene werden als "Genpool der Art" bezeichnet. Bei einer bestimmten Art kann man zwischen primären, sekundären und tertiären Genpools unterscheiden.

Jeder primäre Genpool umfasst mehrere taxonomische Arten, die sich frei miteinander kreuzen können.

Der sekundäre Genpool umfasst Arten, die sich nur schwer mit einem Mitglied des primären Genpools kreuzen lassen, die aber zumindest einige fruchtbare Hybriden hervorbringen.

Der tertiäre Genpool umfasst die Arten, die mit einem Mitglied des primären Genpools entfernter verwandt sind, aber nur mit Hilfe fortgeschrittener Techniken wie Embryo-Rettung, induzierter Polyploidie und Brückenkreuzungen gekreuzt werden können.

Bei einer Art vergrößert sich der tertiäre Genpool ständig und wird dies auch in Zukunft tun.

## **NGT-1-Pflanzen erfüllen**

- (a) die Kriterien der Gleichwertigkeit mit herkömmlichen Pflanzen gemäß Anhang I oder
- (b) sind Nachkommen der unter Buchstabe a) genannten NGT-Pflanze(n), einschließlich der Nachkommen, die durch Kreuzung solcher Pflanzen entstanden sind, unter der Voraussetzung, dass keine weiteren Änderungen vorgenommen werden, die dazu führen würden, dass sie der Richtlinie 2001/18/EG oder der Verordnung 1829/2003 unterliegen.

**NGT-2-Pflanzen** sind alle Pflanzen, die nicht die Kriterien für NGT-1-Pflanzen erfüllen.

**Anmerkung:** Für "Gentechnik" wurde keine Definition erstellt!



## Kapitel II: NTG-1-Pflanzen und daraus gewonnene Erzeugnisse

NGT-1-Pflanzen sind gentechnisch veränderte Organismen (GVO).

NGT-1-Pflanzen daraus gewonnene Lebens- und Futtermittel fallen nicht unter einschlägigen europäischen Gentechnikregelungen

Die Notwendigkeit einer gentechnikspezifischen

- Risikobewertung (Gesundheit und Umwelt)
- Kennzeichnung für Verbraucher
- Rückverfolgbarkeit entlang der Warenkette
- Überwachung (Koexistenzmaßnahmen)

entfällt.

**Anmerkung:** Nachweisverfahren zur Überprüfung der Kennzeichnung oder Rückverfolgbarkeit müssen nicht aus gesetzlichen Gründen entwickelt werden

## Kapitel II: NTG-1-Pflanzen und daraus gewonnene Erzeugnisse

**NTG-1-Pflanzen** unterliegen allen pflanzenbaurechtlichen Regularien und die daraus gewonnenen Lebens- und Futtermittel müssen den Anforderungen aus der Basisverordnung (EG) 178/2002 entsprechen.

Sie können somit nicht völlig dereguliert vermarktet werden.

Sie unterliegen noch einem Notifizierungsverfahren.

## Kapitel II: NTG-1-Pflanzen und daraus gewonnene Erzeugnisse

Vor der Freisetzung oder Vermarktung einer NGT-1-Pflanze muss ihr Status von einer kompetenten europäischen Behörde überprüft und bestätigt werden.

Damit eine genomeditierte Pflanze den NGT-1-Status erhalten kann, muss sie die Kriterien aus Anhang 1 erfüllen, damit sie als gleichwertig zu konventionellen Pflanzen anerkannt werden kann.

Fortsetzung  
↓

Dies bedeutet im Wesentlichen:

- 1) Ersatz oder Einführung von höchstens 20 Nukleotiden\*;
- 2) Streichung einer beliebigen Anzahl von Nukleotiden;
- 3) sofern die genetische Veränderung ein endogenes Gen nicht unterbricht:
  - a) gezielte Einführung einer zusammenhängenden DNA-Sequenz in den Genpool des Züchters;
  - b) gezielter Ersatz einer endogenen DNA-Sequenz durch eine im Genpool des Züchters vorhandene zusammenhängende DNA-Sequenz;
- 4) gezielte Umkehrung einer Abfolge beliebiger Nukleotide;
- 5) jede andere gezielte Veränderung jeglicher Größe unter der Bedingung, dass die resultierenden DNA-Sequenzen bereits (möglicherweise mit Veränderungen gemäß den Nummern 1 und/oder 2) in einer Art aus dem Genpool der Züchter auftreten.

Fortsetzung ↓

## Anmerkung:

Hier steht Klärungsbedarf! Genom oder haploides Genom!

Die Anzahl bis zu 20 Nukleotiden ist ein rein statischer Wert für eine durchschnittliche Genomgröße (hier abgeleitet beim relativ kleinem Reisgenom) bei der sich arteigen oder fremd nicht bzw. kaum unterscheiden lassen.

Die 20 Nukleotide sollten nicht als Grenzwert, sondern als Schwellenwert angesehen werden. Die Anzahl von Nukleotiden ist von der Genomgröße anhängig !.

# Kapitel II: NTG-1-Pflanzen und daraus gewonnene Erzeugnisse

## Prüfung des NGT-1-Status

Für NGT-1-Pflanzen, die z. B. für wissenschaftliche Zwecke freigesetzt werden sollen, ist die Prüfung des NGT-1-Status bei einer nationalen kompetenten Behörde eines Mitgliedstaates zu beantragen.

Für Freisetzungen zum Zwecke einer späteren Vermarktung/Inverkehrbringen ist die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) zuständig ist.

Die Verfizierungsverfahren (Notifikation) sind in beiden Fällen recht ähnlich.



# Kapitel II: NTG-1-Pflanzen und daraus gewonnene Erzeugnisse

## Register und Kennzeichnung

- ▶ Das Register ist öffentlich zugänglich – Transparenz für alle.
- ▶ Saatgut wird zur Information aller, aber insbesondere Unternehmen aus dem ökologischen Landbau und Erzeugern für Produkte ohne Gentechnik mit dem Vermerk „**cat 1 NGT**“ **gefolgt von der Identifizierungsnummer gekennzeichnet.**
- ▶ NGT-1-Pflanzen und daraus gewonnene Produkte dürfen im ökologischen Landbau und im Handel mit ökologisch erzeugten Produkten nicht verwendet werden.

**Anmerkung:** Das Verbot wurde wahrscheinlich auf Wunsch (Druck) einiger Ökoverbänden eingeführt. Richtiger wäre es aber gewesen, den Verbänden die Entscheidung selbst zu treffen, wie es bei der induzierten Zufallsmutagenese möglich ist.

## Prüfung des NGT-1-Status

- ▶ Über den Verifizierungsprozess und sein Ergebnis werden die Mitgliedsstaaten und die Kommission informiert.
- ▶ Die Kommission gibt das Ergebnis der Verifizierung im Amtsblatt bekannt.
- ▶ Sie trägt die NGT-1-Pflanze in ein noch zu erstellendes **Register** ein und vergibt eine **Identifizierungsnummer**.
- ▶ Die Entscheidung der Kommission ist für alle Mitgliedsstaaten bindend.

## Kapitel II: NTG-1-Pflanzen und daraus gewonnene Erzeugnisse

- ▶ Zertifizierte NGT-1-Pflanzen dürfen für Forschungszwecke ohne weitere Auflagen freigesetzt werden.
- ▶ Der kommerzielle Anbau und die Vermarktung sind nach Eintragung in das Register mit der Identifizierungsnummer ohne weitere Auflagen erlaubt.
- ▶ Die Mitgliedsstaaten dürfen das Freisetzen oder das Inverkehrbringen nicht behindern oder verbieten.

Eine opt-out Regelung ist nicht möglich.

## Kapitel III: NTG-2-Pflanzen und daraus gewonnene Erzeugnisse

- ▶ NGT-2-Pflanzen sind alle genomeditierte Pflanzen, die nicht als NGT-1-Pflanzen eingeordnet werden können.
- ▶ Für sie gelten die **bestehenden gesetzlichen Regelungen für GVO**, sofern nicht abweichende Vorschriften in der neuen Verordnung für sie erlassen werden.
- ▶ NGT-2-Pflanzen sind GVO, die keine „artfremde“ genetische Information(en) enthalten.



- ▶ Abweichend von der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EC Teil B wird für das Freisetzen und Vermarktung von NGT-2-Pflanzen für andere Zwecke als für Lebens- und Futtermittel ein Notifizierungsverfahren eingeführt.

Die Notifizierungsverfahren für das Freisetzen und die Vermarktung unterscheiden sich leicht.

- ▶ Die Pflanzen und Produkte sowie das Antragsverfahren müssen den Anforderungen aus der Basisverordnung (EC) 178/2002 entsprechen.
- ▶ Ein Monitoring kann vorgeschrieben werden.
- ▶ Eine Kennzeichnung entsprechend der Verordnung (EC) 1829/2003 ist erforderlich.

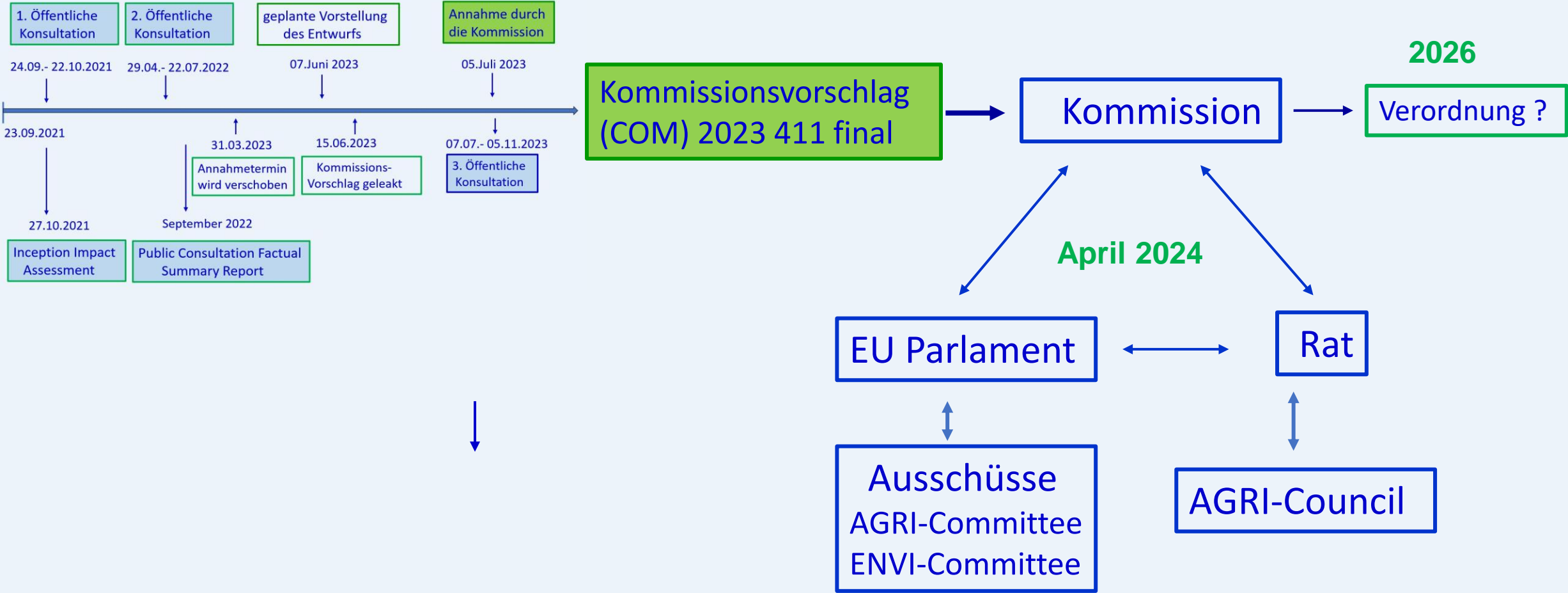
## NGT-2-Pflanzen als Lebens- und Futtermittel

- ▶ NGT2-Pflanzen, die als Lebens- und Futtermittel verwendet werden sollen, dürfen nur nach einem Zulassungsverfahren kommerziell freigesetzt und die Pflanzen und daraus gewonnene Erzeugnisse in Verkehr gebracht (Vermarktung) werden.
- ▶ Die Zulassung – wie bei GVO üblich - erfolgt jeweils ein Fall zu Fall Betrachtung und Entscheidung. Die Risikobewertung erfolgt in einem an die genetische Modifikation und dem resultierenden Expressionsprodukts angepassten Verfahren (Annex 2). Grundsätzlich orientiert sich das Verfahren aber an den Leitlinien für gentechnisch veränderte Organismen (VO (EC) 1829/2003)).



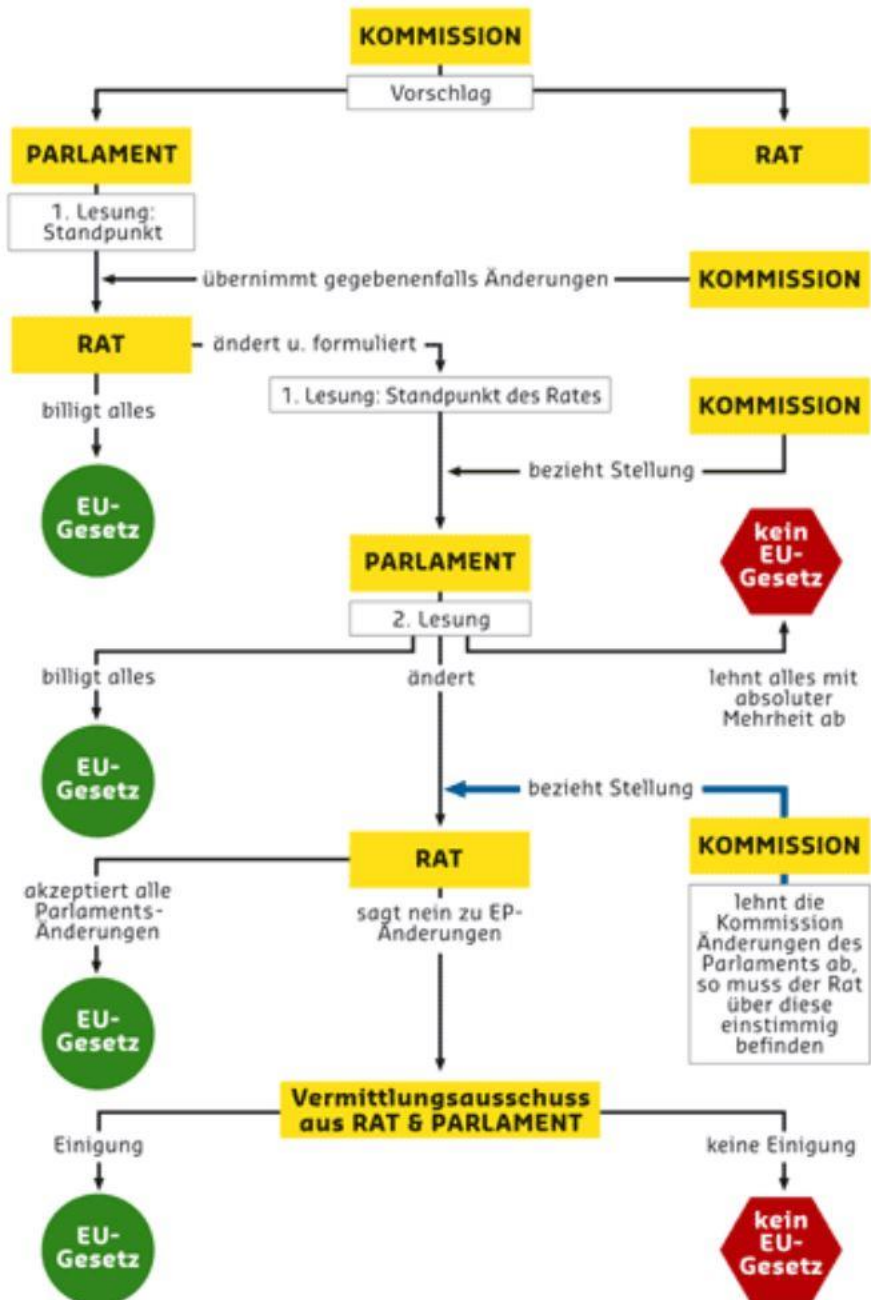
- ▶ Kategorie NGT 2-Pflanzen und daraus gewonnene Erzeugnisse müssen als GVO gekennzeichnet werden. Eine ergänzende erklärende Kennzeichnung zur Bedeutung der genetischen Veränderung ist möglich. Entsprechend VO (EC) 1829/2003 und VO (EC) 1930/2003 ist eine Rückverfolgbarkeit vorgesehen oder notwendig.
- ▶ Nachweisverfahren für Kategorie 2-Pflanzen sind notwendig. Die Möglichkeit ihrer Quantifizierung muss gegeben sein. In begründeten Fällen sind aber Ausnahmen möglich.
- ▶ Koexistenzmaßnahmen zur Vermeidung unerwünschter Anteile von Kategorie 2 Pflanzen in konventionellen Pflanzen und Erzeugnisse sollen eingeführt werden.
- ▶ Mitgliedsstaaten dürfen den Anbau von Kategorie NTG 2-Pflanzen nicht untersagen.

# Trilog -Verfahren





## So kommt ein europäisches Gesetz zustande



Flußdiagramm "Ordentliches Gesetzgebungsverfahren" (Infochart: Peter Diehl, München)

Jany

## Beratungen und Abstimmungen im Parlament

AGRI-Komitee	11.12.2023	34 - 11 - 1
ENVI-Komitee	24.01.2024	47 - 31 - 4
EU-Parlament	07.02.2024	307 - 263 - 41

## Wichtigste Änderungsanträge:

- Keine Patentierung von NGT-Pflanzen
- Eindeutige Kennzeichnung
- Rückverfolgbarkeit
- Sicherheitsbewertung

**Rat – AGRI-Council** bislang noch keine  
Stellungnahme (keine qualifizierte Mehrheit für oder  
gegen den Vorschlag)

## Trilog – Verfahren ?

**Klasse 1: Pflanzen aus klassischen Zufallmutageneseverfahren** (*in vitro*- und *in vivo*-Behandlung mit mutagenen Substanzen oder ionisierenden Strahlen).

## **Klasse 2: NGT-1-Pflanzen**

Sie fallen nicht unter die Regelungen der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG und den Verordnungen (EC) 1829/2003 und (EC) 1830/2003.

## **Klasse 3: NGT-2-Pflanzen**

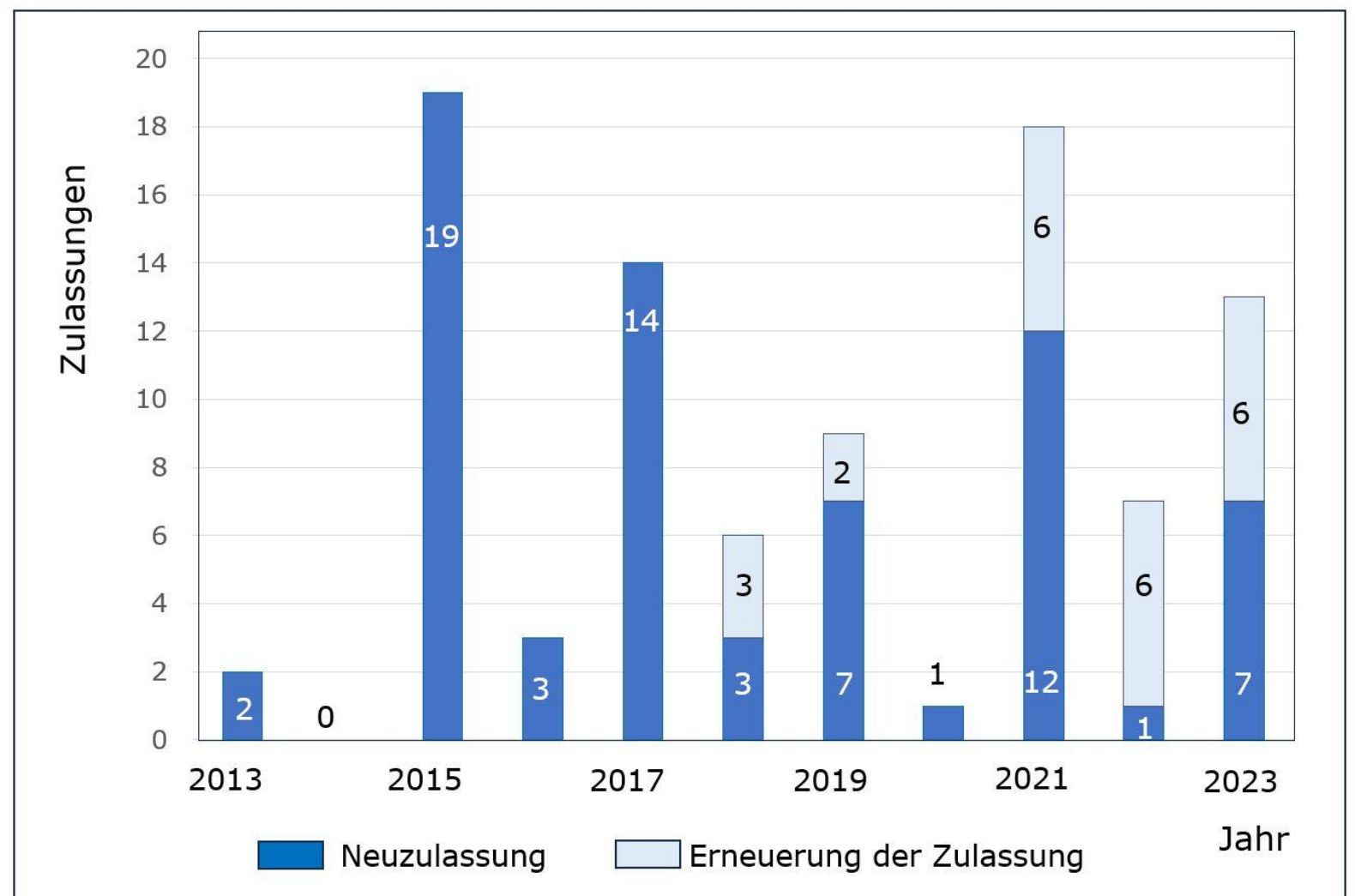
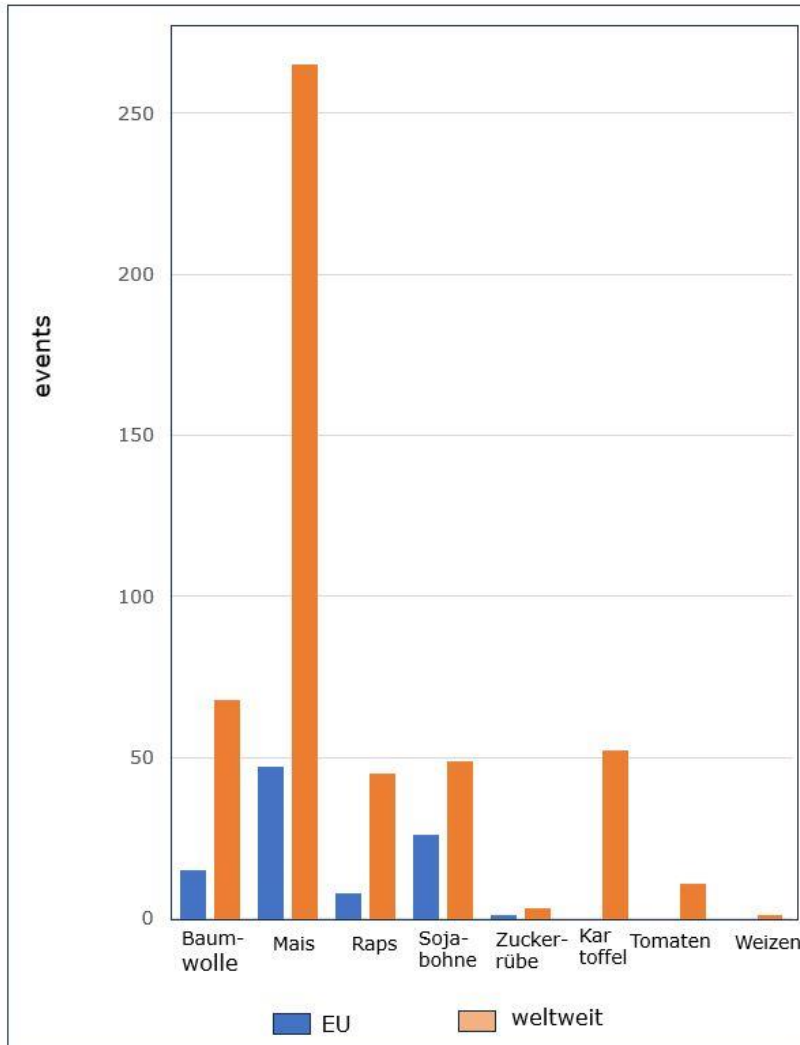
Sie werden in einem der genetischen Veränderung angepassten Verfahren aus dem Prozedere der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG, VO (EC) 1829/2003 und VO (EC) 1830/2003 geregelt.

## **Klasse 4: Pflanzen aus den „klassischen“ Gentechnikverfahren und SDN-3-Verfahren**

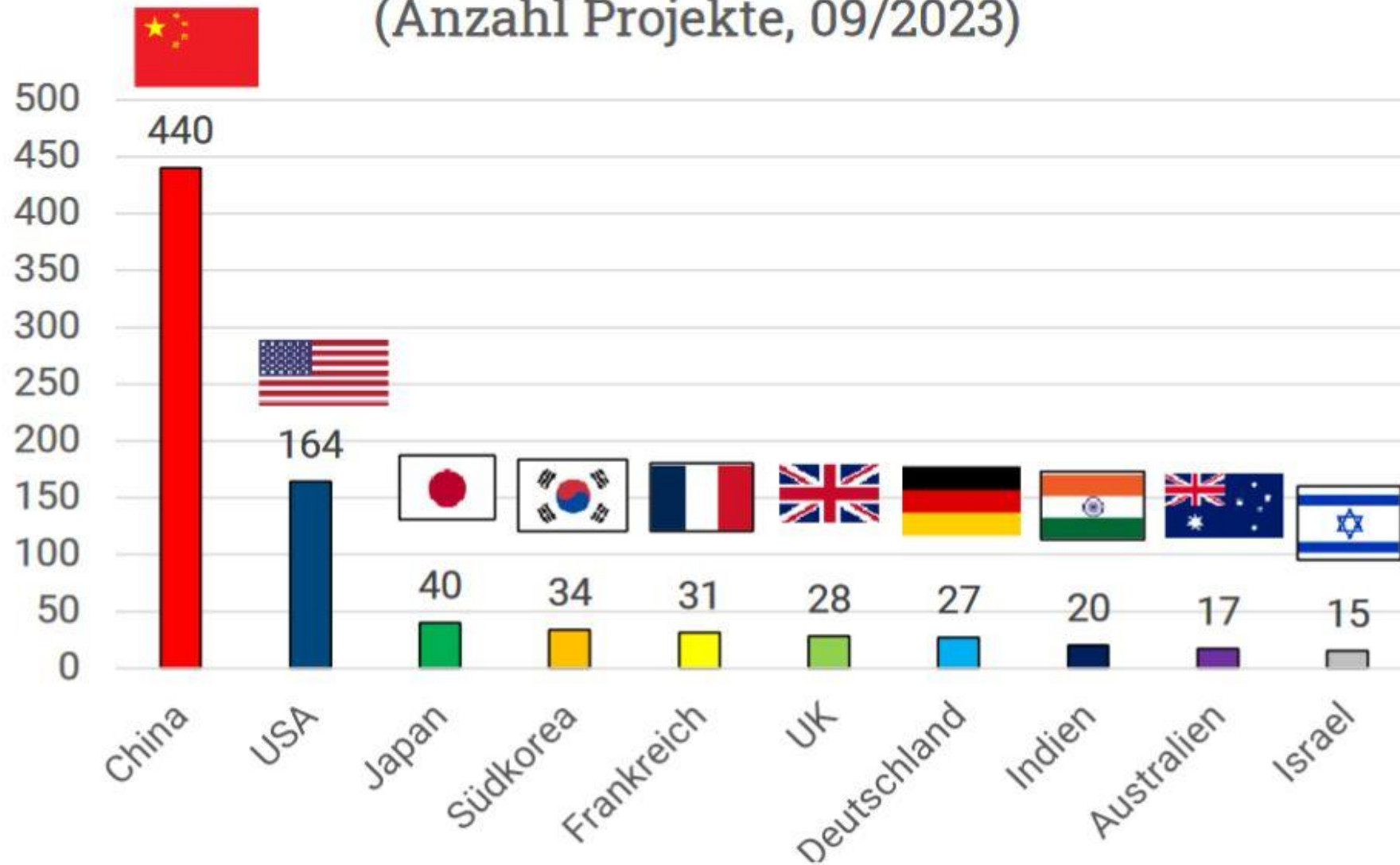
Sie unterliegen allen Anforderungen aus der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG bzw. sowie allen weiteren Regelungen zu ihrem Inverkehrbringen.

# Anwendungen:

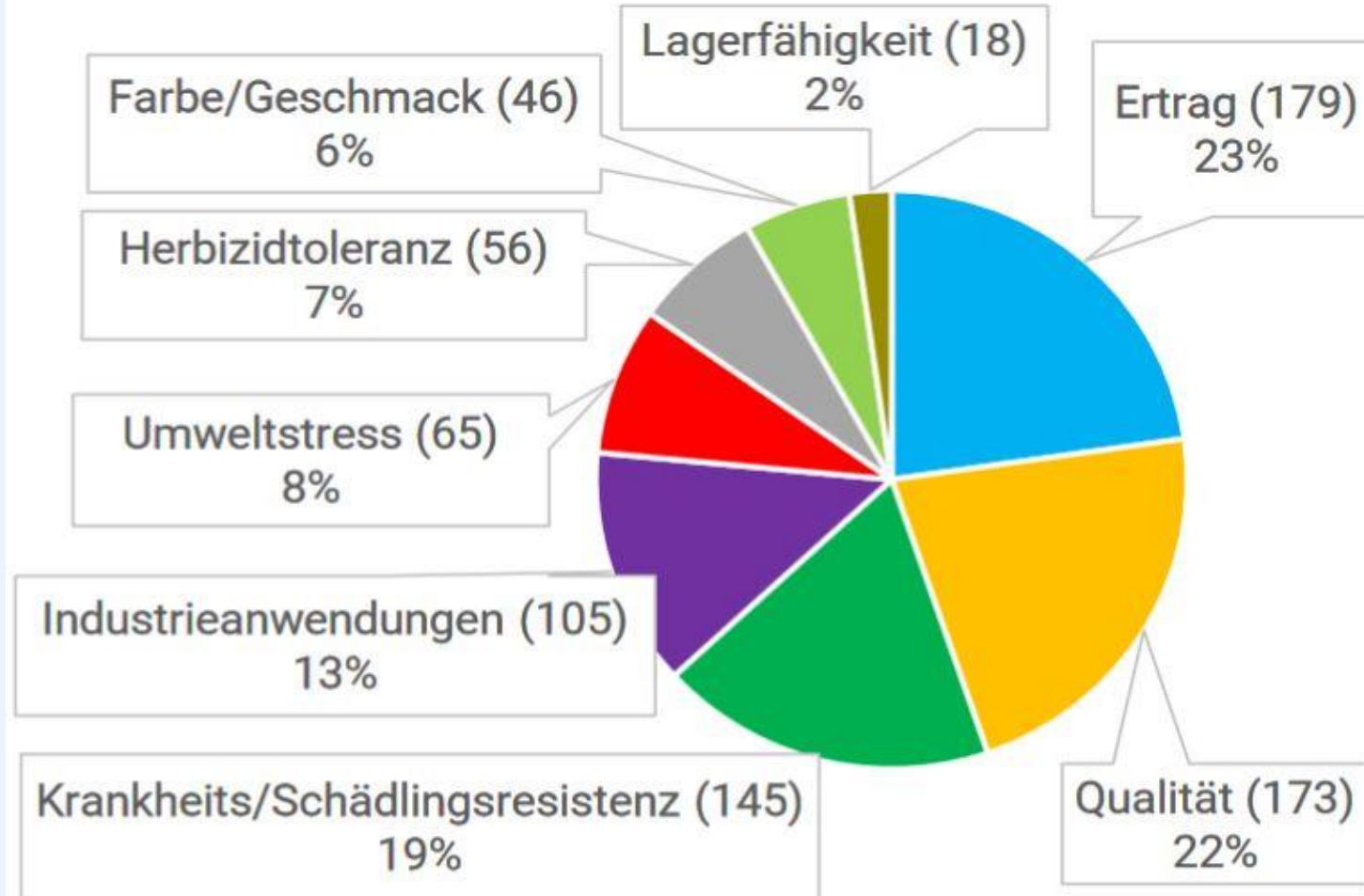
EU-Keine - Aber klassische Gentechnik



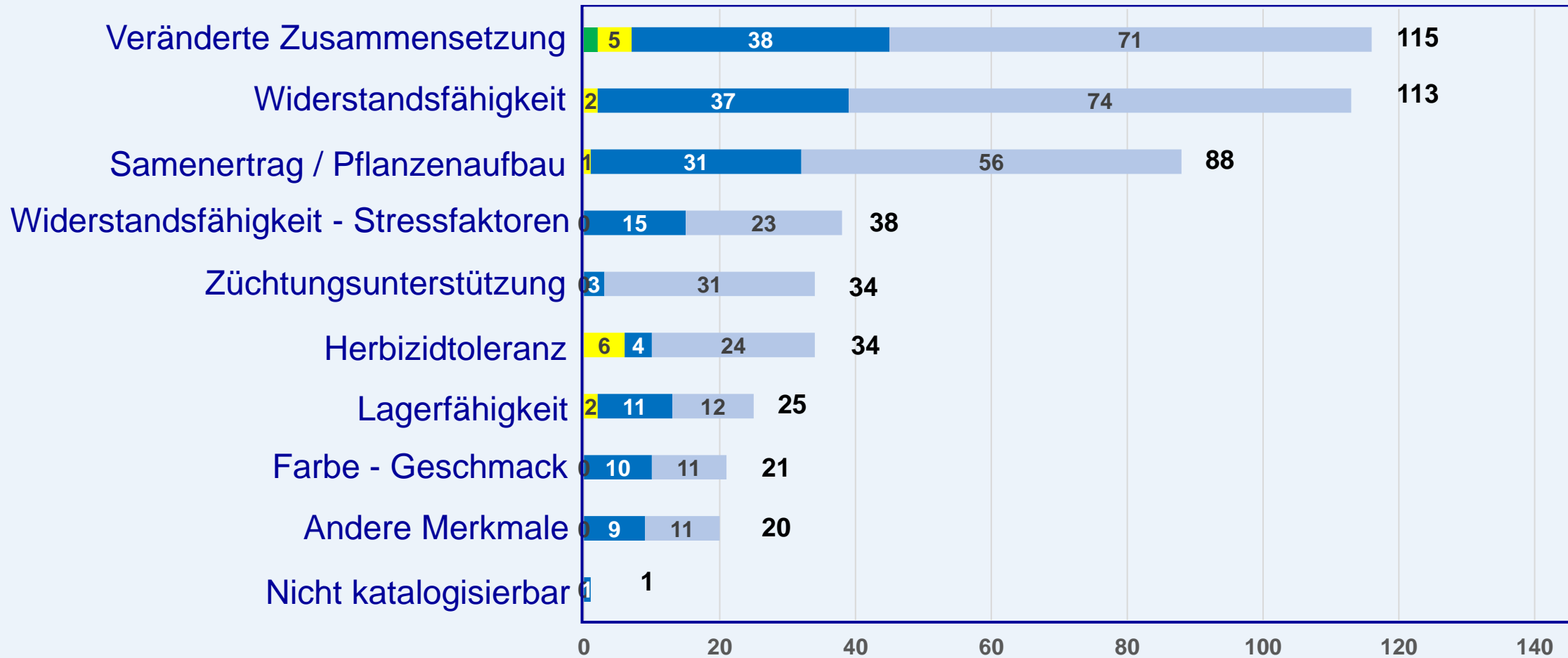
# Führende Länder bei genomeditierten Nutzpflanzen (Anzahl Projekte, 09/2023)



## 787 Projekte mit genomeditierten Nutzpflanzen (EU-SAGE Datenbank, 09/2023)



# Genomeditierte Pflanzen\* - Eigenschaften



 Auf dem Markt

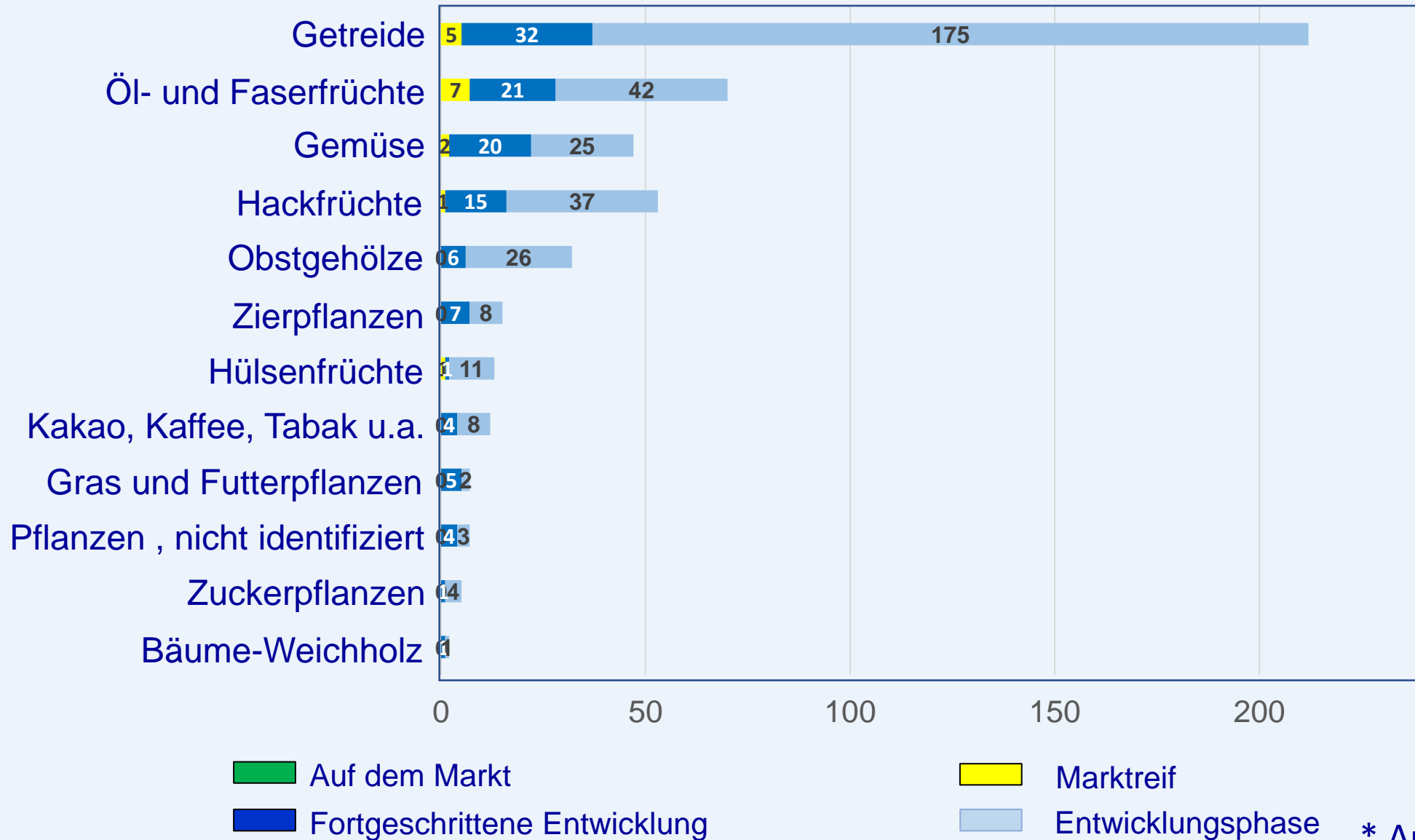
 Marktreif

 Fortgeschrittene Entwicklung

 Entwicklungsphase

\* Anfang 2021

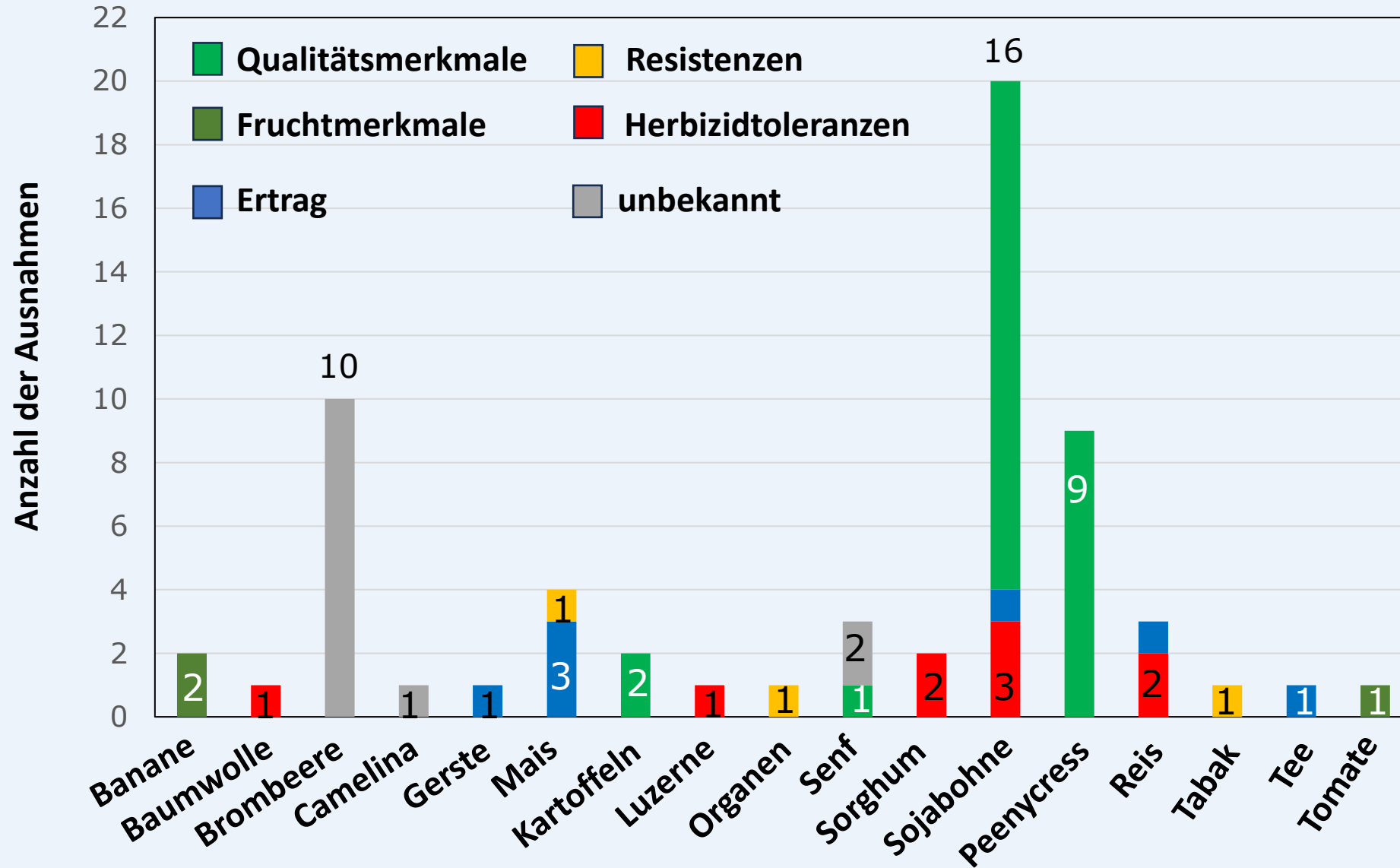
# Genomeditierte Pflanzen\*



\* Anfang 2021



# USA: USDA-EPA-Genehmigung







Apple

Pear

Kumquat

Coffee



Cocoa

Kiwi

Orange

Walnut



Banana

Rubber tree

*Parasponia*

Grapevine



Poplars

Eucalyptus

Monterey pine

(Brüggmann 2022)

## Waldsterben durch Klimawandel



CO<sub>2</sub>-Speicher – Treibhausbilanz

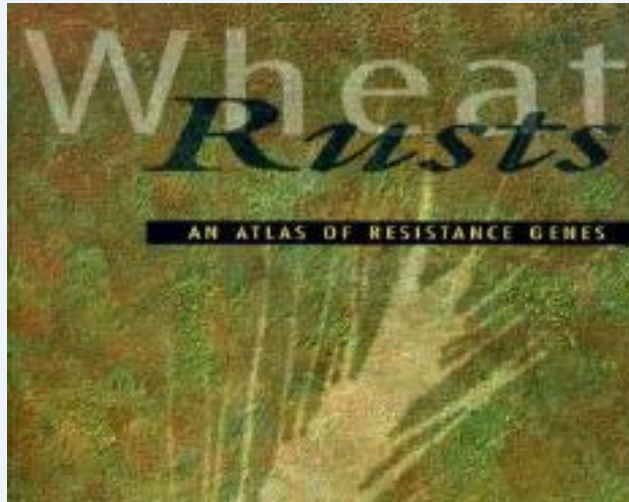
Wasserspeicher - Luftfilter

## Trockenheitsresistente Bäume

**Hier: Buche**



# Mehltauresistenz beim Weizen CRISPR/Cas –TALEN



## Informationen zur entsprechenden Genen

Hexaploid

AABBDD

Winterweizen  
*Triticum aestivum*

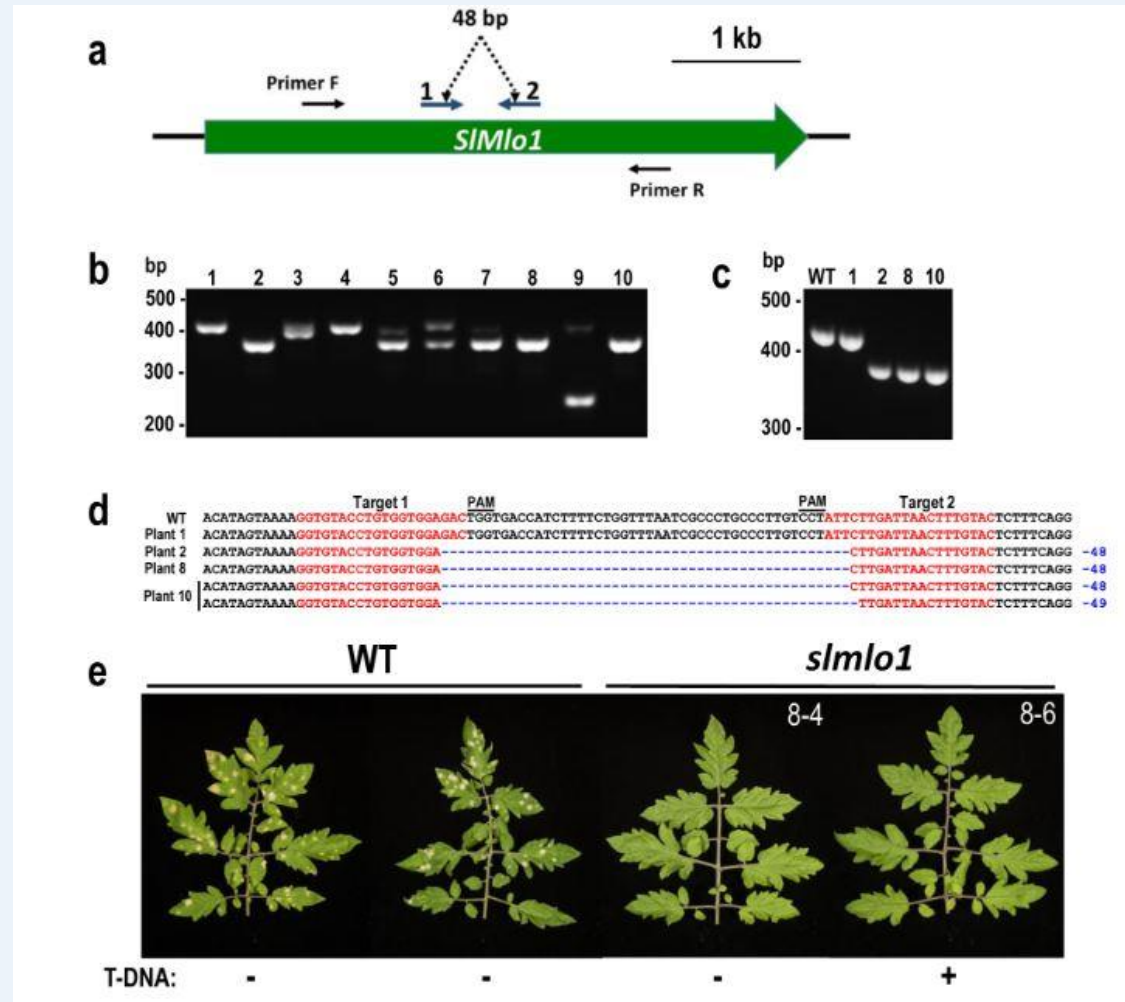


Erfolgreich, wenn alle drei  
Allele geändert werden !

Stabile Resistenz durch  
Inaktivierung des MLO-Gens

Wang et al. 2014

# Rapid generation of a transgene-free powdery mildew resistant tomato by genome deletion



# Genomeditierte Tomate – Provitamin D3

Norwich Research Park: Unterdrückung der Umwandlung von Provitamin D3 in Cholesterin. Ausschaltung des SI7-DR2-Gens

Li J. *et al.* (2022): Biofortified tomatoes provide a new route to vitamin D sufficiency. *Nat. Plants* **8**, 611–616 | <https://doi.org/10.1038/s41477-022-01154-6>



# Genomeditierte Weizen – Reduktion der Synthese von Asparagin

## Reduktion der Acrylamid-Bildung beim Backvorgang

Rothamsted Research Institute: CRISPR-Cas Inaktivierung der Asparaginsynthetase

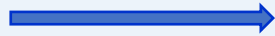
Raffan S., *et al.* (2023): Field assessment of genome edited, low asparagine wheat: Europe's first CRISPR wheat field trial. *Plant Biotechnology Journal* | <https://doi.org/10.1111/pbi.14026>



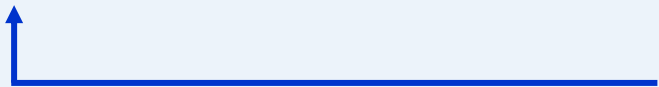
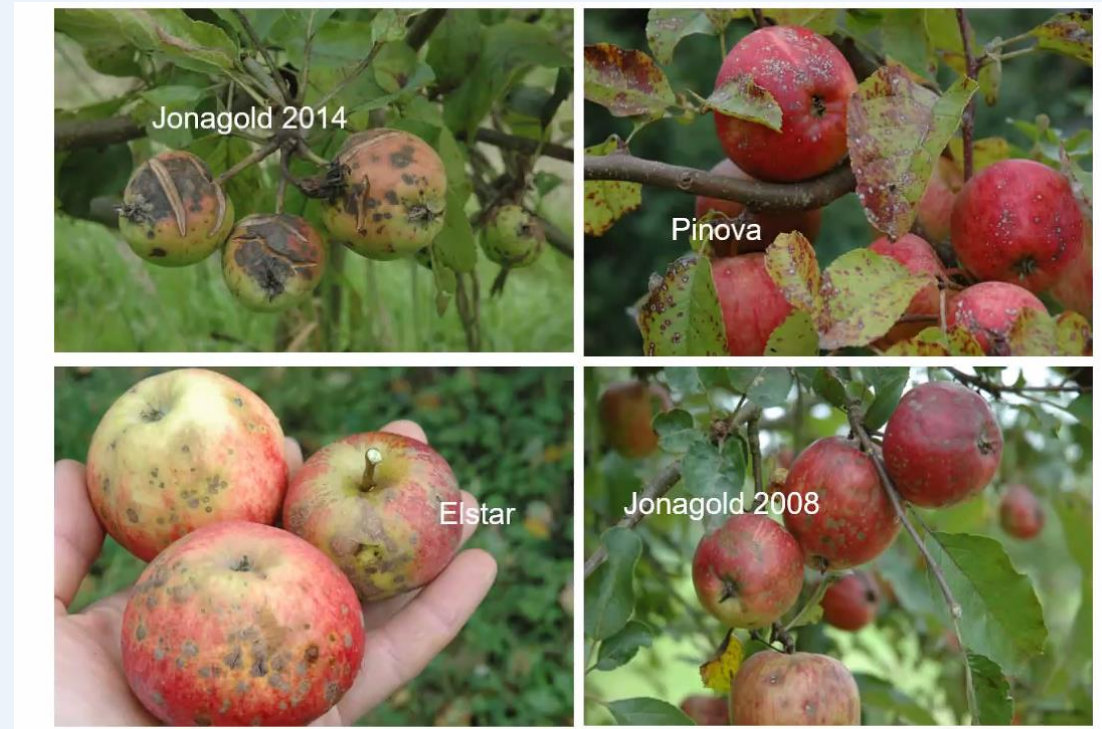


# Apfelzüchtungen nach 1947

Alte Sorten entsprachen nicht mehr den Anforderungen von Konsumenten und Handel



Neue entsprechen zwar heutigen Anforderungen, aber sie sind sehr anfällig für pilzliche und bakterielle Infektionen.



6 - 18 Spritzungen mit Fungiziden (Feuerbrand – Antibiotikum)

**CRISPR/Cas und Cisgene schaltet die Infektionen aus – Umweltschutz und Reduktion von Pflanzenschutzmitteln**

## Von der Flavr-Savr-Tomate zum Functional Food – Gesundheitsfördernd

### GABA-Tomate

genomeditierte Tomate ist in Japan kommerziell erhältlich

GABA =  $\gamma$ -Aminobuttersäure

GABA soll blutdrucksenkende und beruhigende Wirkung haben

Lee J. et al. (2018) J. Agric. Food Chem. 66, 963–971





## ***Gene-Editing Tool Fights Bird Flu in Chickens***

By EMILY ANTHES

Scientists have used the gene-editing technology known as CRISPR to create chickens that have some resistance to avian influenza, according to a new study that was published in the journal *Nature Communications* on Tuesday.

The study suggests that genetic engineering could potentially be one tool for reducing the toll of bird flu, a group of viruses that pose grave dangers to both animals and humans. But the study

### ***Scientists See Promise and Peril in CRISPR***

also highlights the limitations and potential risks of the approach, scientists said.

Some breakthrough infections still occurred, especially when gene-edited chickens were exposed to very high doses of the virus, the researchers found. And when the scientists edited just one chicken gene, the virus quickly

adapted. The findings suggest that creating flu-resistant chickens will require editing multiple genes and that scientists will need to proceed carefully to avoid driving further evolution of the virus, the study's authors said.

The research is "proof of concept that we can move toward making chickens resistant to the virus," Wendy Barclay, a virologist at Imperial College London and an author of the study, said at a news briefing. "But we're not there yet."

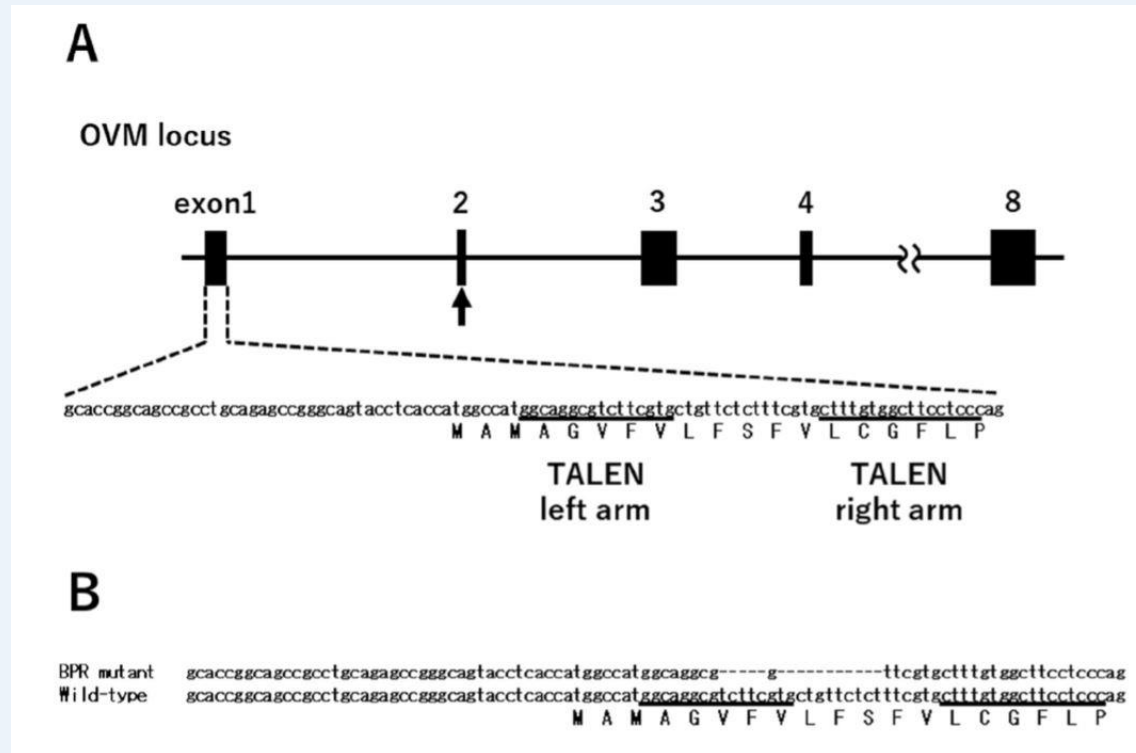
*Continued on Page A15*

*The New York Times (Front Page – October 11, 2023).*



# TALEN - Allergen-freie Hühnereier - Ovomuroid

Im Ovomuroid-Gen ist Exon 1 für die Genregulierung und Translation wichtig

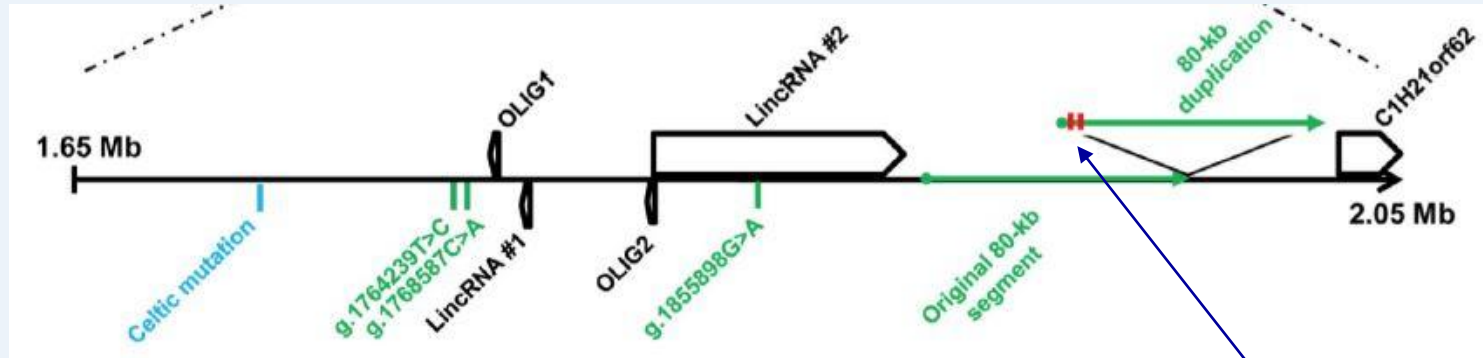


Ezaki R., Sakuma T., Kodama D., Sasahara R. et al. (2023): **Transcription activator-like effector nuclease-mediated deletion safely eliminates the major egg allergen ovomucoid in chickens.** Food and Chemical Toxicology 175, 113703 | <https://doi.org/10.1016/j.fct.2023.113703>



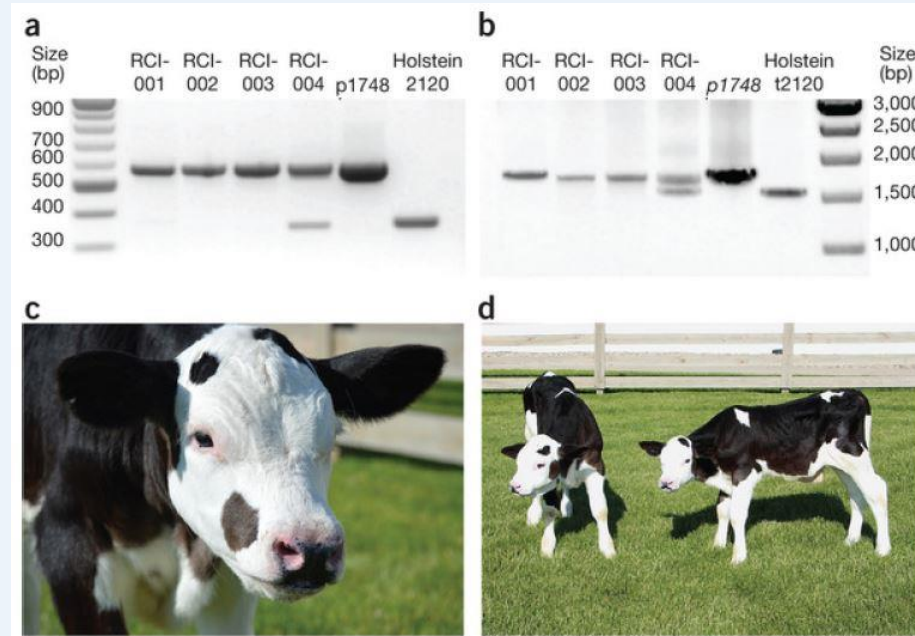
# Hornlose Rinder

## Genome editing im Polled Locus für die Erzeugung hornloser Rinder



Keltische Variante

Holstein Friesian



u.a. 176439 T > C  
 176887 C > A  
 185589 G > A

Carlson et al. 2016, Nature Biotechnology 34, 479-481

**Das Problem bleibt aber ungelöst –  
unterschiedliche Ansichten auf das gleiche Problem**



Weiter Informationen : [jany@biotech-gm-food.com](mailto:jany@biotech-gm-food.com)

oder

<https://www.biotech-gm-food.com>



$$\begin{aligned} f(x) + U \times \bar{y} \quad G \\ G(Q_\Sigma/Q) \rightarrow GL_2(A) \\ \downarrow \\ x \psi^2 \int B(A) \end{aligned}$$

**Danke  
für ihre  
Geduld**

MIR IST NOCH IMMER  
ALLES UNKLAR -  
ABER AUF EINEM  
VIEL HÖHEREN  
NIVEAU!

Research  
Conference  
on  
North 1-4

Alles verstanden?

OH