



# Zukunft Kartoffel: Mit moderner Züchtung rasch zu weniger Pflanzenschutzmitteln?

Etienne Bucher  
Genomdynamik der Pflanzen  
Agroscope



# Die Welt hat den Höhepunkt der landwirtschaftlichen Nutzfläche überschritten

## The world has passed peak agricultural land

While sources disagree on how much land we use for agriculture they do agree that the world has passed the peak.



Global agricultural land use (croplands plus pasture for livestock)

5 billion hectares

4 billion hectares

3 billion hectares

2 billion hectares

1 billion hectares

0 hectares

1000 1200 1400 1600 1800 1900 2000

Agricultural land use increased rapidly from the year 1700. By 1960, it had more than quadrupled.

Peaks in 2000

Peaks in 1990

### HYDE 3.2 – Goldewijk et al. (2017)

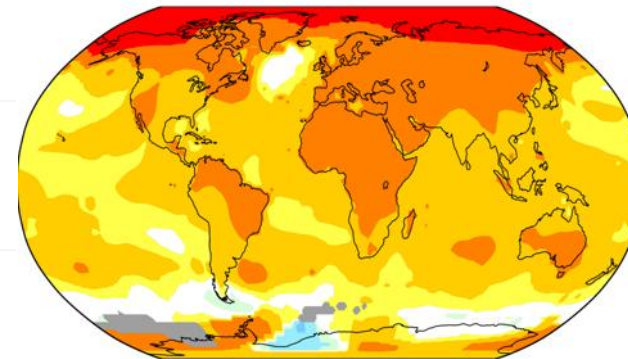
- Measured from high-resolution remote sensing, and gridded data of population density and land modelling
- Estimates global agricultural land use peaked around 2000

### UN Food and Agriculture Organization (FAO)

- Measured from national census data; country reports; and expert estimates
- Global agricultural land use peaked around 2000

### Taylor and Rising (2021)

- Measured from high-resolution remote sensing, and gridded data of population density and land modelling
- Global agricultural land use peaked in the 1990s



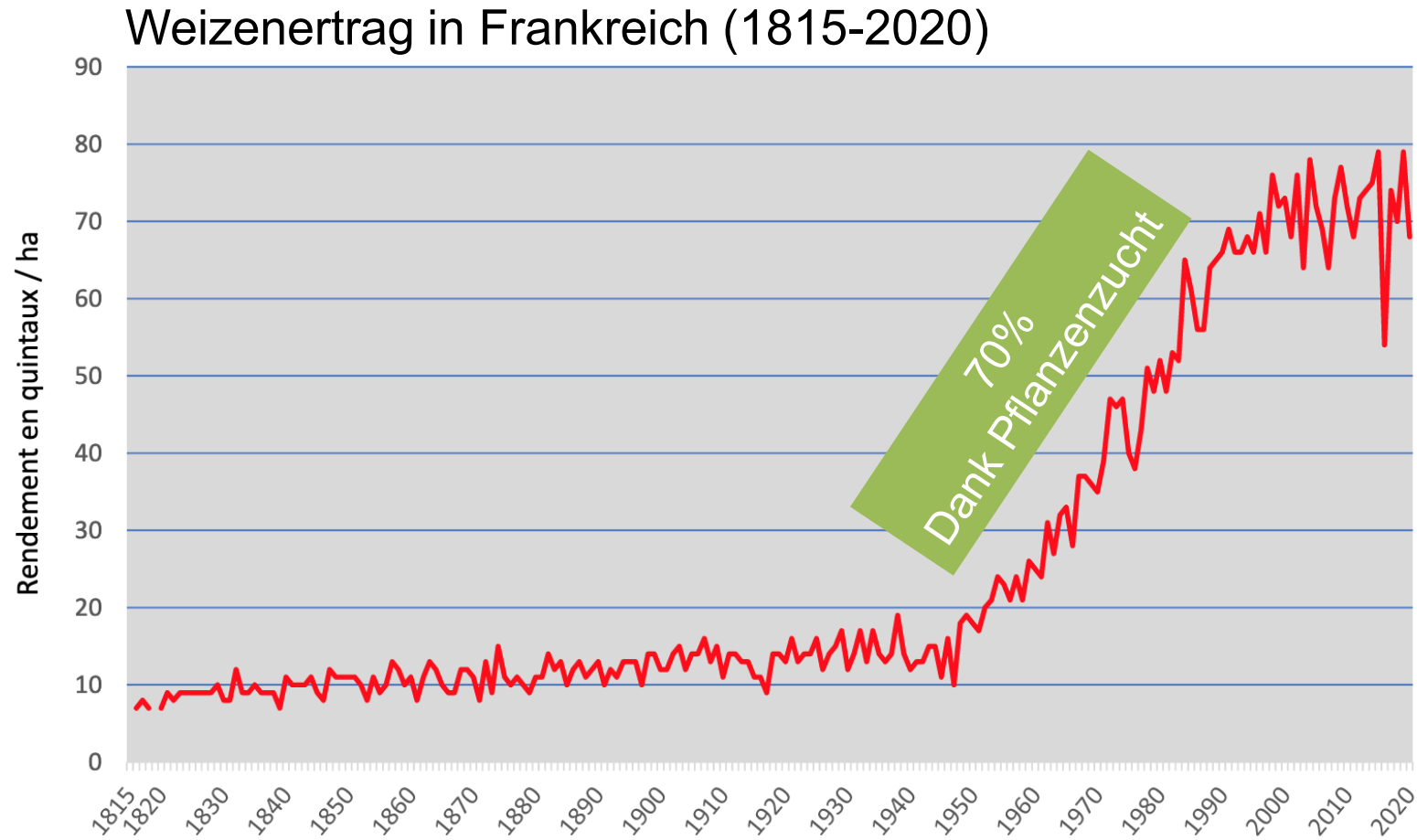
Sources: Goldewijk et al. (2017). A Food and Agriculture Organization OurWorldinData.org – Research a

**Pflanzenschutzmittel werden verboten**

nt dynamics in global land use. under CC-BY by the author Hannah Ritchie.



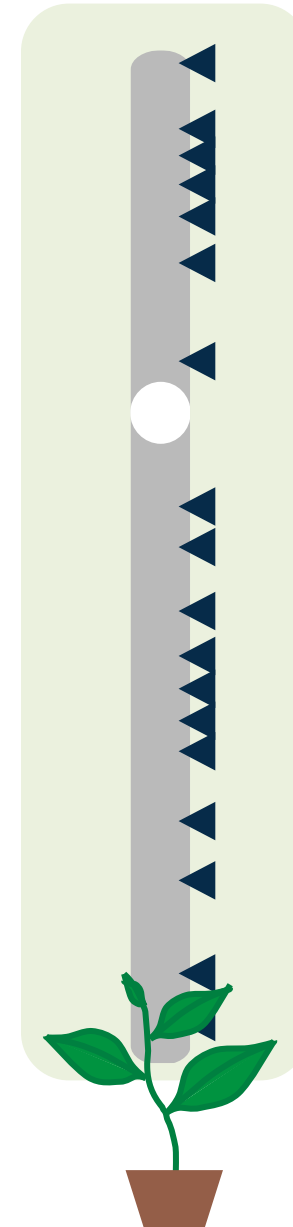
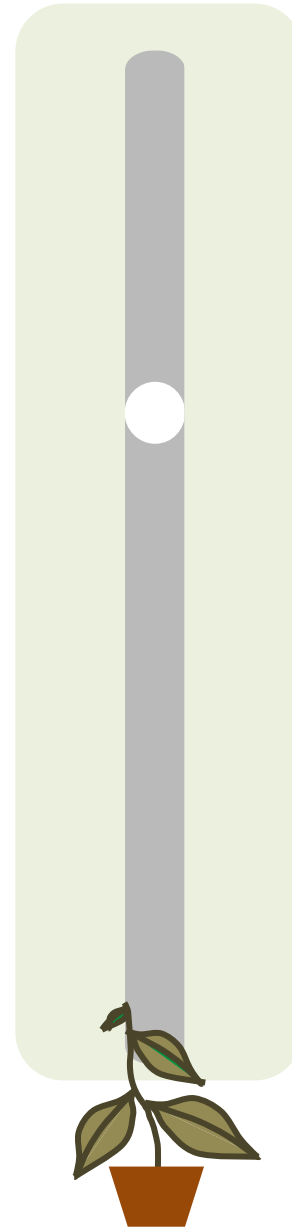
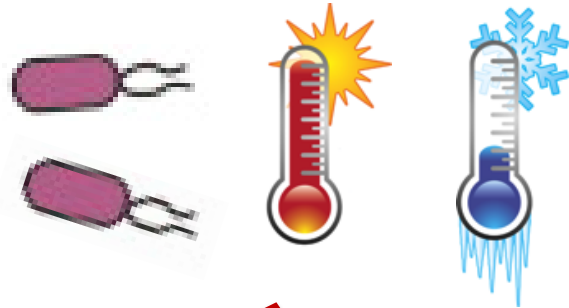
# Die Pflanzenzüchtung hat den wichtigsten Beitrag zur Steigerung der Erträge geleistet, aber...



Sources: Statistisches Bundesamt  
GNIS - Unigrain

**Wir brauchen rasch neue Methoden um die Pflanzenzüchtung zu beschleunigen**

# Pflanzen müssen sich an Umweltveränderungen anpassen



◀ Mutation

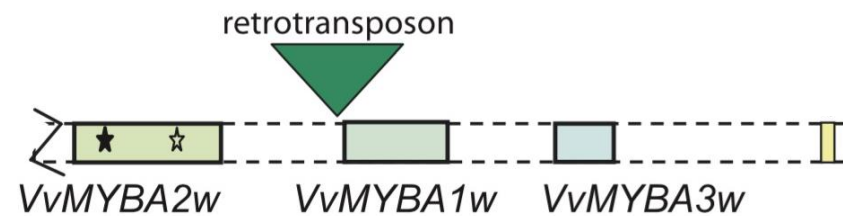


# Spontane Mutationen werden in der Pflanzenzucht selektiert

Pinot Gris

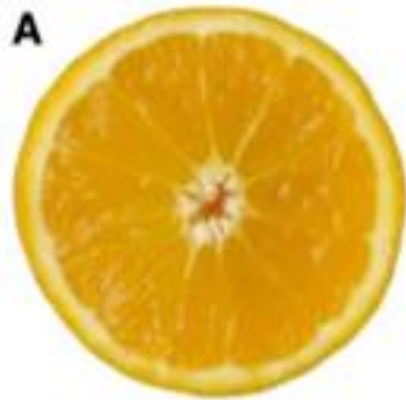


Pinot Blanc

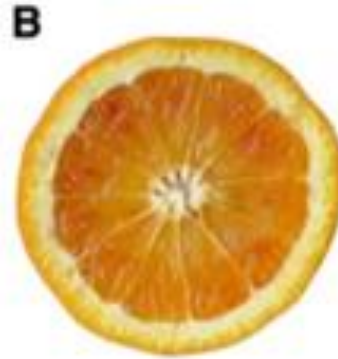




# Spontane Mutationen werden in der Pflanzenzucht selektiert



Navelina



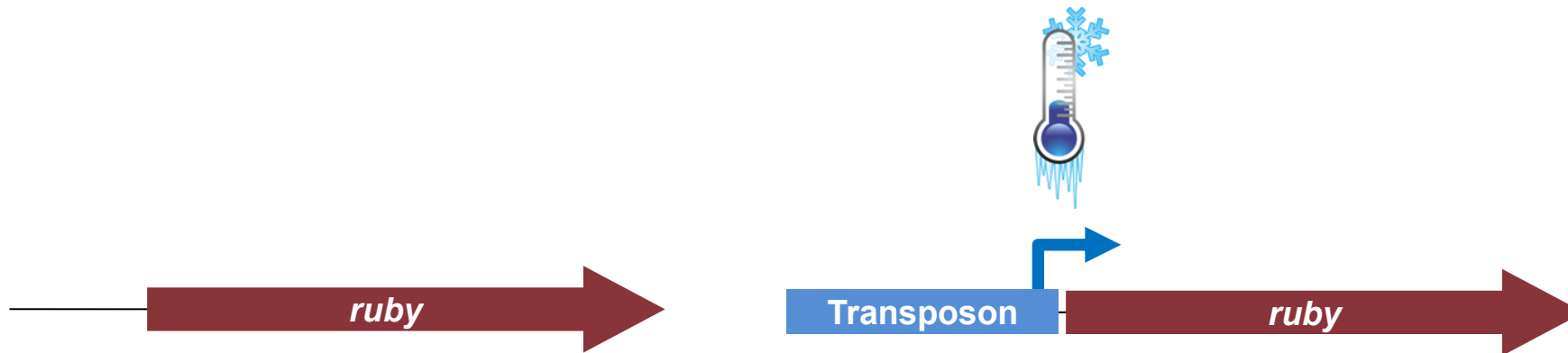
Doppio Sanguigno



Tarocco



Moro





# Spontane Mutationen werden in der Pflanzenzucht selektiert

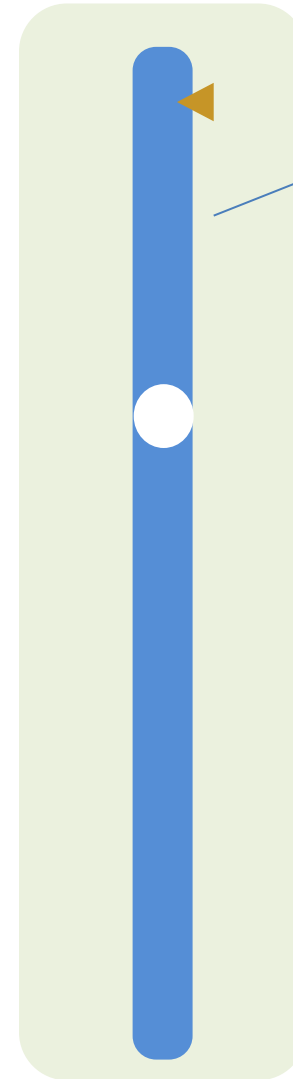
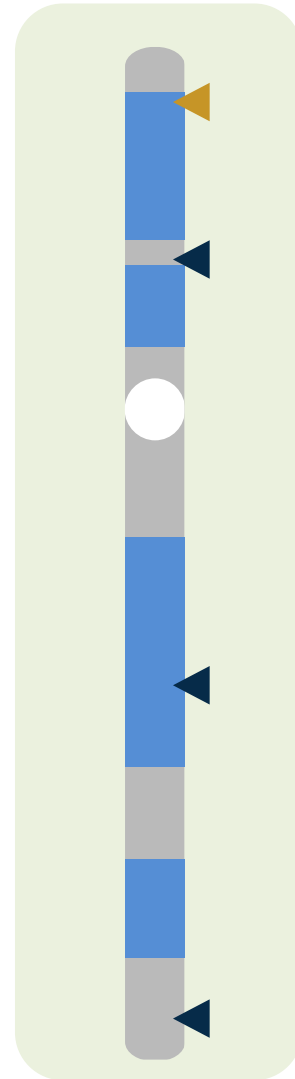
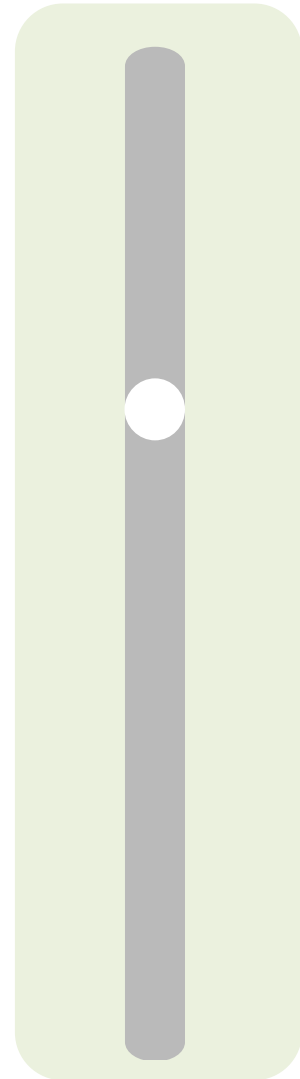


**Histoire naturelle des  
orangers**  
A. Risso et A. Poiteau, 1818



**"Hesperides", 1646.**  
Giovanni Battista Ferrari  
(1584–1655)

# Genetische Veränderungen/Variationen sind zentral für die Zucht



Chromosom



Seit 120 Jahren

 Gewünschte Mutation  
 Andere Mutation

Weizen Fotos: <https://www.bdn.ch/>

# Mutagenese: Beschleunigte genetische Veränderung

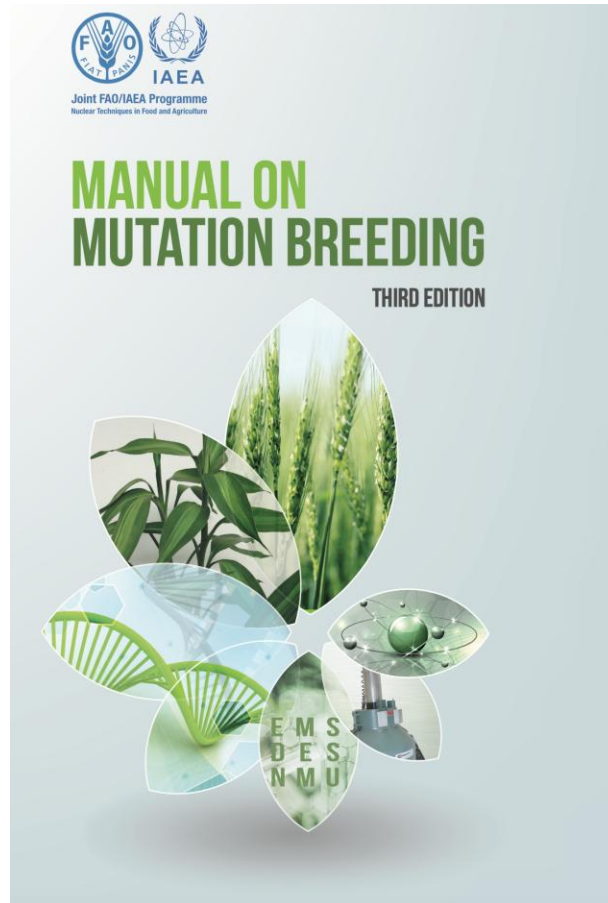


Seit >70 Jahren

- ◀ Gewünschte Mutation
- ◀ Andere Mutation

<https://www.bdn.ch/>  
<https://www.geo.fr/>

# Die Mutagenese ist ein wichtiges Werkzeug in der Pflanzenzucht



IAEA  
International Atomic Energy Agency

TOPICS ▾ SERVICES ▾ RESOURCES ▾ NEWS & EVENTS ▾ ABOUT US ▾

Home / Resources / NUCLEUS information resources ▾ / Mutant Varieties Database

## Mutant Varieties Database

<http://www.fao.org/3/I9285EN/i9285en.pdf>

<https://twitter.com/FAO/status/1224316670438789123?s=09>

<https://www.iaea.org/resources/databases/mutant-varieties-database>

# 🇨🇭 Mutagenese: Beispiel Grapefruit

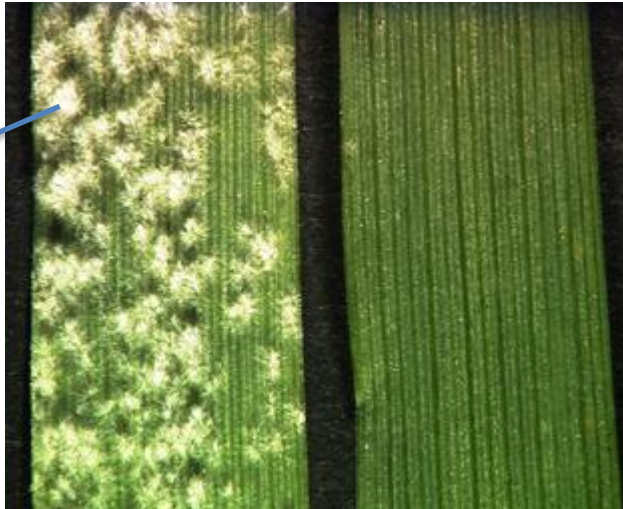


Sorte: Red Ruby



# 🇨🇭 Krankheitsresistenzen in der Gerste Dank Mutagenese

Echter Mehltau  
*Blumeria graminis*



Wildtyp

Mutante  
(*mlo*)

MLO ist ein Anfälligkeitgen  
(S-Gen)

<https://www.bio1.rwth-aachen.de/PlantMolCellBiology/research.html>

**Mutagenese nutzt man schon sehr lange:**

Freisleben R., Lein A. Über die Auffindung einer mehlttauresistenten Mutante nach Röntgenbestrahlung einer anfälligen reinen Linie von Sommergerste. *Naturwiss.* **1942**;30:608. doi: 10.1007/BF01488231.

# 🇨🇭 Eine neue Methode der Mutagenese

THE NOBEL PRIZE  
IN CHEMISTRY 2020



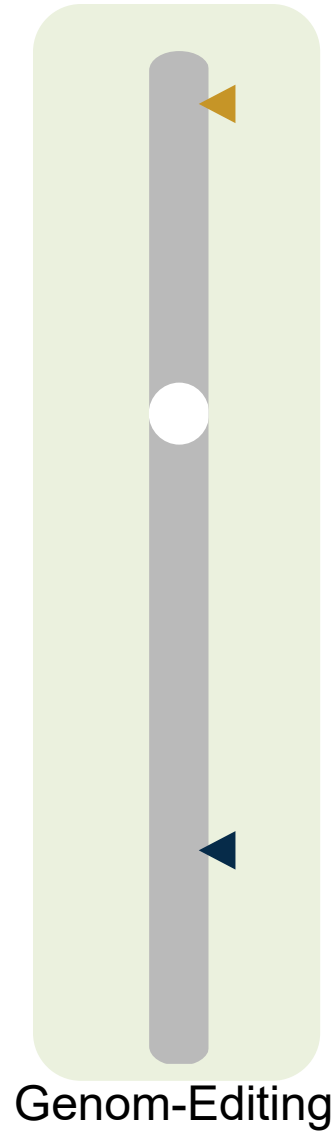
Jennifer A. Doudna

Emmanuelle Charpentier



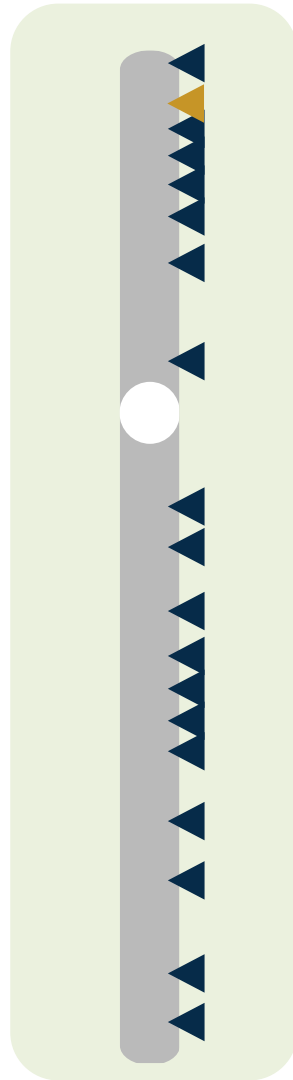
Genom-Editierung: Gezielte Mutagenese

# Genom-Editierung: Mutagenèse par excellence



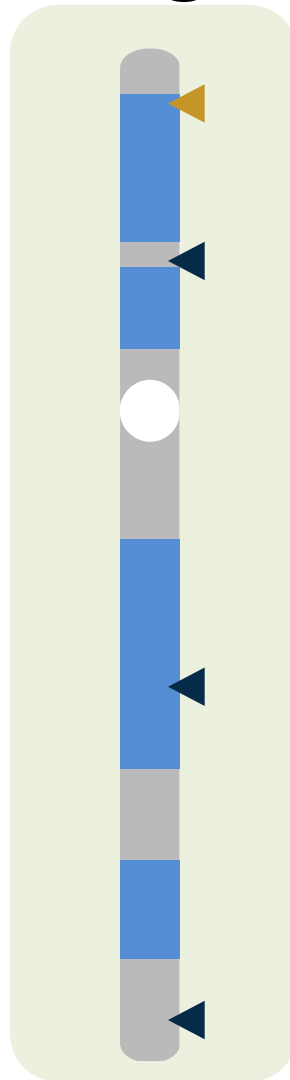
- ◀ Gewünschte Mutation
- ◀ Andere Mutation

# Die Momentane legale Situation



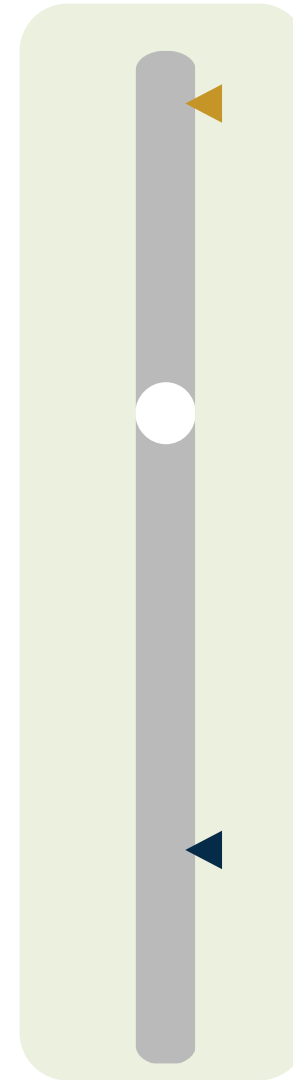
Mutagenese

✓ Sicher!






Kreuzen

✓ Sicher!



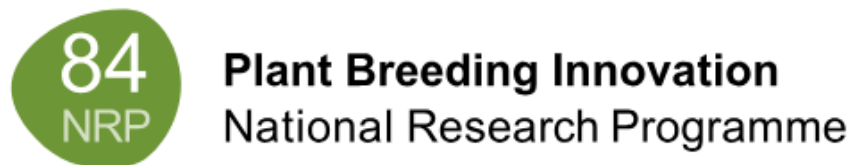
Genom-Editierung

✗ Verboten!

-  Gewünschte Mutation
-  Andere Mutation
-  DNA von einer anderen Pflanze



# CRISPS: Editing Sustainable and Innovative Potatoes for Switzerland



# 🇨🇭 Herausforderungen in der Kartoffelproduktion: 1. Pflanzenschutzmittel



www.potatogrower.com

87 Tonnen Fungizide und Insektizide werden jährlich in der Schweiz eingesetzt

mit PSM

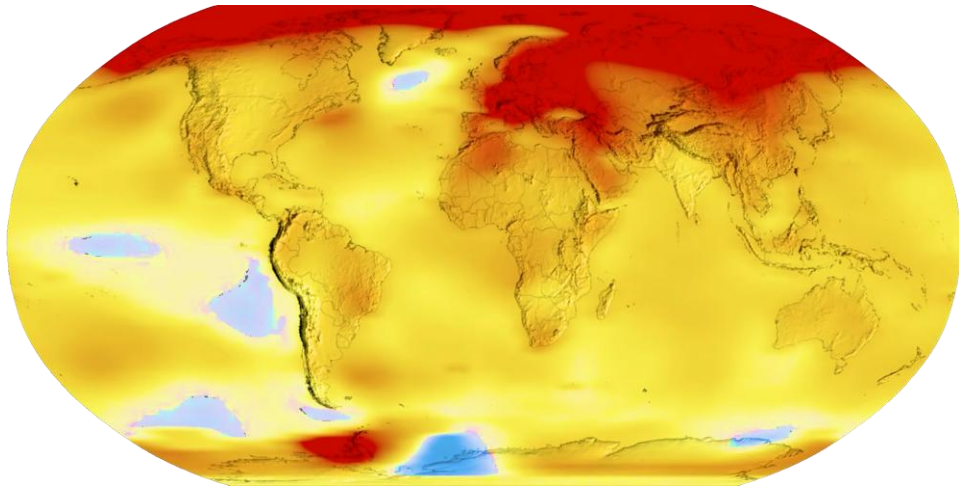


ohne PSM

Wichtigste Krankheit: Kraut- und Knollenfäule  
(*Phytophthora infestans*)

# 🇨🇭 Herausforderungen in der Kartoffelproduktion:

## 2. Klimawandel



climate.nasa.gov



spudsmart.com, Eugenia Banks

Hitze und Trockenheit führen zu  
einer unregelmässigen  
Knollenentwicklung

# 🇨🇭 Resistenzgene aus wilden Akzessionen nutzen

Wilde Akzessionen      Moderne Sorte



photo: Jack Vossen



# Wahl der Methoden um wilde Akzessionen in der Zucht zu nutzen

## Klassische Kartoffel-Zucht

- Mindestens 45 Jahre um ein Resistenzgen in eine Sorte einzukreuzen\*

## Genom-Editierung

- 6-12 Monate

\*Paluchowska et al. Planta 255, 127 (2022).

# Resistente Kartoffeln dank Genom-Editierung

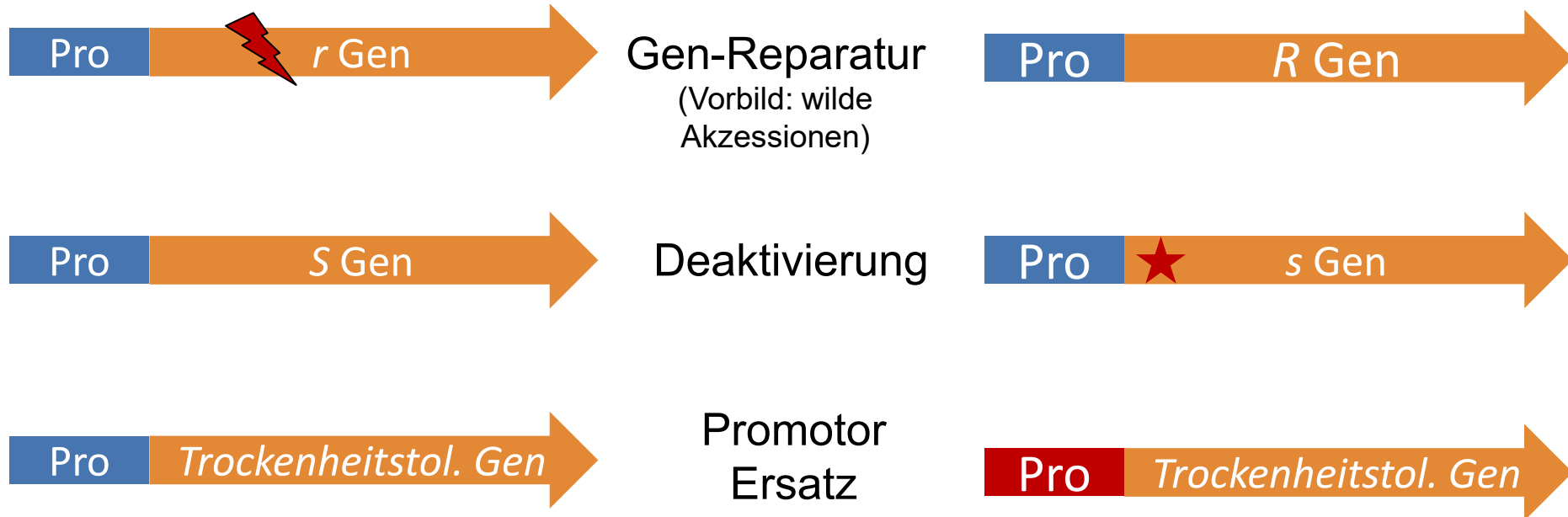


Kraut- und Knollenfäule  
und/oder Trockenheitsanfällig

Genom-Editierung

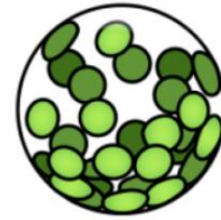


Kraut- und Knollenfäule resistent  
und/oder Trockenheitstolerant

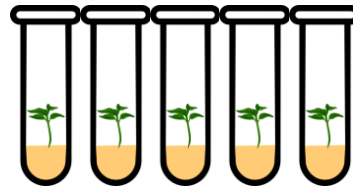
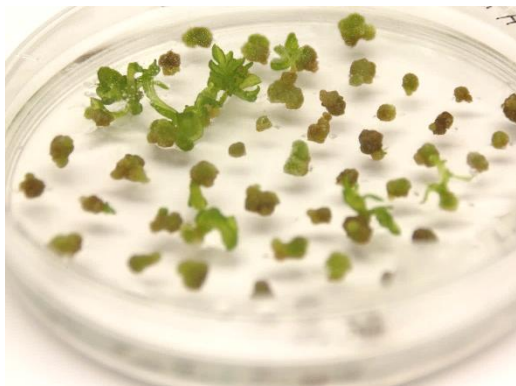


Keine Fremd-DNA, diese Mutationen könnten auch spontan so entstehen

# Wir funktioniert es?




Protoplast





Multiplikation und Screening für  
Resistenzen und Trockenheitstoleranz


Photos: Per Hofvander and Mariette Andersson

# GVO Feldversuche in 3 Ländern!



 **WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

 Swedish University of  
Agricultural Sciences

 **Agroscope**

Breitengradient von 1000 km!

# 🇨🇭 Resistenzgene hinzufügen ist hoch Effizient



Foto: Susanne Brunner

Kontrolle

+ zwei  
Resistenzgene von  
wilden Akzessionen

# Kartoffelsorten welche im CRISPS Projekt bearbeitet werden



Désirée



Erika



Innovator

Praxisnähe ist sehr wichtig.  
Erfolge sollen so schnell wie möglich in  
die Praxis einfließen können\*

# Ein tolles internationales Team!



## Jack Vossen

Potato disease resistance  
genome editing and cisgenics  
>20 resistance genes discovered  
patents  
GMO field trial experience

## Susanne Brunner

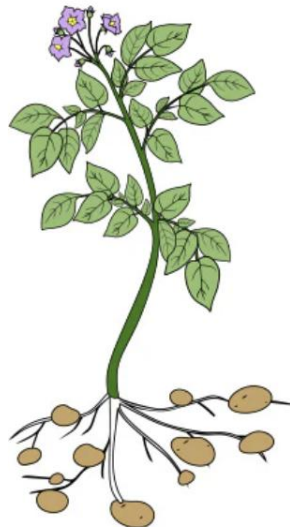
Disease resistance  
GMO field trials

## Etienne Bucher

potato in vitro gene bank  
Epi/Genomics  
invention of an NBT (patent)

## Mariette Andersson and Per Hofvander

transgene-free editing in potatoes  
quality traits  
patents and startup  
GMO field trial experience



# Zusammenfassung

## Neue Zuchttechniken (wie Genom-Editierung)

- Machen Genbanken nutzbar
- Können die Biodiversität im Feld erhöhen

## Minimalster Eingriff in das Erbgut

- Die Veränderung ist gezielt mit sehr wenig Nebeneffekten
- Keine Fremd-DNA

## Bedeutender Einfluss auf die Landwirtschaft

- Reduktion von Pflanzenschutzmittel
- Verbesserte Toleranzen gegen den Klimawandel

## Schnell!

- Nach einem Jahr schon erste Pflanzen direkt im Feld geprüft werden

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



## Finanzierung



Disclaimer: I am member of the board of epibreed AG that owns TEgenesis



# Examples for the success of genome editing

**eu**sage

European Sustainable Agriculture  
Through Genome Editing

<https://www.eu-sage.eu>

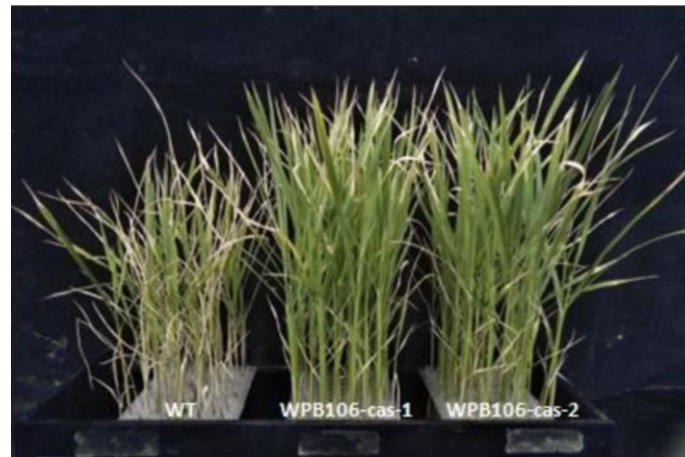
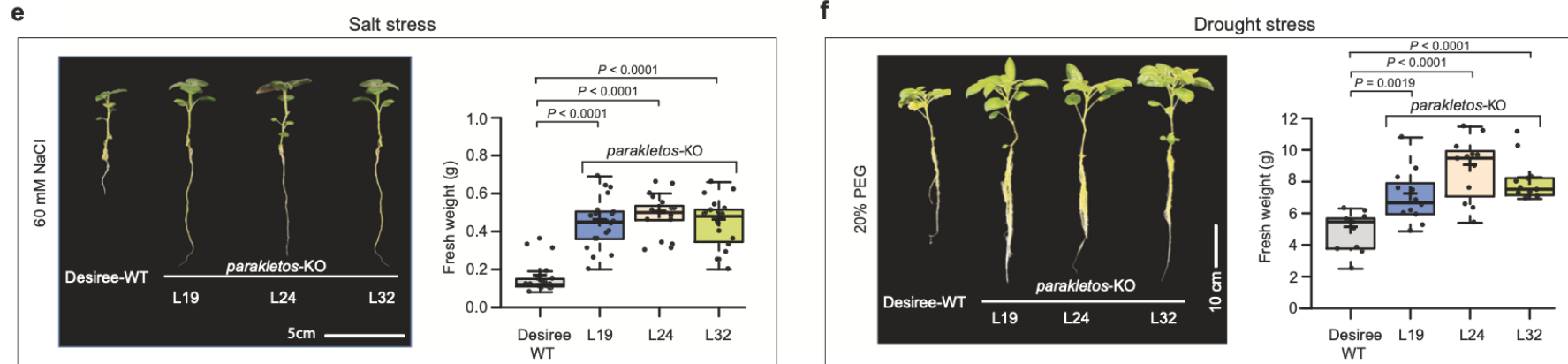
## TRAITS CATEGORIES

- Traits related to biotic stress tolerance (166)
- Traits related to abiotic stress tolerance (75)
- Traits related to improved food/feed quality (181)
- Traits related to increased plant yield and growth (189)
- Traits related to industrial utilization (107)
- Traits related to herbicide tolerance (57)
- Traits related to product color/flavour (49)
- Traits related to storage performance (22)

Novel crop breeding techniques can make real contributions  
to a more sustainable agriculture



# Examples for the success of genome editing

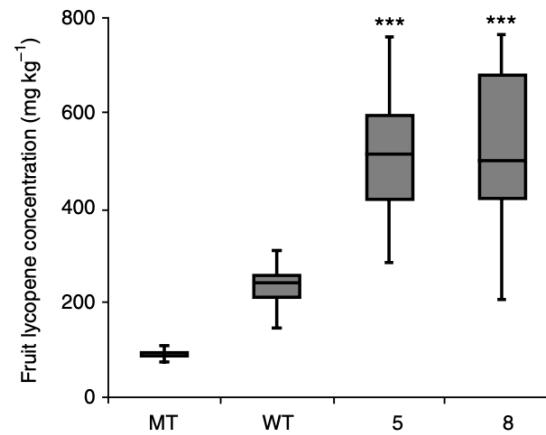
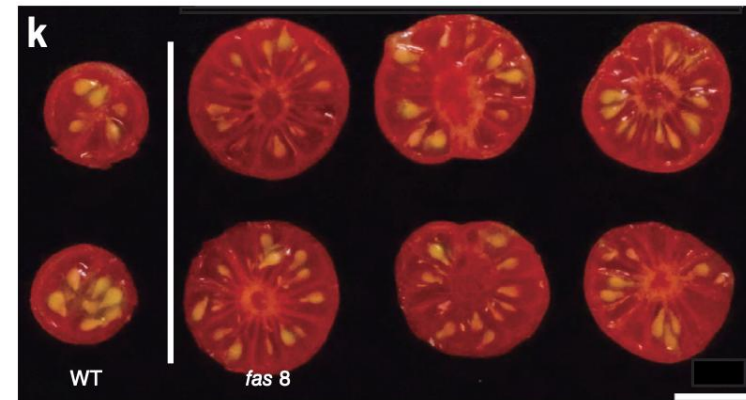


**NaCl stress tolerance**

Zahid et al., 10.1038/s41467-024-49584-4  
Zhang et al., 10.1007/s11032-019-0954-y



# de novo domestication of wild tomato

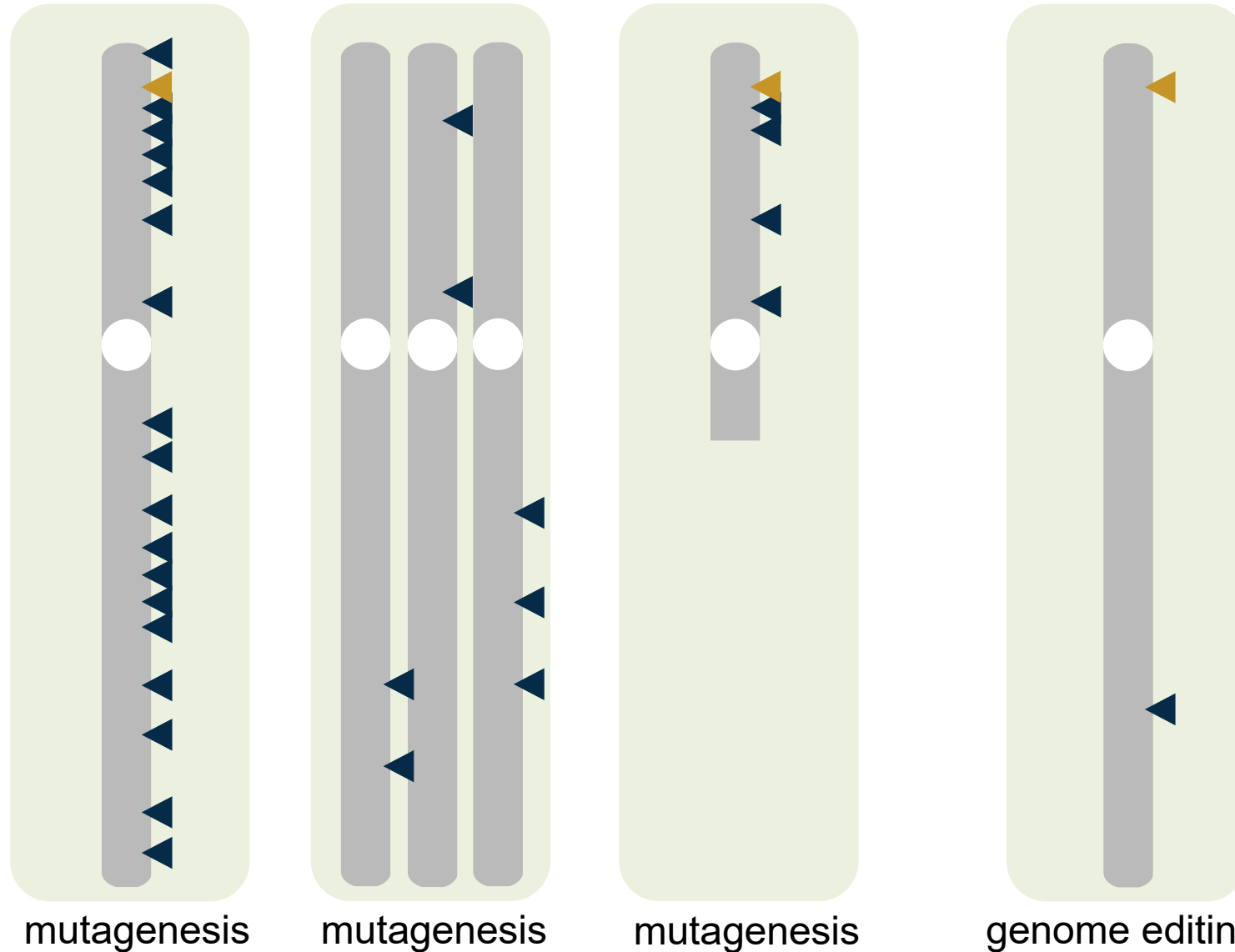


NBTs can greatly increase biodiversity in agriculture

**HOWEVER**



# The legal situation in EU and CH



**The more precise the tool, the tougher the regulation**