

Neue Gentechnik -

notwendig für eine

zukunftsfähige Landwirtschaft?



# Genome-Editing

„Genom-Bearbeitung“

mit molekularen Werkzeugen,

zum Beispiel mit der

„Genschere“

CRISPR / Cas9

# Genschere CRISPR / Cas

Ist das Gentechnik  
oder ist das natürlich?

# Regulierung nach EU-Gentechnikrecht

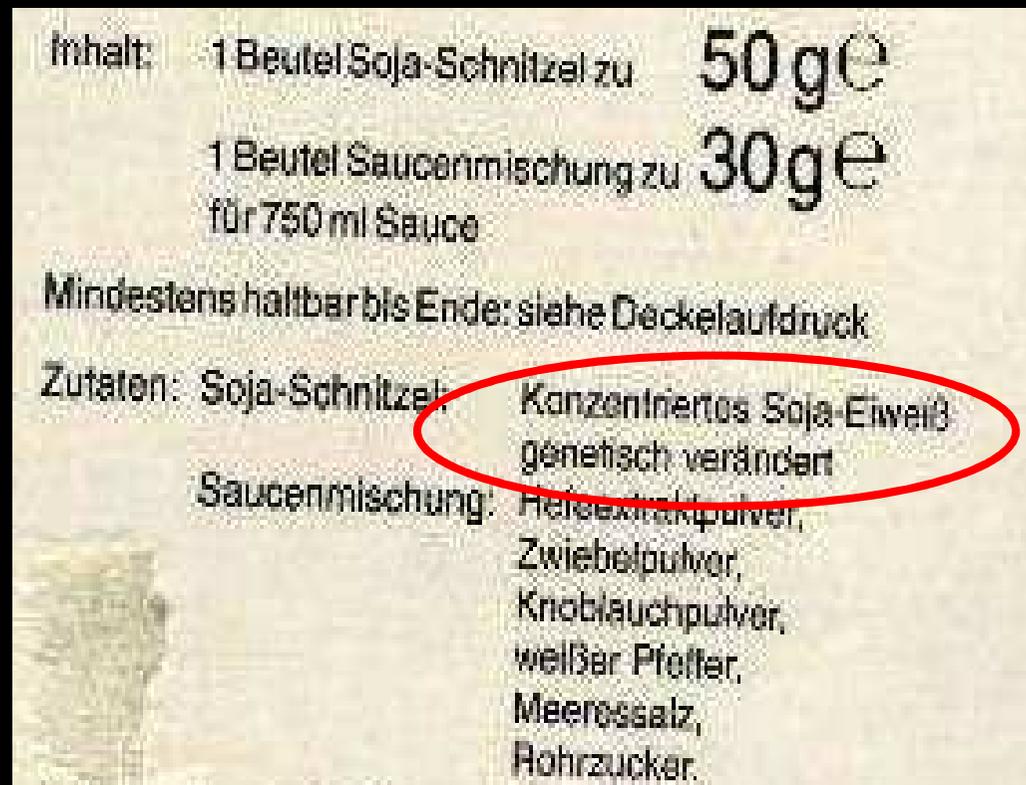
## ➤ Wahrung des Vorsorgeprinzips



- Freisetzungsversuche – Genehmigungspflicht!
- Risikobewertung für Mensch, Natur + Umwelt
- Rückverfolgbarkeit

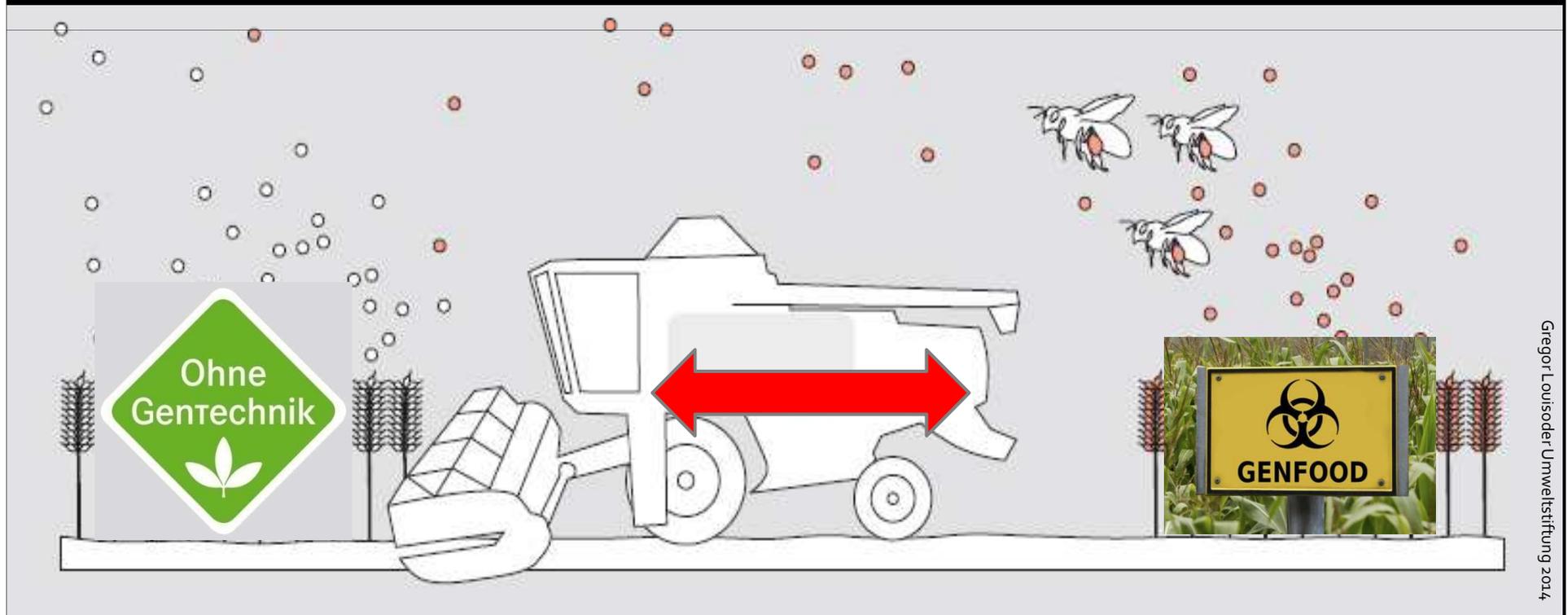
# Regulierung nach EU-Gentechnikrecht

- Wahlmöglichkeit durch Kennzeichnung



# Regulierung nach EU-Gentechnikrecht

- Koexistenz-Sicherung für Öko-Anbau



# Regulierung nach EU-Gentechnikrecht

- Einheitlichkeit in der EU

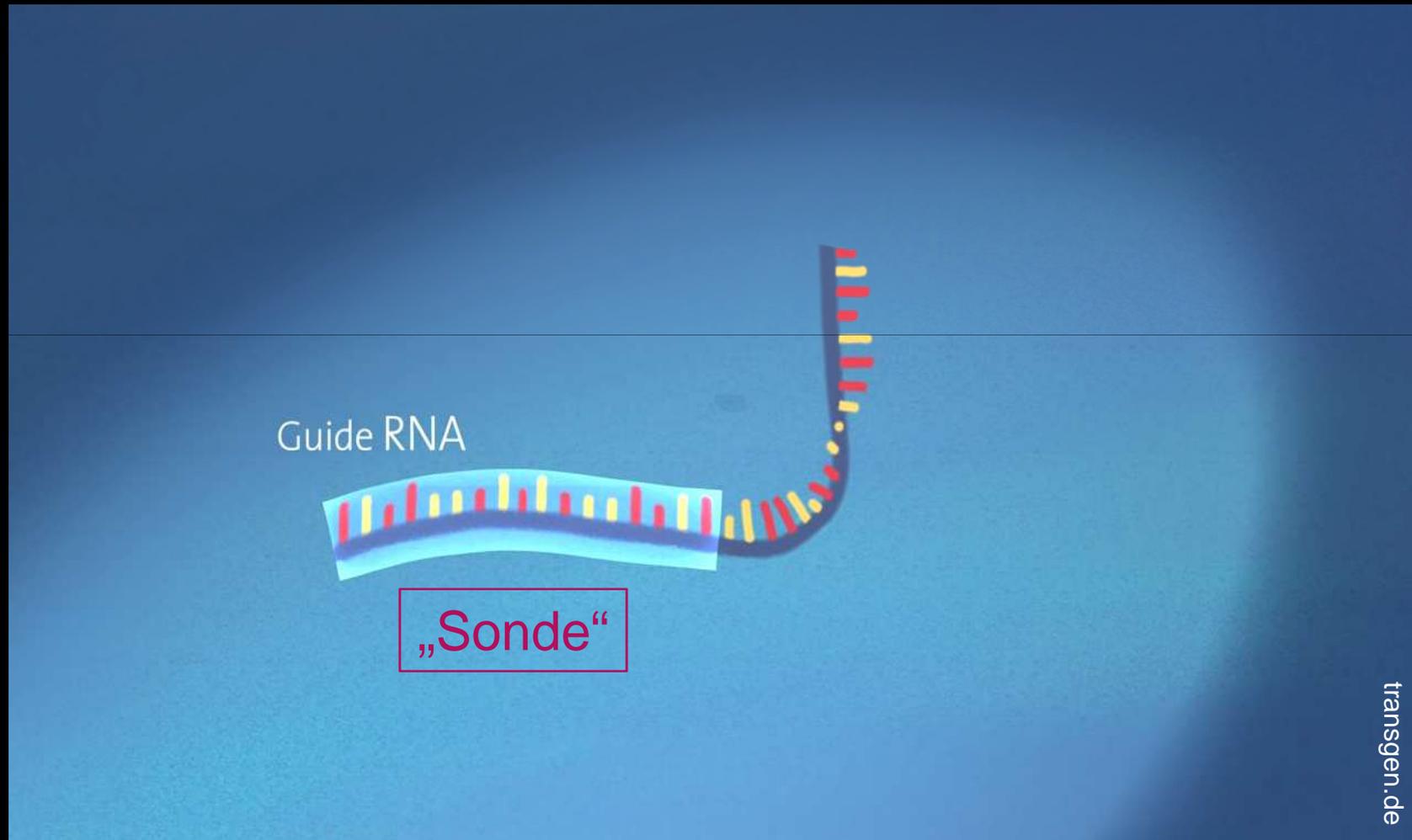


„Regulierung ist Chance,  
nicht Verhinderung“

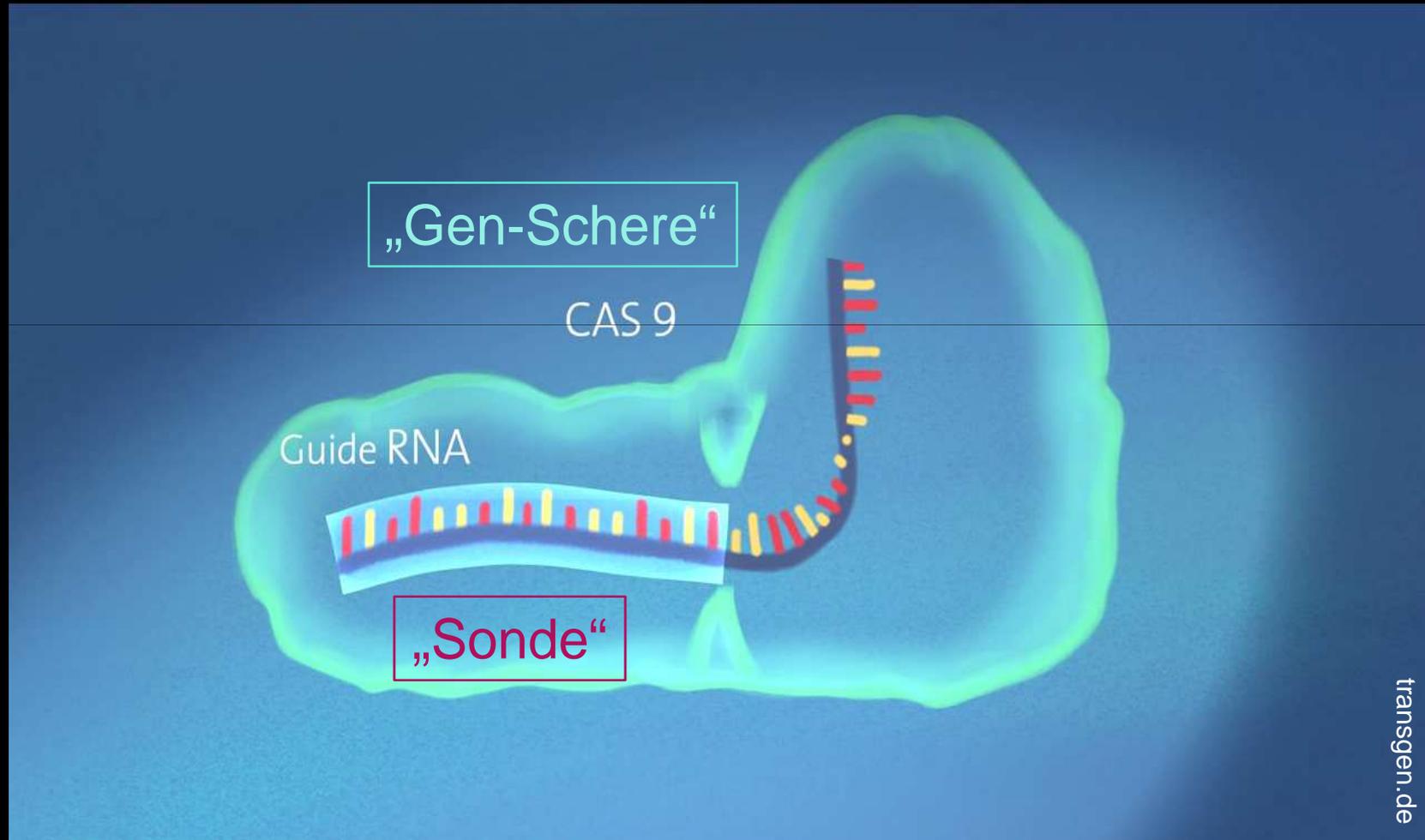
„Genschere“  
CRISPR / Cas9

ein molekulares Werkzeug

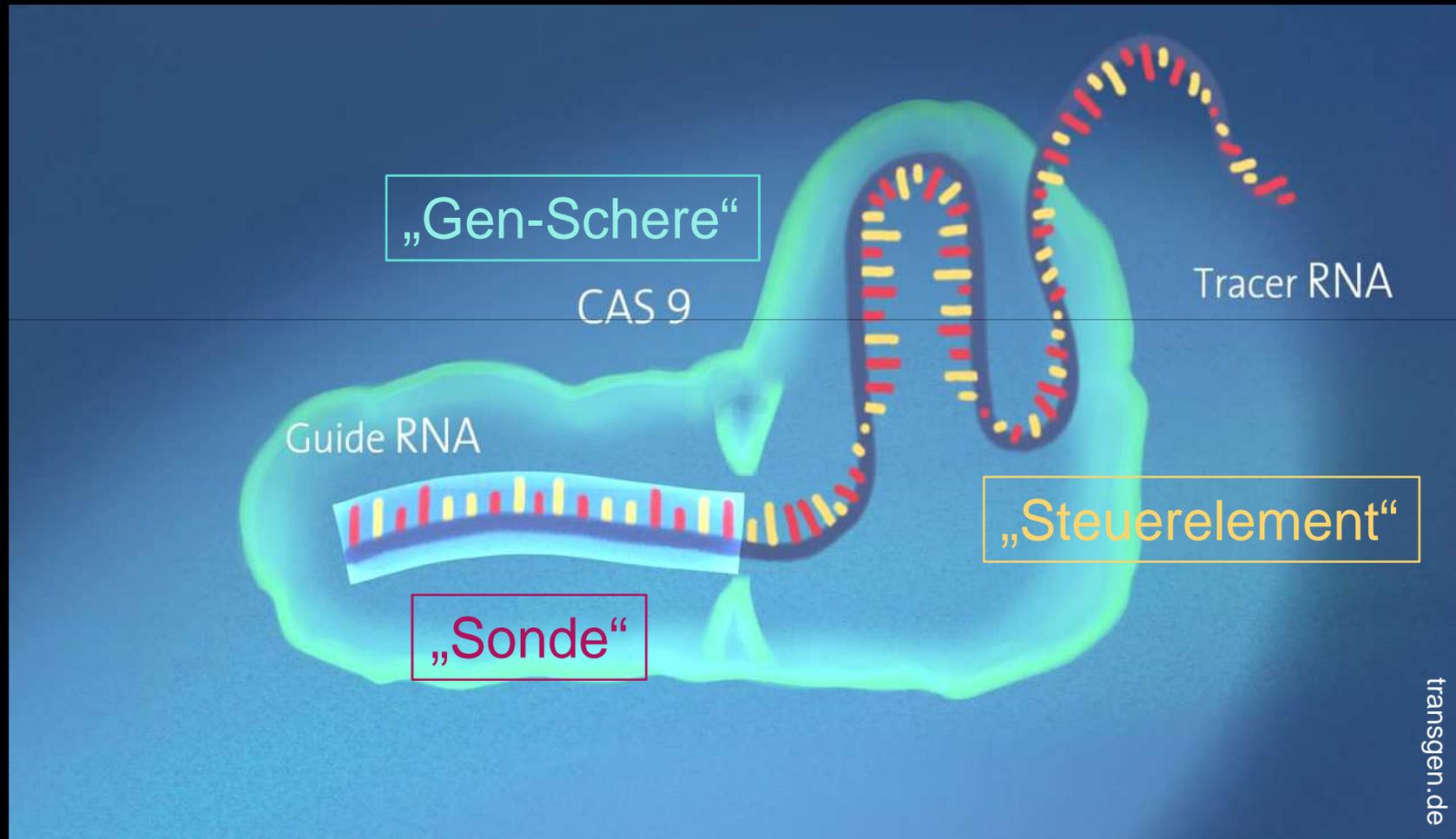
# CRISPR/Cas9 - Werkzeugteile



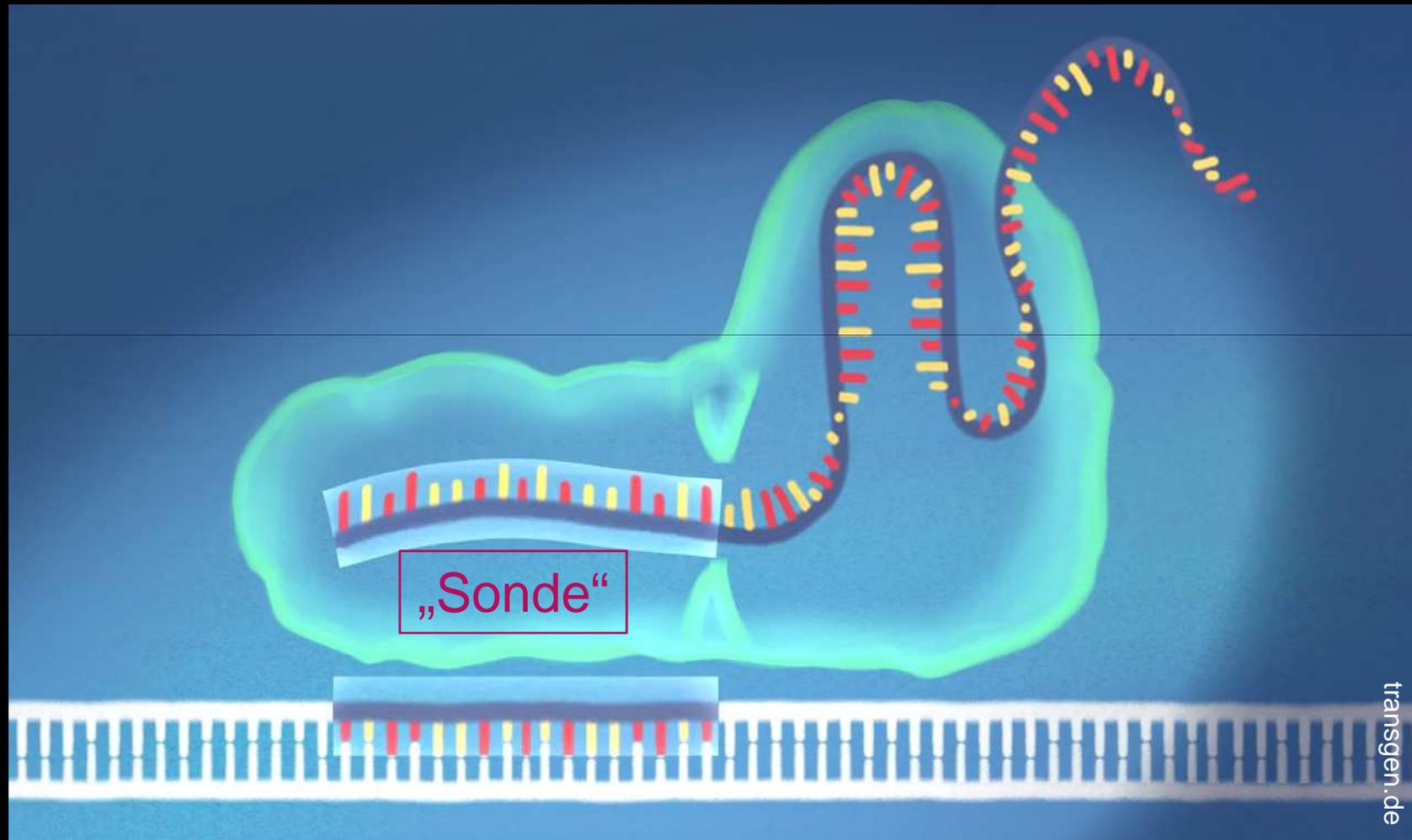
# CRISPR/Cas9 - Werkzeugteile



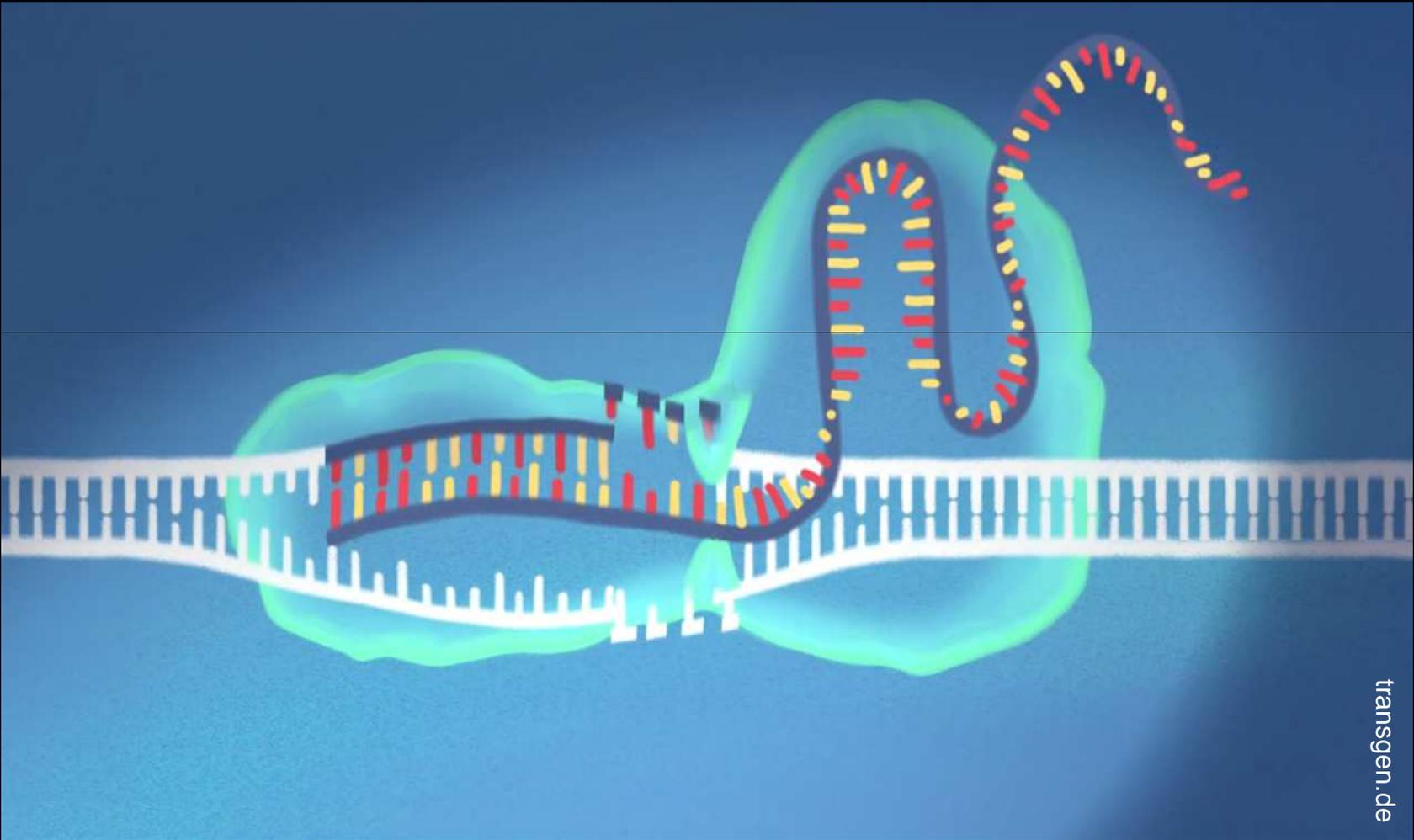
# CRISPR/Cas9 - Werkzeugteile



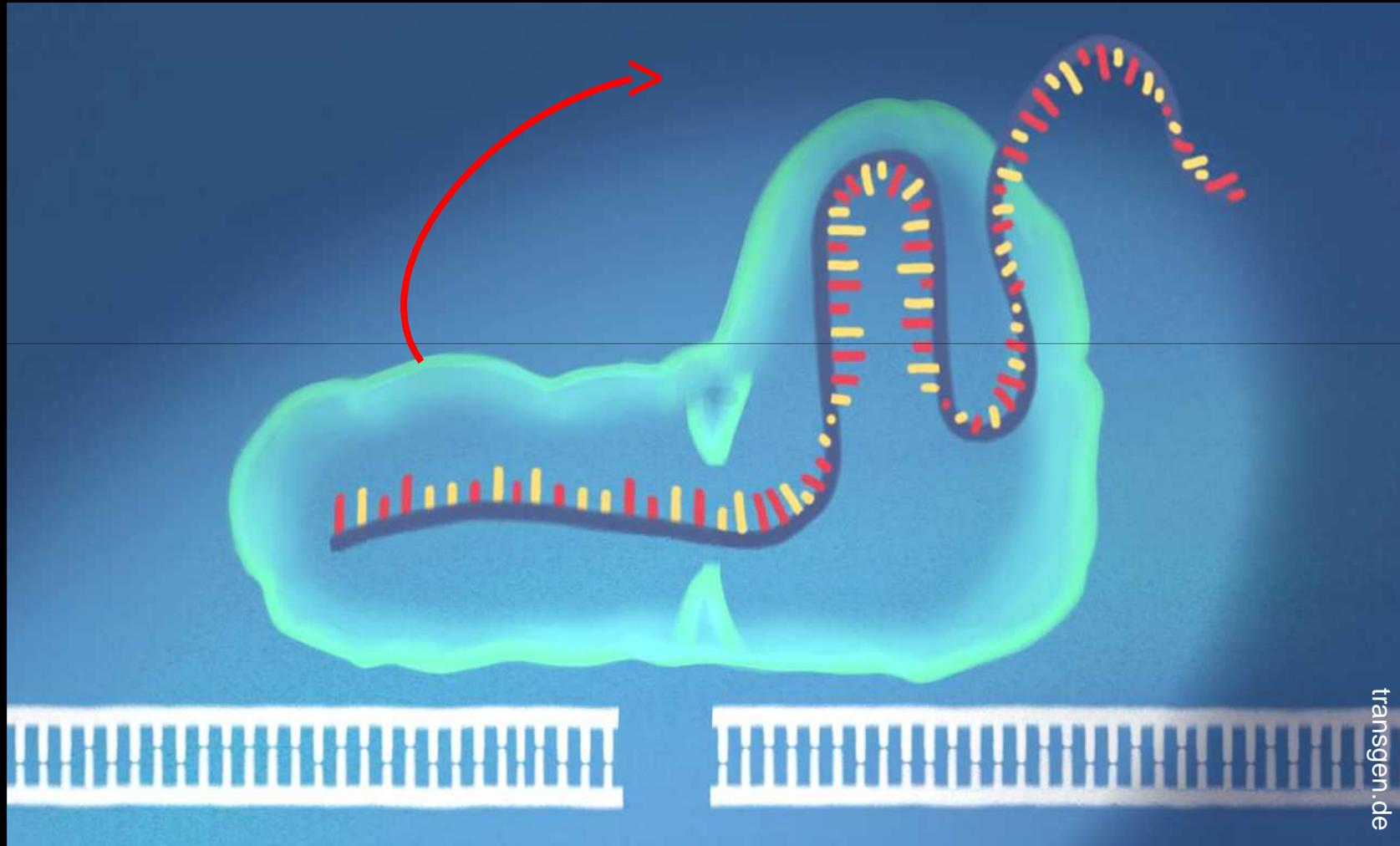
# Sonde sucht passende Stelle



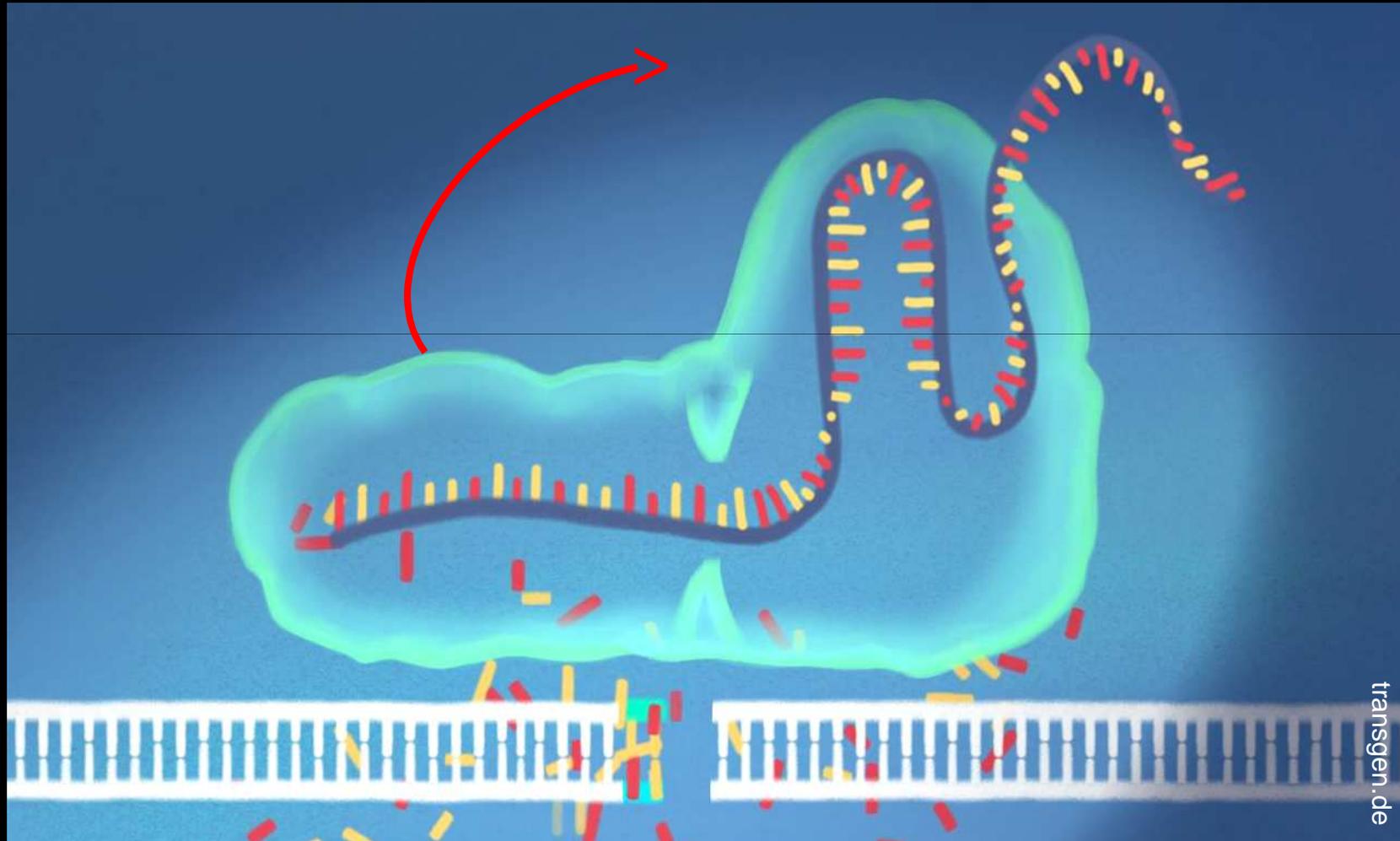
# Genschere schneidet



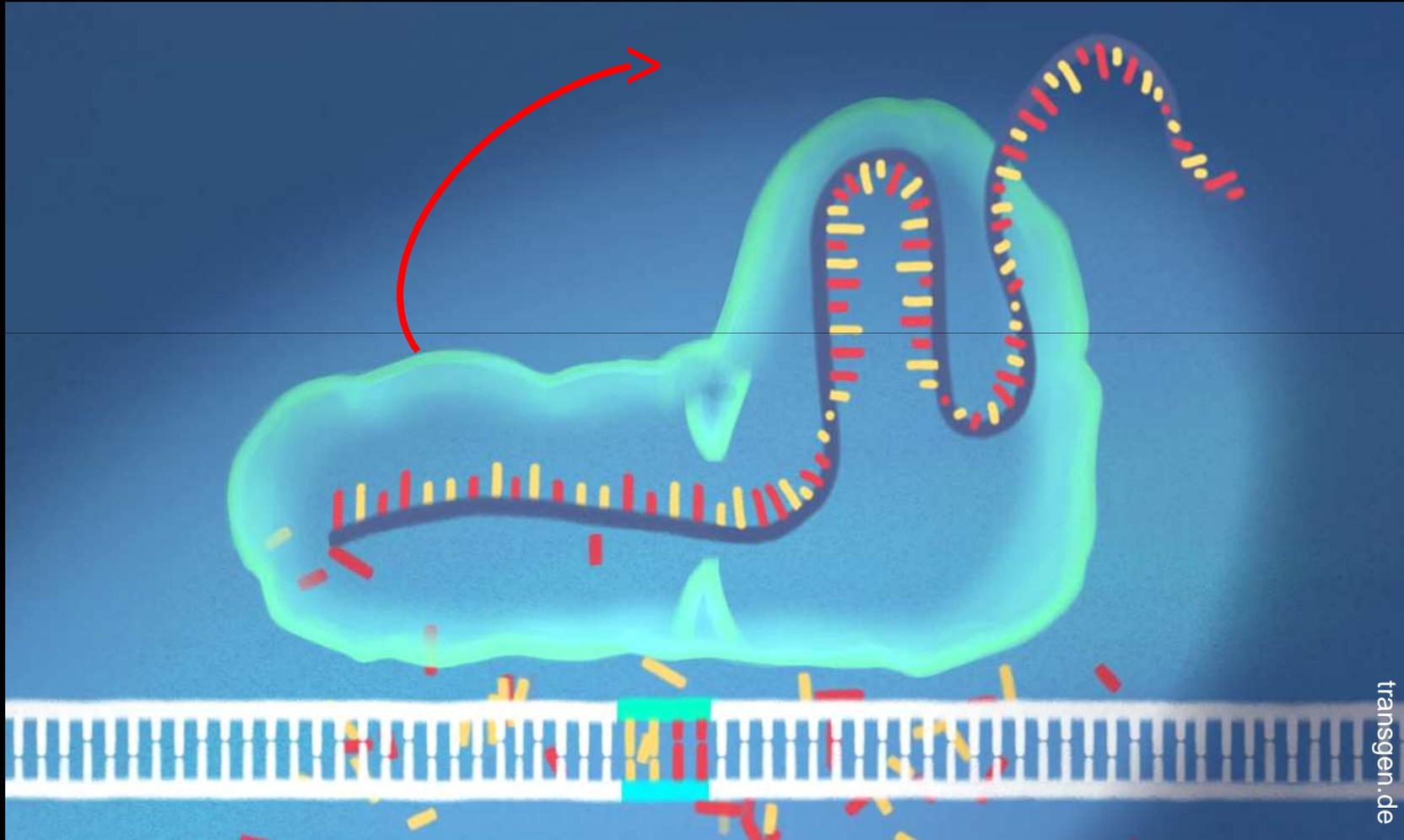
# Schnitt im Erbgut



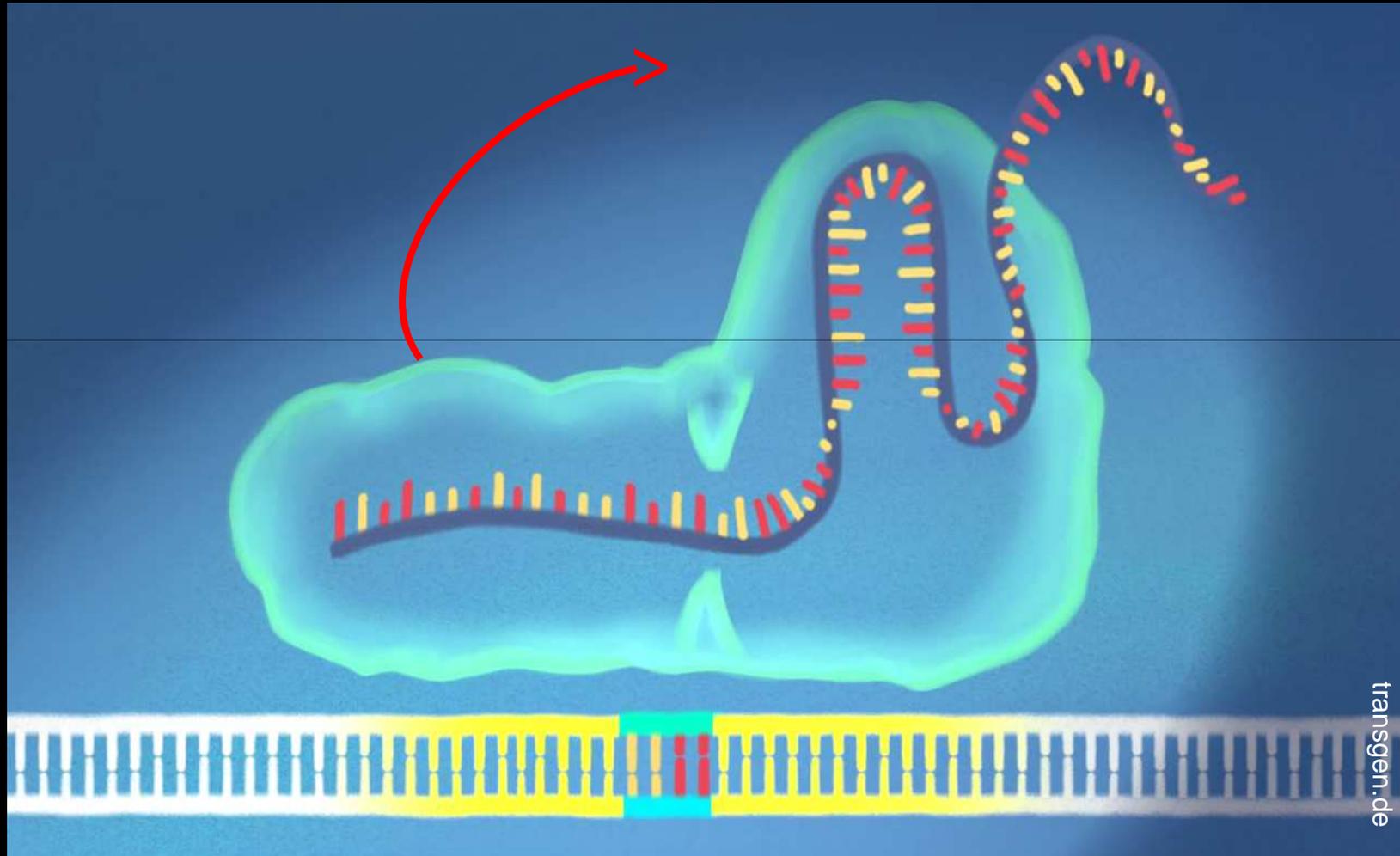
# Zelleigene Reparatur



# Fehler bei der Reparatur



# Mutation im Erbgut



# Genschere CRISPR / Cas

Mit der Genschere CRISPR / Cas  
können an einer vorher ausgewählten  
Stelle im Genom Punktmutationen  
gesetzt werden.

# Genschere CRISPR / Cas

Ist das Gentechnik  
oder ist das natürlich?

# Grenzen der „klassischen“ Gentechnik:

- technische Probleme
- **schlechtes Image**

# „Keine Gentechnik – kein Regulationsbedarf“

## Die Argumente

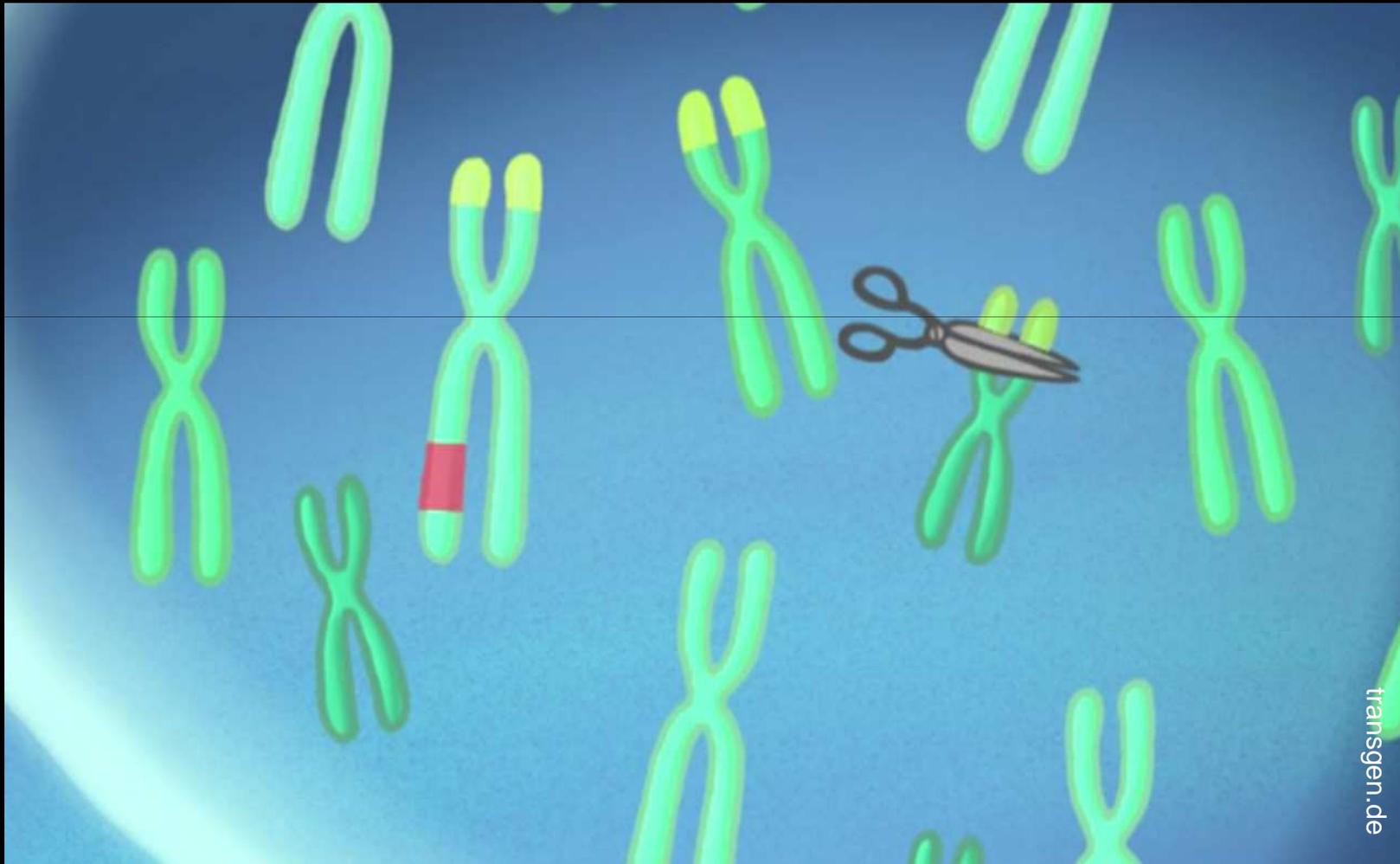
- natürlich
- einfach
- präzise

„natürlich“?

## Wie eine natürliche Mutation?

- nicht zufällig sondern gezielt
- gleichzeitig mehrere gleiche Gene

# Gleichzeitig mehrere gleiche Gene



„einfach“?

## Mehrstufiges Verfahren

1. Bauplan für Schere in Zellkern
2. Zusammensetzen der Schere
3. Schnitt im Erbgut
4. Entfernung von Bauplan + Schere

„natürlich“?

„einfach“?

# Mehrstufiges Verfahren

1. Bauplan für Schere in Zellkern → **Fehlintegration!**
2. Herstellen der Schere
3. Schnitt im Erbgut → **Fehlschnitte!**
4. Entfernung der Instrumente

„präzise“?

„präzise“?

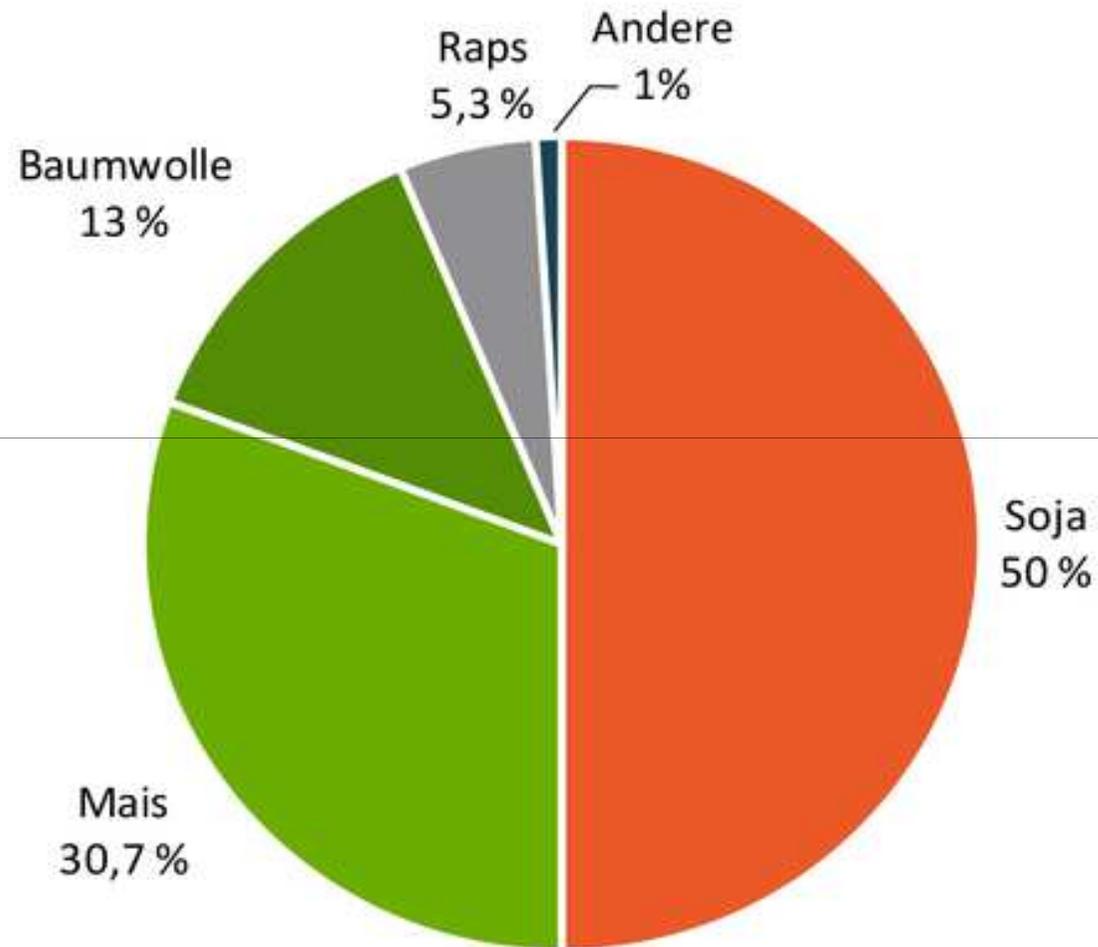
Gefunden wird nur,  
nach was gesucht wird!

- Computersimulationen können Fehlschnitte nicht vorhersagen
- Auch eine Punktmutation kann unerwartete Wirkungen haben
- Destabilisierung des Genoms

# Versprechen der Industrie

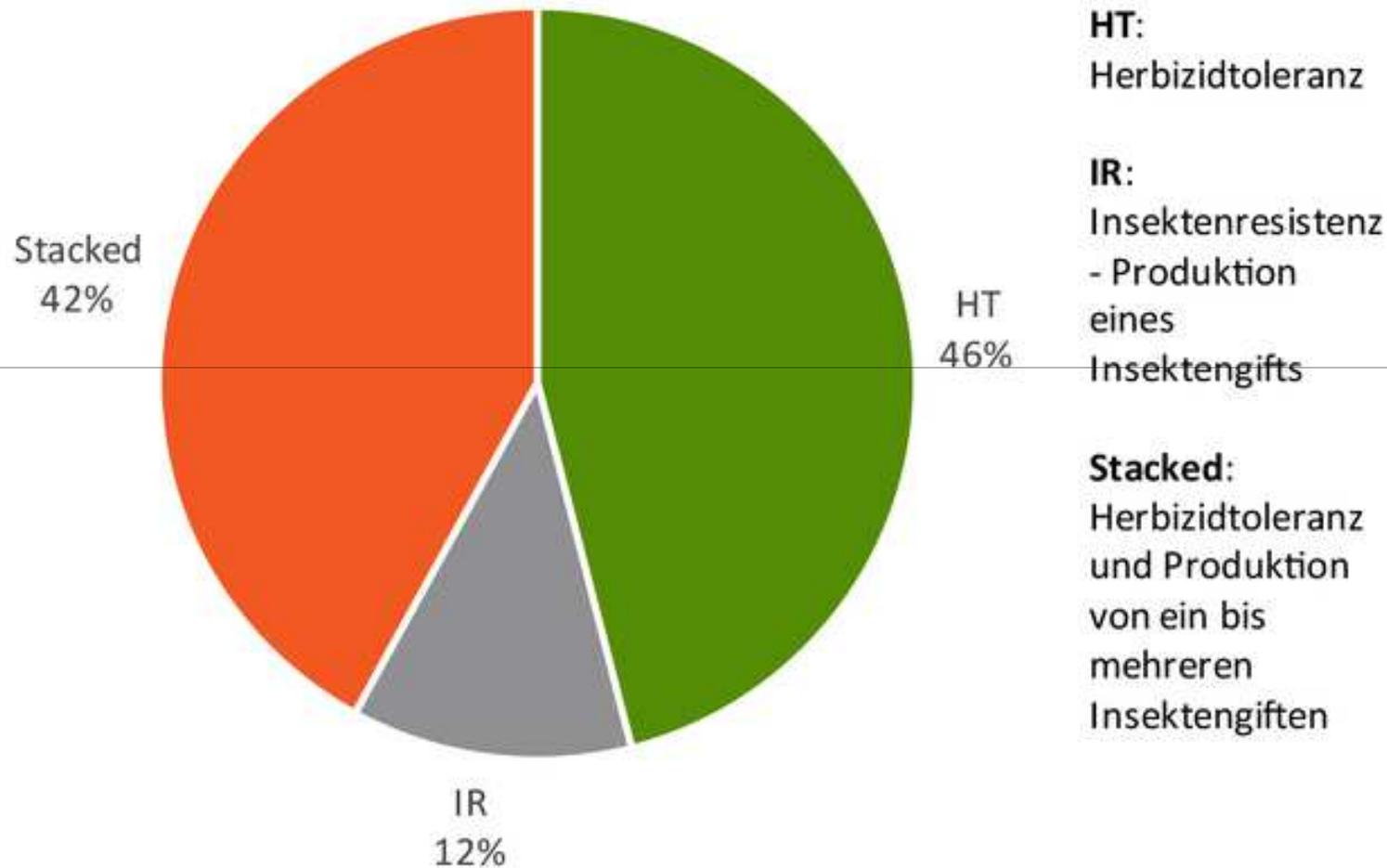
- **Welternährung**
  - Ertragssteigerung
  - Schädlingsresistenz
- **Klimawandel**
  - Anpassung an Trockenheit, Hitze, Salz, etc.
- **Ökologischer Anbau**
  - Unabhängigkeit von Kupfer, etc.

## Anbau Gentechnik-Pflanzen nach Kultur 2018



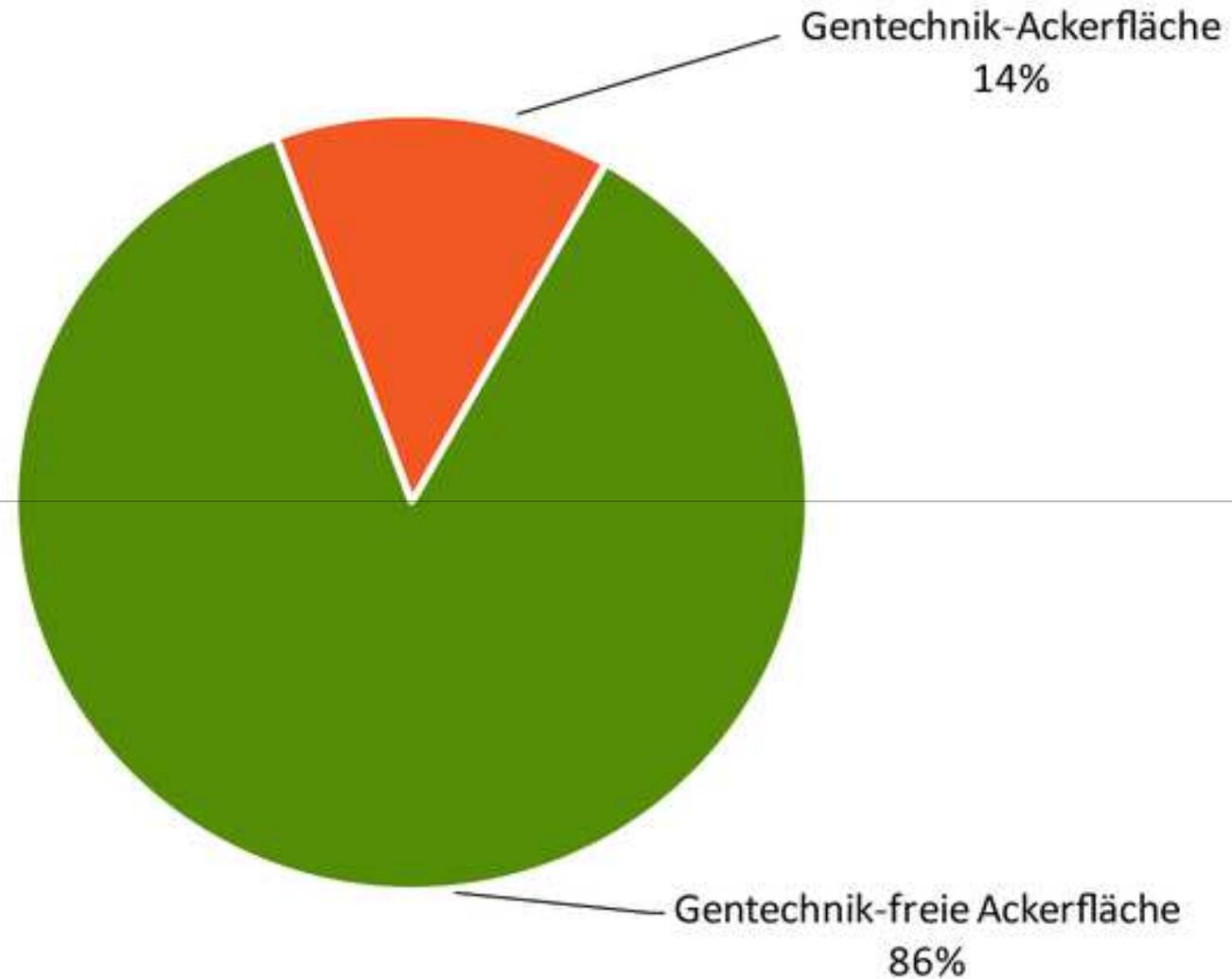
Datenquelle: ISAAA Brief No. 54-2018: Executive Summary, 2018

## Anbau Gentechnik-Pflanzen nach Eigenschaften weltweit 2018



Datenquelle: ISAAA Brief No. 54-2018: Executive Summary, 2018

## Gentechnik-Ackerflächen weltweit (2018)



Datenquelle: ISAAA Brief No. 54-2018: Executive Summary, 2018

Welternährung?

# Wer ernährt uns?

Weltweit werden 70 – 80 Prozent der Nahrungsmittel von Familien-Bauern erzeugt, von denen zwei Drittel höchstens zwei Hektar Land bewirtschaften.

*Welternährungsorganisation der UNO (FAO)*

Mehr Erträge?

# Nicht eingelöste Versprechen

*New York Times 29. Oktober 2016:*

## *Doubts About the Promised Bounty of Genetically Modified Crops*

Vor zwanzig Jahren hat Europa die Einführung von gentechnisch veränderten Pflanzen deutlich abgelehnt, während die USA und Kanada sich für die großflächige Verbreitung der neuen Techniken entschieden. Nun können die Resultate dieser unterschiedlichen Ausrichtungen verglichen werden.

Während bei den Erträgen der USA und Kanada kein signifikanter Vorsprung gegenüber Europa ausgemacht werden kann, scheint der Verbrauch von Herbiziden in den USA und Kanada sogar grösser zu sein als in Europa.

Schädlings-  
Resistenz?

# Kurzzeitige Erfolge



Mehltau bei Weizen

Schädlingsresistenz  
durch Punktmutation  
mit CRISPR / Cas

➤ **Wettrüsten mit dem Schädling!**

# Mit Vielfalt gegen Schädlinge

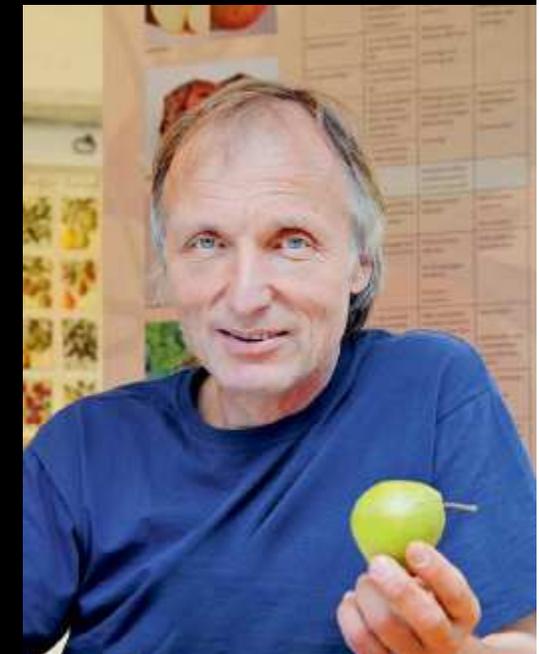
am Beispiel Falscher Mehltau bei Salat



Liniengemisch aus Bataviasalat-Typen

# CRISPR/Cas auch in der Bio-Züchtung?

## Beispiel Schorfresistenz



Hans-Joachim Bannier –  
„Der Herr der Äpfel“

Obst-Arboretum mit 600  
Bäumen und 350 Sorten

# H.-J. Bannier: Weiterentwicklung alter, polygen resistenter Sorten!

Seit 1930 die ersten Pestizide auf den Markt kamen, konnte sich die Züchtung auf ertragreiche Sorten spezialisieren ohne auf Schädlingsresistenz zu achten. Die Folge: Die alten Sorten, die von Natur aus resistent gegen Pilze und Bakterien sind, gerieten in Vergessenheit.

Heute haben alle Apfelsorten mindestens eine dieser Sorten im Stammbaum:

- Golden Delicious
- Cox Orange
- Jonathan
- McIntosh
- Red Delicious

*Eine monogene Schorfresistenz bricht nach 15 Jahren zusammen!!*

Alle diese Sorten sind hoch anfällig für Krankheiten, aber ertragreich!

Klimawandel?

## Stressresistente Sorten

Mehr Erfolg mit konventioneller Züchtung weil

- mehrere Gene beteiligt sind,
- das Gesamtsystem berücksichtigt wird,
- die kombinatorische Wirkung von Erbanlagen berücksichtigt wird.

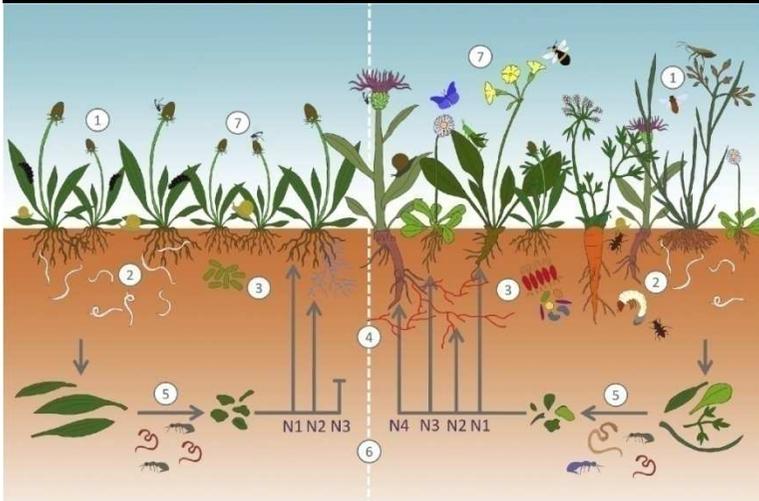
Welternährung?

## Gute landwirtschaftlich Praxis

Es ist „wissenschaftlich unstrittig, dass Bodenfruchtbarkeit, die „Gesundheit“ des Agrarökosystems und das Können des Landwirts wesentlich relevanter für Menge und Qualität der Erträge sind als genetische Faktoren“.

*Dr. Fiedhelm von Mering, Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (BÖLW)*

# Je vielfältiger desto gesünder



- Je größer die Vielfalt auf dem Acker
- desto größer die Vielfalt im Boden
- desto höher der Ertrag
- desto gesünder die Pflanzen

# Das unberechenbare Genom

- Struktur-Gene = Bauplan für Proteine
  - geringster Anteil am Gesamtgenom
  - gestückelt: Inserts im Bauplan
  - ein Bauplan für verschiedene Proteine
  - können an andere Stelle im Genom springen
- Regulationsgene
- Abschnitte mit unbekannter Funktion

# Das unberechenbare Genom

- Das Genom steht in einem ständigen Austausch mit dem gesamten System.
- Pflanzen können Umwelterfahrungen vererben, ohne dass die DNA-Sequenz geändert wird (Epigenetik).

# Erbgut neu denken!

- Gene und epigenetische Mechanismen bestimmen nicht das Geschehen.
- Sie stehen im Dienst der Dynamik des gesamten Systems.
- Sie sind Zulieferer der biochemischen Substanzen, welche die Zelle für die Lebensprozesse braucht.



Lebendige Entwicklungen vollziehen  
sich nicht im additiven Aneinanderreihen  
einzelner Bausteine,  
sondern sie gehen aus einem  
ganzheitlichen Prozess hervor.

*(Alexander Lauterwasser)*



Der Dalai Lama mit Teilnehmern der Mind & Life-Konferenz · Dharamsala · Indien

„Nichts existiert unabhängig“

aus dem Film „But Beautiful“ von Erwin Wagenhofer

# Welche Landwirtschaft ~~wollen~~ wir brauchen?

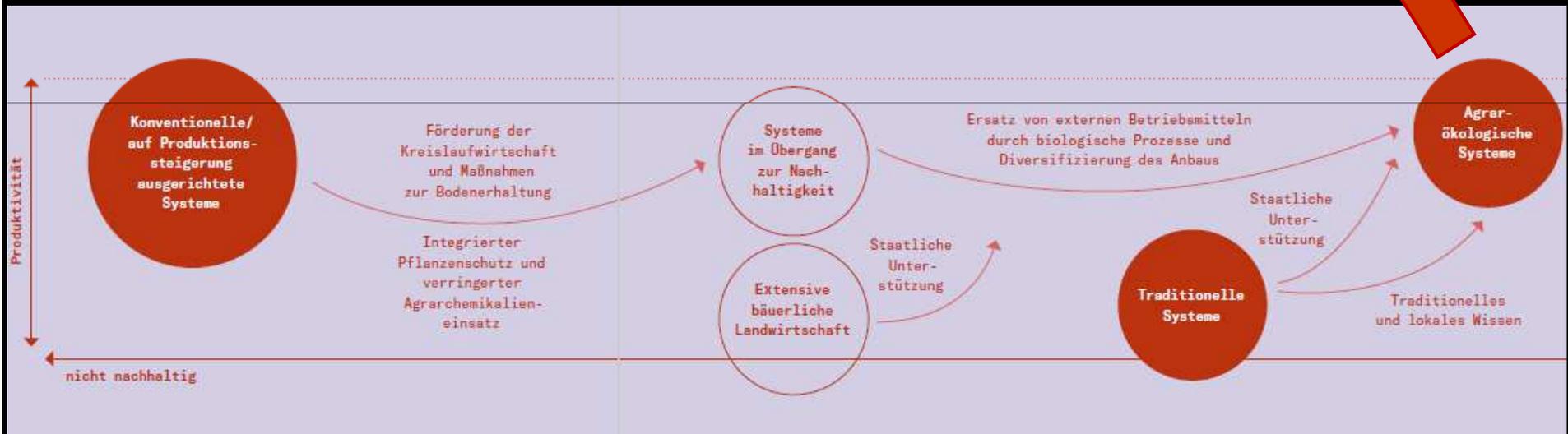


Umweltinstitut München



Bildquelle: © G. Brändle/wikimedia.org/ CC BY 3.0

# Übergang zu nachhaltigen Systemen



# Beispiel für Nutzung traditionellen Wissens:

## „Push and Pull Methode“



Foto: Fabienne Buchmann

Desmodium zwischen Maispflanzen.



# Beispiel für ökologische Regulierung

- **Das Problem:**

Die Maisbauern in Kenia kämpfen mit dem Unkraut Striga und dem Maiszünsler.

- **Die Lösung: „Push and Pull“**

- ❖ Desmodium zwischen Maisreihen: Wurzeln scheiden Substanz aus, die die Striga-Keimlinge absterben lässt. Blätter verströmen einen Stoff, der Maiszünsler stört.
- ❖ Napiergras am Rand der Parzellen: Lädt Zünsler ein, Eier abzulegen. Raupe kann sich aber von Gras nicht ernähren und stirbt.

- **Zusatznutzen:**

- ❖ Desmodium ist Gründünger
- ❖ Napiergras ist Futter für die Tiere

Weltweit gibt es  
mehr als 350.000  
Pflanzenarten

## Pflanzenvielfalt:

*vernachlässigt  
und ungenutzt*

50.000  
sind essbar

7.000 haben  
Menschen im  
Verlauf der  
Jahrtausende  
kultiviert

Heute sind nur  
noch **120** für  
die Landwirtschaft  
von Bedeutung!

Nur **30** Arten liefern  
weltweit 95 % unserer  
Lebensmittel.

**3** Arten (Mais, Weizen und Reis)  
machen allein **60 %** aus!!

# Vielfalt fördern mit Agroforst-Systemen



Raps zwischen Pappeln in Frankreich



Wiese zwischen Pappeln, Sepp Braun

Struktur- und artenreichere Agrarlandschaft!



Projektskizze des Forschungs- und Innovationsprojekts „Entwicklung und Erprobung eines Agroforstsystems im ökologischen Landbau zur Energieholzgewinnung“, LWF Bayern

[www.lwf.bayern.de/forsttechnik-holz/biomassenutzung/073767/index.php](http://www.lwf.bayern.de/forsttechnik-holz/biomassenutzung/073767/index.php)

[www.daserste.de/information/wissen-kultur/w-wie-wissen/videos/agroforst-statt-monokultur-100.html](http://www.daserste.de/information/wissen-kultur/w-wie-wissen/videos/agroforst-statt-monokultur-100.html)

# Welche Landwirtschaft ~~wollen~~ brauchen wir?

Und in welche Hände legen wir sie?



Umweltinstitut München



Bildquelle: © G. Brändle/wikimedia.org/ CC BY 3.0

Die ökologische Landwirtschaft

braucht auch eine

ökologische Pflanzenzüchtung

„Bio“ fängt beim Saatgut an!

# Züchtungsziele der Industrie:

- Überregionale Ertragsstabilität
- Schutz vor Nachbau (Erbgut = Eigentum)
- Düngemittelabhängigkeit
- Herbizidresistenz
- Erleichterung der Ernte
- Eignung für Handel und Lebensmittelindustrie
- Pflanzen als „Medizin“

# Ökologische Pflanzenzüchtung



## Ökologische Landwirtschaft:

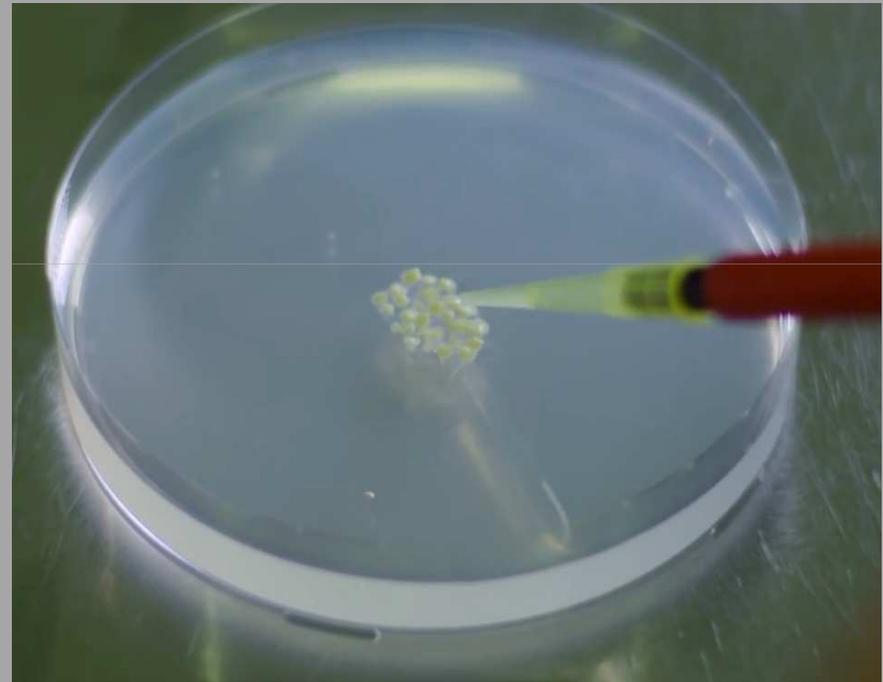
- auf dem Acker



- Regional angepasste Sorten

## Industrielle Landwirtschaft:

- im Labor



- Überregional ertragsstabil

## Ökologische Landwirtschaft:



- Biodiversität   
vielfältige Fruchtwechsel + Sorten...

- Bodenfruchtbarkeit 

- Ressourcenverbrauch 

- Nährstoffeffizienz   
Wurzelsystem!

## Industrielle Landwirtschaft:



- Biodiversität   
Monokulturen, kurze Fruchtfolgen...

- Bodenfruchtbarkeit 

- Düngemittel 

## Ökologische Landwirtschaft:



- Unkraut-Unterdrückung
  - Unkraut-Toleranz
  - rasche Jugendentwicklung
- 
- Resistenz gegen Krankheiten auf Samen und aus der Erde
- 
- Gute Standfestigkeit

## Industrielle Landwirtschaft:



- Herbizide / Herbizidresistenz
- 
- Chemische Beizmittel
- 
- Halmverkürzer

## Ökologische Landwirtschaft:



- Samenfeste Sorten
- Saatgut = Kulturgut für alle

## Industrielle Landwirtschaft:



- Patente
- Saatgut = Profit
- Erbgut = Eigentum

## Gentechnik fördert ...



OLIGOPOL  
WENIGER KONZERNE

EIGENTUMSRECHTE  
EINZELNER

ABHÄNGIGKEIT

EINHEITLICHKEIT

Globale Märkte

UMWELTSCHÄDEN

## Gentechnik behindert ...

Globale Agrarwende

SAATGUT ALS  
GEMEINGUT

SELBSTBESTIMMUNG

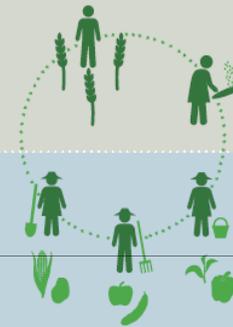
VIelfalt

Kleinbäuerliche  
Strukturen

UMWELT-SCHUTZ



**Weltagrарbericht:** Wir müssen die Erzeugung unserer Nahrungsmittel radikal umsteuern, um den globalen Herausforderungen gerecht zu werden.



Am Gemeinnutzen orientierte Initiativen gentechnikfreier, **bäuerlicher** und **ökologischer Pflanzenzüchtung**



Selbstbestimmte Erzeugung und Nutzung von Saatgut und Nahrungsmitteln: **Saatgut- und Ernährungssouveränität**



Erhaltung und Entwicklung von **vielfältigen, standortangepassten, krisenrobusten** Anbausystemen und Sorten



**Kleinbäuerinnen und -bauern** mit weniger als zwei Hektar Land produzieren den größten Teil aller Lebensmittel.



Langfristig tragende Lösungen für eine **klima- und ressourcenschonende Landwirtschaft** ohne Pestizide und Gentechnik

# Was können wir tun?

- Alternativen fördern durch Konsum und Spenden
  - Ökologische Landwirtschaft
  - Ökologische Pflanzenzüchtung
- Kritische Beobachter unterstützen.
- Politisch aktiv werden.
- Multiplikator\*in sein.

# Forderung an die Politik:

- Neue Gentechnik-Verfahren regulieren
- Risiko prüfen
- Produkte kennzeichnen



Vielen Dank!



# Genome Editing – Literatur

Neue Gentechnik – die große Versuchung:

<https://www.boell.de/de/boell-thema-gentechnik>

Gen-ethischer Informationsdienst:

<https://www.gen-ethisches-netzwerk.de/>

Infobrief Saatgutfonds: Bestellangebote aus dem aktuellen Infobrief:

<https://www.zukunftsstiftung-landwirtschaft.de/saatgutfonds/infomaterial/infomaterial-bestellen/>

Pro und Contra Gentechnik:

<https://www.schule-und-gentechnik.de/wissen/gentechnik-pro-und-contra/>

Gentechnik-Quiz:

<https://www.schule-und-gentechnik.de/interaktiv/agro-gentechnik-quiz/>

Informationen der Fachstelle Gentechnik und Umwelt zu Techniken und Risiken:

<https://fachstelle-gentechnik-umwelt.de/>