



Neue Züchtungsmethoden - Mythen und Fakten

Stamm der emeritierten Professorinnen und Professoren der ETH Zürich, Hotel Wartmann, Winterthur, 30. April 2018

Prof. Dr. Bruno Studer, Molekulare Pflanzenzüchtung, Institut für Agrarwissenschaften, ETH Zürich

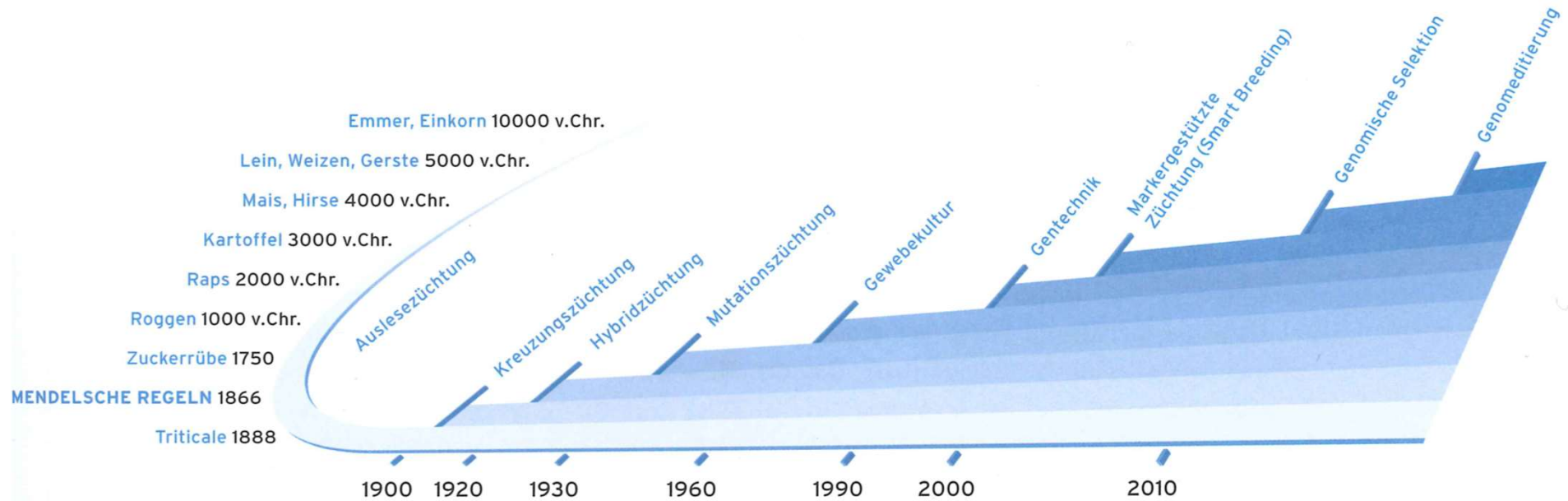


Neue Züchtungsmethoden - Die 13 Thesen von Winterthur

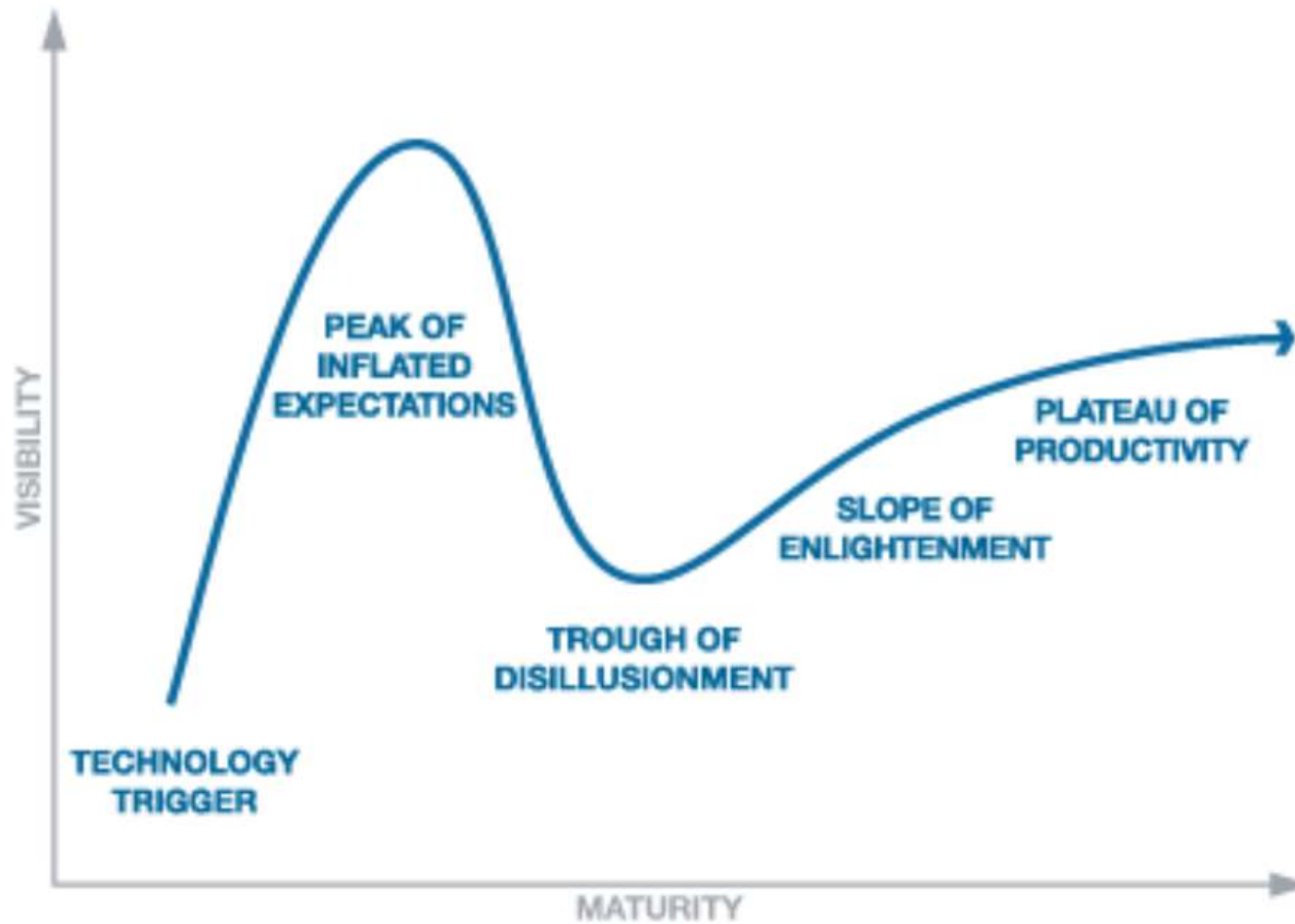
Stamm der emeritierten Professorinnen und Professoren der ETH Zürich, Hotel
Wartmann, Winterthur, 30. April 2018

Prof. Dr. Bruno Studer, Molekulare Pflanzenzüchtung, Institut für Agrar-
wissenschaften, ETH Zürich

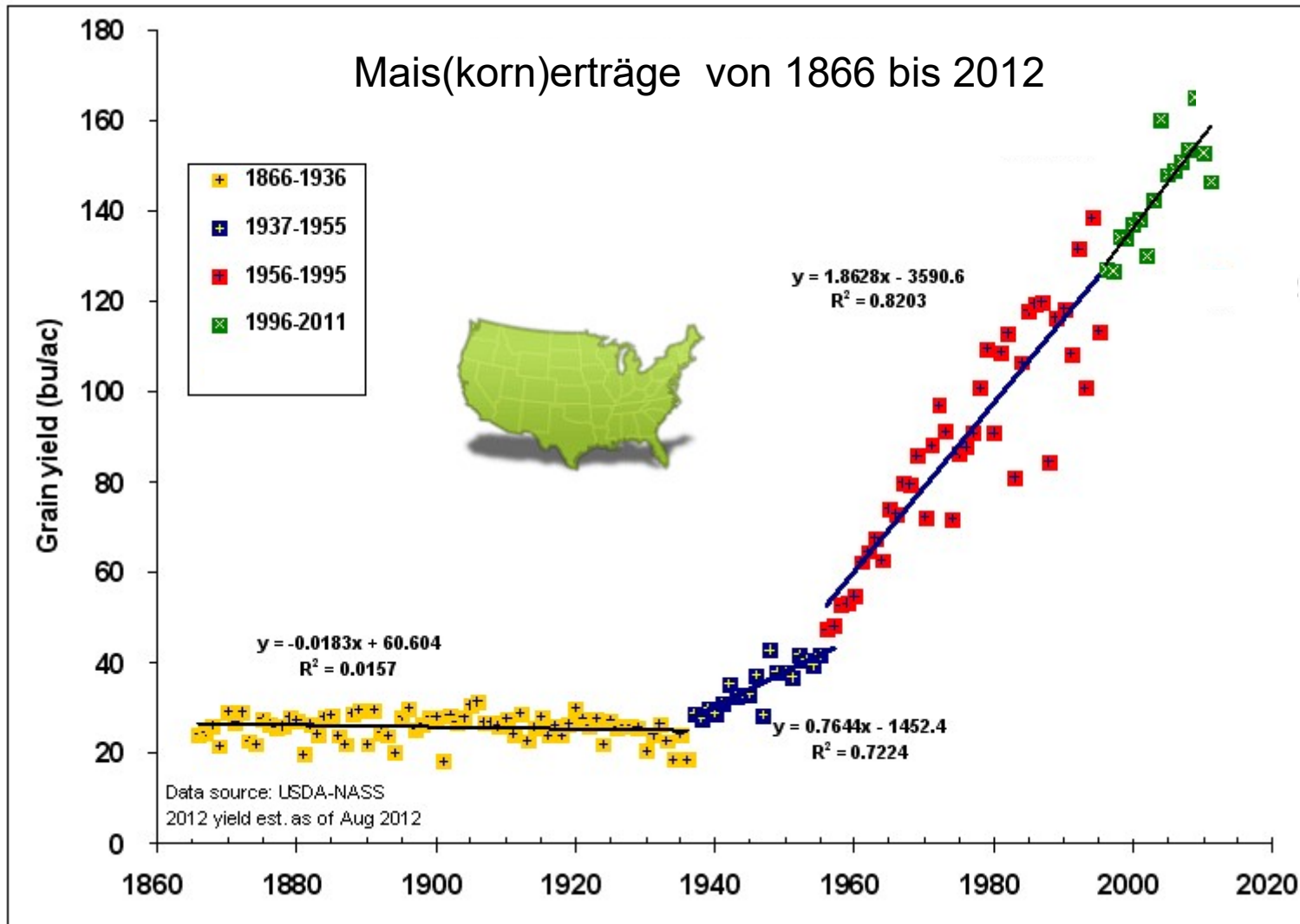
Pflanzenzüchtung im historischen Kontext



Technologie-Hypes



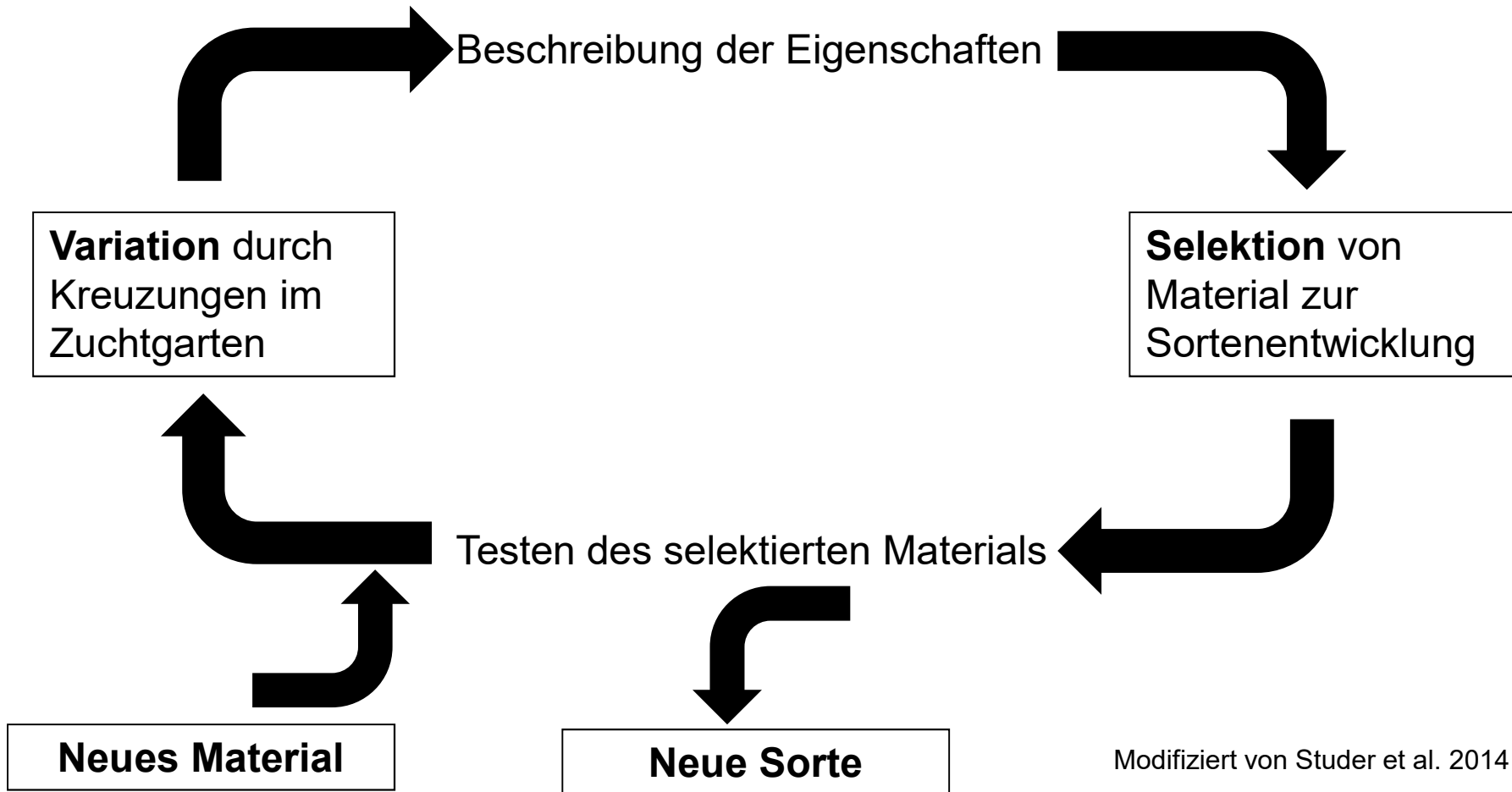
Gartner Hype Cycle



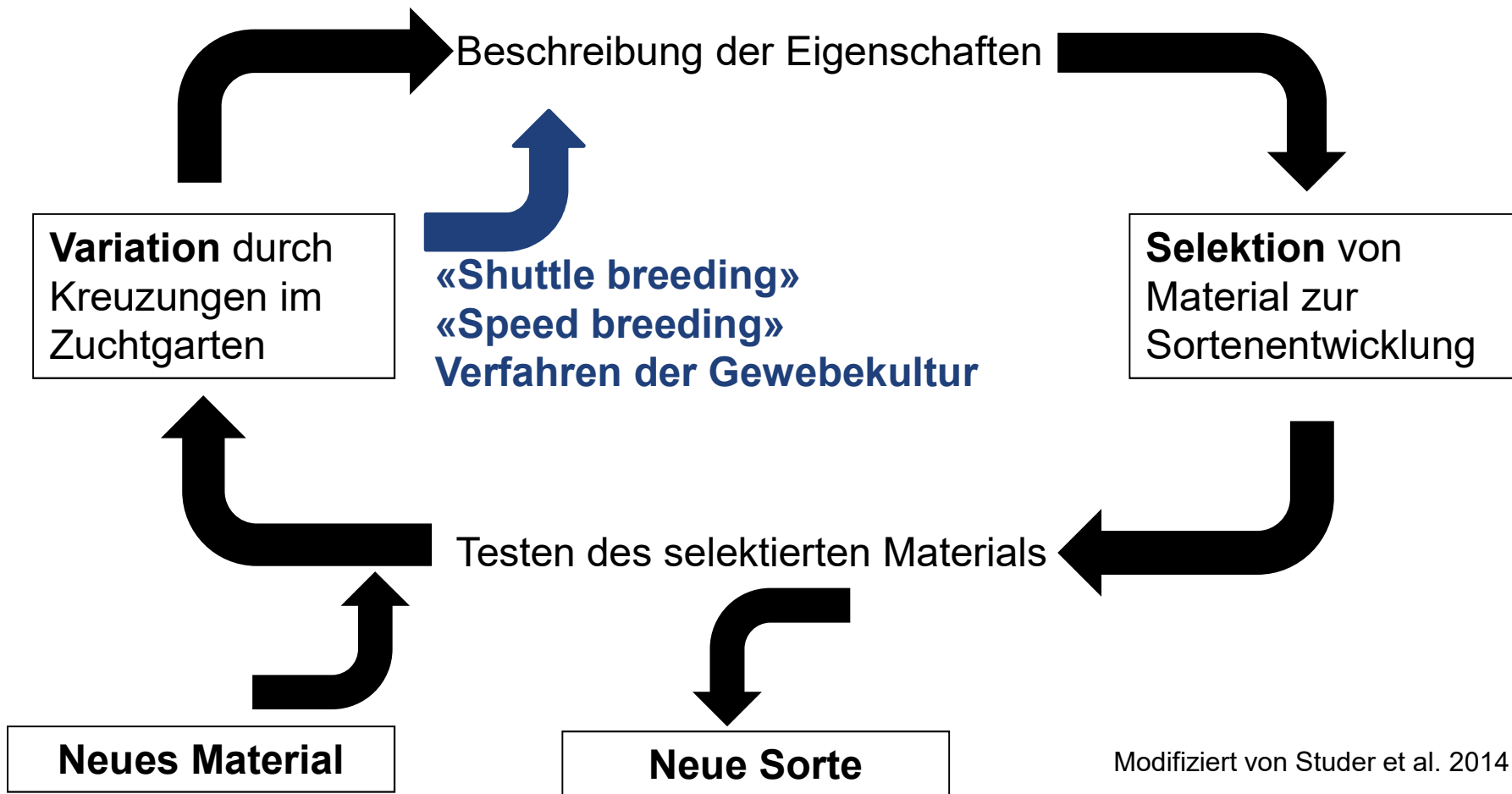
Die 13 Thesen von Winterthur

- Es sind „Innovationen“ der Pflanzenzüchtung, welche den Pflanzenbau (Nahrungsmittelproduktion) prägen

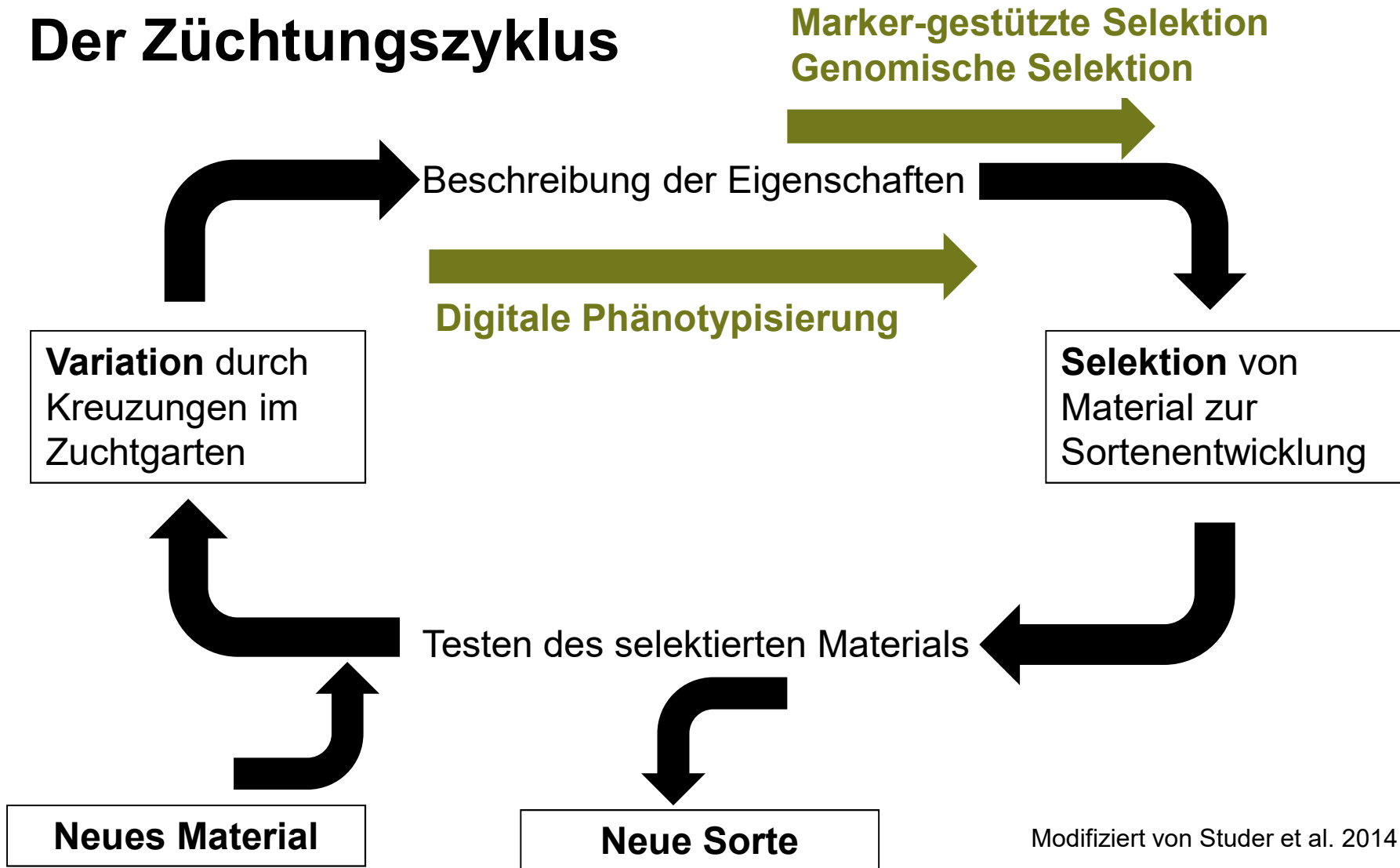
Der Züchtungszyklus



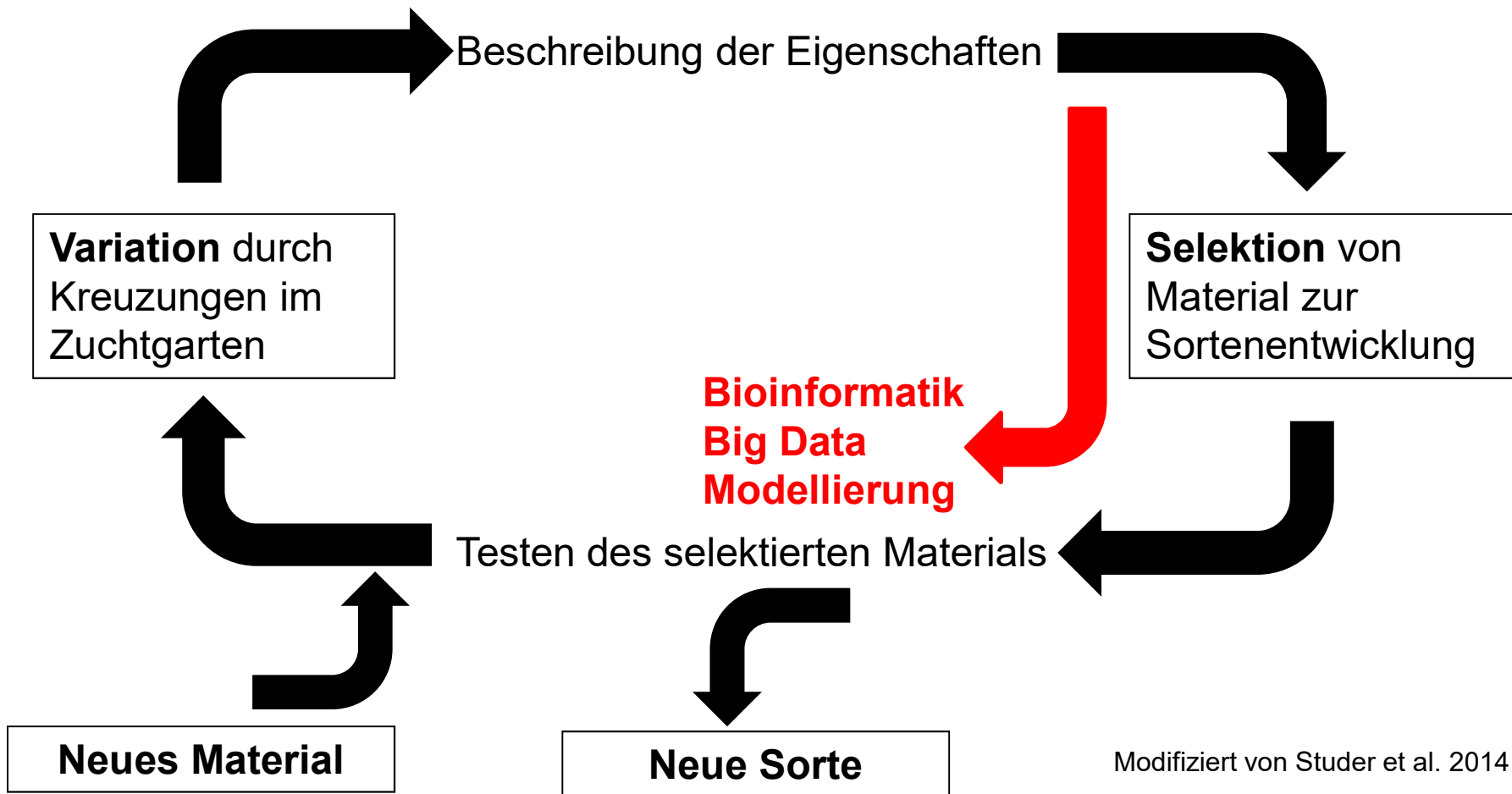
Der Züchtungszyklus



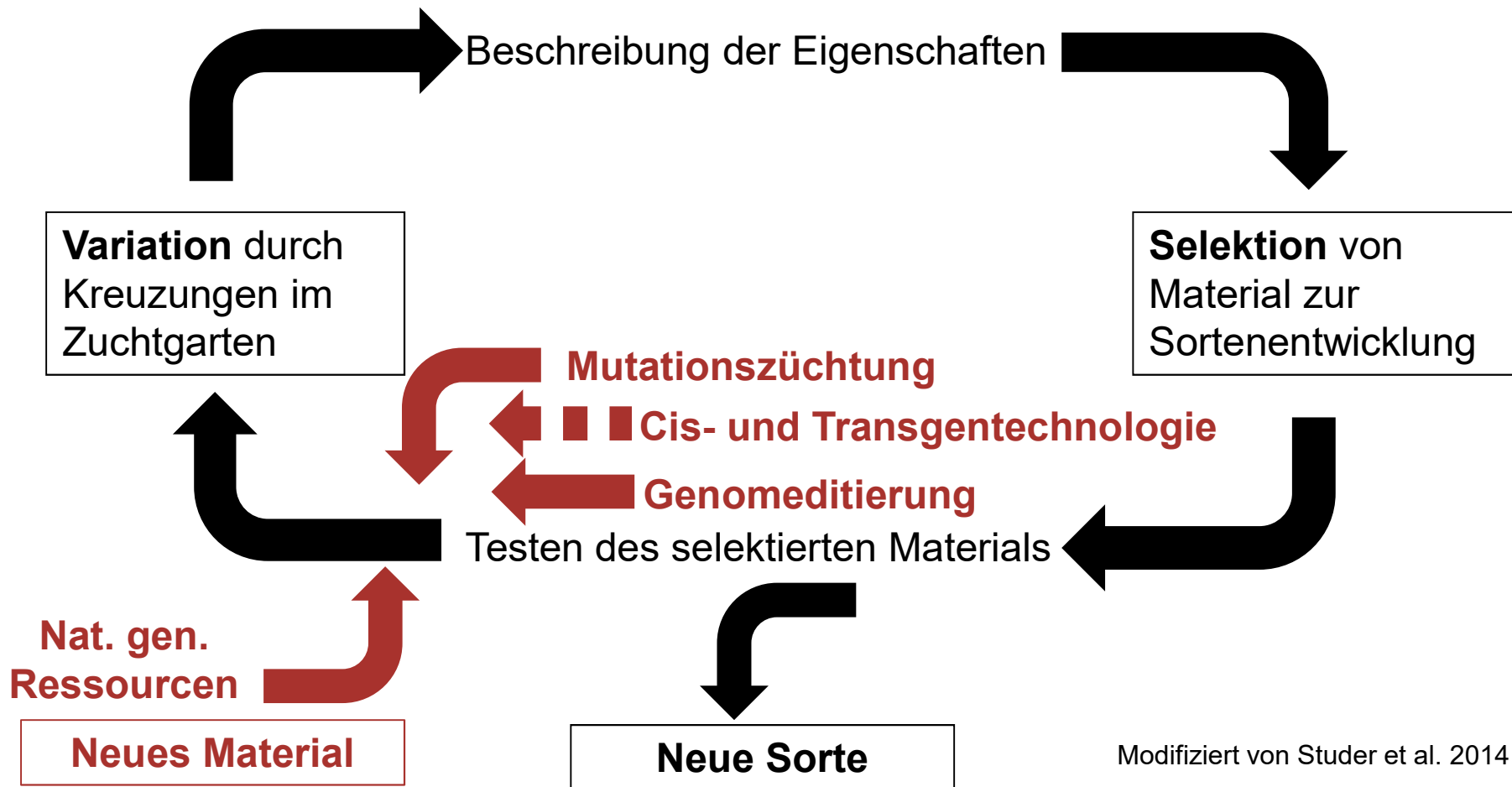
Der Züchtungszyklus



Der Züchtungszyklus



Der Züchtungszyklus



Die 13 Thesen von Winterthur

- Es sind „Innovationen“ der Pflanzenzüchtung, welche den Pflanzenbau (Nahrungsmittelproduktion) prägen
- Moderne Pflanzenzüchtung ist mehr als nur „CRISPR/Cas“

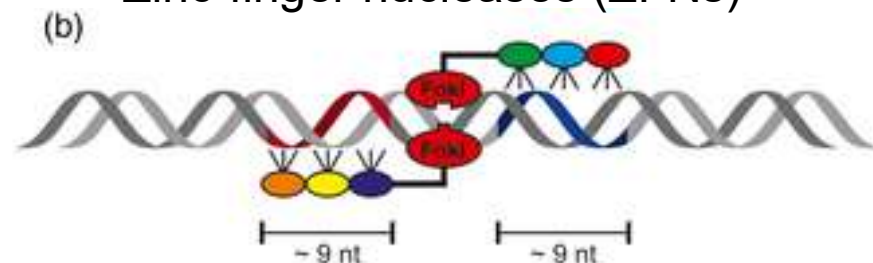
Genomeditierung

- Gezielte Modifikation von Erbinformation mittels Designer-Endonukleasen

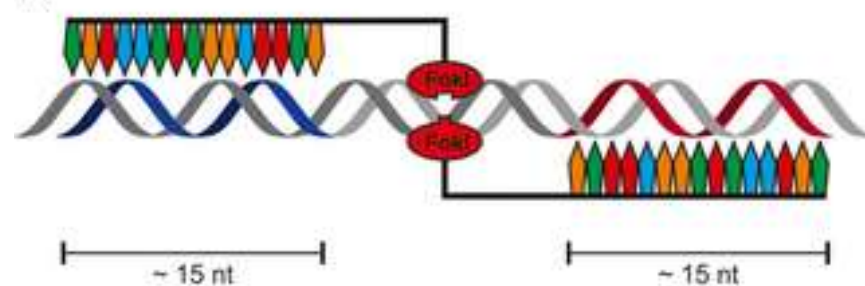
Meganukleasen



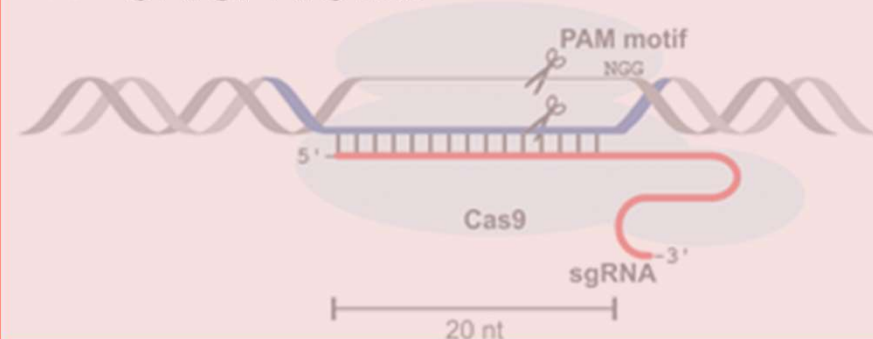
Zinc-finger nucleases (ZFNs)



TALENs



(d) CRISPR/Cas9

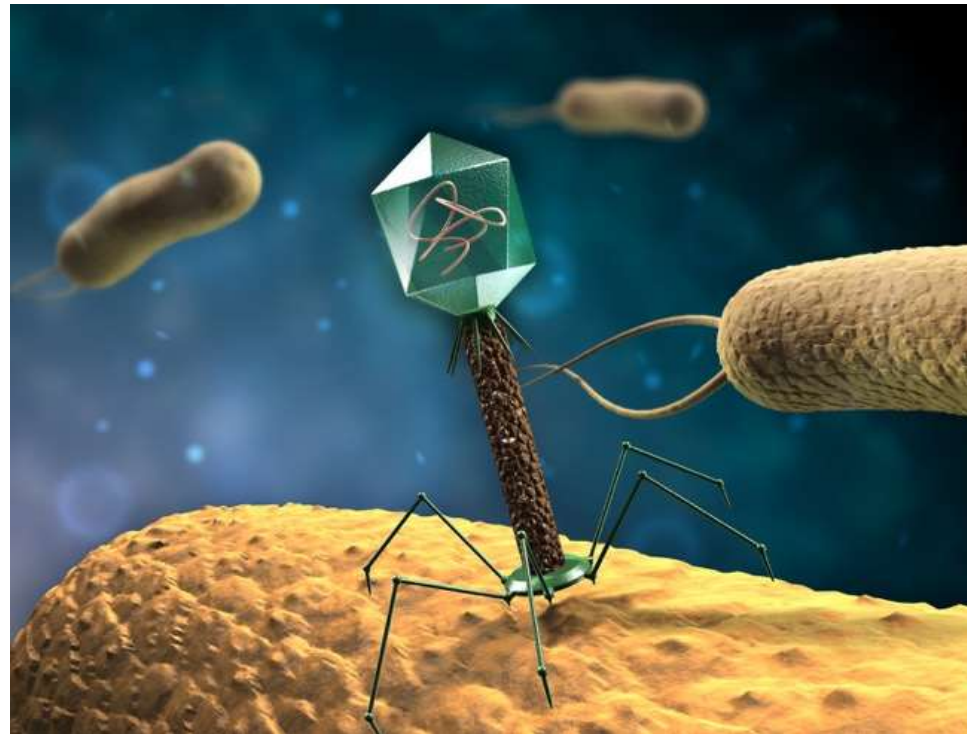


Die 13 Thesen von Winterthur

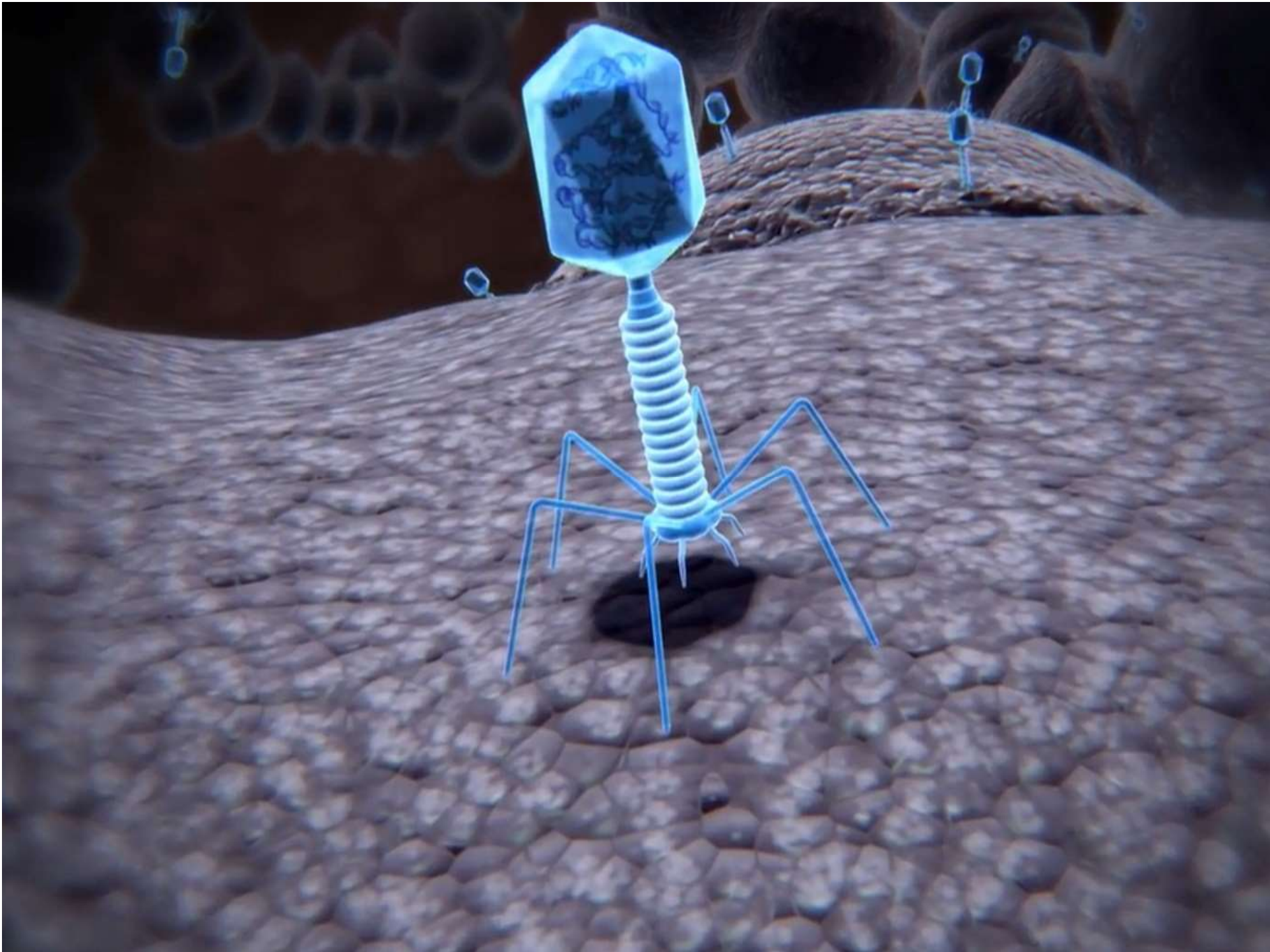
- Es sind „Innovationen“ der Pflanzenzüchtung, welche den Pflanzenbau (Nahrungsmittelproduktion) prägen
- Moderne Pflanzenzüchtung ist mehr als nur „CRISPR/Cas“
- Die Idee der Genomeditierung ist nicht neu, CRISPR/Cas eröffnet jedoch neue Möglichkeiten

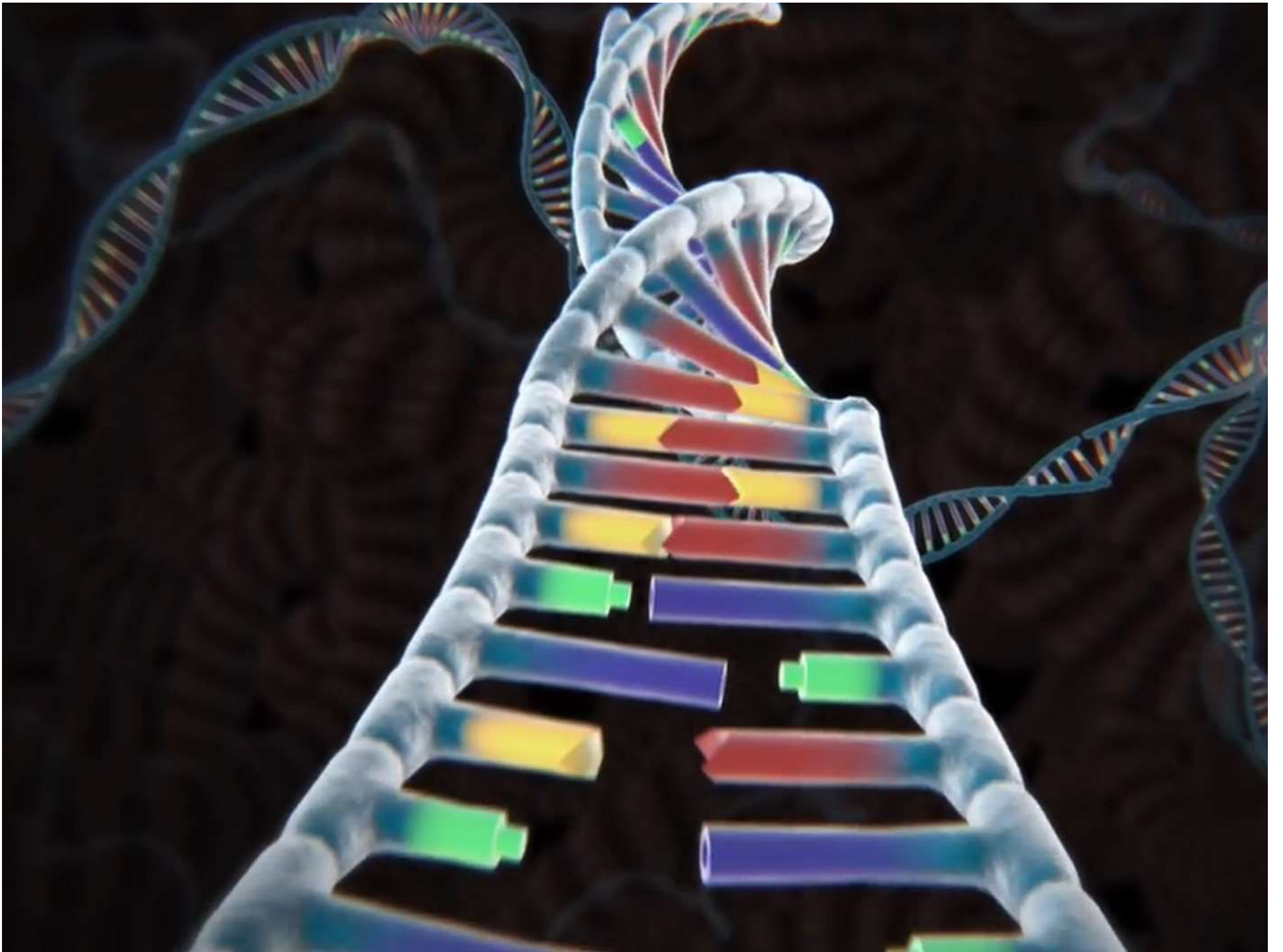
Was ist CRISPR/Cas9 und was kann die Methode?

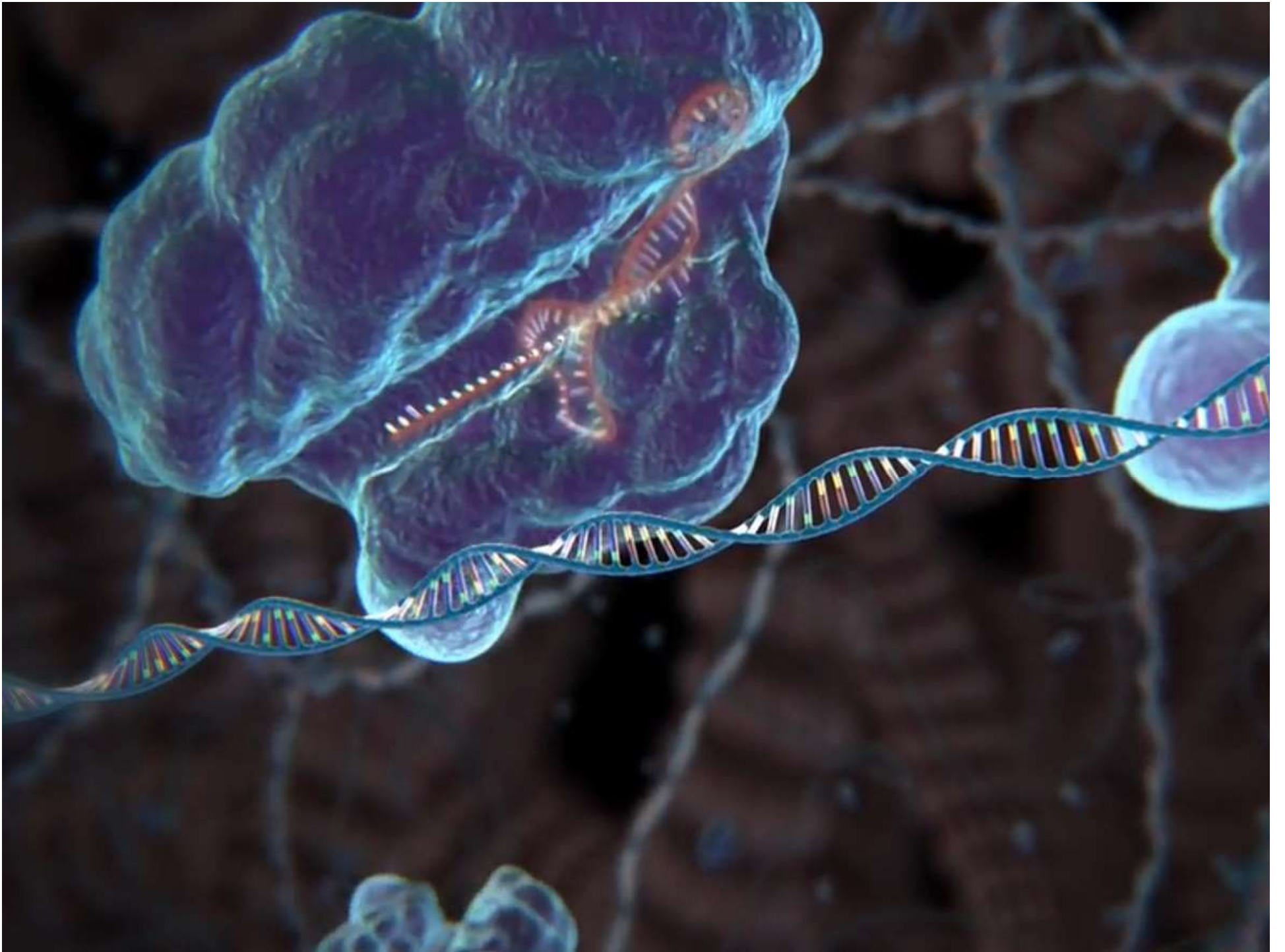
- <http://techcrunch.com/2015/05/13/the-genome-engineering-revolution/>

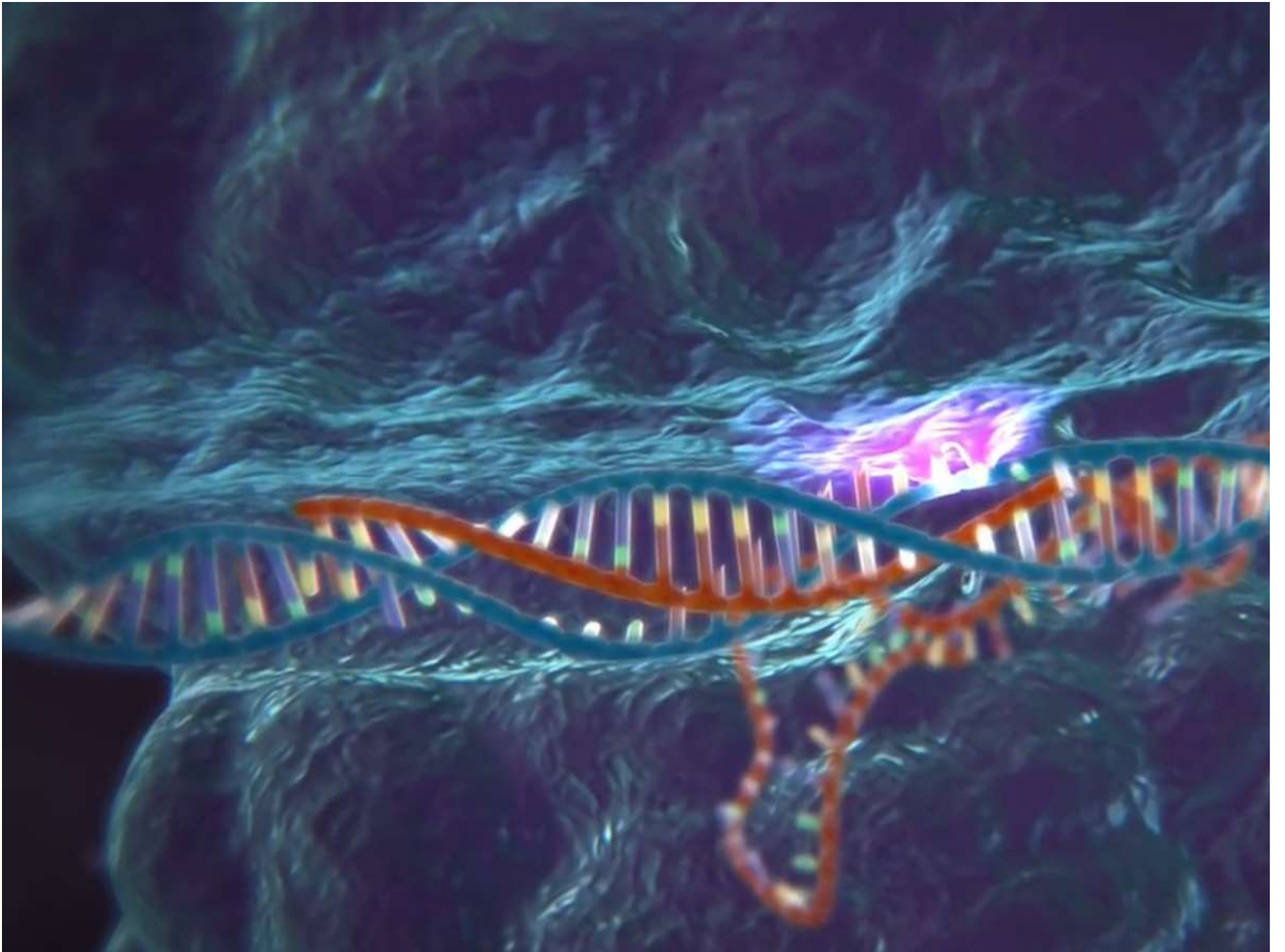


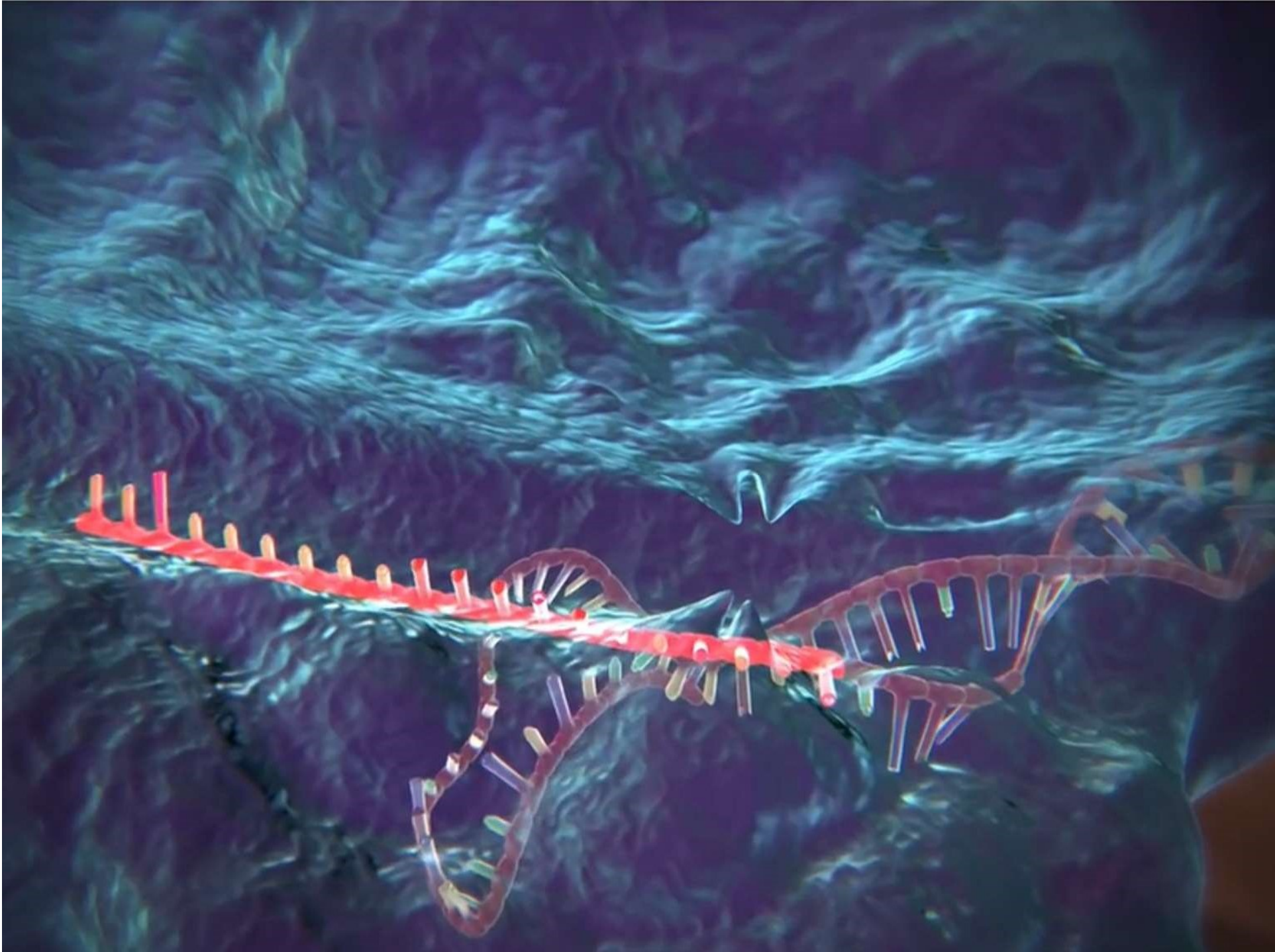
Bakterieller Virus (Bakteriophage) auf der Oberfläche einer Bakterienzelle kurz vor dem Einschleusen seiner DNA



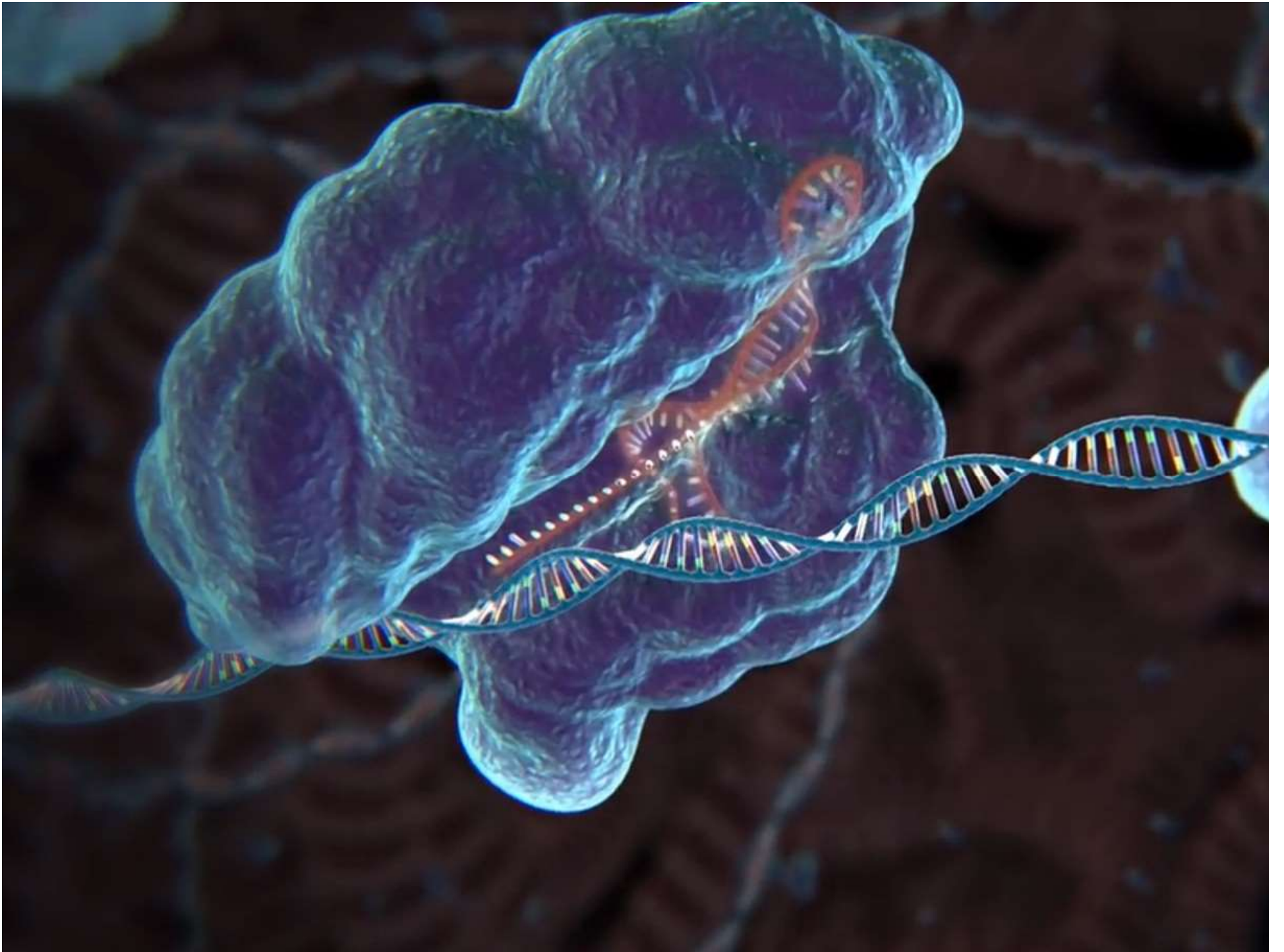


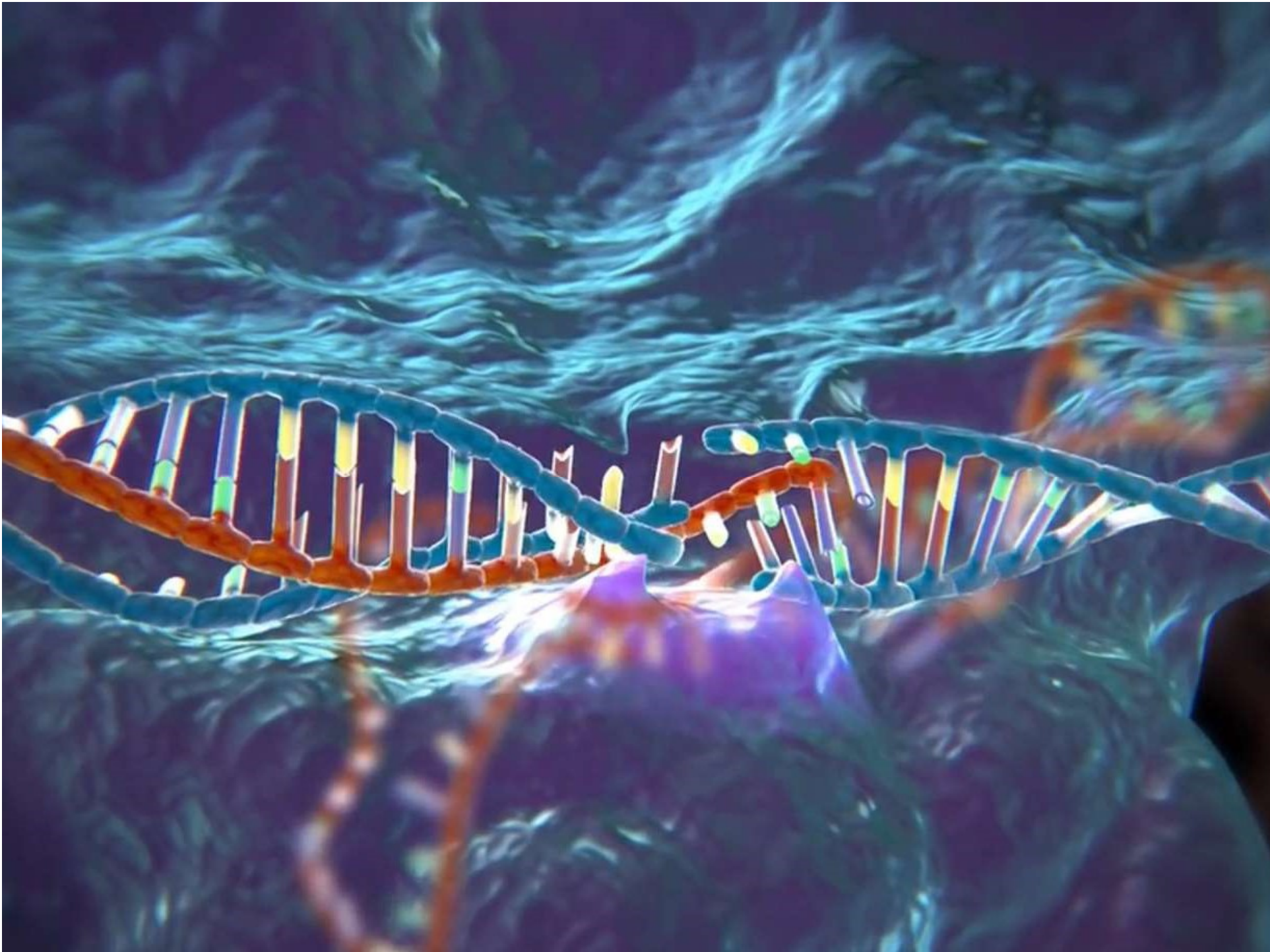


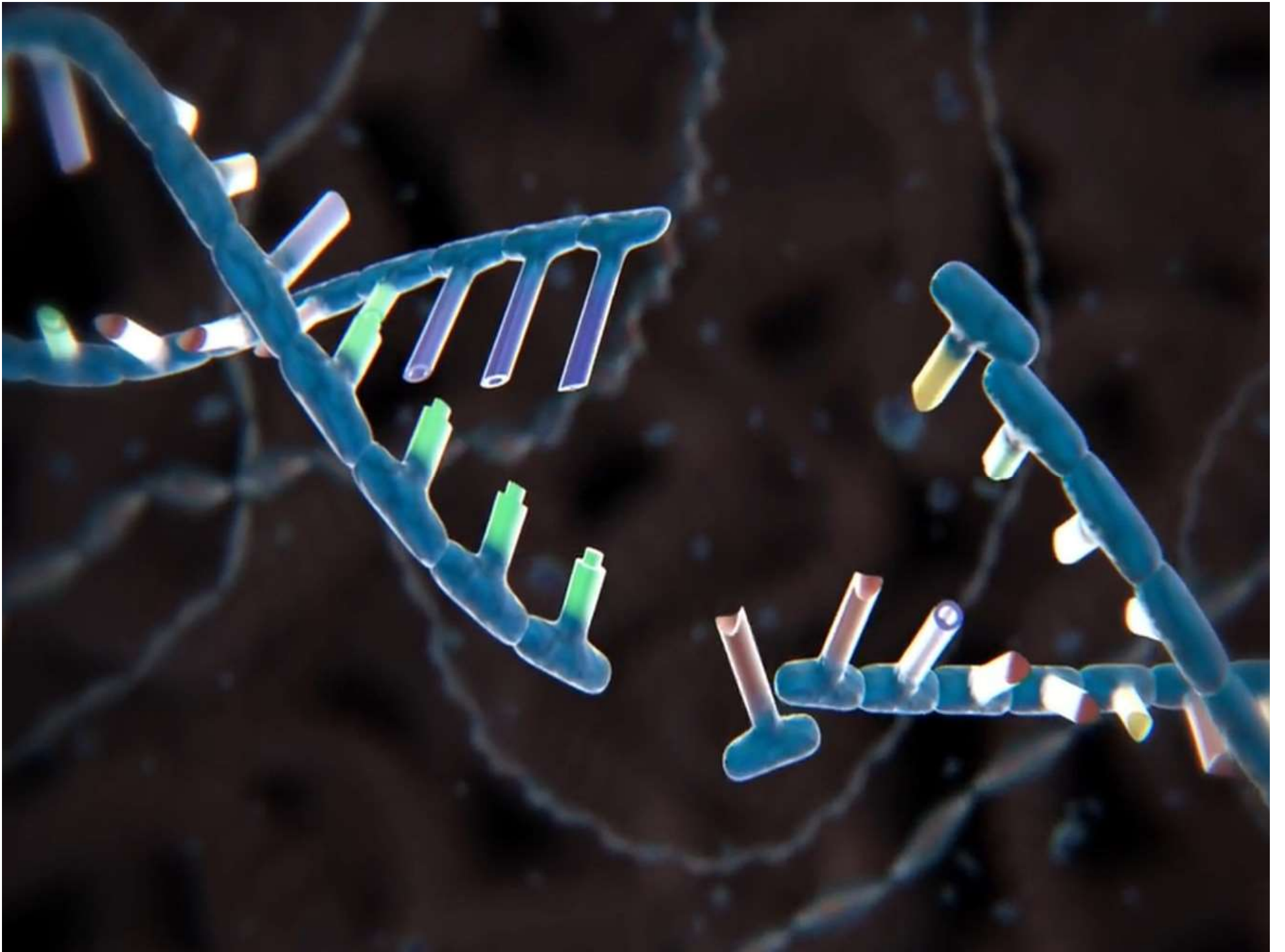


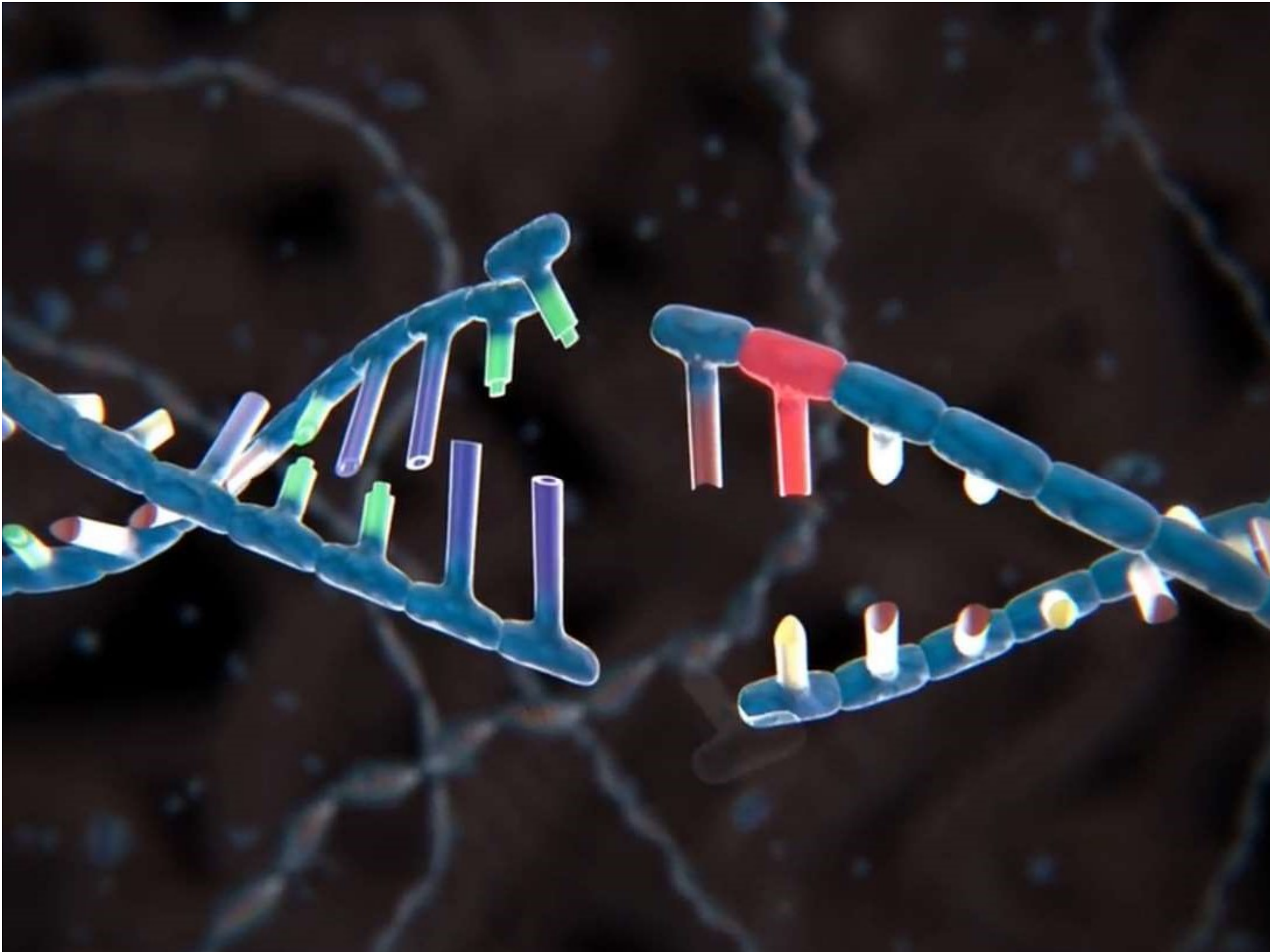


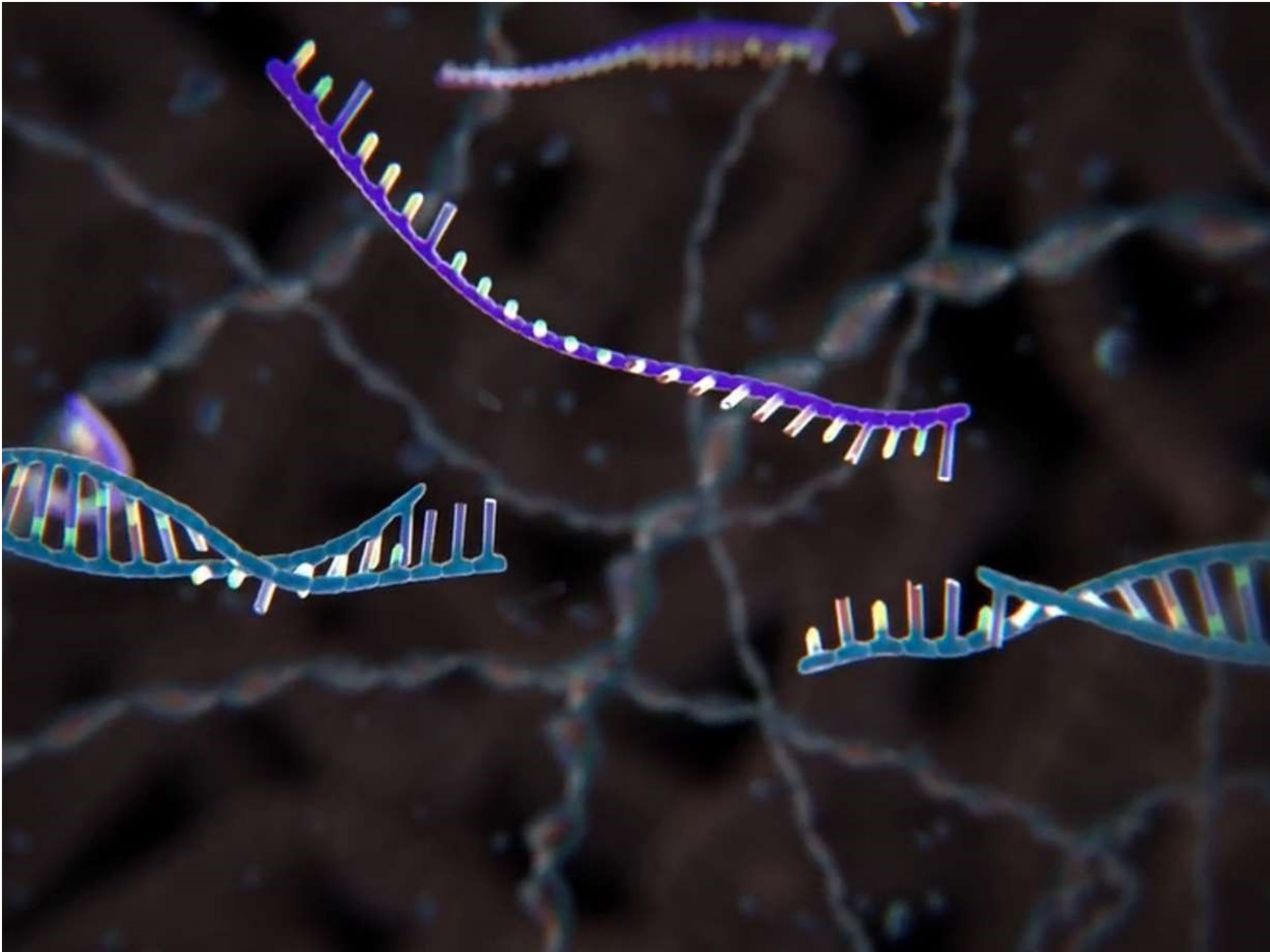












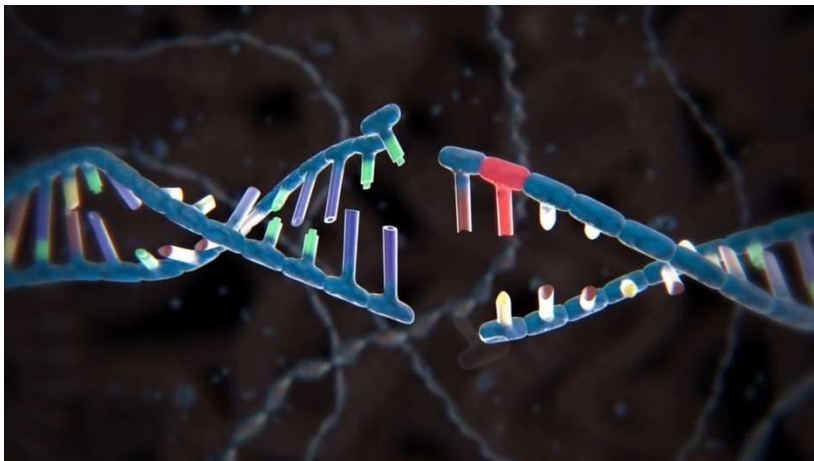


Die 13 Thesen von Winterthur

- Es sind „Innovationen“ der Pflanzenzüchtung, welche den Pflanzenbau (Nahrungsmittelproduktion) prägen
- Moderne Pflanzenzüchtung ist mehr als nur „CRISPR/Cas“
- Die Idee der Genomeditierung ist nicht neu, CRISPR/Cas eröffnet jedoch neue Möglichkeiten
- CRISPR/Cas ist ein bakterielles Immunsystem, welches dazu verwendet werden kann, zielgerichtete Mutationen und Genomveränderungen zu erzeugen

Kernfrage - Ist das Gentechnologie?

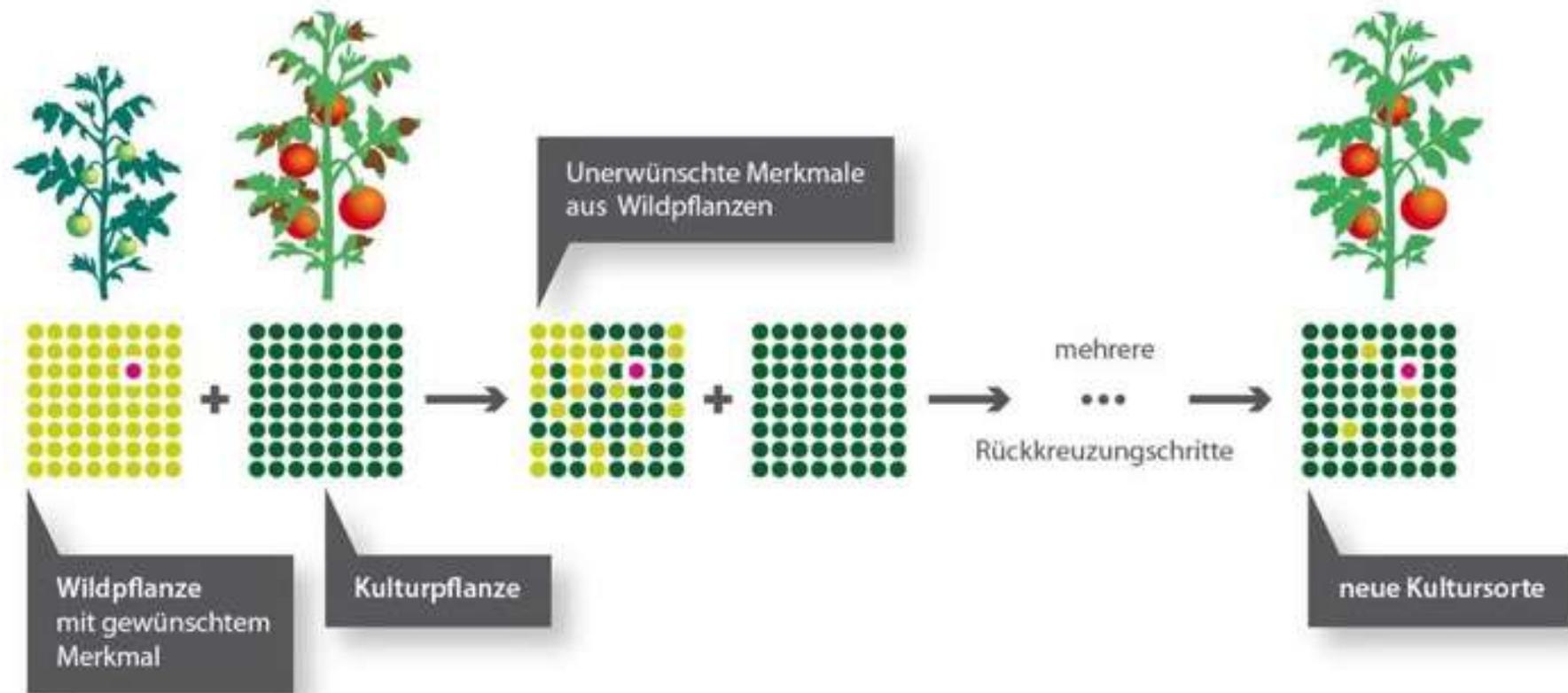
- **Gentechnikgesetz** (Stand 1. Januar 2018): Kapitel 1 (Allgemeine Bestimmungen), Artikel 5, Paragraph 2
- «Gentechnisch veränderte Organismen sind Organismen, deren genetisches Material so verändert worden ist, wie dies unter natürlichen Bedingungen durch Kreuzen oder natürliche Rekombination nicht vorkommt.»



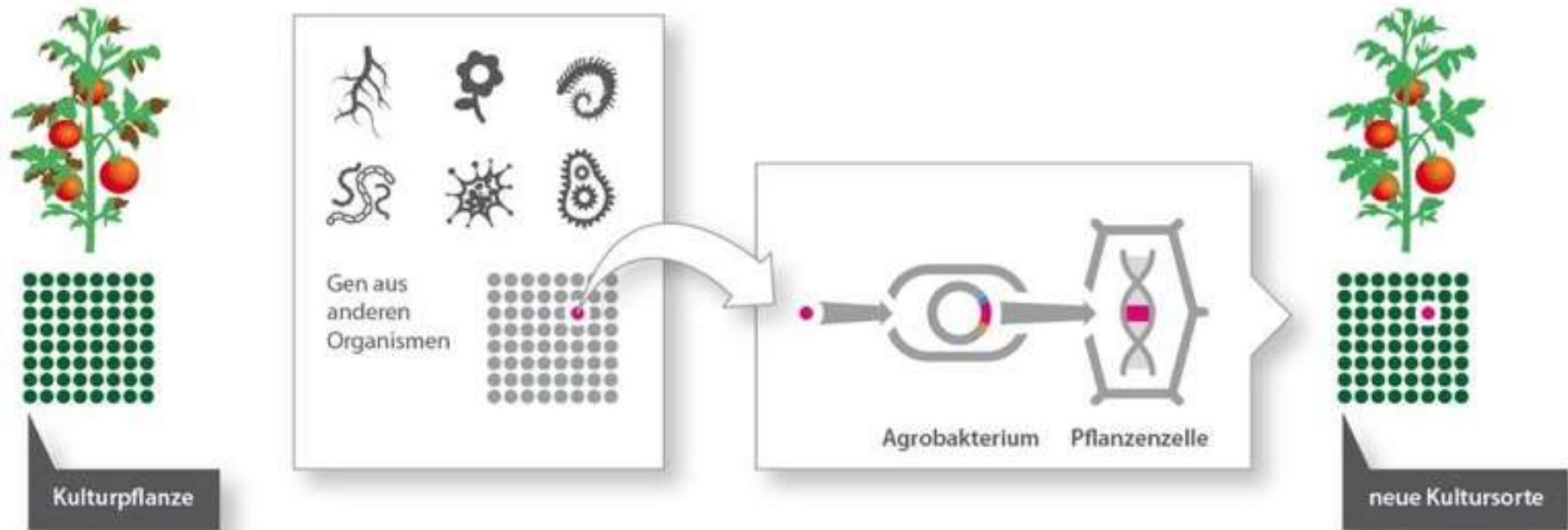
Die 13 Thesen von Winterthur

- Es sind „Innovationen“ der Pflanzenzüchtung, welche den Pflanzenbau (Nahrungsmittelproduktion) prägen
- Moderne Pflanzenzüchtung ist mehr als nur „CRISPR/Cas“
- Die Idee der Genomeditierung ist nicht neu, CRISPR/Cas eröffnet jedoch neue Möglichkeiten
- CRISPR/Cas ist ein bakterielles Immunsystem, welches dazu verwendet werden kann, zielgerichtete Mutationen und Genomveränderungen zu erzeugen
- Genomeditierung „verwischt“ die Grenze der Definition von GVO

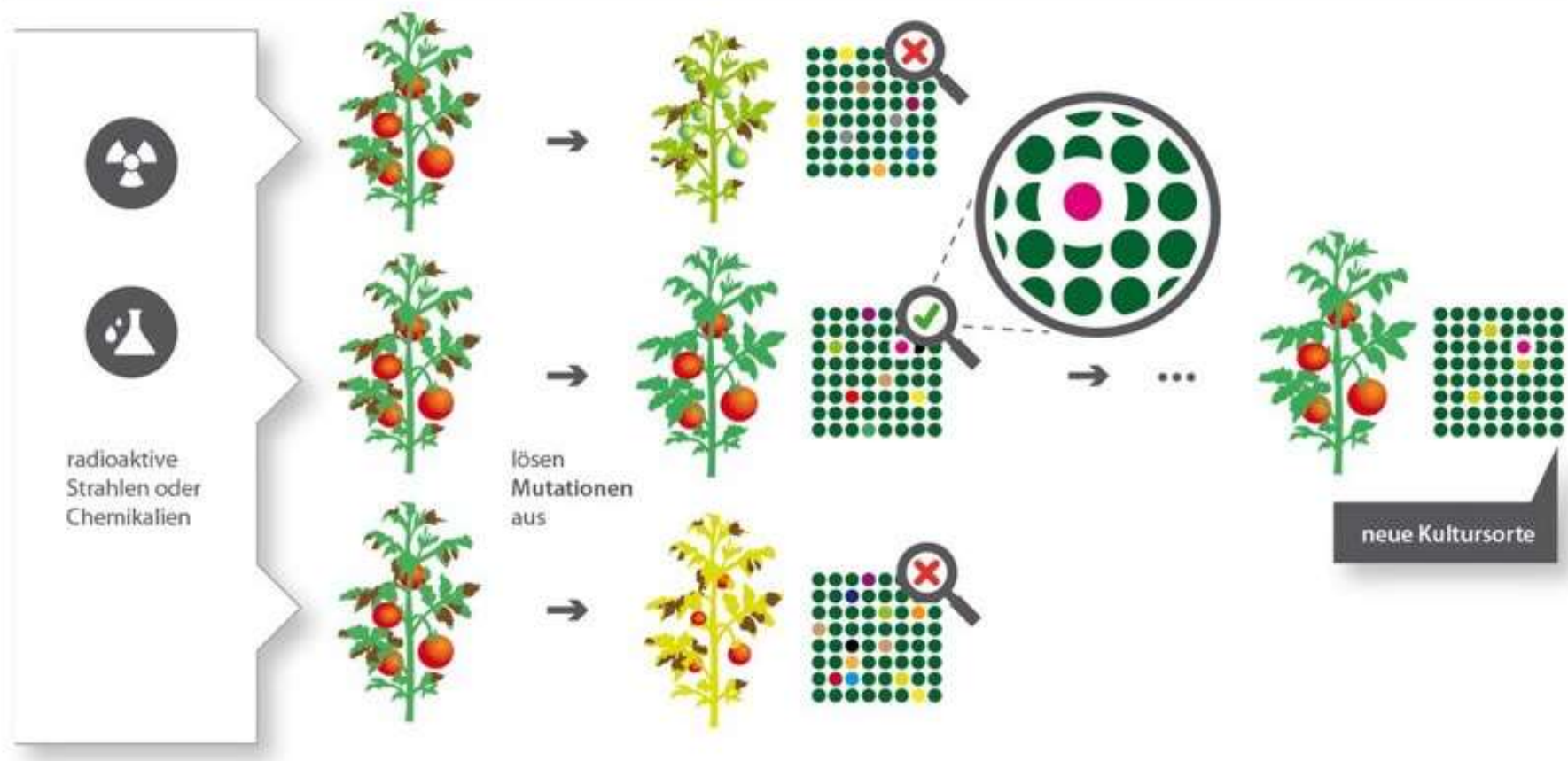
Klassische Kreuzungszüchtung



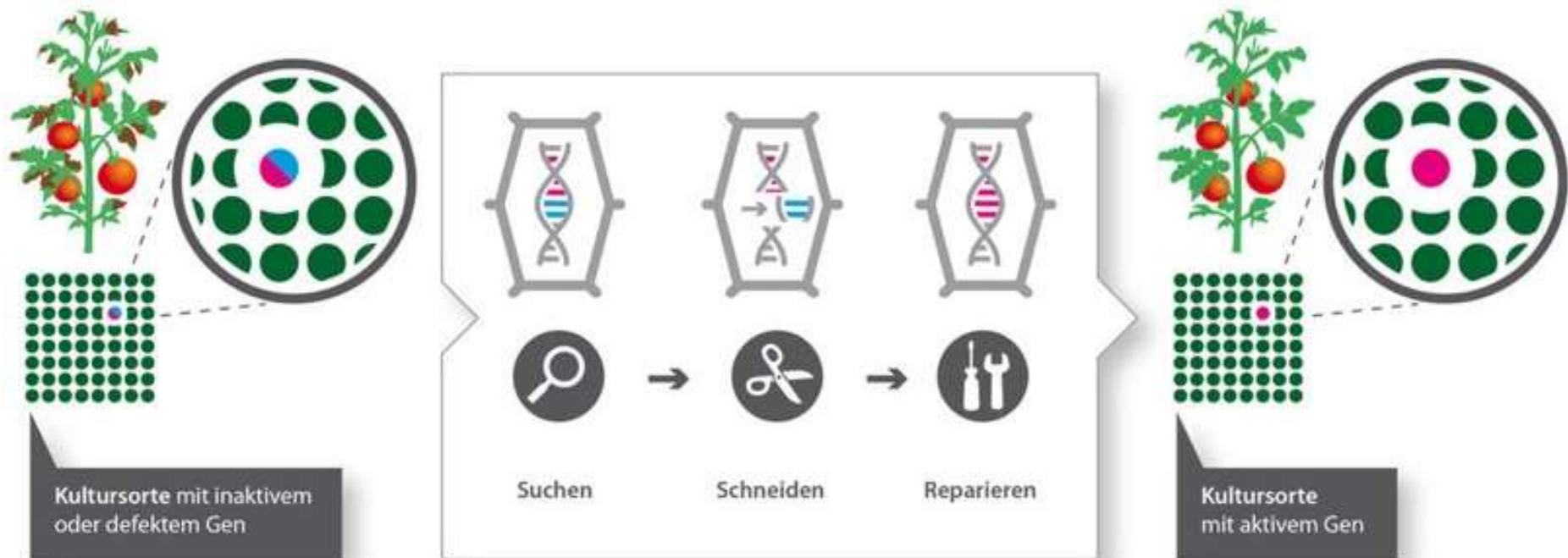
Klassische Gentechnik



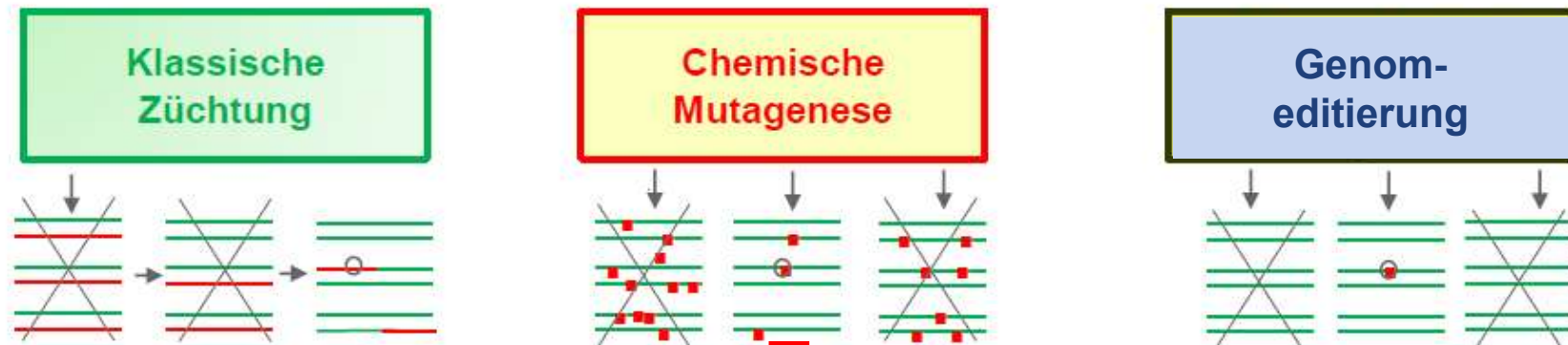
Mutationszüchtung



Genome Editing



Einführung einer spezifischen Eigenschaft (rot) in eine bereits existierende Sorte (grün)



Aus dem Europäischen Gerichtshofs (18. Januar 2018)...

Der Generalanwalt des Europäischen Gerichtshofs hat kürzlich erklärt, dass **durch Mutationen veränderte Organismen nicht unter die GMO Direktive fallen** - dies beinhaltet auch CRISPR-Cas9 Mutationen

Mitgliedstaaten stehe es unter der Voraussetzung der Beachtung übergreifender Grundsätze des Unionsrechts frei, Maßnahmen zur Regulierung solcher Organismen zu erlassen



Press and Information

Court of Justice of the European Union
PRESS RELEASE No 04/18
Luxembourg, 18 January 2018

Advocate General's Opinion in Case C-528/16
Confédération paysanne and Others v Premier ministre et ministre de
l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt

According to Advocate General Bobek, organisms obtained by mutagenesis are, in principle, exempted from the obligations in the Genetically Modified Organisms Directive



NEWS • 19 JANUARY 2018

European court suggests relaxed gene-editing rules

Judicial opinion says restrictive regulations may not apply to plants and animals bred using CRISPR technique.



Agency News Releases

Agency Reports

Blog

Digital

Press Releases

[Press Releases](#)

[Press Release Archives](#)

Testimony

Transcripts and Speeches

Have feedback on the new
USDA.gov design?

[Share Feedback](#)

Secretary Perdue Issues USDA Statement on Plant Breeding Innovation

(Washington, D.C., March 28, 2018) – U.S. Secretary of Agriculture Sonny Perdue today issued a statement providing clarification on the U.S. Department of Agriculture’s (USDA) oversight of plants produced through innovative new breeding techniques which include techniques called genome editing.

Under its biotechnology regulations, **USDA does not regulate or have any plans to regulate plants that could otherwise have been developed through traditional breeding techniques as long as they are not plant pests or developed using plant pests.** This includes a set of new techniques that are increasingly being used by plant breeders to produce new plant varieties that are indistinguishable from those developed through traditional breeding methods. The newest of these methods, such as genome editing, expand traditional plant breeding tools because they can introduce new plant traits more quickly and precisely, potentially saving years or even decades in bringing needed new varieties to farmers.

“With this approach, USDA seeks to allow innovation when there is no risk present,” said Secretary Perdue. “At the same time, I want to be clear to consumers that we will not be stepping away from our regulatory responsibilities. While these crops do not require regulatory oversight, we do have an important role to play in protecting plant health by evaluating products developed using modern biotechnology. This is a role USDA has played for more than 30 years, and one I will continue to take

Press Release
Release No. 0070.18

Contact: USDA Press

Email: press@oc.usda.gov

Innovations-Blockade durch Rechtsunsicherheit

 Anbauzulassungen durch US Landwirtschaftsministerium <i>USDA APHIS "Regulated Article Letters of Inquiry"</i>			
Datum	Pflanze	Methode	
20.09.2017	Kartoffeln (Pilzresistenz)	<u>Cisgenese</u>	✓
25.09.2017	Luzerne (höhere Futterqualität)	Genome Editing	✓
16.10.2017	Sojabohnen (Trockentoleranz)	Genome Editing	✓
29.12.2017	Tabak (Nikotin-reduziert)	Genome Editing	✓
16.01.2018	Mais (Pilzresistenz)	Genome Editing	✓
14.03.2018	Reis (Salztoleranz)	<u>Cisgenese</u>	✓
19.03.2018	Mais (höherer Ertrag)	Genome Editing	✓
20.03.2018	Weizen (besserer Nährwert)	Genome Editing	✓
28.03.2018	US Landwirtschaftsministerium bestätigt generelle Regulierungs-Ausnahme für Produkte von Genome Editing ohne Fremd-DNA und für <u>Cisgenese</u>		



Die 13 Thesen von Winterthur

- Es sind „Innovationen“ der Pflanzenzüchtung, welche den Pflanzenbau (Nahrungsmittelproduktion) prägen
- Moderne Pflanzenzüchtung ist mehr als nur „CRISPR/Cas“
- Die Idee der Genomeditierung ist nicht neu, CRISPR/Cas eröffnet jedoch neue Möglichkeiten
- CRISPR/Cas ist ein bakterielles Immunsystem, welches dazu verwendet werden kann, zielgerichtete Mutationen und Genomveränderungen zu erzeugen
- Genomeditierung „verwischt“ die Grenze der Definition von GVO
- In USA, Kanada, Schweden, etc: induzierte einfache Mutationen werden nicht als GVO reguliert

«Grüne Revolution» beruht teilweise auf induzierten Mutationen

Sorten mit hohem Ertrag, kurzen Halmen und verbesserter Aufnahme von Stickstoff



Züchter und Nobelpreisträger
Norman Borlaug 1914-2009

Heute essen wir jeden Tag Obst, Gemüse und Getreide mit induzierten Mutationen



Durch Genomeditierung erzeugte Eigenschaften (seit 2013)

CRISPR/Cas, TALEN und Genome Editing: Projekte in der Pflanzenzüchtung (Beispiele)

Pflanzenart	Ziel	Verfahren	Wer	Stand
Weizen	Mehltau-Resistenz	TALEN	Calyxt	Feldversuche, in den USA nicht als GVO eingestuft
Weizen	Mehltau-Resistenz	CRISPR	Chinese Academy of Science	Projekt publiziert
Weizen	weniger Gluten	TALEN	Calyxt	Entwicklung
Mais	Trockentoleranz	CRISPR	DuPont Pioneer	Feldversuche
Wachsmais	Stärke	CRISPR	DuPont Pioneer	Markteinführung in fünf Jahren
Reis	Toleranz gegen Reisbrand (Rice blast)	CRISPR	Chinese Academy of Science	Projekt publiziert
Erdnuss	Ausschalten von Allergenen	CRISPR	Aranex, UK	Startup
Gurken	Resistenz gegen Viren	CRISPR	Volcani Center, Israel	Projekt publiziert
Citrusfrüchte	Resistenz gegen Citrus Greening	CRISPR	Univ. of Florida	Projekt publiziert
Paprika (Pepper)	Resistenz gegen Viren	CRISPR	Seminis Vegetable Seeds	Entwicklung
Tomate	Reifeverzögerung	CRISPR	Univ. Nottingham, UK	Studie publiziert
Kartoffel	Lagerfähigkeit, weniger Acrylamid	CRISPR, TALEN	Univ. of Minnesota, Simplot, Calyxt	in den USA nicht als GVO eingestuft*
Sojabohnen	veränderte Fettsäuren	TALEN	Calyxt	in den USA nicht als GVO eingestuft, Feldversuche
Pappeln	Genfunktionen	CRISPR	Univ. Umea, Schweden	Forschung

*eine GVO-Variante (Kartoffel mit den gleichen Merkmalen) ist in den USA bereits zugelassen



Weizen

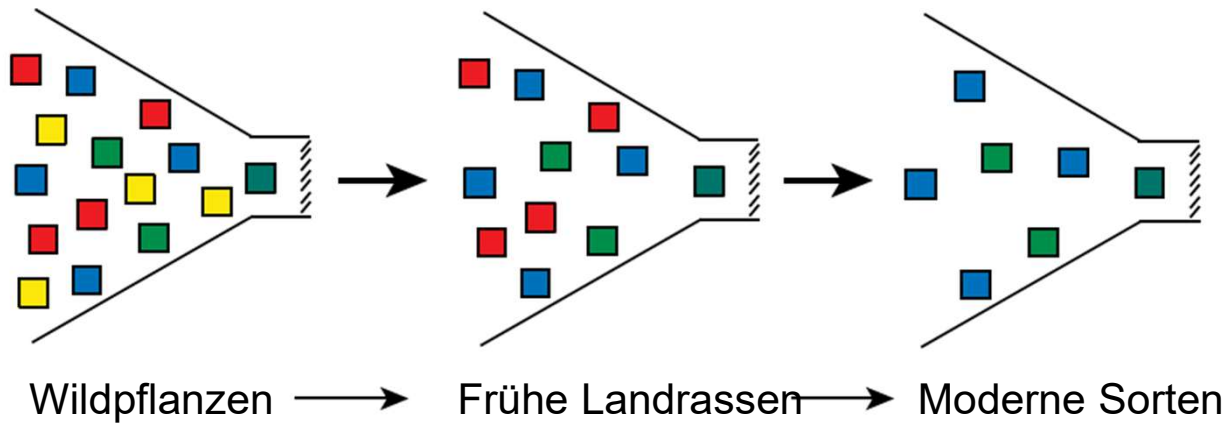
Hirse

Mais

Reis

Tomate

Interessante Anwendungsbereiche – “Rewildinging Crops”



Tanksley and
McCouch, Science
1997



Interessante Anwendungsbereiche – Mehltau Resistenz bei Weizen

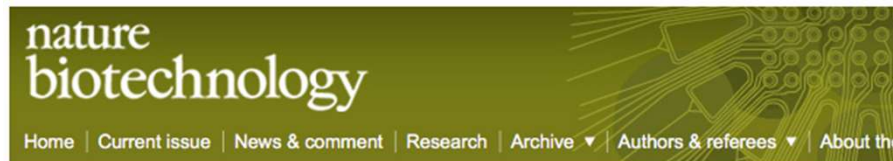


Pilze

04. August 2016 14:58; Akt: 04.08.2016 14:58

Weizenernte für Bauern katastrophal

Der nasse Frühling und Krankheiten haben den Bauern das Geschäft vermiest. Besonders gelitten hat der Weizen. Die Ernte ist so schlecht wie seit Jahrzehnten nicht mehr.



home > archive > issue > research > letter > abstract

NATURE BIOTECHNOLOGY | RESEARCH | LETTER

日本語要約

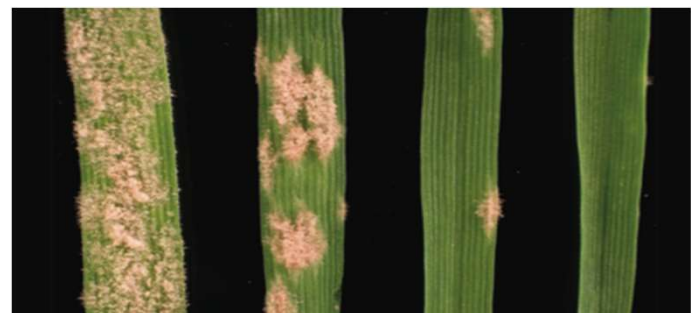
Simultaneous editing of three homoeoalleles in hexaploid bread wheat confers heritable resistance to powdery mildew

Yanpeng Wang, Xi Cheng, Qiwei Shan, Yi Zhang, Jinxing Liu, Caixia Gao & Jin-Long Qiu

Aktives MLO Gen unterdrückt Abwehr gegen Mehltau

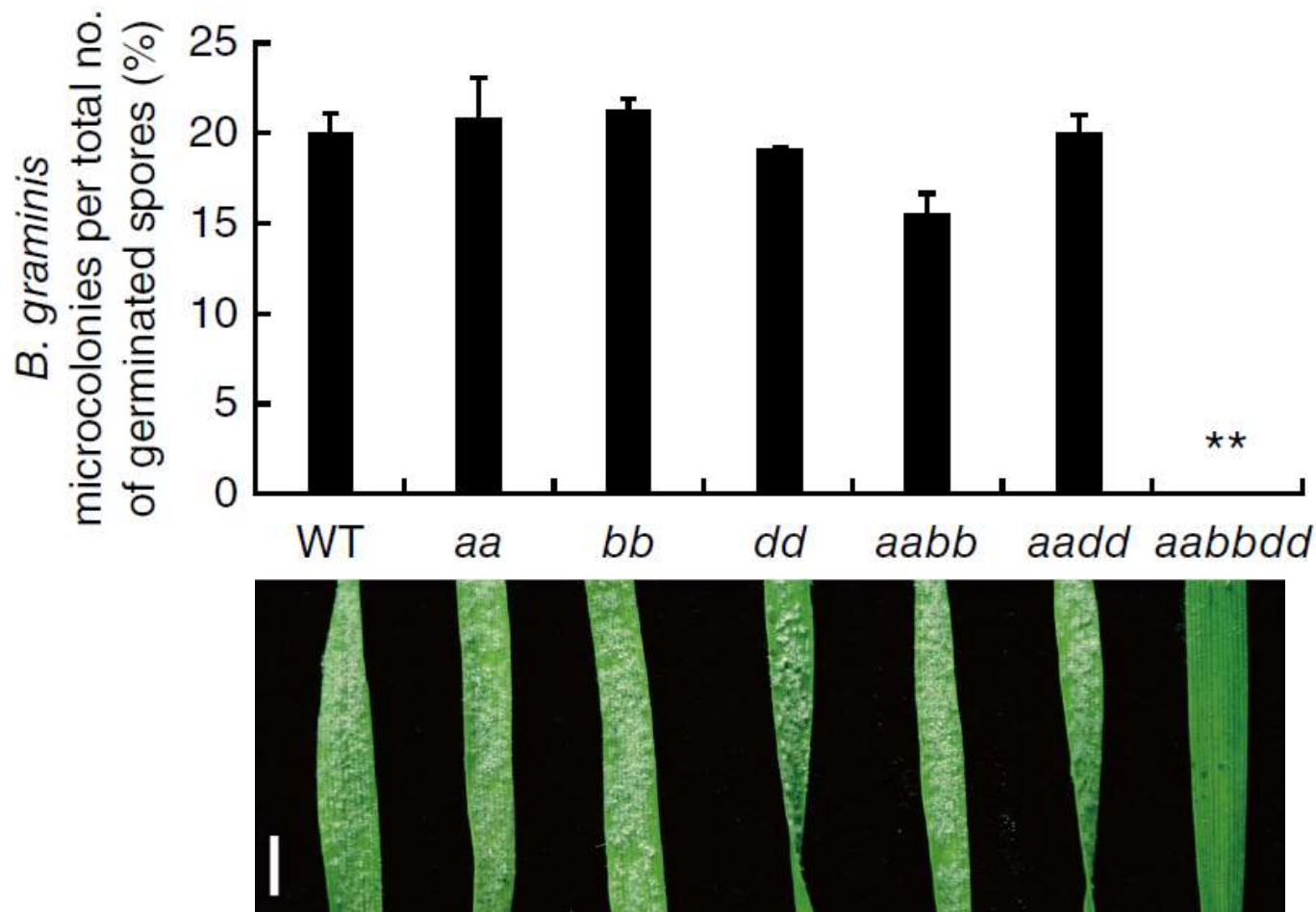
Weizen hat 6 MLO Kopien (je 2 im A, B und D Genom)

Mutation aller Kopien durch TALEN und CRISPR/Cas



Befall von Weizenblättern mit Mehltau (*Blumeria graminis* f. sp. *Tritici*)

Interessante Anwendungsbereiche – Mehltau Resistenz bei Weizen



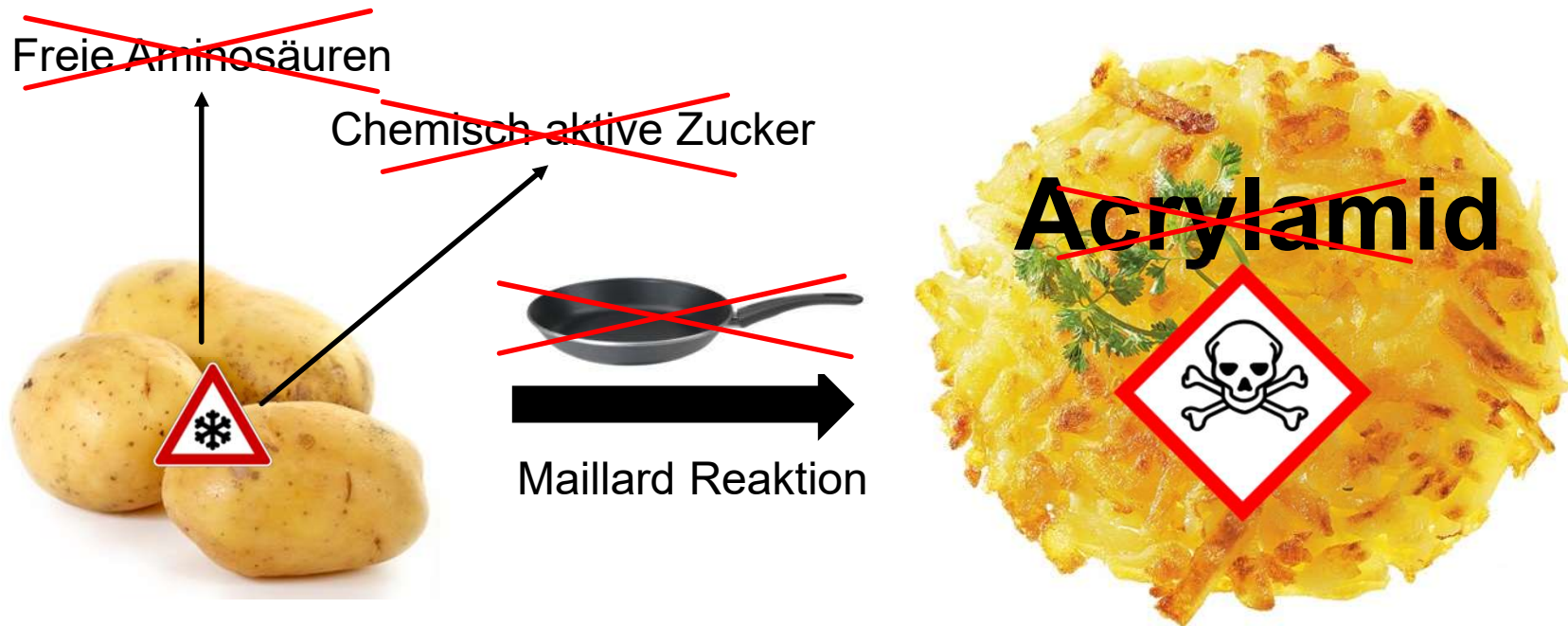
Interessante Anwendungsbereiche – Gezielte Ausschaltung von Graspollen-Allergenen

- 21.11. 2016: Sturm in Melbourne
- In einer Nacht: 9'909 Notaufnahmen (962 mit Atemnot)
- 672% der üblichen Frequenz
- 9 Tote
- Ursache: 102 Raigraspollen per m³
- **Genomsequenz vorhanden**
- **Allergene bekannt (*Lol 1*, ...)**



Dr. med. Markus Gassner, Swiss Society of Aerobiology, 2017

Interessante Anwendungsbereiche – Reduktion von Acrylamid in der Rösti



- Mit CRISPR/Cas das Gen für die vakuolare Invertase ausschalten:
 - Reduzierte Produktion von chemisch aktiven Zuckern während der Kältelagerung und weniger Acrylamid beim Braten

Kritische Beurteilung der Genomeditierung für die Pflanzenzüchtung

- Limitierung
 - Komplexere Editierungen sind ist noch sehr ineffizient
- Gewebekultur
 - Nicht für alle Kulturpflanzen möglich
 - Abhängig vom Pflanzenmaterial
 - Epigenetische Veränderung?
- Rechtliche Aspekte
 - «Züchterprivileg» versus Patentierung?
- ...



Die 13 Thesen von Winterthur (I)

- Es sind „Innovationen“ der Pflanzenzüchtung, welche den Pflanzenbau (Nahrungsmittelproduktion) prägen
- Moderne Pflanzenzüchtung ist mehr als nur „CRISPR/Cas“
- Die Idee der Genomeditierung ist nicht neu, CRISPR/Cas eröffnet jedoch neue Möglichkeiten
- CRISPR/Cas ist ein bakterielles Immunsystem, welches dazu verwendet werden kann, zielgerichtete Mutationen und Genomveränderungen zu erzeugen
- Genomeditierung „verwischt“ die Grenze der Definition von GVO
- In USA, Kanada, Schweden, etc: induzierte einfache Mutationen werden nicht als GVO reguliert

Die 13 Thesen von Winterthur (II)

- Die Regulierung in der Schweiz (in Europa) muss an den Fortschritt der Technik angepasst werden
- Nicht die Technologie an sich, sondern deren Anwendung ist einer Risikoprüfung/Regulierung zu unterziehen
- Angemessene Regulierung sollte Chancen und Risiken berücksichtigen
- Unterschiedliche Regeln für identische Produkte sind schwer nachvollziehbar
- Fakten statt Angst sollen Grundlage für den Umgang mit neuen Züchtungsverfahren sein

Die 13 Thesen von Winterthur (III)

- Neue Züchtungsmethoden sind in der Landwirtschaft angekommen und haben das Potenzial:
 - Innovationen in der Pflanzenzüchtung hervorbringen
 - Neue Eigenschaften schneller ins Feld zu bringen
 - Einen Beitrag zur nachhaltiger Nahrungsmittelproduktion zu leisten
- **Die gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen müssen im Dialog mit allen Beteiligten gestaltet werden!**