

Referat: Genschere CRISPR/Cas9

Referats-Aufbau:

1. Begriffsübersicht allgemein
2. Das Verfahren CRISPR / Cas9
3. Potentiale und Probleme der Editierverfahren
4. Soziale Problemfelder (Recht/Ethik)

Hinweis: Die Biologie ist beliebig komplex und in weiten Teilen sind noch **unerforscht** bzw. auf Annahmen aufgebaut. Entstehungsprozesse werden unter dem Schlagwort „**Selbstorganisation**“ benannt.

Nachfolgend wird alles sehr holzschnittartig und auf die für CRISPR relevanten Angaben zentriert dargestellt, um zumindest im Ansatz das **Risikopotential** und die ethischen Implikationen der Gen-Scheren-Technologie Cas9 diskutieren zu können.

1. Begriffsübersicht

Grundlagen:

1. Zellbiologie
2. Vererbung
3. Chromosome
4. Gene
5. Genexpression
6. Zusammenfassung

1.1. Der Bauplan der Lebewesen

Die Kodierung

- Die **DNA** (*deoxyribonucleic acid*) ist Träger der Erbanlage einer Zelle
- Begrenzte Abschnitte die Erbinformation tragen, heißen **Gene**
- Die Summe der Erbinformation wird als **Genom** bezeichnet.
- Das Genom ist in **Chromosomen** verpackt
- Zur Proteinsynthese werden DNA-Abschnitte in **RNA** (*ribonucleic acid*) umgeschrieben
- Die Elemente der DNA und RNA werden als **Nukleotide** bezeichnet.

1.1. Der Bauplan der Lebewesens

Die Abarbeitung des Codes

- Die Transformation der DNA im Organismus heißt **Genexpression**.
- Die Genexpression beginnt mit dem Entpacken des Chromosoms um die DNA-Abschnitte zugriffsfähig zu machen
- Das Ablesen der Gensequenz wird **Transkription** genannt
- Die Transkription erstellt die **mRNA** (*messenger RNA*) und weitere RNA-Typen
- Die Summe aller RNAs wird **Transkript** genannt
- Über die RNAs werden die Zellbestandteile (**Proteine**) mittels **Ribosomen** (komplexe Makromoleküle) synthetisiert

1.2. Vererbung: Typen von Zellen



Typen von Zellen

Zellen mit Zellkern	Zellen ohne Zellkern
Eukarioten DNA ist im Zellkern	Prokarioten und Archeen DNA ist im Zytoplasma

Viren werden nicht als Zellen klassifiziert.

- Viren haben kein Zytoplasma und keinen Stoffwechsel
- Die Erbinformation ist in DNA oder RNA kodiert
- Sie haben keine eigene Genexpression.
- Sie benutzen die Genexpression des Wirtes

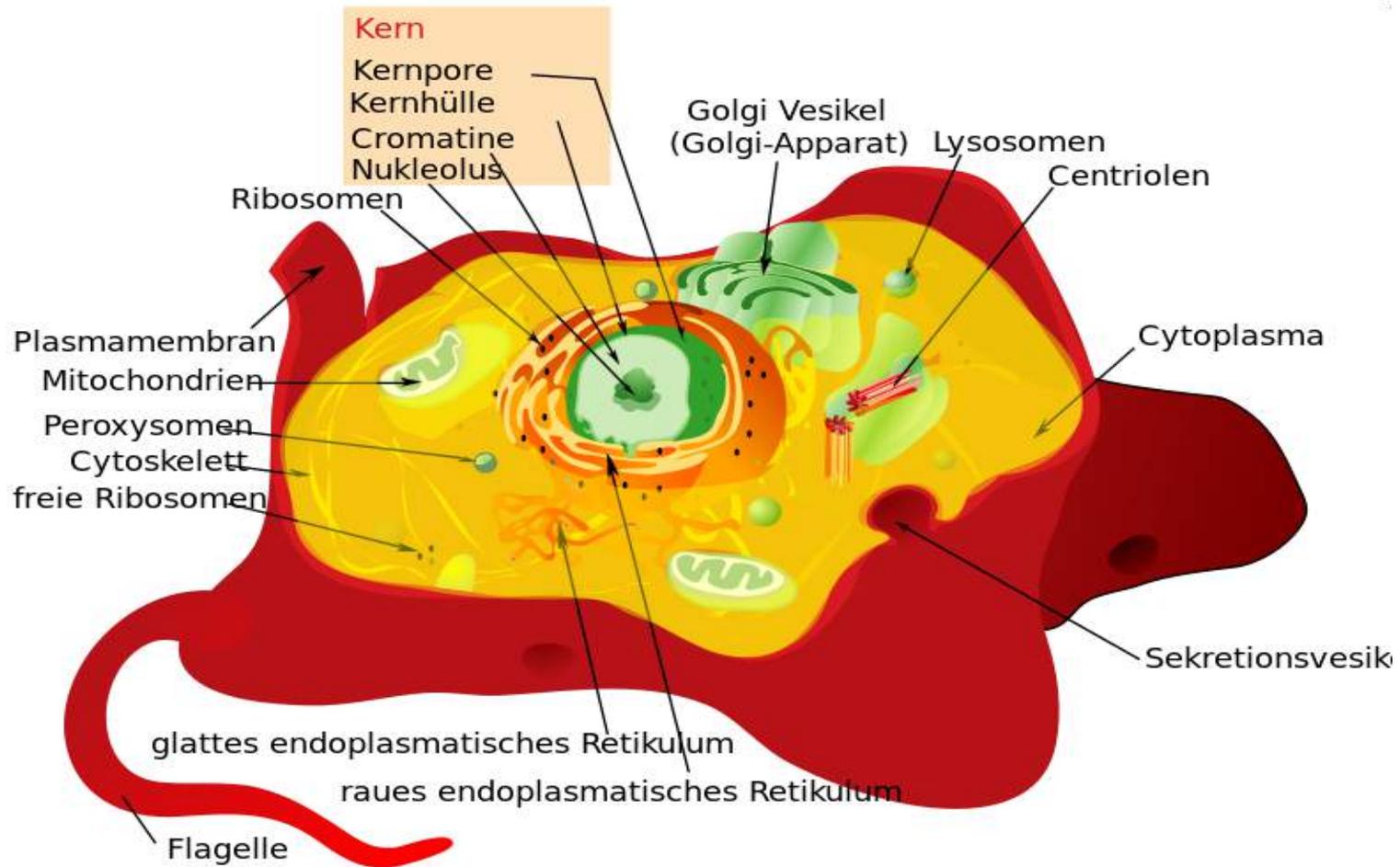
1.2 Vererbung: Codierungsart

In der menschlichen Zelle kommen **zumindest** 2 Arten von DNA vor:

- Fadenförmige DNA (Helix) im Zellkern
- Ringförmige DNA in den Mitochondrien (stammen von der Mutter)

- Die Zellkern-DNA codiert für den Genotyp
- Die Mitochondrien-DNA codiert für den Zellstoffwechsel

1.3. Zelle und Lebewesen: Die Zelle von Eukarioten



Darstellung von LadyofHats (Mariana ruiz) - Own work using Adobe Illustrator. Translated from Image:Animal cell structure en.svg, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4266271>

1.4. Chromosome und Gene: Begriffe

Der **menschliche** Chromosomensatz besteht aus 46 (2 x 23)

Chromosomen (=DNA-Proteingemisch)

Diese enthalten ca. 20 000 bis 25 000 **Gene** (Protein-Codierenden Sequenzen)

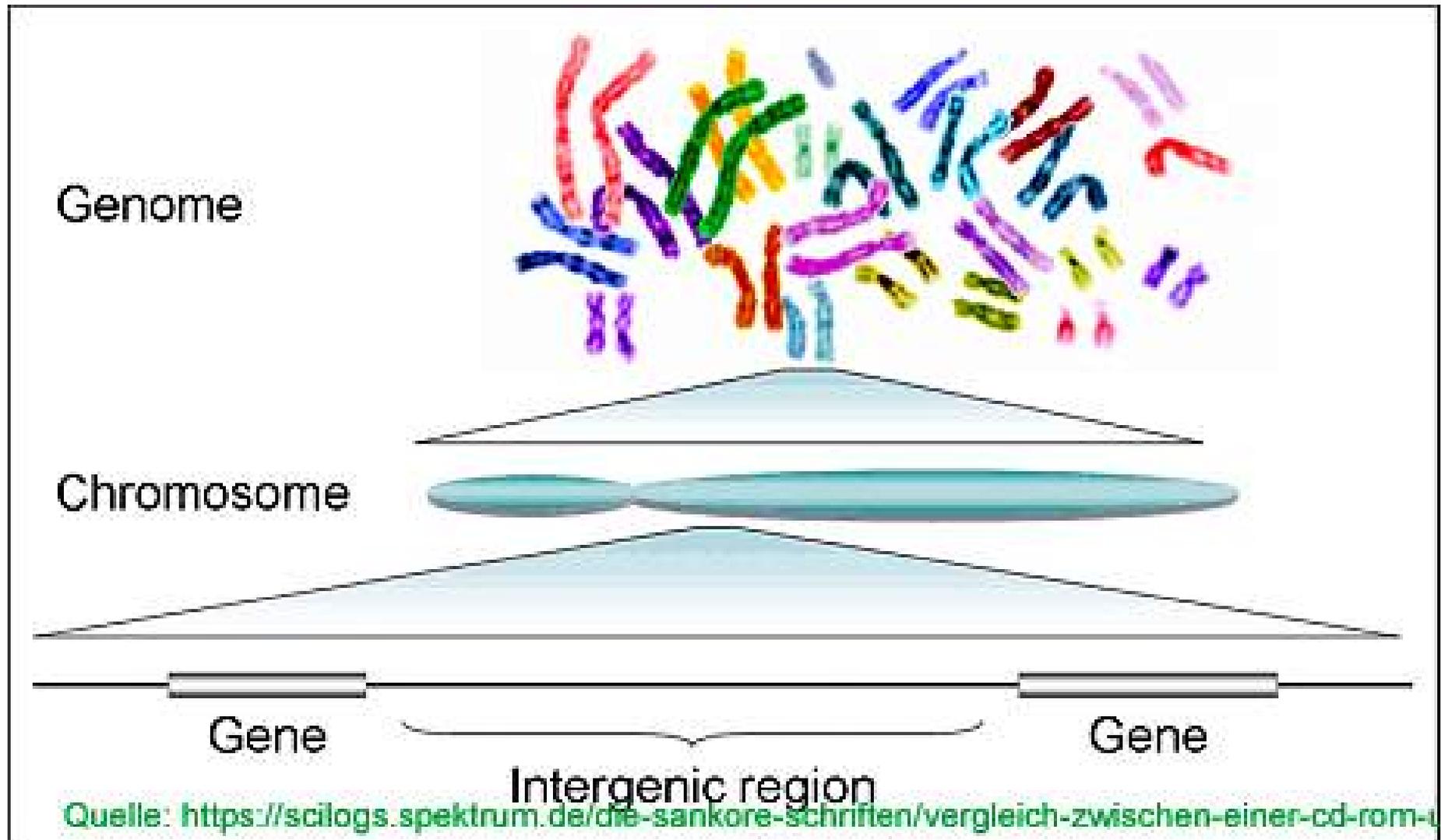
Der Chromosomensatz stellen das **Genom** dar

Das Genom enthält; ca. 3,3 **Giga-Basenpaare**.

Das entspricht einer Speicherkapazität von ca. 1,4 GByte

Angaben aus: Schmidt Olaf: Gentechnik und Molekularbiologie und <https://scilogs.spektrum.de/die-sankore-schriften/vergleich-zwischen-einer-cd-rom-und-dem-menschlichen-genom/>

1.4. Chromosomen und Gene: Übersicht



1.4. Der Inhalt der DNA: Begriffe

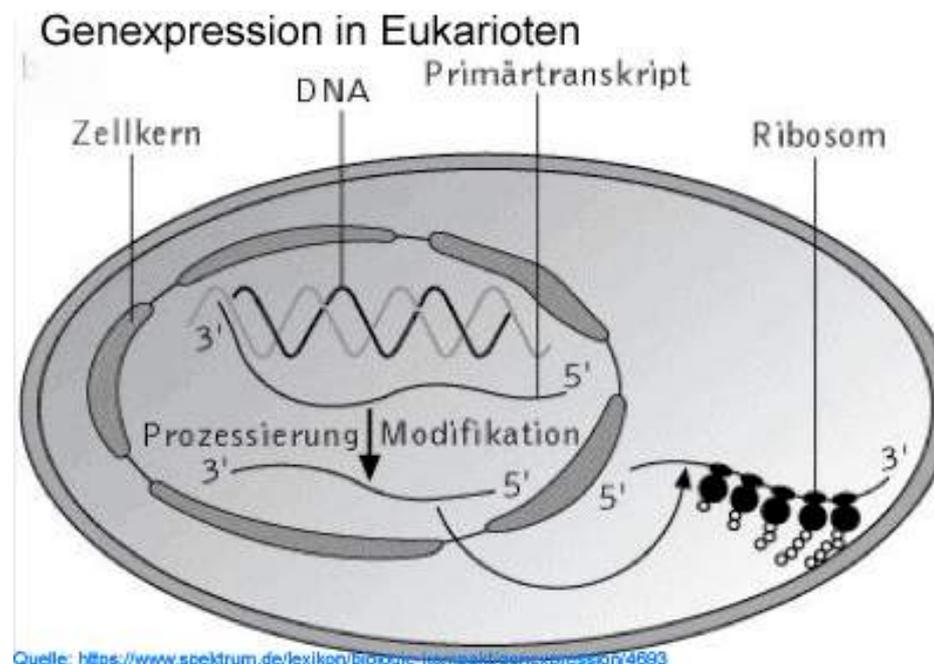
- Die DNA enthält Gene und gen-ähnliche Sequenzen
- Gene sind in der Regel wie Mosaik gestückt und bestehen aus codierenden **Exons** und nichtcodierenden **Introns**.
- Auch **regulatorische Funktionen** sind Teil des Gens (z.B.: **Promotor**)
- Ebenso gibt es zahlreiche **repetitive Sequenzen** (bis zu einer Million Wiederholungen)

Angaben aus: Schmidt Olaf: Gentechnik und Molekularbiologie, S. 26f.

1.6. Genexpression (Eukarioten)

Bei Eukaryoten sind die Prozesse

- Transkription (Erzeugung der mRNA)
 - und Translation (Erstellung der Proteine)
- räumlich und zeitlich voneinander getrennt:
- Die **Transkription** erfolgt im **Nucleus**,
 - die **Translation** im **Cytosol** (Flüssigkeit des Cytoplasmas)



1.5. Genexpression – Ausbildung von Zelle und Lebewesen

Für die Ausgestaltung des Lebewesens, den **Phänotyp**, spielen neben der DNA zahlreiche Faktoren eine Rolle:

- Ernährung (Nahrungsmangel, Mono-Diäten, Übermaß)
- Umwelteinflüsse (Noxen, Temperatur, Licht)
- Krankheiten (Bakterien, Viren, Transkriptionsdefekte)
- Unfälle
- Sozialfaktoren (Zuneigung, Bildung)

Sie tragen zur Ausgestaltung des Körpers und der Person vermutlich mehr bei, als das Genom.

Diese Faktoren werden unter dem Begriffen **Epi-Genetik** und Umwelteinflüsse zusammengefasst.

1.6. Zellbiologie Zusammenfassung

- Die biologische Vererbung ist sowohl chemisch als auch topologisch und prozesshaft codiert und kontrolliert.
- Zumindest beim Menschen ist Vererbung ein epigenetischer Prozess.
- Die DNA-Information ist in ihrer biologischen Bedeutung, der Annotierung, trotz Gensequenzierung, noch nicht voll bekannt.
- Es wirken bei der Expression so viele Faktoren zusammen, etwa chemische Katalysatoren, elektrostatische Polarisierung, Oberflächenbeschaffenheit von Molekülen, Umgebung, Zeit usw., dass der Vorgang selbst noch ungenügend verstanden ist.



1.6. Zellbiologie und Existenz

- Vor allem beim Menschen spielen epigenetische Faktoren eine große Rolle
- Für das existentiell empfundene Lebensglück dürfte der Genpool nur eine untergeordnete Rolle spielen.

1.6. Zellbiologie Status

- Bisher ist es noch nicht gelungen, eine lebende Zelle künstlich herzustellen (**Bottom-Up-Ansatz** der synthetischen Biologie).
- Zur Zeit kann man durch Umordnung der DNA-Bausteine, durch Molekülfaltungen o.ä. Nanomaschinen konstruieren (**DNA-Origami**)
- Forscher um Craig Venter berichteten 2007 dass ihnen die vollständige Synthetisierung eines Bakterium-Genoms gelungen sei.
- Unter Ausnutzung natürlicher Mechanismen der lebenden Zellen kann man gen-verändernd in die Reproduktion eingreifen (durch Strahlung, Chemie, Bakterien, Viren)

2. CRIPR / Cas9 (Genediting)



1. Geneditiervverfahren
2. Verfahrensprinzip
3. Entwicklung
4. Namensgebung

Die künstliche Beeinflussung der DNA wird Genediting, Genchirurgie oder Gentechnik genannt.

Gen - Editing geht von einem stark reduktionistisch - mechanistischen Weltbild aus. Die Zelle wird als **Apparat** mit **Mechanismen** gesehen.

Zellbild der synthetischen Biologie

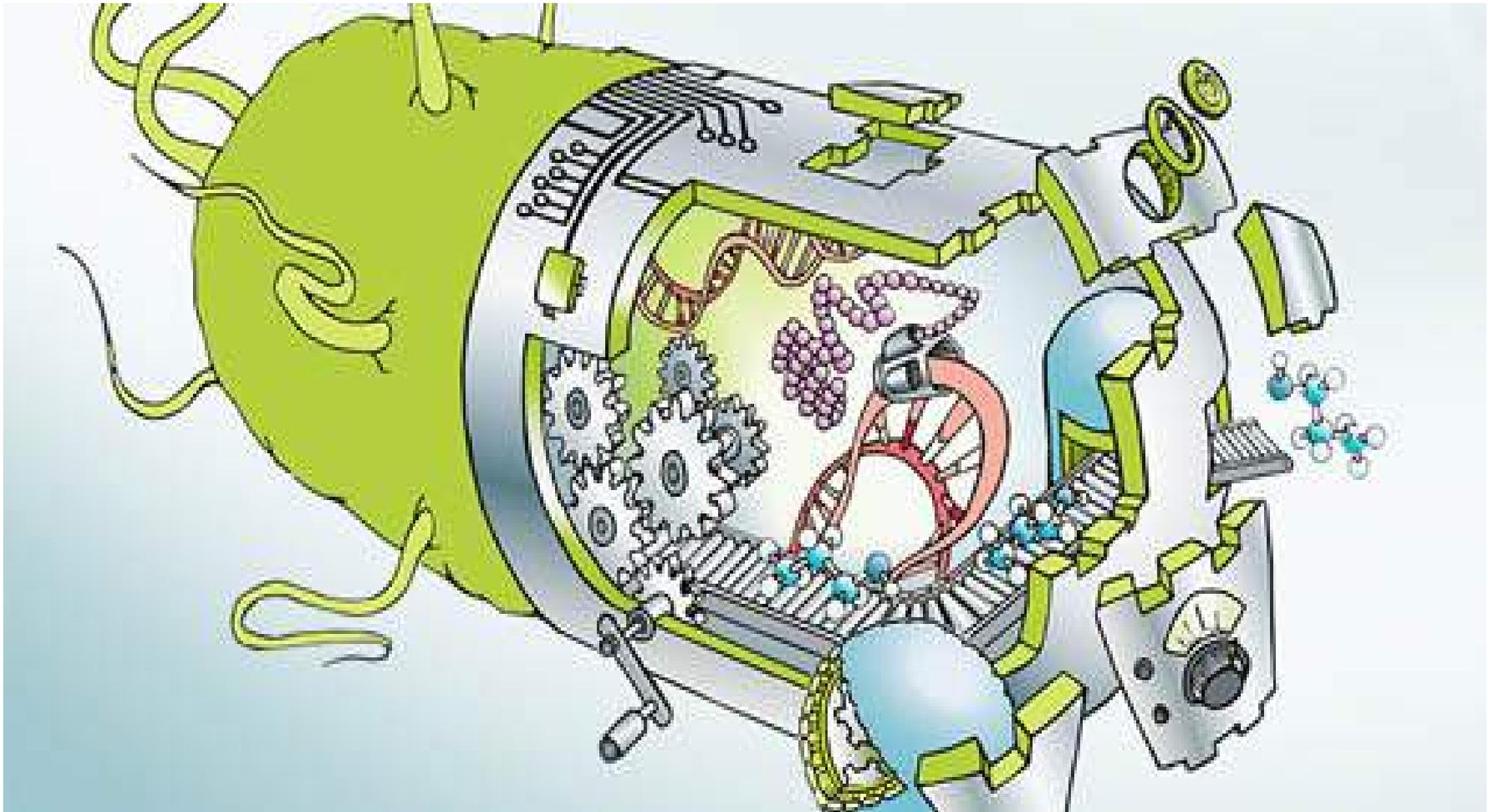


Bild: www.synthetische-biologie.mpg.de publiziert in: <http://gentechfrei.ch/de/themen/syhetische-biologie/1681-synthetisches-genome-engineering-verbreitet-sich-und-loest-befuerchtungen-aus>.



2.1. Das Geneditierverfahren

Gen-Editing / Gen-Chirurgie erfolgt also prinzipiell in 2 Schritte:

- 1) Das Schneiden mittels Gen-Schere
- 2) Das Einfügen der neuen Gen-Sequenz

Das Einbringen von gewünschten DNA-Strängen in die Zelle erfolgt mittels **Genfähren**. Als Genfähren werden Viren genutzt.

2.1. Genscheren (allgemein)

Als **Genschere** bezeichnet man ein Verfahren, das den DNA-Strang zerschneidet.

Zum Zerschneiden des DNA-Strangs werden **Designer-Endonukleasen** (Enzyme) eingesetzt.

Sie zerschneiden den DNA-Strang am Phosphatgerüst und erzeugen Nukleotid-Sequenzen (Im Gegensatz zu Exonukleasen, die einzelne Nukleotide ausschneiden).

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Endonuklease>

2.1. Genscheren (allgemein)



ZFN: (Zinkfingernuklease) ein synthetisches Protein, das einsetzspezifisch erstellt wird. ZFN lässt sich leicht in Genfähren einbauen; ZFN ist teuer (aufwendig).

TALEN: (Transcription activator-like effector nuclease) ist ebenfalls ein künstlich hergestelltes Restriktionsenzym (Designer-Nuklease); muss ebenfalls einsetzspezifisch erstellt werden; TALEN ist teuer (aufwendig).

CRISPR/Cas: Nutzt Bakterien-Protein (Cas9); nur die Muster-DNA muss erstellt werden; ist präzise und billig (einfach).

2.1. Schere CRISPR/Cas



CRISPR (= **C**lustered **R**egularly **I**nterspaced **S**hort **P**alindromic **R**epeats) ist die Bezeichnung für in regelmäßigen Abständen gruppierte, kurze, wiederholte Palindrome auf dem DNA-Strang.

Palindrome sind Sequenzen, die in beiden Leserichtungen die gleiche Zeichenabfolge haben (Bsp.: AGA)

Cas (= CRISPR Assoziated Sequence) sind Gen-Gruppen, die nahe einer CRISPR - Sequenz liegen. Es sind ca. 45 CRISPR - assoziierten Sequenzen identifiziert.

Cas 9 ist eine von ca. 15 identifizierten Cas-Core-Proteinen. Es wird als **Genschere** genutzt.

2.2. CRISPR/cas: Begriffe

Das CRISPR/Cas-System besteht aus 2 Komponenten:

- 1) CRISPR-Locus:** Abschnitt mit Genmustern für die cas9-Nuclease (Genschere)
- 2) cas-Gene:** Codierung für die Proteine zur DNA-Verarbeitung



2.2. CRISPR/cas: Begriffe

CRISPR-Locus: Abschnitt auf dem eukariotischen Chromosom.

Elemente des CRISPR-Locus:

- 1) **Leader** mit Promotor für die Transkription
- 2) **Repeater:** Palindromische Sequenz, die sich wiederholt (23-25 bp lang)
- 3) **Spacer:** Muster der eingedrungenen Fremd-DNA (21-72 bp lang); immunologisches „Gedächtnis“



2.2. CRISPR-cas9: Begriffe

cas: Die cas-Gene liegen in der Nähe des CRISPR-Locus.

Cas-Proteinen prozessieren eine **Prä-crRNA** (CRISPR-related RNA) mit komplementär-Abschnitten zur Fremd-DNA zu einer **crRNA**. crRNA und **Cas9** bilden den Effektor-Komplex, der Fremd-DNA erkennt und zerschneidet.

2.2. CRISPR/Cas9 Verfahrensprinzip

Das Schneiden durch Cas9:

- Es wird eine crRNA aufgebaut, die als Spacer-Sequenz eine zum Ziel-Genom passende Sequenz hat.
- Diese crRNA wird mit Cas9 kombiniert
- Cas9 trennt beide DNA-Stränge im Ziel-Genom an der zur Spacer-Sequenz passenden Stelle.

2.3. Biologische Funktion

Der CRISPR/Cas – Komplex dient der Bakterien - Zelle (Prokarioten, *Streptococcus pyogenes*) eingedrungene virale DNA zu zerschneiden und abzubauen.

Dabei werden Teile der viralen DNA als Marker in die CRISPR-Sequenz (in die **Spacer**) der Bakterien-DNA eingebaut.

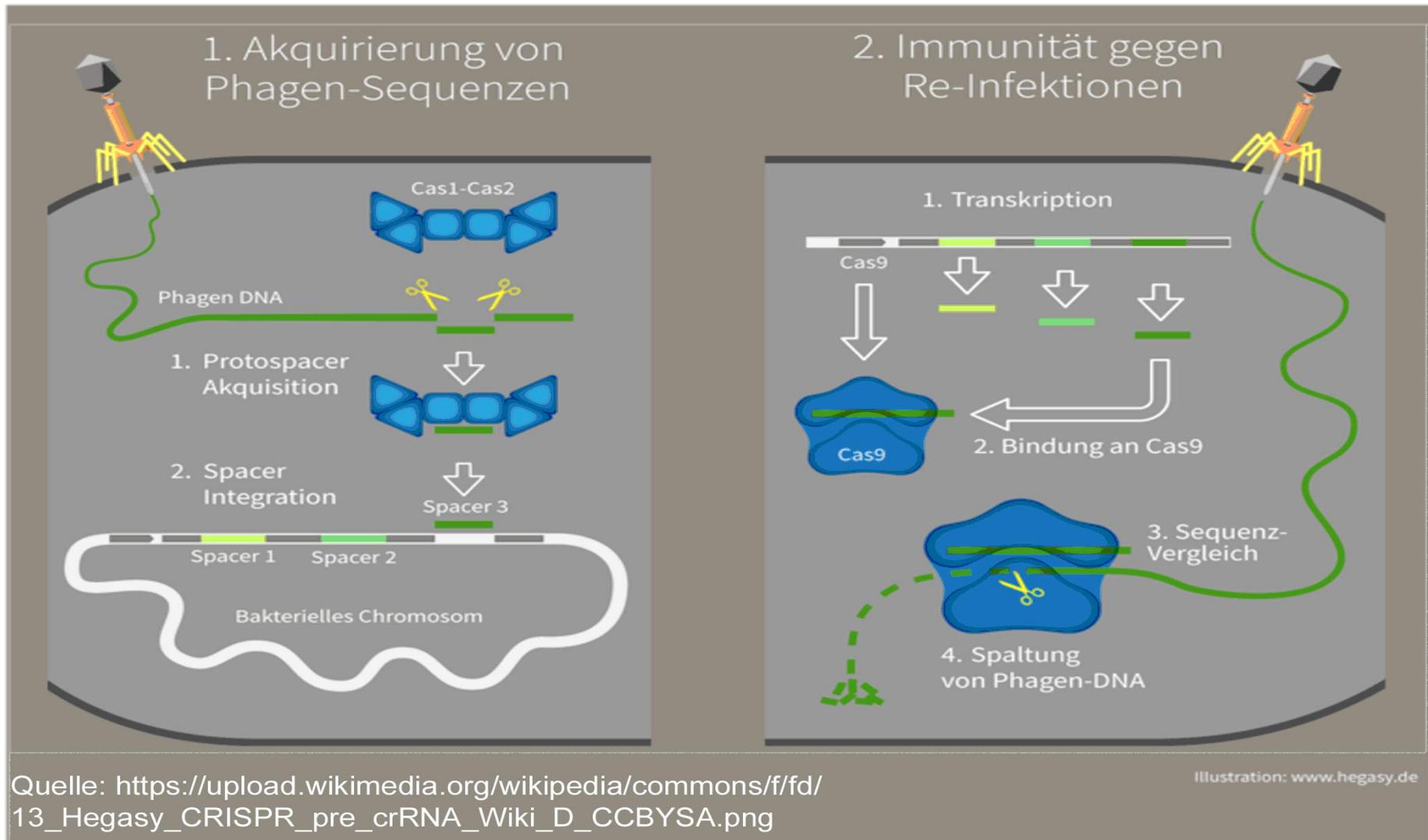
Damit wird der Schutz vererbt (erworbene Vererbung gemäß der Lamarck'schen Vorstellung).

Der Schneidevorgang ist auch bei Eukarioten-DNA anwendbar.

2.3. CRISPR/Cas



Schutz der Bakterien-Zelle (Prokarioten) vor viraler DNA



2.3. Reparatur der DNA



Das Füllen der Lücke durch Zellreparatur:

- **NHEJ** (nonhomologous end joining) durch ähnliche Sequenzen mit Mutationen als Folge
- **HDR** (homology direct repair) durch passende Sequenzen

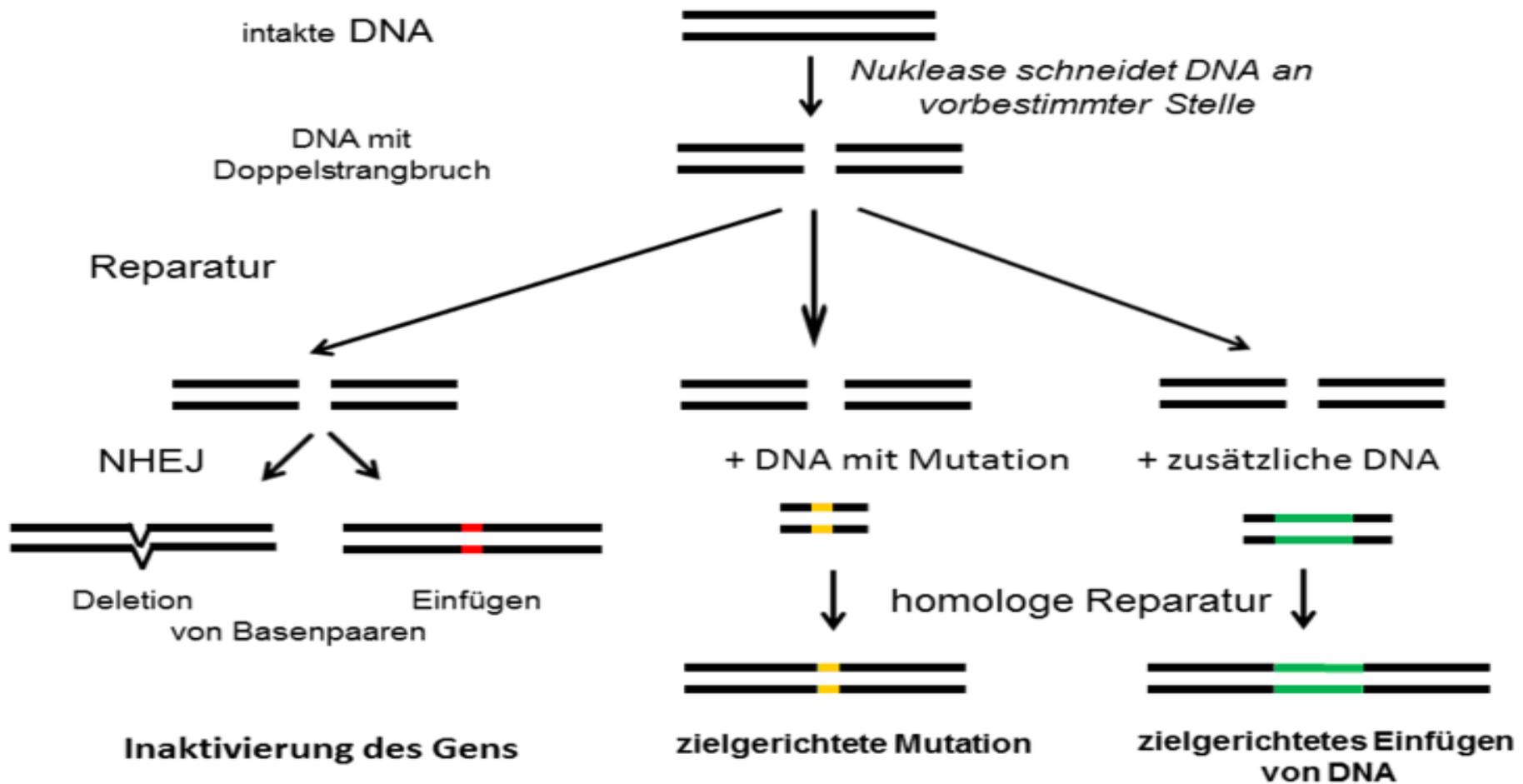
2.3. Einfügen von Gensequenzen

Das Einfügen von Gensequenzen erfolgt durch Reparaturprozesse der Zelle selbst.

In der Gen-Chirurgie werden dafür Gensequenzen in die Zelle eingebracht, die zu den Schnittkanten des geschnittenen DNA-Strangs passen und somit das Einfügen der Sequenz an der Schnittstelle wahrscheinlich macht.



2.3. Genediting: Übersicht



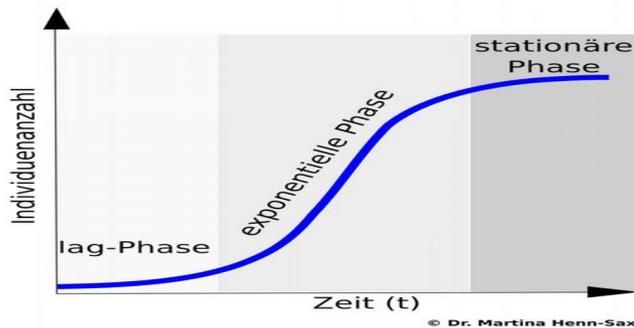
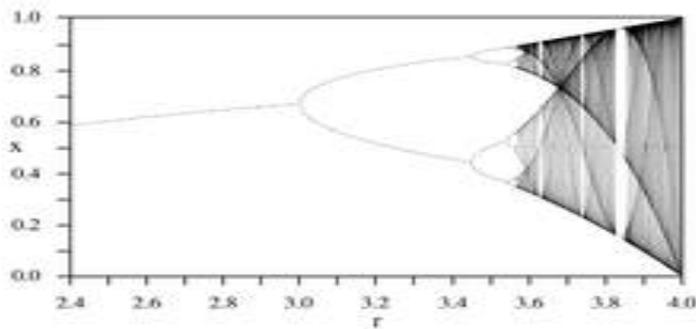
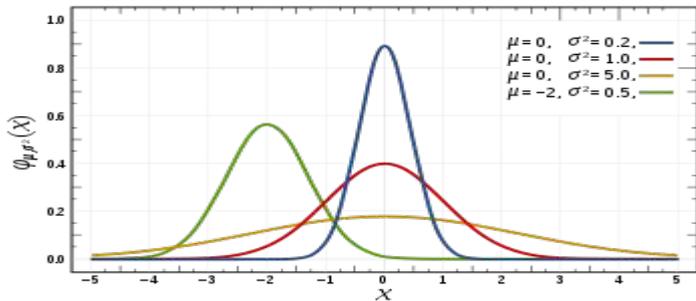
Quelle: Von Gerhart Ryffel - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=57654931>

3. Potentiale und Probleme

Grundlagen einer Urteilsbildung:

1. Allgemeine Betrachtung
2. Potentiale der Gentechnik
3. Auswirkungen auf den Gen-Pool
4. Gesellschaftliche Einbettung (Recht / Moral)

3.1. Allgemeine Prozess-Parameter



- Chemische Reaktionen sind Gleichgewichtsprozesse
- Genmanipulation ist komplex und nicht deterministisch
- Genscheren unterliegen, trotz Zielgerichtetheit, statistischen Bedingungen (Off-Targeting).
- Organismen sind in ihrer Vermehrung exponentiell

3.1. Allgemeine Prozess-Parameter

- Gen-Editing ist ein Verfahren, das auch in der Natur ähnlich abläuft (nichts neues)
- Gen-Editing ermöglicht aber Resultate, die in der Natur nicht lebensfähig wären (Ausschaltung von Selektionsvorgänge).

Anm.:

Durch das CRISPR/Cas-Verfahren ist Genmanipulation so einfach und billig, dass es von Bastlern am Küchentisch durchgeführt werden kann (Bio-Hacking)

3.2. Potentiale und Möglichkeiten

Gentechnik kann

- Auf Körperzellen angewendet werden (somatische Gentherapie). Die Änderung ist auf das Lebewesen (Organ) beschränkt.
- Auf Zellen der Keimbahn angewendet werden (Keimbahn Gentherapie). Die Änderung ist vererbbar.

3.2. Potentiale und Möglichkeiten

- Designe neuer Lebewesen
- Nutzung biochemischer Prozesse
- Etablierung eines neuen Massen-Markts
- Beseitigung von Erbkrankheiten und Missbildungen
- Erweiterung der Heilmöglichkeiten des Körpers
- Möglichkeit der Immunisierung
- Revolutionierung der Nahrungsmittelgewinnung
- Große Fortschritte der Wissenschaft

3.3. Chancen vs. Risiken: thirty-seventy



Chance

- Heilung von Krankheit (Missbildungen, Gendefekte, Immunisierung)
- Reduktion Gesundheitskosten
- Verbesserung des Genpools
- Verbesserung der Nahrungsversorgung
- Herstellung völlig neuer biologischer Reaktoren (Sauerstoff, CO2 Reduktion, Treibstoff u.v.a.m)
- Individuelles Glück

Risiko

- Verursachung von Gendefekten
- Erhöhung der Allgemeinkosten
- Durchbrechen der Artenschränken, Einengung der Diversität
- Verursachung einer biologischen Apokalypse (Vernichtung der Menschheit)
- Herstellung von neuen Waffen (Krankheiten)
- Individuelles Leid

3.4. Gentechnik: Soziale Einbettung

Unter sozialer Einbettung ist zu verstehen, wie die Gesellschaft mit einem Verhalten umgeht, nutzt bzw. wie die Verfahren in die sozialen Institutionen integriert werden.

Die soziale Einbettung geschieht formal durch

- **Gesetz:** Strafbar / nicht-strafbar
- **Moral:** Lobenswert / verachtenswert / neutral
- **Politisch:** Förderung - Propagierung

3.4. Gentechnik: Soziale Einbettung

Die moralische Einbettung verliert in der modernen Gesellschaft ihre Wirksamkeit.

Der Ausschluss von unmoralischen Personen aus relevanten Positionen ist heute nicht mehr zu rechtfertigen. Auch Lügner können hohe Funktionen erfüllen und werden von der Sozialgemeinschaft akzeptiert.

Gesetz und Politik sind dominant.

Gesetz, Politik und Publikation fördern die Gentechnik.

- Freiheit der Forschung,
- versprochener Nutzen und
- erwartbare Geschäfte

sind die zentralen soziologischen Faktoren.



3.4. EU-Verordnungen

Der derzeitige Rechtsrahmens der EU für GVO umfasst die folgenden wesentlichen Vorschriften:

- **Richtlinie 2009/41/EG** über die Anwendung genetisch veränderter Mikroorganismen (GVM) in der Forschung
- Die **Richtlinie 2001/18/EG** über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderten Organismen in die Umwelt.
- Die **Verordnung (EG) 1829/2003** über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel
- Sowie Verordnung (EG) 1946/2003 für den Grenzüberschreitenden Verkehr und Verordnung (EG) 1830/2003 über die Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung

Siehe: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/gentechnik/gentechnikgesetze/euregulations/>

Der Schwerpunkt ist der Schutz der Lebensmittel.
Die Popularisierung der Gen-Technik ist noch kaum berücksichtigt

3.4. EU-Verordnung: Problemfälle

Die EU-Verordnungen berücksichtigen die neuen Gentechnik-Möglichkeiten zu wenig.

Eine gentechnische Veränderung ist u.U. nicht nachweisbar.

Die EU versucht solche Grenzfälle durch EuGH-Entscheidungen zu klären.

Bsp.:

Am Ergebnis ist dann nicht feststellbar, ob es natürlich entstanden ist oder gezielt verändert wurde. Ob solche Produkte dennoch unter die strengen Gentechnik-Richtlinien fallen oder nicht, hat der Europäische Gerichtshof (EuGH) am Mittwoch entschieden. Der EuGH kam zu dem Schluss, dass diese neuere Methoden der Gentechnik auch in der Landwirtschaft unter die bestehenden Gentechnik-Richtlinien **fallen**. (derstandard.at/2000059819501/So-funktioniert-die-Gen-Schere-CRISPRCas9)

3.4. Österreichs GTG



Gesamte Rechtsvorschrift für Gentechnikgesetz, Fassung vom 18.11.2005

Langtitel:

Bundesgesetz, mit dem Arbeiten mit gentechnisch veränderten Organismen, das Freisetzen und Inverkehrbringen von gentechnisch veränderten Organismen und die Anwendung von Genanalyse und Gentherapie am Menschen geregelt werden (**Gentechnikgesetz – GTG**) StF: BGBl. Nr. 510/1994

(siehe: www.ris.bka.gv.at)

Das Gesetz wird ca. alle 2 Jahre novelliert.

Es umfasst zur Zeit 112 Paragraphen in 12 Abschnitten.

Das Gesetz ist als nationale Umsetzung der EU-Verordnungen zu sehen

3.4. Gentechnik-Gesetz: Österreich



In Österreich ist Genmanipulation, Freisetzung von gentechnisch veränderten Lebewesen und deren Vermarktung durch das Gentechnikgesetz (**GTG**) geregelt.

Das Gesetz hat aber auch Lücken und Problemfelder :

- Das größte Problemfeld ist, dass selbst in der EU der Bereich Gentechnik nicht einheitlich geregelt ist.
- Ein anderes Problemfeld ist die Frage, wann eine Zelle im Sinne des Gesetzes zählt (somatische Gentherapie).
- Fraglich ist auch, ob ein gentechnisch korrigierter Gendefekt ein Verstoß im Sinne des GTG ist.
- Die Grenzen zwischen der durch Mutagenese gezüchtete Lebewesen und durch der durch direkte Genmanipulation veränderte Lebewesen, werden fließend.
- Genmanipulationen lassen sich unter Umständen nicht von natürlichen Mutationen unterscheiden.

3.4. Österreichs GTG

Das GTG zielt hauptsächlich auf den Schutz von Nahrungsmittel. Der Schutz der menschliche Zellen ist relativ offen bzw. sehr auslegungsorientiert. Bsp.:

§2 Abs. 2 schließt zwar von den Ausnahmen veränderte Nukleinsäuren aus, §2 Abs. 1 nennt diese aber nicht als Gültigkeitsbereich.

Andererseits in §2 Abs. 2 Z. 6 die Gentherapie am Menschen im Gültigkeitsbereich des Gesetzes eingeschlossen.

§2 Abs. 3 schränkt die Gültigkeit von §1 wieder ein und erlaubt im Abs. 4 klinische Prüfung von somatischer Gentherapie.

§3 Z 5 verweist in Bezug auf die Anwendung am Menschen explizit auf die Menschenwürde und allgemein auf die Verantwortung (ethisches Prinzip anstatt juristische Festlegung).

Das Gesetz weist an zahlreichen Stellen auf „den Stand der Wissenschaft“ hin. Auch nennt es GVO und GVM ohne weitere Zuordnung. Im Endeffekt beruht der Rechterahmen auf behördliche Genehmigungen durch **Kommissionen** (siehe GTG Abschn. V.)

3.4. Verbot für Bio-Maker

In Deutschland ist es verboten, gentechnisch veränderte Organismen außerhalb von speziellen Laboren und ohne entsprechende Überwachung oder Ausbildung herzustellen. Wer es trotzdem versucht, riskiert nicht nur seine Gesundheit, sondern auch bis zu 50.000 Euro Strafe. Der Forscher am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Rüdiger Trojok, fordert allerdings eine Reform des Gentechnikgesetzes.

(<https://www.heise.de/tr/artikel/DNA-Baukasten-gesundheitsgefahrdend-3665656.html>)

Auch im österreichischen GTG wird davon ausgegangen, dass nur autorisierte Institutionen Gentechnik betreiben. Die modernen einfachen Gentechnik-Methoden unterlaufen aber diese Restriktion – zumindest potentiell; Stichwort: Bio-Hacking.

3.4. Ethische Problemfelder



Nach Ernst Stephan stellen sich folgende ethische Fragen:

- Lassen sich hypothetische Verbote begründen ?
- Sind kategorische Verbote notwendig ?
- Welche Bedeutung haben konsequentialistische Beurteilungen?

Ernst, Stephan: Genom Editing in der ethischen Diskussion. Zeitschrift für medizinische Ethik Nr. 63, 4/2017



3.4. Ethische Problemfelder

Probleme der Handlungsbewertung:

1. Eingriff in den Genpool (konsequentialistisch)
2. Erzeugung von Chimären (konsequentialistisch)
3. Erzeugung von Seuchen (konsequentialistisch)
4. Missachtung des Lebens (kategorisch)
5. Verantwortungslosigkeit (kategorisch)

4.5. Verantwortungslosigkeit durch Unwissenheit und Omnipotenzgefühl

- Ein Problem ist das Omnipotenzgefühl der Beteiligten. Der Contergan-Skandal sei hier in Erinnerung gerufen.
- Gerade die Medizin als Technik auf einem finanziell lukrativen Marktsegment und die Geltungssucht von Wissenschaftler lässt Probleme erwarten (siehe: China, aber auch Israel und USA)
- Handeln ohne Moraleinbettung ist heute die Norm (angewandte Ethik; Ethikregeln sind Interessensspezifisch)

3.4. Ethische Problemfelder



Nach allen ethischen Richtlinien müsste Genediting kategorisch verboten sein:

Wertebasiert: Homunkulus-Argument
(Referenz: C.S. Lewis: Die Abschaffung des Menschen)

◆ **Konsequentialistisch:** Unkalkulierbare Schadwirkung hin bis zur Auslöschung des Menschen
(Referenz: Komplexitätstheorie, Biologie, Technikfolgenabschätzung)

Das Primat der Freiheit und der subjektiven Autonomie überlagert z.Zt. aber alle ethischen Kategorien!

3.4. Ethische Problemfelder



Die zentrale Frage ist daher: Ethik – oder Justiz?

Ist Gentechnik überhaupt eine ethische Frage?

Braucht es nur ein neues GTG?

Oder ist die Problematik rein im Religiösen?

Aber umgekehrt verweist etwa das GTG auf Ethik.

Also entsteht ein rechte- und moralfreier Raum

Vor allem, da unterschiedliche Staaten unterschiedliche Vorgehensweisen haben.

Gentechnik ist zudem am Bastlertisch angekommen...

Generell: Ist Gentechnik überhaupt ein Problem?

Ist Gentechnik etwa so wie Essenkochen zu betrachten?

Kann Gentechnik nicht gemäß des bestehenden Strafrechts und der Produkthaftungen geregelt werden?