



Gentechnik beim Menschen

Emma Reuter
4C6
Larochette
Tutrice: Anabela Ramada

1 INHALT

2	EINLEITUNG	3
3	WAS IST GENTECHNIK?	4
4	KURZE GESCHICHTE DER GENTECHNIK	5
5	GENSCHEREN	6
5.1	CRISPR-Cas9	6
5.1.1	Was ist CRISPR-Cas9?	6
5.1.2	Wie funktioniert es?	6
5.1.3	Wieso nimmt man CRISPR-Cas9?	7
5.1.4	Wie weit ist die Forschung?	7
5.2	PRIME EDITING	7
5.2.1	Was ist Prime Editing?	7
5.2.2	Wie funktioniert es?	8
5.2.3	Wie weit ist die Forschung?	8
5.3	TALEN	8
5.3.1	Was ist TALEN?	8
5.3.2	Wie funktioniert es?	8
5.3.3	Wie weit ist die Forschung?	9
5.4	ZINKFINGER	9
5.4.1	Was ist Zinkfinger?	9
5.4.2	Wie funktioniert es?	9
5.4.3	Wie weit ist die Forschung?	10
6	WOZU KANN DIE GENTECHNIK VERWENDET WERDEN?	12
6.1	PRÄVENTION VON GENETISCHEN ERKRANKUNGEN:	12
6.2	PERSONALISIERTE MEDIZIN:	12
6.3	VERBESSERUNG VON KÖRPERLICHEN UND GEISTIGEN FÄHIGKEITEN:	12
6.4	ERHÖHUNG DER LEBENSERWARTUNG:	12
7	WIE SIEHT DIE ZUKUNFT DER GENTECHNIK BEIM MENSCHEN AUS	13
8	WAS IST ETHIK?	14
8.1	WERTE UND NORMEN	14
8.1.1	Was sind Werte?	14
8.1.2	Was sind Normen?	14
8.2	ETHIK UND GENTECHNOLOGIE	15
9	DESIGNERBABYS	16
9.1	GIBT ES SCHON DESIGNERBABYS?	16
9.2	HE JIANKUI	16
9.3	SIND DESIGNERBABYS ETHISCH KORREKT?	17
10	IST GENTECHNIK ETHISCH KORREKT?	18
11	GENTECHNIK: PRO UND KONTRA	19
11.1	PRO-ARGUMENTE FÜR DIE ANWENDUNG VON GENTECHNIK BEIM MENSCHEN	19
11.1.1	Heilung von genetischen Erkrankungen	19
11.1.2	Verbesserung der Gesundheit und Lebensqualität	19
11.1.3	Fortschrittliche medizinische Technologie	19
11.1.4	Verbesserung der menschlichen Leistungsfähigkeit	19
11.1.5	Verlängerung der Lebensdauer	19
11.1.6	Entwicklung neuer Therapien und Behandlungen	19
11.2	GEGENARGUMENTE GEGEN DIE ANWENDUNG VON GENTECHNIK BEIM MENSCHEN	20
11.2.1	Risiko von unvorhersehbaren Nebenwirkungen	20
11.2.2	Auswirkungen auf die menschliche Vielfalt	20
11.2.3	Schaffung sozialer Ungleichheit	20
11.2.4	Verletzung der Autonomie des Menschen	20
11.2.5	Veränderung der menschlichen Natur	20
11.2.6	Ethische Bedenken	20

12	ZUSAMMENFASSUNG	21
13	SCHLUSSWORT	22
14	QUELLEN	23

2 EINLEITUNG

In meinem Travail Personnel geht es um die Gentechnik beim Menschen. Ich werde erklären, was Gentechnik ist, wie sie funktioniert, was die Vor- und Nachteile sind und noch vieles mehr. Ich möchte herausfinden, wie Gentechnik funktioniert und warum es noch nicht so viel angewendet wird, wenn man damit aber so viele Krankheiten und Gendefekte heilen könnte.

Ich habe mir dieses Thema herausgesucht, da mich Gentechnik interessiert und ich nicht viel über dieses Thema weiß und es bestimmt Leute gibt, die nicht einmal wissen, dass es möglich ist Gendefekte zu heilen. Ich möchte mehr über Gentechnik wissen und vielleicht später etwas in dem Bereich studieren.

3 WAS IST GENTECHNIK?

Gentechnik sind Methoden und Verfahren, mit denen man das Erbgut, also die DNS von Organismen gezielt künstlich verändern kann. Die DNS bildet den Grundbaustein aller Lebewesen. Die DNS bestimmt den Aufbau von Organismen und damit auch unser Aussehen, sie steuert aber auch viele Biochemische Prozesse im Körper. Fehler in der DNS können Krankheiten auslösen. Mit der Gentechnik kann man diese Fehler beheben. Gentechnik nennt man auch Genome Editing (oder Gene Editing), aber auch „Genscheren“ oder „Genchirurgie“.

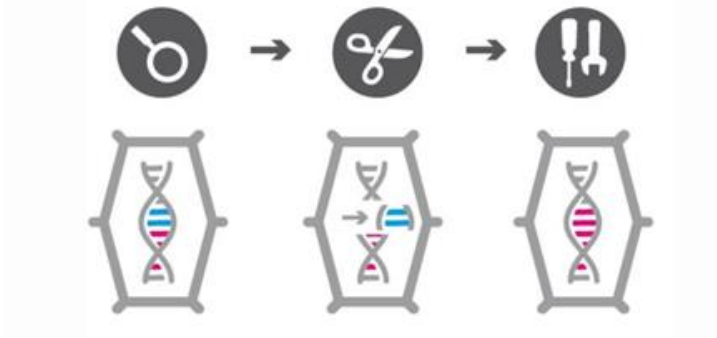


Bild: <https://www.transgen.de/forschung/1545.neue-zuechtungsverfahren-uebersicht.html>

4 KURZE GESCHICHTE DER GENTECHNIK

Lebewesen werden schon seit Tausenden Jahren von Menschen verändert. Durch Zucht zum Beispiel haben die Menschen Merkmale bei Pflanzen und Tieren vermehrt. Die Menschen hatten den Dreh schnell raus, obwohl sie nie richtig verstanden haben, wie es funktioniert. Bis zur Entdeckung des genetischen Codes, der DNS (Desoxyribonukleinsäure). Dieses komplexe Molekül steuert die Entwicklung, Funktion und Reproduktion aller Lebewesen. Die Molekülstruktur enthält Informationen in Form von vier paarweise angeordneten Nukleotiden. Sie bilden den genetischen Code, also die Bauanleitung eines Lebewesens. Wenn man diese Anleitung verändert, verändert man auch das dazugehörige Lebewesen. Als der Mensch die DNS entdeckte, versuchte er schon an ihr herumzubasteln.

In den 1960ern setzten Wissenschaftler Pflanzen radioaktiver Strahlung aus, um spontane Mutationen der DNS zu verursachen. Die Wissenschaftler hoffte, dass eine neue nützliche Pflanzensorte entsteht und manchmal funktionierte das auch.

In den 70ern funktionierte es erstmals Bakterien, Pflanzen und Tiere durch fremde DNS-Schnipsel zu verändern. Das wurde entweder für die Wissenschaft, die Medizin oder Landwirtschaft gemacht oder einfach so weil man das machen konnte.

Das erste genmanipulierte Tier wurde 1974 geboren. Mäuse wurden dann zum Standard Versuchstier für die Wissenschaft und somit auch zum Lebensretter für den Menschen.

In den 80ern wurde es dann geschäftlich. Das erste Patent wurde für eine ölabsorbierende Mikrobe vergeben. Heutzutage werden viele Chemikalien mit Hilfe veränderten Organismen hergestellt, wie zum Beispiel Wachstumshormone, Insulin und Lebensrettende Gerinnungsfaktoren. Früher waren das alles Stoffe, die man aus Tierorganen erzielen musste.

Im Jahr 1994 kam das erste aus dem Labor modifizierte Lebensmittel auf den Markt, das war die Flavr-Savr-Tomate. Diese Tomate hält sich länger, wegen einem zusätzlichen Gens. Dieses gen unterdrückt die Anreicherung eines Fäulnisenzym.

In den 90ern wurde sich dann auch kurz mit menschlicher Genmanipulation beschäftigt. Da hat man Babys mit der DNS von drei Menschen gezeugt. Das wurde gemacht, um die Unfruchtbarkeit der Frauen zu behandeln. Die Babys wurden mit dem Vater, der Mutter und einer Eizellspenderin gezeugt.

Heutzutage gibt es auch sehr muskulöse Schweine, Lachs der schnell wächst, nackte Hühner und durchsichtige Frösche. Zum Spaß wurden dann auch noch Tiere erstellt, die im Dunkeln leuchten. Fluoreszierend Fische bekommt man in den USA schon für 12,99 Dollar.

Bisher war Gentechnik noch extrem teuer, kompliziert und außerdem sehr langwierig. Das hat sich plötzlich alles verändert, als CRISPR entdeckt wurde. An diesem Moment sind die Kosten um 99% über Nacht gesunken. Statt einem Jahr brauchte man mit dieser Genschere nur noch ein paar Wochen für genetische Experimente. Eigentlich kann nun jeder Laborbesitzer mit Gentechnik experimentieren. CRISPR ist eine Revolution, die die Menschheit für immer verändern könnte.

5 GENSCHEREN

Es gibt heutzutage schon viele Genschere, also Methoden, um die DNS zu verändern. Die verschiedenen Genschere heißen: CRISPR-Cas9, Prime Editing, TALEN und Zinkfinger.

5.1 CRISPR-Cas9

5.1.1 Was ist CRISPR-Cas9?

CRISPR-Cas9 ist eine Technologie zur gezielten Genom-Editierung. CRISPR steht für "Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats" und bezieht sich auf kurze, sich wiederholende DNA-Sequenzen, die in Bakterien vorkommen. Diese Sequenzen werden von Bakterien als Abwehrmechanismus gegen Viren verwendet, indem sie die viralen DNA-Sequenzen in ihrem eigenen Genom abspeichern.

Cas9 ist ein Enzym, das von Bakterien produziert wird und in der Lage ist, DNA zu schneiden. In der CRISPR-Cas9-Technologie wird das Enzym Cas9 verwendet, um spezifische DNA-Sequenzen in der menschlichen oder tierischen DNA zu schneiden, um sie zu entfernen, zu ersetzen oder zu reparieren.

CRISPR-Cas9 hat das Potenzial, zahlreiche Anwendungen in der Medizin, Landwirtschaft und synthetischen Biologie zu haben. Es kann verwendet werden, um genetisch bedingte Krankheiten zu behandeln, indem es defekte Gene korrigiert oder ersetzt. In der Landwirtschaft kann CRISPR-Cas9 dazu beitragen, Pflanzen zu schaffen, die widerstandsfähiger gegen Krankheiten und Schädlinge sind und höhere Erträge erzielen können. In der synthetischen Biologie kann CRISPR-Cas9 verwendet werden, um Bakterien oder Hefen zu verändern, um nützliche Produkte wie Biokraftstoffe oder Medikamente herzustellen.

2012 entdeckten Forscherinnen in der USA, dass dieser Mechanismus in jedem Organismus funktioniert und man mit ihm DNS an einer beliebigen Stelle zerschneiden kann.

5.1.2 Wie funktioniert es?

Seit Anbeginn des Lebens bekämpfen sich Bakterien und Viren. Die Bakteriophagen, oder Phagen, machen Jagd auf Bakterien. Bakteriophagen (Phagen) sind Viren, die ausschließlich Bakterien infizieren. Der Begriff Phage bedeutet „Bakterienfresser“ und der Begriff leitet sich aus dem Griechischen ab. Täglich werden 40% der Bakterien durch sie ausgerottet. Phagen injizieren ihren eigenen genetischen Code in das Bakterium, besiegen es damit und nutzen es als Fabrik. Die Bakterien versuchen ihr Bestes, jedoch sind sie schwächer als die Phagen, weil die Abwehr des Bakteriums zu schwach ist. Bakterien überleben aber manchmal so einen Angriff und können dann ihre effektivste Anti-Virus-Maßnahme aktivieren. Einen Teil der Virus-DNS bewahren sie dann in ihrem eigenen genetischen Code auf, unklar in einem DNS-Archiv, das CRISPR genannt wird. Dort ist die Virus-DNS sicher, bis sie wieder gebraucht wird. Wenn das Virus erneut angreift, macht das Bakterium eine RNS-Kopie der Viren-DNS und setzt sie in eine „Geheimwaffe“ ein, das ist ein Protein namens Cas9. Das Protein Cas9 sucht dann das Innere der Bakterienzelle nach Anzeichen des Virus ab. Das macht es, indem es jedes DNS-Stück, das es finden kann, mit dem RNS-Muster aus dem Archiv vergleicht. Wenn das Protein ein 100%-iges Gegenstück findet, wird es aktiviert und schneidet die Virus-DNS heraus. Das Bakterium ist nun sicher und das Virus nutzlos. Cas9 ist quasi ein DNS-Chirurg, da es sehr präzise agiert. Diese Genschere kann künstlich von Wissenschaftlern hergestellt werden.

5.1.3 Wieso nimmt man CRISPR-Cas9?

CRISPR-Cas9 ist eine sehr genaue und einfach einzusetzende Genschere. Sie ist viel präziser und günstiger als andere Methoden der Genmanipulation. So lassen sich Gene gezielt ausschalten, durch das einsetzen neuer Sequenzen am Schnitt aber auch verändern und reparieren.

Außerdem ist die Herstellung von CRISPR viel einfacher als die vom Zinkfinger oder TALEN. Die Herstellung dauert ungefähr nur 3 Tage, anstatt wie beim TALEN 5 Tage oder wie beim Zinkfinger mehrere Monate. CRISPR kostet außerdem auch nur etwa 10% im Vergleich zu den anderen Genschere.

5.1.4 Wie weit ist die Forschung?

In der kurzen Zeit seit seiner Entdeckung hat CRISPR-Cas9 bereits zu zahlreichen wissenschaftlichen Durchbrüchen geführt. Es wurde erfolgreich eingesetzt, um genetisch bedingte Krankheiten bei Tieren zu behandeln, einschließlich Blindheit, Muskeldystrophie und Sichelzellanämie. CRISPR-Cas9 wurde auch verwendet, um die menschliche Leberzellen zu verändern, um gegen Krebszellen vorzugehen.

Im Labor, haben Wissenschaftler 2015 bereits gezeigt, dass man mit CRISPR das Hi-Virus aus lebenden menschlichen Zellen schneiden kann. An Ratten wurde ein Jahr später ein größeres Experiment durchgeführt. Dort war fast jede Körperzelle mit HIV infiziert. Die Wissenschaftler spritzten CRISPR in die Schwänze der Ratten. Danach wurden aus 50% der Körperzellen die Virus-DNS eliminiert. In ein paar Jahrzehnten wäre es möglich, dass man mit einer CRISPR-Therapie HIV heilen kann. Diese Methode könnte auch gegen andere Viren, die sich in menschlicher DNS verstecken, wie Herpes helfen.

CRISPR könnte möglicherweise auch Krebs besiegen. Wenn Zellen sich weigern zu sterben und sich immer weiter vermehren und sich vor dem Immunsystem verstecken, tritt Krebs auf. Man könnte den Menschen ein paar Spritzen mit eigenen veränderten Immunzellen spritzen und so Menschen für immer von Krebs heilen.

Die Forschung von CRISPR-Cas9 steht noch am Anfang. Sie ist zwar viel genauer als andere Methoden, aber ist noch immer nicht ganz genau. Man weiß auch noch nicht, wie veränderte Gene sich auf zukünftige Generationen auswirken. Von der Heilung schwere Krankheiten oder der Produktion von „Designerbabys“ ist die Forschung noch weit entfernt. CRISPR-Cas9 bringt viele Chancen, aber auch viele ungeklärte Fragen und Risiken mit sich. Es wird noch einiges an Forschung brauchen, um zu zeigen ob man es nutzen kann oder nicht.

Insgesamt wird die Forschung im Bereich CRISPR-Cas9 jedoch intensiv vorangetrieben, und es wird erwartet, dass weitere Fortschritte gemacht werden, die dazu beitragen werden, das Potenzial dieser Technologie in verschiedenen Bereichen weiter zu erschließen.

5.2 Prime Editing

5.2.1 Was ist Prime Editing?

Prime Editing ist eine neue und verbesserte Variante des CRISPR/Cas-Systems. Das kann die DNS nicht nur gezielt schneiden, sondern kann sie auch effizienter reparieren. Gene können eingefügt,

entfernt oder ausgeschaltet werden. Das Risiko für Fehler ist deutlich geringer als bei den übrigen Genschere.

5.2.2 Wie funktioniert es?

Es wird eine zielgenaue Stelle auf der DNS angesteuert, ähnlich wie beim CRISPR/Cas-System. Es wird allerdings nicht der DNS-Doppelstrang geschnitten, sondern nur einer der beiden Stränge. Das Risiko für Fehler fällt also so drastisch.

Prime Editing nutzt eine Enzym-RNA-Kombination namens "Prime-Editor", die in der Lage ist, gezielte Veränderungen in der DNA-Sequenz vorzunehmen. Im Gegensatz zu anderen Genom-Editierungstechnologien wie CRISPR/Cas9 kann Prime Editing präzisere Veränderungen an der DNA-Sequenz vornehmen und ist in der Lage, Veränderungen an bestimmten Positionen der DNA vorzunehmen, ohne dabei größere DNA-Schnitte zu verursachen.

5.2.3 Wie weit ist die Forschung?

Um die DNS zu verändern, verspricht Prime Editing eine höhere Effizienz, als andere Methoden. In der Medizin könnte diese Technik eine wertvolle Genschere werden. Diese Methode befindet sich jedoch noch in einem frühen Stadium der Grundlagenforschung. An Reis und Weizen laufen zum Beispiel bisherige Forschungsprojekte. Mit Prime Editing könnte es zum Beispiel auch einfacher sein, um krankheitsresistente Pflanzen zu entwickeln, als mit anderen Methoden.

Prime Editing ist eine relativ neue Technologie und wurde erstmals im Jahr 2019 vorgestellt. Die Forschung im Bereich Prime Editing ist noch in einem frühen Stadium, aber es hat bereits viel Interesse in der wissenschaftlichen Gemeinschaft geweckt und wird als vielversprechende Methode zur Genom-Editierung betrachtet.

Obwohl die Technologie vielversprechend ist, gibt es noch einige Herausforderungen, die überwunden werden müssen, bevor sie in großem Umfang angewendet werden kann. Dazu gehört die Verbesserung der Effizienz und Genauigkeit der Prime-Editor-Enzyme sowie die Entwicklung neuer Methoden zur Verwendung von Prime Editing in verschiedenen Zelltypen und Organismen.

In der Zukunft wird die Forschung in diesem Bereich fortgesetzt und es ist zu erwarten, dass weitere Fortschritte gemacht werden.

5.3 TALEN

5.3.1 Was ist TALEN?

TALEN ist ein neues, molekularbiologisches Verfahren, um die DNS zu schneiden und zu verändern, also eine weitere Genschere. Die Gene können eingefügt, entfernt oder ausgeschaltet werden. In der Pflanzenzüchtung kann dieses Verfahren auch eingesetzt werden.

5.3.2 Wie funktioniert es?

TALENs (Transcription activator-like effector nuclease) sind künstlich hergestellte Restriktionsenzyme, diese können an einer bestimmten Stelle DNS schneiden. Restriktionsenzyme oder genauer genannt Restriktionsendonukleasen, sind Enzyme, die DNS an bestimmten Positionen

erkennen und schneiden können. Sie können ganz spezifische an eine gewünschte DNS-Zielsequenzen angepasst werden, deswegen werden sie auch als Designer-Nukleasen bezeichnet.

Sie werden zum gezielten Verändern von DNS eingesetzt. Sie erkennen die jeweilige Zielsequenz im Genom und können die DNS dann dort schneiden. Gene können an dieser Stelle ausgeschaltet, entfernt oder neue Gene eingebaut werden.

TALENs bestehen aus einem DNS-bindenden Bereich und einem Enzym, dieses kann auch doppelsträngige DNS schneiden (Endonuklease). Die sequenzspezifische Bindung an der Ziel-DNS erfolgt durch den DNS-bindenden Teil. Die DNS wird von der Endonuklease geschnitten.

5.3.3 Wie weit ist die Forschung?

Diese Genschere arbeitet nicht sehr sequenzspezifisch, es gibt Genschere, die genauer und besser sind.

TALEN wurde erstmals im Jahr 2009 vorgestellt und seitdem haben viele Studien die Wirksamkeit und Anwendbarkeit der Technologie gezeigt. TALEN hat sich als sehr präzise erwiesen und ist in der Lage, Veränderungen an der DNA-Sequenz mit hoher Effizienz vorzunehmen.

In der medizinischen Forschung wurde TALEN bereits erfolgreich eingesetzt, um genetische Erkrankungen wie angeborene Blindheit zu behandeln. Es wurden auch Studien durchgeführt, die gezeigt haben, dass TALEN bei der Behandlung von Krebs eingesetzt werden kann, indem es die Expression von krebsauslösenden Genen hemmt.

Obwohl TALEN eine vielversprechende Technologie ist, gibt es auch einige Herausforderungen, die noch überwunden werden müssen, wie z.B. die Optimierung der Effizienz und Spezifität der TALEN-Enzyme. Insgesamt wird die Forschung im Bereich TALEN jedoch fortgesetzt und es ist zu erwarten, dass weitere Fortschritte gemacht werden.

5.4 Zinkfinger

Zinkfinger ist eine molekularbiologische Methode, mit der das Erbgut gezielt verändert werden, indem es gezielt umgeschrieben wird.

5.4.1 Was ist Zinkfinger?

Diese Methode ermöglicht es, das Erbgut punktgenau zu verändern. Die Gene können angeschaltet oder ausgeschaltet werden, eingefügt oder entfernt werden. Die Erbinformationen werden sehr präzise bearbeitet.

Zinkfinger-Nukleasen sind neu zusammengefügte Proteine nach Vorlage aus der Natur. Diese können bestimmte DNS-Abschnitte aufspüren und schneiden. Die Gene können ganz gezielt korrigiert oder ausgeschaltet werden, aber auch an einen vorbestimmten Ort neu eingefügt werden.

5.4.2 Wie funktioniert es?

Der Prozess der Erzeugung von künstlichen Zinkfingerproteinen lässt sich in drei Schritte unterteilen:

1. Entwurf und Konstruktion des Zinkfingerproteins: Zunächst muss das künstliche Zinkfingerprotein entworfen werden, das an eine spezifische DNA-Sequenz bindet. Dazu

werden in der Regel computergestützte Methoden eingesetzt, um die Zinkfinger-Motive auszuwählen, die eine hohe Affinität zur Ziel-DNA-Sequenz aufweisen. Anschließend werden die einzelnen Zinkfinger-Motive miteinander kombiniert, um das vollständige Zinkfingerprotein zu erzeugen.

2. Produktion des Zinkfingerproteins: Nach dem Entwurf des Zinkfingerproteins muss es produziert werden. Hierbei kommen meistens Bakterien oder Zellkulturen zum Einsatz, in denen das Gen für das Zinkfingerprotein exprimiert wird. Das hergestellte Protein kann dann gereinigt und aufgereinigt werden, um es für weitere Anwendungen verfügbar zu machen.
3. Anwendung des Zinkfingerproteins: Das Zinkfingerprotein kann nun für verschiedene Anwendungen verwendet werden, je nachdem, welche Funktion es ausführen soll. Zum Beispiel kann es als Transkriptionsfaktor in Zellen eingesetzt werden, um die Expression bestimmter Gene zu regulieren. Hierbei bindet das Zinkfingerprotein an die DNA und blockiert oder fördert die Bindung anderer Proteine, die die Transkription der Gene regulieren. Alternativ kann das Zinkfingerprotein als Endonuklease verwendet werden, um gezielte Veränderungen in der DNA-Sequenz durchzuführen. Hierbei bindet das Zinkfingerprotein an eine bestimmte Stelle in der DNA und schneidet sie, was zu einer Änderung der DNA-Sequenz führt.

5.4.3 Wie weit ist die Forschung?

Die Zinkfinger-Technologie hat in den letzten Jahren Fortschritte gemacht und wird in vielen Bereichen der Biotechnologie eingesetzt. Es gibt auch mehrere Unternehmen, die sich auf die Entwicklung von Zinkfinger-Proteinen spezialisiert haben, um deren Anwendungen in der Medizin, Landwirtschaft und anderen Bereichen zu erforschen.

In der medizinischen Forschung hat die Zinkfinger-Technologie das Potenzial, bei der Behandlung von genetischen Erkrankungen wie z.B. der Sichelzellanämie, der Hämophilie und bestimmten Krebsarten eingesetzt zu werden. Es wurden bereits klinische Studien durchgeführt, die die Wirksamkeit von Zinkfinger-basierten Therapien zeigen.

In der Landwirtschaft kann die Zinkfinger-Technologie zur Schaffung von Pflanzen verwendet werden, die widerstandsfähiger gegen Schädlinge und Krankheiten sind, sowie zur Verbesserung der Ernteerträge und zur Steigerung der Nährstoffaufnahme durch die Pflanzen.

Die Zinkfinger-Technologie hat auch Anwendungen in der synthetischen Biologie, wo sie zur Erzeugung von genetisch modifizierten Organismen (GMOs) verwendet werden kann, um ihre Fähigkeit zur Produktion von biologischen Wirkstoffen oder zur Herstellung von nützlichen Materialien wie Biokraftstoffen zu verbessern.

Obwohl die Zinkfinger-Technologie vielversprechend ist, gibt es auch einige Herausforderungen, die noch überwunden werden müssen. Dazu gehört die Optimierung der Effizienz und Spezifität der Zinkfinger-Proteine sowie die Entwicklung neuer Technologien zur genauen Kontrolle der DNA-

Schnitte. Insgesamt wird die Forschung im Bereich der Zinkfinger-Technologie jedoch fortgesetzt und es ist zu erwarten, dass weitere Fortschritte gemacht werden.

6 WOZU KANN DIE GENTECHNIK VERWENDET WERDEN?

Die Zukunft der Gentechnik beim Menschen ist ein komplexes und hoch diskutiertes Thema, das viele Fragen bereitet und Chancen, aber auch Risiken mit sich bringt. Die Anwendung der Gentechnik kann folgende Gründe haben:

6.1 Prävention von genetischen Erkrankungen:

Die Gentechnik könnte dazu eingesetzt werden, um genetische Erkrankungen bei Embryonen zu verhindern oder zu heilen, bevor sie sich im Körper des Patienten manifestieren.

6.2 Personalisierte Medizin:

Durch die Analyse des genetischen Codes eines Patienten könnte die Gentechnik dazu verwendet werden, um personalisierte Medikamente zu entwickeln und eine gezielte Behandlung von Krankheiten zu ermöglichen.

6.3 Verbesserung von körperlichen und geistigen Fähigkeiten:

Die körperliche und geistige Fähigkeit vom Menschen, kann man mithilfe der Verwendung der Gentechnik verbessert werden. Die Leistungsfähigkeit von Muskeln oder das Gedächtnis kann zum Beispiel verbessert werden.

6.4 Erhöhung der Lebenserwartung:

Der Alterungsprozess kann mit Hilfe der Gentechnik verlangsamt, was die Lebenserwartung erhöhen kann. Der Alterungsprozess kann aber auch beschleunigt werden.

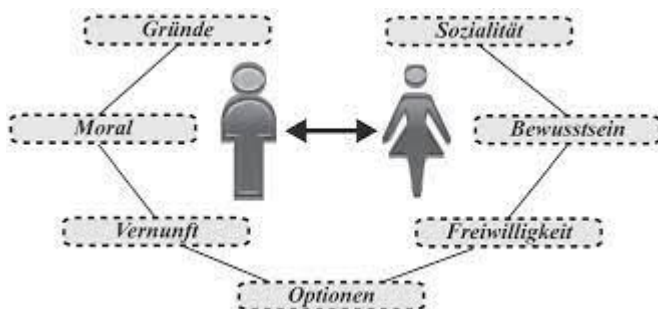
7 WIE SIEHT DIE ZUKUNFT DER GENTECHNIK BEIM MENSCHEN AUS

Es gibt es viele Bedenken und Risiken, die wohlbedacht werden müssen, bevor diese Technologie eingesetzt wird. Es kann mögliche unerwünschte Nebenwirkungen geben, ethische Bedenken und die Möglichkeit soziale Ungleichheit zu schaffen.

Die Zukunft der Gentechnik wird davon abhängen, wie gut es gelingt, die Risiken und Chancen dieser Technologie zu überdenken und sicherzustellen, dass sie im Einklang mit dem ethischen Standards sind und nur zum Wohle der Menschheit eingesetzt wird. Die Erwartungen sind, dass die wissenschaftliche Forschungen bei der Gentechnik weiter fortschreitet und neue Erkenntnisse gewonnen werden, während die Gesellschaft gleichzeitig divers bleibt.

8 WAS IST ETHIK?

Ethik ist eine Wissenschaft mit Methoden und keine Meinung oder eine Weltanschauung. Ethik ist eine Orientierungswissenschaft, es ist nicht wie Physik oder Biologie, die Fakten messen. Das wichtigste um herauszufinden ob et was ethisch korrekt ist, ist das Nachdenken und Argumentieren. Dabei sucht man sich Gründe dafür, warum man für oder gegen etwas ist. Bei der Ethik geht es darum, das Gute und Gerechte zu entscheiden und zu wählen. Jeder hat eine andere Vorstellung, davon was „gut“ oder was „gerecht“ ist.



https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-08069-3_2

8.1 Werte und Normen

Wir orientieren uns bei der Ethik an unserer Moral. Werte und Normen leiten fast automatisch unsere Urteile und Handlungen im Alltag, damit ist auch der Begriff Moral gemeint.

Es gibt unendlich verschiedene Meinungen über Themen, trotz dessen will die Ethik Werte und Normen definieren, die für die Allgemeinheit gelten. Im besten Fall unabhängig von Politik, Traditionen, Religionen und persönlichen Interessen.

Die meisten Menschen sind sich über einige Regeln und Ziele unseres Verhalten einig. Solche hohe Grundsätze nennt man ethische Prinzipien. Jeder kennt das Prinzip der Gerechtigkeit oder das Prinzip, Leiden zu verhindern. Eigentlich ist jeder Mensch dafür, dass weder Mensch noch Natur unnötig leiden muss. Es wird erst kompliziert, wenn diese Prinzipien in einem konkreten Fall angewendet werden muss.

8.1.1 Was sind Werte?

Werte sind Haltungen oder Einstellungen, die nach gesellschaftlicher oder persönlicher Einschätzung als angenehm, nützlich oder bereichernd eingestuft werden. Unser Verhalten ist nach diesen Haltungen gerichtet. Es gibt unfassbar viele verschiedene Werte. Wie sie ausgewählt oder priorisiert werden, hängt von jeder Person unterschiedlich ab. Ehrlichkeit, Mitgefühl, Umweltschutz, Bequemlichkeit, Gewaltlosigkeit etc. sind Beispiele für Werte. Beim Entscheiden, was wir gut und schlecht finden, helfen uns die Werte.

8.1.2 Was sind Normen?

Bei Normen, denkt man an konkrete Regeln und an Handlungsanweisungen für ein „gutes“ Verhalten. Das menschliche Zusammenleben wird so geregelt. So wird das Zusammenleben von kleineren oder grösseren Gruppen von Menschen, wie einer Familie oder einem Staat geregelt. Normen müssen befolgt werden, damit alles funktioniert.

8.2 Ethik und Gentechnologie

Die große Frage ist es, wie Ethik eingesetzt werden kann, um bei den Anwendungen der Gentechnologie zwischen richtig und falsch bzw. zwischen Risiken und Chancen abzuwägen. Die Ethik sucht gute Gründe für oder gegen ein bestimmtes Handeln. Man muss Argumente finden und formulieren, die die Anderen nachvollziehen können. Die anderen Personen müssen nicht unbedingt einverstanden sein. Für eine ethische Diskussion muss jeder einander zuhören und versuchen sich mit der Meinung von dem Anderen auseinanderzusetzen.

Bei der Gentechnologie hat auch jeder eine persönliche Meinung dazu und auch unterschiedliche. Jeder denkt etwas anderes darüber, was gut und was falsch ist. Wenn man jemanden nach seiner Meinung gefragt, stellen die Menschen oft fest, dass sie weder gut informiert noch gut nachgedacht haben und ihre Meinung nicht begründen können. Die Werkzeuge und Methoden der Ethik helfen dabei.

9 DESIGNERBABYS

„Designerbabys“ ist ein Begriff für Babys, die durch genetische Manipulation oder andere Methoden so modifiziert wurden, dass sie bestimmte und gewünschte Eigenschaften aufweisen. Das Kind kann also so genetisch verändert werden, dass es bestimmte Merkmale wie Intelligenz, körperliche Leistungsfähigkeit oder Aussehen aufweist, die seine Eltern ausgewählt haben.

In der Regel bezieht sich der Begriff „Designerbabys“ auf die Verwendung von Technologien, wie CRISPR-Cas9, die es ermöglichen, Gene gezielt zu bearbeiten oder auszutauschen.

Es ist wichtig zu beachten, dass der Begriff „Designerbabys“ oft kontrovers diskutiert wird und dass viele Menschen dagegen sind, aufgrund der Ethik und wegen möglichen langfristigen Auswirkungen oder Nebenwirkungen.

9.1 Gibt es schon Designerbabys?

Es gibt bisher keine Designerbabys im eigentlichen Sinne, da es noch keine vollständig entwickelte Technologie gibt, mit der alle genetischen Merkmale eines Menschen gezielt und sicher verändert werden können. Es wurden jedoch einige experimentelle Verfahren durchgeführt, bei denen einzelne Gene bei Embryonen manipuliert wurden, um bestimmte genetische Erkrankungen zu vermeiden oder Merkmale zu verbessern.

Es ist wichtig zu betonen, dass die Verwendung von Designerbabys in den meisten Ländern illegal ist und dass die meisten Regierungen und Ethikkommissionen strenge Vorschriften haben, um sicherzustellen, dass jede Technologie zur genetischen Manipulation verantwortungsvoll und sicher eingesetzt wird.

9.2 He Jiankui

He Jiankui war ein chinesischer Wissenschaftler, der im Jahr 2018 international Aufsehen erregte, als er bekannt gab, dass er mittels der CRISPR-Cas9-Technologie erstmals menschliche Embryonen genetisch verändert habe. Die Veränderungen sollten die Kinder resistent gegenüber HIV machen, da der Vater HIV infiziert war. Seine Forschung war jedoch stark umstritten, da sie ohne angemessene ethische und regulatorische Genehmigung durchgeführt wurde und ein hohes Risiko für die Sicherheit und die Gesundheit der betroffenen Embryonen sowie zukünftiger Generationen bestand. Die chinesischen Behörden verhafteten He Jiankui im Jahr 2018 und verurteilten ihn später zu drei Jahren Haft wegen illegaler medizinischer Praktiken.

He Jiankui gab im November 2018 bekannt, dass er bei der Geburt von Zwillingen namens Lulu und Nana beteiligt war, die er mittels der CRISPR-Cas9-Technologie genetisch verändert hatte. Er führte an den Embryonen einen Eingriff durch, bei dem er den CCR5-Genabschnitt entfernte, der für die Anfälligkeit für HIV verantwortlich ist. Ziel war es, den Kindern eine angeborene Immunität gegen das Virus zu verleihen.

Es ist wichtig zu beachten, dass dieser Eingriff nicht von der wissenschaftlichen Gemeinschaft genehmigt oder reguliert wurde, und dass seine Auswirkungen auf die Kinder und zukünftige Generationen unklar sind. Die meisten Forscherinnen und Forscher sind der Meinung, dass es derzeit zu früh ist, um genetische Veränderungen bei menschlichen Embryonen vorzunehmen, da die Technologie noch nicht ausreichend erforscht ist und die potenziellen Risiken und Folgen für die Gesellschaft noch nicht vollständig verstanden werden.

9.3 Sind Designerbabys ethisch korrekt?

Die Idee von Designerbabys wirft viele ethische Fragen auf, da sie den Prozess der natürlichen Selektion umgeht und Menschen die Kontrolle über die genetischen Eigenschaften ihrer Nachkommen gibt. Die Veränderung von Genen kann nicht nur Auswirkungen auf das Individuum selbst haben, sondern auch auf zukünftige Generationen und die Gesellschaft als Ganzes.

Ein wichtiger ethischer Grundsatz, der bei der Diskussion von Designerbabys berücksichtigt werden sollte, ist der Grundsatz der Autonomie. Jeder Mensch hat das Recht, über seinen eigenen Körper und seine eigenen Gene zu entscheiden. Es ist jedoch unklar, ob Eltern das Recht haben sollten, die genetischen Eigenschaften ihrer Kinder zu bestimmen, insbesondere wenn dies zu Diskriminierung und sozialer Ungleichheit führen könnte.

Ein weiterer wichtiger ethischer Grundsatz ist der Grundsatz der Nicht-Malefizenz. Dies bedeutet, dass wir niemandem Schaden zufügen sollten. Die Auswirkungen von Designerbabys auf zukünftige Generationen und die Gesellschaft sind noch unbekannt und es besteht die Gefahr von unvorhergesehenen negativen Auswirkungen. Wenn wir diese Technologie nutzen, müssen wir sicherstellen, dass sie sicher und verantwortungsbewusst eingesetzt wird, um das Wohlergehen von Individuen und der Gesellschaft zu schützen.

Schließlich ist der Grundsatz der Gerechtigkeit von Bedeutung. Die Verwendung von Designerbabys könnte zu einer weiteren sozialen Ungleichheit führen, indem sie diejenigen bevorzugt, die sich die Technologie leisten können. Dies könnte die bestehende Kluft zwischen wohlhabenden und weniger wohlhabenden Menschen verstärken. Wenn wir diese Technologie nutzen, müssen wir sicherstellen, dass sie für alle zugänglich ist und nicht nur für eine privilegierte Minderheit.

Insgesamt müssen wir bei der Diskussion von Designerbabys die ethischen Grundsätze und möglichen langfristigen Auswirkungen berücksichtigen, um sicherzustellen, dass wir verantwortungsbewusst handeln und die Würde und das Wohlergehen von Menschen respektieren.

10 IST GENTECHNIK ETHISCH KORREKT?

Die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist ein heikles Thema, das viele ethische Fragen aufwirft. Es gibt sowohl Befürworter als auch Gegner der Gentechnik beim Menschen.

Einige Menschen argumentieren, dass die Gentechnik beim Menschen dazu beitragen kann, genetische Erkrankungen zu heilen oder zu verhindern, sowie Merkmale wie Intelligenz, Aussehen oder sportliche Leistungsfähigkeit zu verbessern. Sie sehen dies als eine Möglichkeit, das menschliche Leiden zu reduzieren und die menschliche Evolution zu beschleunigen.

Andere argumentieren jedoch, dass die Gentechnik beim Menschen ethisch bedenklich ist. Sie befürchten, dass es zu unerwünschten Nebenwirkungen und langfristigen Folgen für die Gesellschaft kommen könnte. Zum Beispiel könnte die Manipulation von Genen zu einer ungleichen Verteilung von Vorteilen und Nachteilen in der Gesellschaft führen. Dies könnte zu einer Diskriminierung von Menschen führen, die aufgrund ihrer genetischen Veranlagung als minderwertig betrachtet werden.

Ein weiterer wichtiger ethischer Grundsatz, der bei der Diskussion der Gentechnik beim Menschen berücksichtigt werden sollte, ist der Grundsatz der Autonomie. Jeder Mensch hat das Recht, über seinen eigenen Körper und seine eigenen Gene zu entscheiden. Es ist jedoch unklar, ob Eltern das Recht haben sollten, die genetischen Eigenschaften ihrer Kinder zu bestimmen, insbesondere wenn dies zu Diskriminierung und sozialer Ungleichheit führen könnte.

Insgesamt gibt es also viele ethische Fragen im Zusammenhang mit der Anwendung von Gentechnik beim Menschen. Es ist wichtig, diese Fragen sorgfältig zu prüfen und sicherzustellen, dass die Gentechnik beim Menschen verantwortungsvoll und sicher eingesetzt wird, um die Würde und das Wohlergehen von Menschen zu schützen.

11 GENTECHNIK: PRO UND KONTRA

Die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist eine kontroverse und komplexe Frage, die viele ethische und moralische Bedenken aufwirft. Ich werde verschiedene Pro- und Kontraargumente aufzählen.

11.1 Pro-Argumente für die Anwendung von Gentechnik beim Menschen

11.1.1 Heilung von genetischen Erkrankungen

Ein starkes Argument für die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist, dass sie das Potenzial hat, viele schwere Krankheiten zu heilen oder zu lindern, die auf genetischen Defekten beruhen. Dies könnte das Leiden von vielen Menschen reduzieren und ihre Lebensqualität verbessern. Zum Beispiel könnte die Gentechnik bei der Heilung von Krankheiten wie Mukoviszidose oder Sichelzellenanämie hilfreich sein.

11.1.2 Verbesserung der Gesundheit und Lebensqualität

Ein weiteres Argument für die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist, dass sie dazu beitragen könnte, die Gesundheit und Lebensqualität zu verbessern. Zum Beispiel könnten Gentechnik-Verfahren dazu beitragen, Krebs und andere schwerwiegende Krankheiten zu bekämpfen.

11.1.3 Fortschrittliche medizinische Technologie

Ein weiteres Argument für die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist, dass sie eine fortgeschrittliche medizinische Technologie darstellt, die uns helfen kann, die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschheit zu verbessern. Gentechnik-Verfahren könnten dazu beitragen, dass wir uns besser gegen Krankheiten und Gesundheitsprobleme wappnen können.

11.1.4 Verbesserung der menschlichen Leistungsfähigkeit

Einige argumentieren auch, dass die Gentechnik beim Menschen dazu beitragen könnte, die menschliche Leistungsfähigkeit zu verbessern. Zum Beispiel könnten wir genetische Veränderungen vornehmen, um die Gehirnfunktion oder die Muskelkraft zu verbessern. Dies könnte uns helfen, bessere Athleten, Soldaten oder Arbeiter zu werden.

11.1.5 Verlängerung der Lebensdauer

Ein weiteres Argument für die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist, dass sie dazu beitragen könnte, die Lebensdauer zu verlängern. Zum Beispiel könnten wir genetische Veränderungen vornehmen, um das Altern zu verlangsamen oder sogar umzukehren. Dies könnte uns helfen, ein längeres und gesünderes Leben zu führen.

11.1.6 Entwicklung neuer Therapien und Behandlungen

Ein weiteres Argument für die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist, dass sie dazu beitragen könnte, neue Therapien und Behandlungen für eine Vielzahl von Krankheiten und Gesundheitsproblemen zu entwickeln. Dies könnte uns helfen, Krankheiten zu bekämpfen, die derzeit nicht behandelt werden können.

11.2 Gegenargumente gegen die Anwendung von Gentechnik beim Menschen

11.2.1 Risiko von unvorhersehbaren Nebenwirkungen

Ein großes Argument gegen die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist, dass es unvorhersehbare Nebenwirkungen geben könnte. Obwohl es möglicherweise möglich ist, bestimmte genetische Defekte zu beheben, könnte dies auch unerwartete genetische Veränderungen auslösen. Diese Veränderungen könnten sich auf die Gesundheit und das Wohlbefinden des Patienten auswirken und sogar an zukünftige Generationen weitergegeben werden.

11.2.2 Auswirkungen auf die menschliche Vielfalt

Ein weiteres Argument gegen die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist, dass sie möglicherweise zu einer Verringerung der menschlichen Vielfalt führen könnte. Wenn bestimmte Gene gezielt verändert werden, könnte dies dazu führen, dass bestimmte Eigenschaften bevorzugt werden, während andere ausgeschlossen werden. Dies könnte zu einer Reduzierung der genetischen Vielfalt innerhalb der Menschheit führen.

11.2.3 Schaffung sozialer Ungleichheit

Ein weiteres Argument gegen die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist, dass sie möglicherweise dazu beitragen könnte, soziale Ungleichheit zu schaffen. Wenn nur wohlhabende Menschen sich Gentechnik-Verfahren leisten können, könnte dies dazu führen, dass bestimmte Gruppen bevorzugt werden, während andere ausgeschlossen werden. Dies könnte dazu führen, dass die Kluft zwischen Arm und Reich noch größer wird.

11.2.4 Verletzung der Autonomie des Menschen

Ein weiteres Argument gegen die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist, dass sie die Autonomie des Menschen verletzen könnte. Wenn Eltern die Möglichkeit haben, das genetische Material ihres Kindes zu verändern, könnten sie versucht sein, ihre eigenen Vorlieben und Wünsche auf ihr Kind zu projizieren, anstatt das Kind als eigenständige Person anzuerkennen.

11.2.5 Veränderung der menschlichen Natur

Ein weiteres Argument gegen die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist, dass sie möglicherweise dazu beitragen könnte, die menschliche Natur zu verändern. Wenn wir beginnen, die Gene von Menschen zu verändern, um bestimmte Eigenschaften zu fördern oder zu unterdrücken, könnte dies dazu führen, dass wir die grundlegenden Eigenschaften des Menschseins verändern. Dies könnte zu einer Dehumanisierung führen und die Menschlichkeit in Frage stellen.

11.2.6 Ethische Bedenken

Ein weiteres Argument gegen die Anwendung von Gentechnik beim Menschen ist, dass es viele ethische Bedenken gibt. Zum Beispiel könnte es schwierig sein, zu entscheiden, welche genetischen Veränderungen akzeptabel sind und welche nicht. Außerdem könnte es schwierig sein, sicherzustellen, dass die Gentechnik-Verfahren in einer Weise angewendet werden, die ethisch vertretbar ist.

12 ZUSAMMENFASSUNG

Das Fazit zu meiner Arbeit „Gentechnik beim Menschen“ lautet, dass die Anwendung von Gentechnik bei Menschen sowohl Chancen als auch Risiken birgt. Die Befürworter der Gentechnik argumentieren, dass es das Potenzial hat, viele Krankheiten zu heilen und die menschliche Gesundheit und Leistungsfähigkeit zu verbessern. Zudem könnte es dazu beitragen, genetische Erbkrankheiten zu verhindern oder zu behandeln.

Jedoch gibt es auch viele Bedenken und Risiken, die sorgfältig abgewogen werden müssen, bevor diese Technologie breitflächig eingesetzt wird. Zu den wichtigsten Argumenten gegen die Anwendung von Gentechnik beim Menschen gehören das Risiko von unvorhersehbaren Nebenwirkungen, Auswirkungen auf die menschliche Vielfalt, Schaffung sozialer Ungleichheit, Verletzung der Autonomie des Menschen, Veränderung der menschlichen Natur und ethische Bedenken.

Es ist wichtig, dass die Anwendung von Gentechnik beim Menschen von einer umfassenden gesellschaftlichen Debatte begleitet wird, bei der Experten aus verschiedenen Bereichen einbezogen werden, um eine ausgewogene und ethisch verantwortungsvolle Entscheidung zu treffen. Eine vorsichtige und sorgfältige Anwendung von Gentechnik kann dazu beitragen, das Potenzial dieser Technologie voll auszuschöpfen und gleichzeitig das Wohl der Menschheit zu schützen.

Insgesamt ist es wichtig, dass die möglichen Chancen und Risiken der Gentechnik beim Menschen gründlich untersucht werden, um sicherzustellen, dass die Anwendung der Technologie im Einklang mit ethischen Standards und zum Wohle der Menschheit erfolgt. Es bleibt abzuwarten, wie sich die Debatte um die Anwendung von Gentechnik beim Menschen entwickeln wird, während sich die Technologie weiterentwickelt und neue Erkenntnisse gewonnen werden.

13 SCHLUSSWORT

Ich habe sehr viel in diesem „Travail personnel“ dazugelernt. Am Anfang wusste ich nichts über dieses Thema und jetzt weiß ich sehr viel darüber.

Es war schwer diese Arbeit zu schreiben, jedoch habe ich sehr viel gelernt, ich habe auch sehr viel im Bereich der Recherche gelernt, da ich viele Studien lesen und verstehen musste. Ich musste mich sehr viel reinlesen, da ich nichts wusste und im Internet nur schwierige Erklärungen standen, die ich nicht verstanden haben. Ich musste also sehr viele Recherchen machen, um das Wissen zu bekommen, das ich jetzt habe.

Ich würde mir dieses Thema wieder aussuchen, auch wenn es schwierig war, hat es mich viel weitergebracht und ich weiß jetzt sehr viel mehr. Es hat mir außerdem Spaß gemacht, diese Arbeit zu schreiben, auch wenn es eine Herausforderung war, habe ich es hin bekommen, alles zu verstehen und diese Arbeit zu schreiben.

Das Thema war sehr groß, es gab sehr viel zu schreiben, jedoch habe ich versucht, es so kurz und einfach wie möglich zu halten und so zu schreiben, dass alle wichtigen Informationen drinstehen. Das Thema kann man nach so weit ausbauen, da es auch ein Thema ist, wo immer neue Informationen rauskommen und die Recherche noch nicht beendet ist, sondern gerade erst richtig anfängt.

Gentechnik ist ein Thema, was mich sehr fasziniert und ich äußerst interessant finde. Ich werde mich auch noch weiter darüber informieren, auch wenn ich keine Arbeit mehr darüber schreiben muss.

Ich möchte später etwas in dem Bereich arbeiten und vielleicht auch bei der Forschung helfen, damit dieses Thema weiter erforscht wird, da es sehr viele Möglichkeiten bietet und die Welt verändern kann.

14 QUELLEN

https://www.wissensschau.de/genom/genschere_crispr_zfn_talen.php
<https://www.transgen.de/forschung/1545.neue-zuechtungsverfahren-uebersicht.html>
<https://www.transgen.de/forschung/2564.crispr-genome-editing-pflanzen.html>
<https://www.youtube.com/watch?v=ZAz1GutJGbg>
<https://www.youtube.com/watch?v=gUa2H8CcUjU>
[https://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_bakteriophagen-242975.html#:~:text=Bakteriophagen%20\(Phagen\)%20sind%20Viren%2C,nur%20St%C3%A4mme%20einer%20Spezies%20\(z](https://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_bakteriophagen-242975.html#:~:text=Bakteriophagen%20(Phagen)%20sind%20Viren%2C,nur%20St%C3%A4mme%20einer%20Spezies%20(z)
<https://www.tagesspiegel.de/wissen/ihr-kinderlein-kommet-4910629.html>
https://www.int.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/corporate-technology-foresight/Newsletter8_1.html
<https://studyflix.de/biologie/restriktionsenzyme-2630>
<https://www.pflanzen-forschung-ethik.de/lexikon/1655.talen.html>
<https://www.wgg-ev.de/infos/neue-zuechtungstechniken/zinkfingernukleasen-zfn/>
<https://www.aerzteblatt.de/archiv/200462/Genome-Editing-Die-Zukunft-der-Gentechnik>
https://www.gen-ethisches-netzwerk.de/gen/positionspapier_genome_editing
<https://www.forschung-und-lehre.de/forschung/die-buechse-der-pandora-2369>
<https://www.welt.de/gesundheit/article202277978/Prime-Editing-Verbesserte-Gen-Schere-mit-praeziserer-Klinge.html>
<https://mkuem.rlp.de/de/themen/umweltschutz-umwelt-und-gesundheit/gentechnik-und-biostoffe/anwendungsgebiete-der-gentechnik/>
<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/gentechnologie#>
<https://www.studysmarter.de/schule/biologie/genetik/gentechnik/>
<https://www.die-debatte.org/genchirurgie-ethik/>
<https://www.deutschlandfunk.de/gentechnik-genmanipulation-klonschaf-retortenbaby-genschere-100.html>
<https://www.faz.net/aktuell/wissen/medizin-ernaehrung/gentechnik-zukunft-ist-heute-13645825.html>
<https://www.planet-wissen.de/natur/forschung/gentechnik/pwieschoeneneueklonwelt100.html>
<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/gentechnik-nutzen-und-risiken>
<https://www.handelsblatt.com/meinung/gastbeitraege/gastbeitrag-sind-genetisch-veraenderte-menschen-noch-menschen/23835756.html>
[https://www.dw.com/de/ethikrat-gen-ver%C3%A4nderungen-bei-menschen-unverantwortlich/a-48671245#:~:text=Neue%20gentechnische%20Verfahren%20erlauben%20gezielte,ethisch%20\(no ch\)%20nicht%20vertretbar](https://www.dw.com/de/ethikrat-gen-ver%C3%A4nderungen-bei-menschen-unverantwortlich/a-48671245#:~:text=Neue%20gentechnische%20Verfahren%20erlauben%20gezielte,ethisch%20(no ch)%20nicht%20vertretbar)
<https://www.imabe.org/imagohominis/imago-hominis-2/1998-phaenomen-tod/10-grundsaeetze-zur-gentechnik-aus-ethischer-sicht>
<https://www.tagblatt.ch/leben/lulu-und-nana-die-ersten-designerbabys-ld.1073508>
<https://www.deutschlandfunk.de/bioethik-zwei-babys-viele-fragen-100.html>
<https://www.morgenpost.de/politik/article228021341/Genmanipulierte-Babys-Forscher-aus-China-muss-ins-Gefaengnis.html>
<https://www.welt.de/gesundheit/article194660055/Chinesische-Designer-Babys-Schutz-vor-Aids-erhoeht-Risiko-fuer-andere-Leiden.html>