

# Stammzellen verstehen Die Konferenz

2 Ethik





## 2 Ethik

In diesem Modul erarbeiten die Schülerinnen und Schüler die rechtlichen und ethischen Grundlagen der Stammzellenforschung. Wie Teilnehmer einer wissenschaftlichen Konferenz bereiten sie dafür ein Panel, ein Poster und einen Pitch vor. Abschließend können sie im Fishbowl debattieren.

An den Aufgaben „Panel“ und „Fishbowl“ nehmen alle Schülerinnen und Schüler teil. An den Aufgaben „Poster“ und „Pitch“ wird parallel in Kleingruppen gearbeitet. Alternativ können Sie auch nur die Aufgabe „Pitch“ durchführen.

### Einführung

**„Wissenschaftlicher Fortschritt macht moralischen Fortschritt zu einer Notwendigkeit.“**

Anne Louise Germaine de Stael, französisch-schweizerische Schriftstellerin, 1766-1817

**„Fortschritt ist nur möglich, wenn man intelligent gegen die Regeln verstößt.“**

Boleslaw Barlog, deutscher Regisseur, 1906-1999

 135 Minuten

 **Aufgaben:**  
Panel, Poster, Pitch, Fishbowl

 **Material:**  
Panel  
Poster A  
Poster B  
Pitch  
Fishbowl

### Panel

Die Schülerinnen und Schüler beantworten für sich persönlich die Frage: „Ab wann ist ein Embryo schützenswertes Leben?“ Dazu ist ein Zeitstrahl im Raum vorgegeben. Die Schüler sollen sich zunächst auf dem Strahl positionieren. Befragen Sie einzelne Schülerinnen und Schüler zu ihrer Position. Welchen Zeitpunkt haben sie gewählt? Warum?

Verteilen Sie anschließend das Material Panel und bitten Sie vier Schüler darum, als Panelteilnehmer anzutreten und miteinander zu debattieren. Sie können jeweils eine der vier Positionen übernehmen, die im Material beschrieben sind.

 30-40 Minuten

**Großgruppe**  
Aufgabenblatt Panel  
Materialblätter Panel

4 Schülerinnen und Schüler

Verteilen Sie im Anschluss entweder die Aufgabe „Poster“ oder die Aufgabe „Pitch“





### Poster

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten in zwei Kleingruppen jeweils ein Poster (A und B). In jeder Gruppe erhalten sie Material zu ihrem Thema. Anschließend stellen die Schülerinnen und Schüler ihre Poster kurz vor. Dafür haben sie jeweils 5 Minuten Zeit. Die Zuhörer können Fragen stellen.

- ⌚ 30 Minuten Vorbereitung
- 2 x 5 Minuten Präsentation
- 2 x 5 Minuten Fragen

#### 2 Gruppen

Aufgabenblatt Poster  
Materialblätter Poster A  
Materialblätter Poster B  
Flipchart-Papier und Stifte  
Stoppuhr

### Pitch

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in zwei Gruppen. Alle lesen das Material zum Forschungsvorhaben. Eine Gruppe bereitet einen kurzen Pitch zu dem Vorhaben vor. Die andere Gruppe bereitet Fragen zur Prüfung des Vorhabens vor. Hinweise zur Redestruktur und zu Prüfebene erhalten die Schülerinnen und Schüler auf dem Aufgabenblatt.

- ⌚ 30 Minuten Vorbereitung
- 10 Minuten Präsentation
- 10 Minuten Prüfung

#### 2 Gruppen

Aufgabenblatt Pitch  
Materialblätter Pitch

### Fishbowl

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in 3 Gruppen. Alle lesen das Materialblatt „Fishbowl“. Danach bereiten sie in den Gruppen Argumente für eine der drei Positionen vor. Hinweise zu den Positionen und eine Redestruktur finden die Schülerinnen und Schüler auf dem Aufgabenblatt. Außerdem bereitet jede Gruppe drei kritische Fragen oder Gegenargumente zu den anderen Positionen vor.

- ⌚ 20 Minuten Vorbereitung
- 3 x 1 Minute Eingangsstatement
- 20 Minuten Diskussion

#### 3 Gruppen

Aufgabenblatt Fishbowl  
Materialblatt Fishbowl

Stellen Sie vier Stühle vor der Klasse auf. Jede Gruppe entsendet einen Sprecher in den Fishbowl. Sie nehmen auf den Stühlen Platz und tragen kurz ihre Position in einem Eingangsstatement vor. Die Gruppen senden dann abwechselnd eine Person in den Fishbowl, um eine der vorbereiteten Fragen oder Gegenargumente in die Debatte einzubringen. Dafür nehmen sie auf dem vierten, freien Stuhl Platz.





### **Fishbowl digital**

So können Sie den Fishbowl auch im digitalen Unterricht nutzen:

1. Beauftragen Sie die Schülerinnen und Schüler das Materialblatt „Fishbowl“ zu lesen
2. Treffen Sie sich im digitalen Klassenraum
3. Begrüßen Sie die Klasse zur digitalen Konferenz-Einheit „Fishbowl“
4. Stellen Sie das Aufgabenblatt „Fishbowl“ vor
5. Teilen Sie drei Gruppen ein und schicken Sie die Gruppen mit dem Besprechungstool zur Bearbeitung der Aufgabe (Beispiel Zoom: die Gruppen können durch die „Breakout Sessions“ von Ihnen zugeteilt und aktiviert werden)
6. Treffen Sie sich zum „Fishbowl“ wieder im digitalen Klassenraum
7. Die drei Sprecher tragen ihr Eingangsstatement vor und beginnen zu debattieren
8. Aus den Gruppen werden die Fragen oder Gegenargumente eingeworfen. Um sich einzubringen, können die Schülerinnen und Schüler die Hand heben oder eine Funktion des Besprechungstools nutzen (Beispiel Zoom: die Zuhörer können den Reaktions-Button nutzen oder Ihnen im Chat eine Nachricht schicken)

---

### **Ausblick**

„Unsere Konferenz geht weiter. Im nächsten Modul beschäftigen wir uns mit Therapien, die auf Stammzellenforschung basieren.“





# Panel

Eine Podiumsdiskussion bei wissenschaftlichen Konferenzen nennt man auch Panel. Experten tauschen in diesen Diskussionsrunden ihre Positionen zu einem bestimmten Thema aus.

**AUFGABE** Bereiten Sie ein Panel zu folgender Frage vor: Ab wann ist ein Embryo schützenswertes Leben?

Stellen Sie sich zunächst einen Zeitstrahl im Raum vor. Der Zeitstrahl beginnt bei der Befruchtung und endet bei der Geburt. Stellen Sie sich auf die Position, die Sie vertreten. Beschreiben Sie Ihre Position und warum Sie sie vertreten.

Entsenden Sie vier Vertreter und Vertreterinnen mit verschiedenen Positionen in ein Panel. Mögliche Positionen können sein:

Position 1: **Ab der Befruchtung**

Position 2: **Mit der Einnistung oder Implantation in die Gebärmutter**

Position 3: **Der Embryo wird stetig schützenswerter**

Position 4: **Erst, wenn er außerhalb des Mutterleibs lebensfähig ist**

**ZIEL** Die vier Panel-Teilnehmer und -Teilnehmerinnen debattieren 10 Minuten lang. Das Publikum darf anschließend Fragen stellen.

**TIPP** Nutzen Sie zusätzlich zu den Materialblättern „Panel“ auch die Materialblätter „Poster A“, um Ihre Position mit rechtlichen Grundlagen zu stützen.





# Poster

Poster werden bei Konferenzen genutzt, um Forschungsprojekte und Ergebnisse vorzustellen. Oft gibt es zu ihrer Gestaltung eine Vorlage, die Konferenzteilnehmer für die Präsentation nutzen.

**AUFGABE** Sie arbeiten in zwei Gruppen. Eine Gruppe entwirft ein Poster zum Thema „Rechtliche Rahmenbedingungen für Stammzellenforschung in Deutschland“.

Die andere Gruppe entwirft ein Poster zum Thema „Probandenschutz: Fragen, die Patienten stellen sollten“.

**ZIEL** Ihr Poster bietet einen kurzen Überblick über Ihr Thema. Bei den rechtlichen Rahmenbedingungen sollen die wichtigsten Regelungen auftauchen. Die geschichtliche Entwicklung sollte erkennbar sein. Beim Thema Probandenschutz erarbeiten Sie eine Checkliste für Patienten.

**TIPP** Nutzen Sie zur Vorbereitung die Materialblätter „Rechtliche Grundlagen“ und „Probandenrechte“ sowie den kurzen Film „Zellen von Patienten – eine ethisch-juristische Betrachtung“ mit Nils Hoppe.

**BONUS** Stellen Sie auch einen Vergleich mit der internationalen Gesetzgebung und Rechtsprechung an.

## Poster-Themen

Poster A: Rechtliche Rahmenbedingungen für Stammzellenforschung in Deutschland

Poster B: Probandenschutz: Fragen, die Patienten stellen sollten





## Pitch

Ein Pitch ist eine kurze werbende Darstellung eines Projekts. Wissenschaftler pitchten Forschungsprojekte, um Unterstützer für ihre Forschungsvorhaben zu finden.

**AUFGABE** Sie arbeiten in zwei Gruppen.

Eine Gruppe bereitet einen Pitch zu einem Forschungsprojekt vor. In dem Projekt geht es darum, induzierte pluripotente Stammzellen für Krankheitsmodelle zu gewinnen.

Die andere Gruppe sind Konferenzteilnehmer. Sie prüfen das Projekt auf drei Ebenen:

1. Machbarkeit: Ist das rechtlich, organisatorisch und finanziell durchführbar?
2. Nutzen: Wer profitiert von diesem Projekt und wer könnte Schaden nehmen?
3. Sittlichkeit: Gibt es ethische Werte, die durch das Vorhaben verletzt werden?

**ZIEL** Ihr Pitch soll die Konferenzteilnehmer davon überzeugen, dass das Projekt wichtig und förderungswürdig ist. Als Konferenzteilnehmer sollen Sie dies kritisch hinterfragen.

**TIPP** Nutzen Sie zusätzlich zu dem Text „Neue Hilfsmittel zur Erforschung von Krankheiten“ das Materialblatt „Poster A: Rechtliche Grundlagen“.





# Fishbowl

Eine besondere Diskussionsmethode bei wissenschaftlichen Konferenzen ist der Fishbowl. Konferenzteilnehmer tauschen ihre Positionen zu einem bestimmten Thema aus. Teilnehmer aus dem Publikum dürfen jederzeit mitdiskutieren. Sie nehmen auf einem zusätzlichen Stuhl in der Diskussion Platz und bringen ihren Beitrag an.

**AUFGABE** Bereiten Sie ein Fishbowl zu folgender Frage vor:

Soll der Eingriff in die menschliche Keimbahn durch moderne Designernukleasen erlaubt sein?

Sie arbeiten in drei Gruppen. Jede Gruppe bereitet eine dieser drei Positionen vor:

- 1. Nein, in die Keimbahn darf unter keinen Umständen eingegriffen werden.**
- 2. Ja, in die Keimbahn darf ausschließlich zum Zweck der Heilung von schweren Erkrankungen eingegriffen werden.**
- 3. Ja, in die Keimbahn darf zur Heilung und zur Optimierung von menschlichen Eigenschaften (Intelligenz, Stärke, Ausdauer, Aussehen) eingegriffen werden.**

Sammeln Sie Argumente für Ihre Position. Bereiten Sie ein Eingangsstatement vor. Sammeln Sie außerdem drei kritische Fragen oder Gegenargumente zu den anderen beiden Positionen.

**TIPP** Sie können folgende Redestruktur für das Eingangs-Statement nutzen:

Einleitung: Wir fragen uns heute, ob Eingriffe in die Keimbahn erlaubt sein sollen.

These: Wir sind der Ansicht: ... (Position 1, 2 oder 3)

Argument 1: Ein Grund dafür ist ...

Argument 2: Außerdem spricht für diese Position...

Argument 3: Der entscheidende Grund ist, dass ...

These: Deshalb soll ... (Position 1, 2 oder 3)





# Ab wann ist ein Embryo schützenswertes Leben?

## Position 1: Ab der Befruchtung!

### *Begründung (Beispiel):*

Die Entwicklung einer befruchteten Eizelle zu einem Säugling ist ein kontinuierlicher Prozess und jeder Versuch festzulegen, an welchem Entwicklungspunkt das menschliche Individuum beginnt, wäre eine künstliche Festlegung. Ein menschlicher Embryo ist ein sich im Embryonalstadium befindliches menschliches Wesen, vergleichbar mit einem

Säugling, der ebenfalls ein menschliches Wesen im Säuglingsstadium ist. Und obwohl ein Embryo noch nicht sämtliche Eigenschaften eines ausgewachsenen Menschen besitzt, hat er das Potenzial, sich in einen solchen zu entwickeln, und sollte folglich mit dem nötigen Respekt vor der Würde eines Menschen behandelt werden.

## Position 2: Mit der Einnistung oder Implantation in die Gebärmutter!

### *Begründung (Beispiel):*

Eine erfolgreiche Einnistung ist die Voraussetzung für die Embryonalentwicklung. Die Einnistung findet circa sechs Tage nach der Befruchtung statt. Ab der Einnistung muss der Embryo mit dem nötigen Respekt, also menschenwürdig, behandelt werden. In der Natur kommt es oft vor, dass die befruchtete

Eizelle sich nicht erfolgreich in die Gebärmutter einnistet, sondern abgestoßen wird. Von diesen Embryonen haben wir also auch keine Kenntnis. Bei der Kinderwunschbehandlung (in-vitro-Fertilisation) ist dieses Stadium nur eine Zellansammlung in künstlicher Umgebung.





### Position 3: Der Embryo wird stetig schützenswerter!

#### Begründung (Beispiel):

Wenn jemand stirbt, neigen die Menschen dazu, diesen Verlust unterschiedlich zu empfinden, je nachdem wie alt die betroffene Person war. Einer befruchteten Eizelle vor der Implantation in den Uterus könnte man also eine geringere Beachtung zuteil werden lassen als einem Embryo oder einem bereits geborenen Säugling. Mehr als die Hälfte der befruchteten Eizellen gehen aus natürlichen Gründen vor der Einnistung verloren. Wenn dieser Verlust also auch Teil des natürlichen Ablaufes ist, sollte uns der Einsatz einiger Embryonen in der Stammzellenforschung keine moralischen Bedenken verursachen. In unserer Rechtsordnung werden dem Menschen erst ab der Geburt Persönlichkeitsrechte eingeräumt. Es gibt aber andere Schutzrechte, die der Embryo bereits vorher hat. Es gibt einige Stadien in der embryonalen Entwicklung, welche einen zunehmenden schützenswerten Status begründen könnten:

1. Die Implantation des Embryos in die Uteruswand, circa sechs Tage nach der Befruchtung
2. Das Auftreten des Primitivstreifens, welches mit dem ersten Anzeichen eines sich ausbildenden Nervensystems einhergeht, etwa am Tag 14. Nach dem 14. Tag ist es dem Embryo unmöglich, sich zu teilen, um Zwillinge auszubilden. Bis zu diesem Zeitpunkt kann sich der Embryo noch teilen, um sich zu zwei oder mehr Föten, also mehreren Individuen, zu entwickeln. Ebenso kann eine weitere Entwicklung vollständig ausbleiben.
3. Das Entwicklungsstadium, ab dem der Fötus in der Lage wäre, außerhalb des Uterus zu überleben (circa 24 Wochen), falls er als Frühgeburt zur Welt käme
4. Die Geburt selbst (nach etwa 40 Wochen)

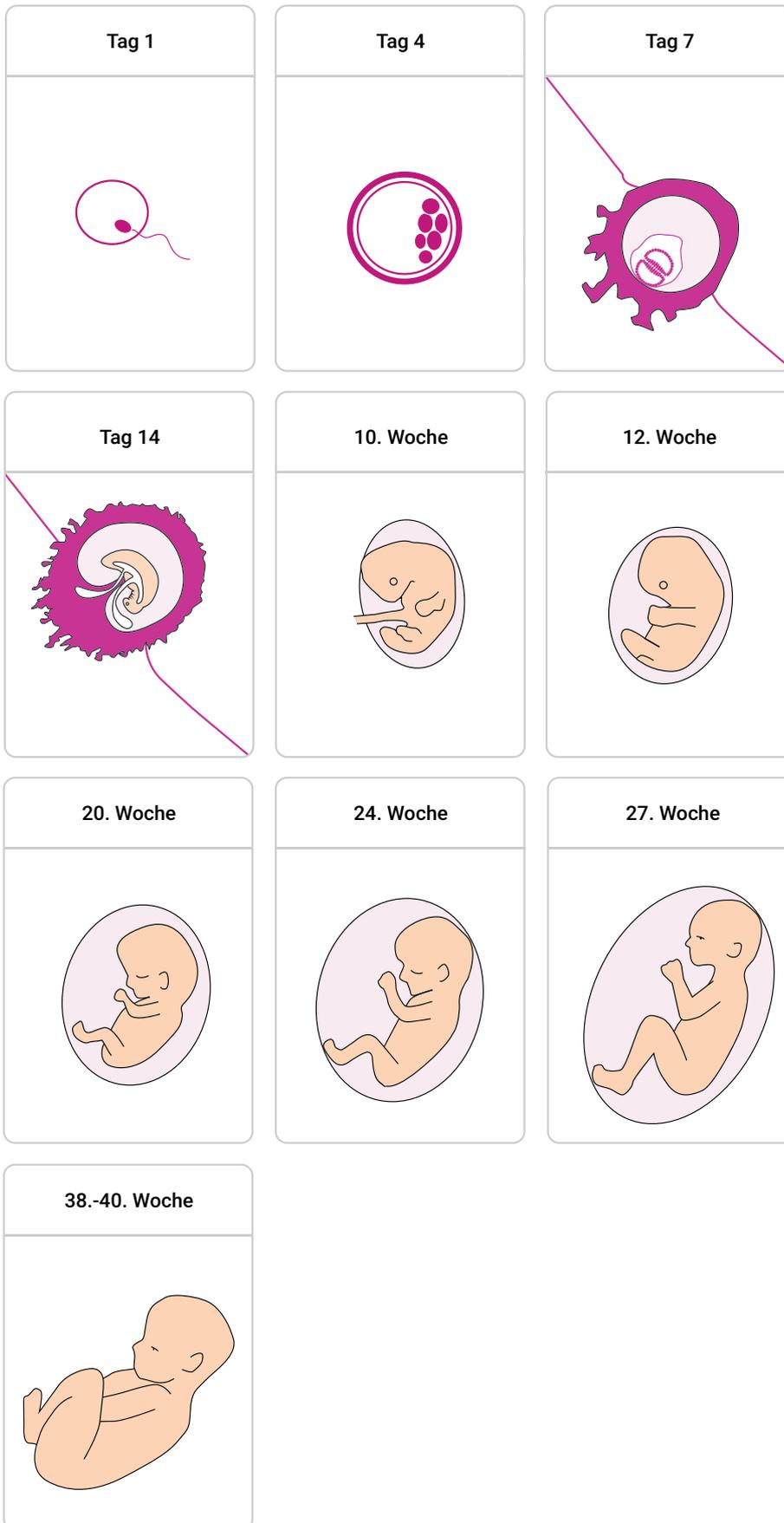
### Position 4: Erst wenn er außerhalb des Mutterleibes lebensfähig ist!

#### Begründung (Beispiel):

Befruchtete menschliche Eizellen sind solange einfach nur Teile des menschlichen Körpers, bis sie sich weit genug entwickelt haben, um selbstständig überleben zu können. Die Achtung gegenüber einer Blastozyste sollte jene sein, welche wir auch dem

Eigentum anderer gegenüber zeigen. Wenn wir eine Blastozyste vor der Implantation zerstören, fügen wir ihr kein Leid zu, denn sie hat keine Hoffnungen, Wünsche, Erwartungen, Ziele oder Vorhaben, welchen wir schaden könnten.





**Tag 1**

Empfängnis oder Befruchtung:  
Spermium und Eizelle vereinigen sich.

**Tag 4**

Die Blastozyste bildet sich. Die Zellen trennen sich auf in plazentabildende Zellen und Zellen der inneren Zellmasse, die den späteren Fötus bilden. Im Labor werden embryonale Stammzellen ungefähr zu diesem Zeitpunkt aus der inneren Zellmasse des Embryos, welcher dabei zerstört wird, gewonnen.

**Tag 7**

Der Embryo nistet sich in die Gebärmutter ein.

**Tag 14**

Die ersten Zellen des Nervensystems entstehen. Viele Embryos sterben auf natürliche Weise vor diesem Stadium ab. Dieser Zeitpunkt ist in vielen Ländern, beispielsweise Großbritannien, auch Grenze für die Embryonenforschung.

In Deutschland ist verbrauchende Embryonenforschung verboten.

**10. Woche**

Alle Organe und Extremitäten sind bereits vorhanden. Ab diesem Stadium wird der Embryo als Fötus bezeichnet. Das Geschlecht kann jetzt bestimmt werden.

**12. Woche**

Der Fötus macht jetzt kontrollierte Bewegungen und sieht menschlich aus. Er hat Gesichtsmerkmale. In Deutschland ist dieser Zeitpunkt die rechtliche Grenze der Straffreiheit (Fristenregelung) für einen Schwangerschaftsabbruch, mit Ausnahme medizinischer Gründe.

**18.-20. Woche**

Die Mutter spürt die Bewegungen des Fötus.

**24. Woche**

Der Fötus reagiert auf Licht und Geräusche. Frühgeburten haben ab diesem Zeitpunkt eine Chance zu überleben.

**27. Woche**

Die Augen öffnen sich.

**38.-40. Woche**

Das Baby ist vollständig entwickelt.





# Rechtliche Grundlagen

## 1. Verfassungsrecht

### **Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG)**

Das Grundgesetz ist die Verfassung der Bundesrepublik Deutschland. Es ist die Grundlage für die wesentlichen staatlichen System- und Wertentscheidungen. Es steht über allen anderen deutschen Rechtsnormen.

#### **Artikel 1**

Die Würde des Menschen ist unantastbar. Sie zu achten und zu schützen ist Verpflichtung aller staatlichen Gewalt. Das Deutsche Volk bekennt sich darum zu unverletzlichen und unveräußerlichen Menschenrechten als Grundlage jeder menschlichen Gemeinschaft, des Friedens und der Gerechtigkeit in der Welt.

Die nachfolgenden Grundrechte binden Gesetzgebung, vollziehende Gewalt und Rechtsprechung als unmittelbar geltendes Recht.

#### **Artikel 2**

Jeder hat das Recht auf die freie Entfaltung seiner Persönlichkeit, soweit er nicht die Rechte anderer verletzt und nicht gegen die verfassungsmäßige Ordnung oder das Sittengesetz verstößt. Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit. Die Freiheit der Person ist unverletzlich. In diese Rechte darf nur auf Grund eines Gesetzes eingegriffen werden.

#### **Artikel 3**

Alle Menschen sind vor dem Gesetz gleich. Männer und Frauen sind gleichberechtigt. Der Staat fördert die tatsächliche Durchsetzung der Gleichberech-

tigung von Frauen und Männern und wirkt auf die Beseitigung bestehender Nachteile hin.

Niemand darf wegen seines Geschlechtes, seiner Abstammung, seiner Rasse, seiner Sprache, seiner Heimat und Herkunft, seines Glaubens, seiner religiösen oder politischen Anschauungen benachteiligt oder bevorzugt werden. Niemand darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden.

#### **Artikel 4**

Die Freiheit des Glaubens, des Gewissens und die Freiheit des religiösen und weltanschaulichen Bekenntnisses sind unverletzlich. Die ungestörte Religionsausübung wird gewährleistet. Niemand darf gegen sein Gewissen zum Kriegsdienst mit der Waffe gezwungen werden. Das Nähere regelt ein Bundesgesetz.

#### **Artikel 5**

Jeder hat das Recht, seine Meinung in Wort, Schrift und Bild frei zu äußern und zu verbreiten und sich aus allgemein zugänglichen Quellen ungehindert zu unterrichten. Die Pressefreiheit und die Freiheit der Berichterstattung durch Rundfunk und Film werden gewährleistet. Eine Zensur findet nicht statt.

Diese Rechte finden ihre Schranken in den Vorschriften der allgemeinen Gesetze, den gesetzlichen Bestimmungen zum Schutze der Jugend und in dem Recht der persönlichen Ehre.

Kunst und Wissenschaft, Forschung und Lehre sind frei. Die Freiheit der Lehre entbindet nicht von der Treue zur Verfassung.





## 2. Einfaches Recht

### 2.1. Gesetz zum Schutz von Embryonen (Embryonenschutzgesetz – ESchG)

Das Embryonenschutzgesetz regelt die künstliche Befruchtung und den Umgang mit menschlichen Embryonen. Das Gesetz hat zum Ziel, das menschliche Leben von seinem Beginn an zu schützen.

§ 8 des Embryonenschutzgesetzes definiert die befruchtete, entwicklungsfähige Eizelle bereits als Embryo. Entwicklungsfähig sei eine Eizelle innerhalb von 24 Stunden nach der Kernverschmelzung (§ 8 Abs. 1). Außerdem gelte jede Zelle, die man einem Embryo entnimmt, selber als Embryo, wenn sie sich selbst zu einem vollständigen Individuum entwickeln könnte (Totipotenz).

In § 1 wird aufgezählt, welche missbräuchlichen Anwendungen der Fortpflanzungstechniken bestraft werden. Hierzu gehört beispielsweise die künstliche Befruchtung von Eizellen zu einem anderen Zweck, als eine Schwangerschaft herbeizuführen (§ 1 Abs. 1 Nr. 2). Auch dürfen nicht mehr Eizellen befruchtet werden, als einer Frau in einem Zyklus übertragen werden können. Damit verhindert der Gesetzgeber, dass höhergradige Mehrlingsschwangerschaften auftreten, die das Leben der Mutter und der Kinder gefährden würde. Die Zahl der Embryonen, die maximal übertragen werden dürfen, wird auf drei festgelegt (§ 1 Abs. 1 Nr. 3). Diese Regelung hat die Konsequenz, dass in Deutschland bei künstlichen Befruchtungen keine sogenannten „überzähligen Embryonen“ entstehen, da alle hergestellten Embryonen (maximal drei) auch immer übertragen werden.

In § 2 geht es um die missbräuchliche Verwendung des menschlichen Embryos. Hier wird der Handel mit Embryonen verboten (§ 2 Abs. 1). Zudem ist die

Weiterbehandlung eines Embryos außerhalb des Mutterleibs nur erlaubt, wenn der Embryo anschließend in die Mutter übertragen wird (§ 2 Abs. 2).

Quelle: <http://www.zellux.net/m.php?sid=174>,

Stand: November 2016

### 2.2. Gesetz zur Sicherstellung des Embryonenschutzes im Zusammenhang mit Einfuhr und Verwendung menschlicher embryonaler Stammzellen (Stammzellgesetz – StZG)

Gemäß der grundgesetzlichen Verpflichtung des Staates soll mit dem Stammzellgesetz die Menschenwürde und das Recht auf Leben geachtet und geschützt sowie die Freiheit der Forschung gewährleistet werden (§ 1 Abs. 1).

Das Stammzellgesetz ist ein Verbot mit Erlaubnisvorbehalt. Es verbietet grundsätzlich die Einfuhr und Verwendung von embryonalen Stammzellen. Es soll verhindern, dass von Deutschland aus die Erzeugung von Embryonen für die Stammzellenforschung oder auch die Gewinnung von embryonalen Stammzellen aus vorhandenen Embryonen im Ausland in Auftrag gegeben wird (§ 1). Die Erzeugung von Embryonen für die Stammzellenforschung oder die Gewinnung von Stammzellen aus vorhandenen Embryonen in Deutschland ist schon durch das Embryonenschutzgesetz verboten.

Allerdings legt das Stammzellgesetz auch die Bedingungen fest, unter welchen die Einfuhr und die Verwendung von embryonalen Stammzellen zu Forschungszwecken als Ausnahmefall genehmigt werden kann (§ 1 und § 4).

Zu diesen Bedingungen gehört, dass die embryonalen Stammzellen vor dem Stichtag 01.05.2007 im Ausland aus überzähligen Embryonen gewonnen wurden, die nicht mehr für die Herbeiführung einer





Schwangerschaft benötigt werden. Für die Überlassung dieser Embryonen darf kein Geld bezahlt worden sein (§ 4 Abs. 2 Nr. 1).

Für die Forschung an embryonalen Stammzellen in

Deutschland schreibt das Gesetz strenge Kriterien vor. So muss die Forschung „hochrangigen Forschungszielen“ dienen und darf nicht mit anderen Zelltypen durchführbar sein (§ 5).

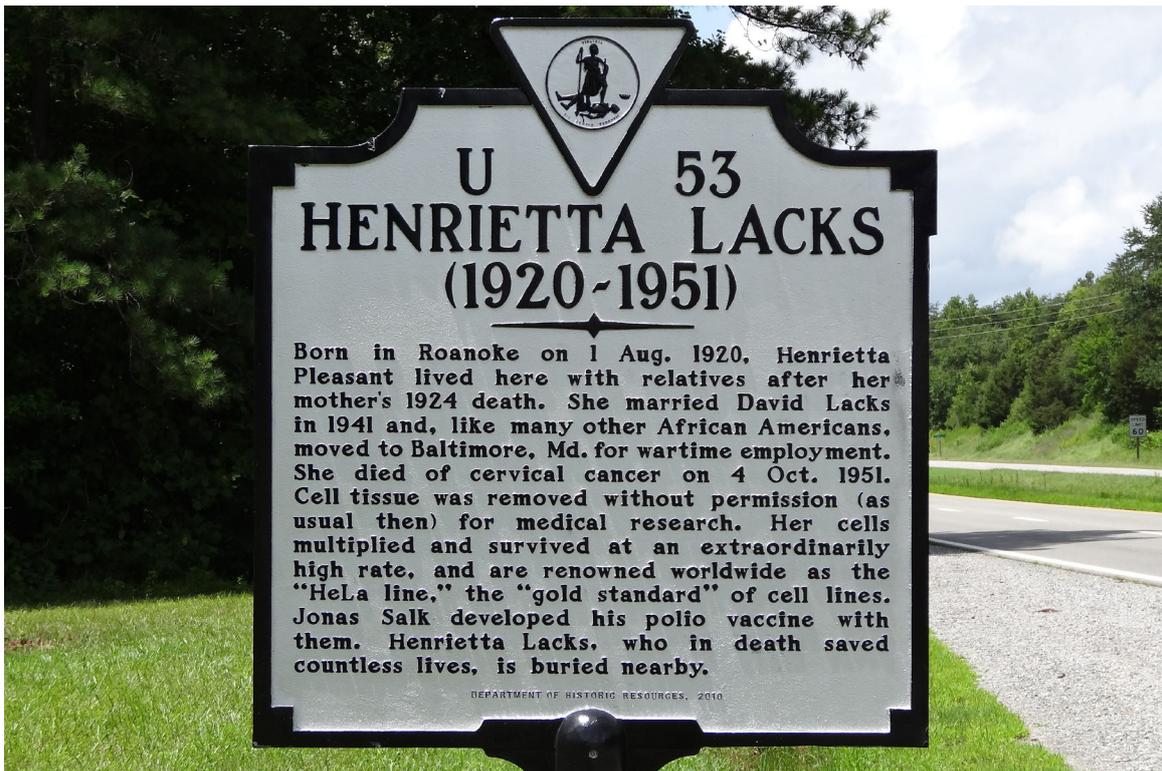
### 3. Einrichtungen

#### **Die Zentrale Ethik-Kommission für Stammzellenforschung**

Die Zentrale Ethik-Kommission für Stammzellenforschung (ZES) ist eine interdisziplinär zusammengesetzte Kommission von Experten aus den Bereichen Ethik, Theologie, Biologie und Medizin. Sie ist am Robert Koch-Institut angesiedelt, dem zuständigen Bundesinstitut auf dem Gebiet der biomedizinischen Forschung. Die Kommission prüft Anträge nach dem Stammzellgesetz und klärt, ob eine Ausnahme genehmigung erteilt werden kann. Diese Fragen werden geklärt: Wie hochrangig ist das Forschungsziel?

Wie gut ist das Forschungsprojekt vorbereitet und geklärt? Wie groß ist die Notwendigkeit, humane embryonale Stammzellen (hES-Zellen) zu verwenden? Die Kommission bewertet, ob das Forschungsvorhaben in Sinne des Stammzellgesetzes ethisch vertretbar ist. Sie gibt zu jedem Forschungsvorhaben, in dem hES-Zellen verwendet werden sollen, eine Stellungnahme an das Robert Koch-Institut ab. Die Zentrale Ethik-Kommission für Stammzellenforschung wurde erstmals am 01.07.2002 berufen, als das Stammzellgesetz in Kraft getreten ist.





## Probandenrechte

### HeLa-Zellen

HeLa-Zellen werden seit den 50er-Jahren in der Forschung eingesetzt. Es handelt sich um eine ständig vermehrbare Zell-Linie, die sich zum Beispiel sehr gut zur Erprobung des Polio-Impfstoffes eignet. Die Zell-Linie wird mittlerweile kommerziell vertrieben und für viele Experimente genutzt. Auf wissenschaftlichen Erkenntnissen aus Experimenten mit HeLa-Zellen basieren weltweit tausende angemeldete Patente.

Diese Zell-Linie und ihr Name haben eine besondere Geschichte: Henrietta Lacks war eine Patientin am Johns-Hopkins-Hospital in Baltimore. 1951 wurde sie dort wegen eines Gebärmutterhals-Tumors behandelt. Das John-Hopkins-Hospital war zu diesem Zeitpunkt eines der wenigen Krankenhäuser, das auch afroamerikanische Patienten behandelte. Oft wurde dafür ein stillschweigendes Einverständnis in Studienteilnahmen vorausgesetzt. Henrietta Lacks'

Gynäkologe Howard W. Jones entnahm eine Zellprobe des Tumors. Er übergab sie an den Zellforscher George Otto Gey, der daraus die potenziell unsterbliche HeLa-Zell-Linie entwickelte. In Anlehnung an den Namen der Patientin Henrietta Lacks nannte er sie HeLa-Zellen. Henrietta Lacks wurde nie über die Verwendung ihrer Zellen informiert. Auch ihre Familie erfuhr erst Jahre später von der Verwendung der Zellen. Auszüge aus Henriettas Patientenakte wurden ohne Einwilligung der Familie veröffentlicht. 2013 wurde ihre Genomsequenz entschlüsselt und in eine frei zugängliche Datenbank aufgenommen. Dies löste eine weltweite Debatte aus. Erst danach wurde eine Vereinbarung mit den Nachkommen von Henrietta Lacks getroffen, welche die Verwendung der Daten regelt. Zwei Familienmitglieder haben heute Sitze in einem Komitee, das über den Zugang zu dem DNA-Code entscheidet.





## Informierte Einwilligung

In medizinische Behandlungen müssen Patienten einwilligen. Das gilt auch für die Nutzung ihrer Zellen für die Forschung. Mit „informierter Einwilligung“ ist gemeint, dass der Patient sich in einem Zustand befindet, in dem er in der Lage ist, die Entscheidung selbstbestimmt zu treffen. Der juristische Begriff dafür ist „Einwilligungsfähigkeit“. In Ausnahmen kann auch ein Bevollmächtigter diese Einwilligung geben. Der Wissenschaftler hat zudem eine Aufklärungspflicht. Erst wenn der Patient aufgeklärt wurde, kann er eine informierte Einwilligung geben. Die informierte Einwilligung taucht schon am Anfang des 20. Jahrhunderts als forschungsethisches

Prinzip auf. Trotzdem wurde immer wieder dagegen verstoßen.

Erst 1964 verabschiedete der Weltärztebund die informierte Einwilligung in ihren ethischen Grundsätzen für medizinische Forschung am Menschen bei seiner Generalversammlung in Helsinki – auch aufgrund der Gräueltaten nationalsozialistischer Mediziner an jüdischen Gefangenen. Das Dokument heißt deshalb Helsinki-Deklaration.

Uneinigkeit besteht immer noch darüber, ob die vollständige Aufklärung des Patienten überhaupt möglich ist und wie die Einwilligungsfähigkeit im Detail definiert wird.





## NEUE HILFSMITTEL ZUR ERFORSCHUNG VON KRANKHEITEN:

# Umprogrammierte Zellen als Modell zur Erforschung von Krankheiten

Von Christian Unger für EuroStemCell, überarbeitet von Tobias Cantz.

Um Erkrankungen zu verstehen und erfolgreich zu bekämpfen, muss im Labor geforscht werden. Um die krankheitsspezifischen Ausprägungen in den betroffenen Geweben oder Zellen ideal untersuchen zu können, sind kleine Gewebeproben von erkrankten Patienten eine wichtige Ressource. Allerdings stehen diese nicht für alle Erkrankungen zur Verfügung oder würden sich nur unter unzumutbaren Bedingungen gewinnen lassen.

*Krankheitsmodelle* können diese Probleme umgehen, indem sie Wissenschaftlern ermöglichen, Krankheiten im Labor zu simulieren. Da sich pluripotente Stammzellen –zumindest theoretisch – auch in der Zellkulturschale in jeglichen Zelltyp des Körpers differenzieren lassen, finden humane embryonale Stammzellen (hES) und sogenannte induzierte pluripotente Stammzellen (iPS) zunehmend Anwendung, um die erkrankten Zellarten oder sogar Gewebetypen im Labor zu züchten.

## Warum brauchen wir Krankheitsmodelle?

Ob lebensbedrohlich oder nicht, eine Krankheit kann oft erst dann erfolgreich behandelt werden, wenn wir ihre biologische Basis verstehen. Krankheitsmodelle erlauben Wissenschaftlern, bestimmte Aspekte zu simulieren und beispielsweise auf molekularer Ebene zu entschlüsseln. Ein Krankheitsmodell bildet dabei die fehlgesteuerte Biologie zum Beispiel im Computer, in Tieren oder in Zellen ab. Solche Modelle bieten hilfreiche Einblicke in Erkrankungen. Sie erlauben es, Experimente relativ einfach und sehr robust zu wiederholen, um reproduzierbare und vertrauenswürdige Ergebnisse zu erhalten. Unser Verständnis der komplexen biologischen Systeme im menschlichen Organismus ist nach wie vor eingeschränkt. Unter-

schiedliche Ausprägungen derselben Erkrankung lassen sich schwer untersuchen und in Modellen abbilden. Ein erster Schritt, um solche komplexen Erkrankungen zu erforschen, ist, zunächst nur einzelne Zellen oder Gruppen von Zellen im Labor zu analysieren, anstatt komplexes Gewebe oder den ganzen Körper zu betrachten.

## Menschliche Zellen als Modell zur Erforschung von Krankheiten

Tiermodelle, wie zum Beispiel die Labormaus, sind in der Forschung weitgehend etabliert und können viele menschliche Krankheitsaspekte nachbilden. Aber an Tieren können niemals alle Aspekte der menschlichen Biologie oder Erkrankung abgebildet werden. Behandlungsmethoden, die in experimentellen Tiermodellen effektiv waren, können zwar häufig wesentliche Hinweise und Informationen liefern, funktionieren aber nicht immer beim Menschen. Außerdem gibt es eine Reihe von Erkrankungen, unter anderem Stoffwechselerkrankungen oder neuronale Erkrankungen, für die es keine aussagekräftigen Tiermodelle gibt.

Menschliche Zellen wurden erstmals im 19. Jahrhundert im Labor kultiviert. Seitdem ist unser Verständnis von Zellen stark vorangeschritten. Dabei haben insbesondere Krebszellen eine wichtige Rolle ge-





spielt, weil sie wesentlich einfacher in vitro vermehrt werden können als gesunde Gewebezellen.

### Welchen Vorteil bieten Stammzellen für Krankheitsmodelle?

Stammzellen können sich selbst erneuern und in verschiedene spezialisierte Zellen differenzieren. Induzierte pluripotente Stammzellen (iPS-Zellen) bieten dabei die neue Möglichkeit, pluripotente Stammzellen von Patienten zu nutzen und daraus die relevanten Zellarten oder Gewebetypen im Labor zu züchten. Der Einsatz von iPS-Zellen ist insbesondere bei solchen Erkrankungen von großem Vorteil, bei denen genetische Komponenten wie defekte Gene oder bestimmte genetische Polymorphismen eine Rolle spielen. Der Grund: Sie besitzen die identische genetische Ausstattung und bilden den Erkrankungstyp meist zuverlässig und authentisch ab.

Modelle aus Stammzellen haben noch einen weiteren Vorteil: Viele Erkrankungen werden oft erst entdeckt, wenn ausgeprägte Symptome auftreten, also erst lange nach dem eigentlichen Ausbruch der Krankheit. Die ursprüngliche Entstehung der Krankheit ist häufig nur schwer zu rekonstruieren und zu verstehen. Mit Stammzellen können Forscher eine kleine Zeitreise machen und jede Art Zelle, ob im frühen oder späten Krankheitsstadium, gewinnen.

### Aktuelle und künftige Entwicklungen für Krankheitsmodelle aus Stammzellen

Manche Erkrankungen weisen allerdings eine sehr breite Genotyp-Phänotyp-Korrelation auf: Obwohl die

Erkrankung auf dem gleichen genetischen Defekt (Genotyp) beruht, ist der Schweregrad der Ausprägung (Phänotyp) bei Patienten sehr verschieden. In diesen Fällen versuchen neue Forschungsansätze, iPS-Zellen von mehreren Patienten mit verschiedenen ausgeprägtem Phänotyp zu untersuchen und in jeder einzelnen patientenspezifischen iPS-Zelllinie den zugrundeliegenden Gendefekt durch neue Methoden der präzisen Genom-Editierung zu reparieren. Dann lässt sich für jeden Patienten paarweise die „gesunde“ und „erkrankte“ iPS-Zelllinie untersuchen, was sehr zuverlässige Beobachtungen ermöglicht. Wenn nun verschieden starke Ausprägungen derselben Erkrankung auf unterschiedlichen Mutationen des betreffenden Gens beruhen, ergibt sich die Schwierigkeit, dass für jede einzelne Mutation eine spezifische Kontroll-Zell-Linie generiert werden müsste. Bei zehn Mutationen müssten also zweimal zehn Zell-Linien untersucht werden. Manche Wissenschaftler bevorzugen in solchen Fällen daher, mit einer intakten Kontroll-Zelllinie (ES-Zellen oder iPS-Zellen) zu beginnen und Unter-Zelllinien zu generieren, in welche dann die jeweilige Mutation eingefügt wurde. Bei zehn Mutationen müssten dann nur zehn plus eine Zell-Linie untersucht werden. Zusammengefasst bieten ES-Zellen und iPS-Zellen die Möglichkeit, zwar künstliche, aber authentische Krankheitsmodelle in vitro zu etablieren. Sie helfen dabei, Krankheiten besser zu verstehen. Die Krankheitsmodelle können außerdem genutzt werden, um Medikamente und Behandlungsmethoden direkt am „Zellpatienten“ zu entwickeln und zu testen.





## ETHIK DER KEIMBAHNTHERAPIE

# CRISPR-Babys – Darf man Embryos genetisch verändern?

Von Martin Lindner

Mit molekularen „Genschern“ ist es heute prinzipiell möglich, das Erbgut eines Embryos gezielt zu verändern. Die genetische Manipulation würde dabei allerdings nicht nur das heranwachsende Kind, sondern auch die nachfolgenden Generationen betreffen. Im Jahr 2018 berichtete ein chinesischer Forscher erstmals von einer solchen Keimbahntherapie beim Menschen – und entfachte eine heftige Kontroverse: Welchen Sinn können Eingriffe ins embryonale Genom überhaupt haben? Und wie sind sie ethisch zu bewerten?

### Lulu und Nana

Der Fall ist ein wissenschaftlicher Krimi. Im November 2018 gibt der chinesische Forscher He Jiankui die Geburt von Zwillingsschwestern bekannt, die er nach eigenem Bekunden genetisch manipuliert hat, als sie noch Embryos in einer Petrischale waren. Vermutlich sind die beiden Mädchen die weltweit ersten Babys mit gezielt verändertem Erbgut. He gibt ihnen die Decknamen „Lulu“ und „Nana“.

Sein Ziel sei gewesen, die Kinder widerstandsfähig gegen HIV zu machen, sagt He in seinem Vortrag bei einem internationalen Fachkongress in Hongkong. Im Rahmen einer künstlichen Befruchtung hat er bei den Embryos einen Zellrezeptor, bekannt unter dem Kürzel CCR5, gentechnisch modifiziert. Das HI-Virus nutzt den Rezeptor, um in Körperzellen einzudringen. Menschen mit bestimmten Mutationen des Rezeptorgens sind gegen die meisten HIV-Stämme immun. Weltweit berichten Medien über den Fall. He selbst macht die Geschichte von Lulu und Nana über YouTube publik. Er betont, dass HIV-Positive in vielen Ländern diskriminiert würden und seine Versuche ein wissenschaftlicher Durchbruch seien. Prompt erntet er einen Sturm der Entrüstung.

### Schöne neue Welt? – Genchirurgie und die Folgen für He

Hes Werkzeug war die „Genschere“ CRISPR/Cas. Damit ist ein Enzym-Komplex gemeint, mit dem sich recht einfach und gezielt einzelne Gene verändern und beispielsweise DNA-Bausteine entfernen oder neue DNA-Stücke einbauen lassen. Man spricht auch von Genchirurgie oder Genom-Editierung. CRISPR/Cas wird bereits in der Pflanzenzüchtung genutzt oder um Versuchstiere genetisch zu verändern. Gleichwohl gibt es technische Unsicherheiten. Möglich ist etwa, dass bei einem Embryo nicht alle Zellen genetisch verändert werden und ein genetisches „Mosaik“ entsteht. Auch kommt es manchmal zu ungewollten Mutationen außerhalb der eigentlichen Zielgene (sogenannte Off-Target-Effekte), die zu unvorhergesehenen Risiken führen können. Tatsächlich gelang der genchirurgische Eingriff bei Lulu und Nana nur teilweise – und die Folgen für die Kinder sind bisher völlig unklar. He und sein Team, zu dem auch sein US-amerikanischer Doktorvater zählte, seien mit einer noch unausgereiften Technologie unverantwortlich vorgeprescht, lautete ein Hauptvorwurf vieler Forscher. Seine Versuche verstießen





gegen einen internationalen Konsens, auf Genmanipulationen in der Fortpflanzungsmedizin derzeit zu verzichten. He hatte seine Forschung gegenüber seiner eigenen Universität offensichtlich nicht genügend transparent gemacht und auch die von ihm behandelten Paare nur unzureichend aufgeklärt. Bereits kurz nach seinem Vortrag in Hongkong verhängten die chinesischen Behörden ein Berufsverbot über He, Ende 2019 wurde er zu drei Jahren Gefängnis und einer hohen Geldstrafe verurteilt. Zu diesem Zeitpunkt war neben Lulu und Nana noch ein drittes CRISPR-Baby aus der bisher wohl einmaligen Versuchsreihe zur Welt gekommen.

### Die ethische Diskussion: Darf man das genetische Erbe eines Menschen verändern?

Darf man menschliche Embryos überhaupt genetisch manipulieren? Vorausgesetzt, die wissenschaftlichen Unsicherheiten lassen sich in Zukunft ausräumen – könnte die Genom-Editierung in bestimmten Fällen ethisch akzeptabel sein?

Ein entscheidender Punkt in der Debatte ist, dass genetische Veränderungen im frühen Embryonalstadium nicht allein das heranwachsende Kind betreffen, sondern über die Keimzellen (also die Eizellen oder Spermien) auch an spätere Generationen weitergegeben werden. Eingriffe in die Keimbahn modifizieren das genetische Erbe eines Menschen.

Entsprechend kontrovers ist die ethische Diskussion, in der sich unter anderem folgende Standpunkte finden:

» **Genchirurgische Eingriffe beim Embryo sollten grundsätzlich verboten sein:**

Das werdende Kind und seine potenziellen Nachkommen besitzen eine eigene Würde und Identität. Ihr Genom sollte unantastbar bleiben. Diese Haltung kann etwa durch den Respekt

vor den Grundlagen des menschlichen Lebens oder religiöse Überzeugungen motiviert sein.

» **Die Keimbahntherapie ist akzeptabel, wenn der Nutzen das Risiko eindeutig überwiegt:**

Die Genchirurgie könnte in Zukunft schwere genetische Erkrankungen von vornherein vermeiden helfen, beispielsweise Mukoviszidose, erblichen Brustkrebs oder Chorea Huntington (eine fortschreitende, mit Bewegungsstörungen einhergehende Degeneration des Gehirns). Es wäre unethisch, die Therapie nicht zu erlauben, wenn die Risiken beherrschbar sind. Gerade Mediziner tendieren öfters zu dieser Ansicht. Häufig ist sie mit der Überzeugung verbunden, dass die Genom-Editierung nur zu therapeutischen Zwecken genutzt werden sollte, nicht aber für ein genetisches „Enhancement“, also etwa die Förderung der Intelligenz. Klar ist zudem, dass jegliche Manipulation des Embryos eine künstliche Befruchtung voraussetzt, die ihrerseits Risiken birgt.

» **Es gibt meist Alternativen zur Keimbahntherapie – die deshalb gar nicht notwendig ist:**

Manche genetischen Defekte lassen sich auch nach der Geburt des Kindes behandeln, beispielsweise durch eine Gentherapie an den betroffenen Körperzellen (somatische Gentherapie). Darüber hinaus ist es bei künstlichen Befruchtungen möglich, schwere genetische Erkrankungen durch eine Präimplantationsdiagnostik (PID) zu erkennen und die Embryos dann gar nicht erst in die Gebärmutter einzusetzen. Allerdings ist die PID zwecklos, wenn gleich beide Eltern etwa unter Mukoviszidose leiden, da hierbei sämtliche Embryos betroffen sind. In solchen seltenen Konstellationen könnte ein genchirurgischer Eingriff potenziell die Geburt eines gesunden leiblichen Kindes erlauben.





- » **Genveränderte Babys schaden der Gesellschaft, da sie den Eindruck erwecken, Krankheit und Behinderung seien unnormal und müssten vermieden werden:**

Dieses Argument taucht in vielen Debatten über die Fortpflanzungsmedizin auf, zum Beispiel in der Diskussion zur PID. Behinderterverbände, aber auch andere Kritiker führen es an. Denn sie fürchten die Diskriminierung von Menschen mit genetischen Defekten.

- » **Eltern sollten selbst entscheiden dürfen:**

Umgekehrt ist die Entscheidungsfreiheit – die reproduktive Autonomie – des jeweiligen Elternpaars ein hohes Gut. Befürworter dieser Position verweisen oft auf die Rechte des Einzelnen in einer liberalen Gesellschaft.

## Genmanipulierte Embryos für die Forschung

Ob Keimbahneingriffe zukünftig Eingang in die Medizin finden werden, lässt sich derzeit noch nicht sagen. Allerdings suchen Forscher nach Wegen, die Technologie weiterzuentwickeln und ihre Risiken zu minimieren. Ein Ansatz dabei ist, in Vorstudien zunächst genveränderte Versuchstiere über mehrere Generationen hinweg auf mögliche Langzeiteffekte zu untersuchen.

Doch auch mit menschlichen Embryos, die nicht für eine Schwangerschaft bestimmt sind, wird mancherorts geforscht. Ein Team vom Londoner „Francis Crick Institute“ editiert beispielsweise das Genom von Embryos, die bei künstlichen Befruchtungen übrig geblieben sind, und untersucht sie für eine Woche im Labor. Die Forscher wollen besser verstehen, wie die frühe Embryonalentwicklung genetisch gesteuert

wird. US-Wissenschaftler von der „Oregon Health and Science University“ loten dagegen die Möglichkeit aus, etwa erbliche Herzkrankheiten beim Embryo zu korrigieren.

Solche Forschungen sind nicht unumstritten. Zwar werden dabei keine genveränderten Babys geboren, doch gleichwohl menschliche Embryos für wissenschaftliche Zwecke „verbraucht“. Nach dem deutschen Embryonenschutzgesetz sind sie deshalb verboten.

## Bewertungen im Wandel: Zwischen Technologie, Kultur und Gesellschaft

Die boomende Genforschung und die Möglichkeit, Tiere – und damit theoretisch auch Menschen – zu klonen, hatten in den 1990er-Jahren dazu geführt, dass internationale Abkommen zum Schutz des menschlichen Erbguts verabschiedet wurden. Die Bioethikkonvention des Europarates erlaubt beispielsweise genetische Eingriffe nur, wenn sie in keiner Weise das Genom der Nachkommen verändern – was einem Verbot der Keimbahntherapie gleichkommt.

In den letzten Jahren hat sich die Bewertung der Technologie indes deutlich gewandelt, gerade im Lichte neuer und präziserer Verfahren wie CRISPR/Cas. Kann aber das, was gestern falsch war, heute richtig sein? Oder hängen ethische Urteile immer davon ab, wie normal eine Technologie einem Großteil der Bevölkerung erscheint? Bioethische Fragen – und das Menschenbild, das mit ihnen verbunden ist – müssen jedenfalls immer wieder neu diskutiert und ausgehandelt werden.

Eine Online-Umfrage in den Niederlanden aus dem Jahr 2018 ergab beispielsweise, dass viele Menschen prinzipiell offen dafür wären, ihre Nachkommen





(die schließlich nicht um Zustimmung gefragt werden können) durch eine Veränderung des Genoms etwa vor einer neuromuskulären Erbkrankheit zu schützen. Natürlich dürfte das Ergebnis bereits in Europa von Land zu Land variieren. Wie würde es in Deutschland ausfallen?

Auch unter den Religionen gibt es Unterschiede. Während etwa die katholische Kirche traditionell

strikte Einwände gegen Fortpflanzungstechnologien erhebt, gilt dies für den Islam eher nicht. Das zeigt eine Analyse malaysischer Wissenschaftler zur Genchirurgie aus dem Jahr 2020. Klare Regeln vorausgesetzt, um Missbrauch zu vermeiden und die Menschenwürde zu wahren, könnten demnach CRISPR-Babys mit islamischen Vorstellungen durchaus vereinbar sein.

### Kinder mit drei Eltern: Der Sonderfall der Mitochondrien-Spende

Die Fortpflanzungsmedizin eröffnet noch ein weiteres Szenario der Genmanipulation: Kinder mit drei genetischen Eltern zu zeugen. So ist bei manchen seltenen Erbkrankheiten etwa des Gehirns oder der Muskulatur gar nicht das Genom im Zellkern verändert. Vielmehr weisen die Kraftwerke der Zelle – die Mitochondrien, die eigene DNA besitzen – eine Mutation auf. Da die Mitochondrien aus der Eizelle (und nicht aus dem Spermium) auf den Embryo übergehen, vererben lediglich Mütter die mitochondrialen Defekte.

Allerdings kann bei einer künstlichen Befruchtung das genetische Material von Mutter und Vater in die entkernte Eizelle einer gesunden Spenderin übertragen werden. Die Methode ist auch als Mitochondrien-Spende bekannt. Resultat ist dann ein Embryo mit elterlichem Erbgut-Mix im Zellkern einerseits und den rund drei Dutzend, für den Energiestoffwechsel wichtigen Mitochondrien-Genen der Eizellspenderin andererseits.

Im April 2016 kam erstmals ein solches Drei-Eltern-Baby zur Welt: Ein offenbar gesunder Junge eines jordanischen Ehepaars, bei dem US-Mediziner die Mitochondrien-Spende in einer mexikanischen Klinik durchgeführt hatten. International stehen viele Wissenschaftler der Technik ambivalent gegenüber, in Deutschland wäre sie sogar strafbar. Dagegen wurde sie in Großbritannien nach intensiver Diskussion für schwere Erkrankungen offiziell legalisiert.

Bemerkenswerterweise gilt die Mitochondrien-Spende dort nicht als Eingriff in die Keimbahn – obwohl ein mit der Methode gezeugtes Mädchen die Mitochondrien-Gene der Spenderin wiederum an seine eigenen Kinder weitergeben würde. Heute ist sogar denkbar, mitochondriale Mutationen nicht per Eizellspende zu behandeln, sondern durch einen genchirurgischen Eingriff mittels CRISPR/Cas – ganz ähnlich wie im Fall von Lulu und Nana.





## Über die Unterrichtsreihe „Stammzellen verstehen – Die Konferenz für die Schule“

Mit dieser vierteiligen Unterrichtsreihe geben das German Stem Cell Network und die Schering Stiftung Lehrerinnen und Lehrern faktengeprüftes Wissen über Stammzellen an die Hand. Das frei verwendbare Material erlaubt Schülerinnen und Schülern ab Jahrgangsstufe 10, aktiv in die aktuelle Forschung einzutauchen. Das German Stem Cell Network sichert mit seinen wissenschaftlichen Experten die fachliche Qualität des Materials. Die Schering Stiftung nutzt ihre Erfahrung in der wissenschaftlichen Bildung, um junge Erwachsene mit neuen Methoden an aktuelle Forschungsthemen heranzuführen und in ihrem Interesse an Naturwissenschaften zu bestärken. Dieses Material steht online zur Verfügung: <http://www.stammzellen-verstehen.de>

