





# 1 Grundlagen

In diesem Modul erarbeiten die Schülerinnen und Schüler die Grundlagen der Stammzellforschung. Wie Teilnehmer einer wissenschaftlichen Konferenz bereiten sie dafür eine Keynote und eine Session als Auftakt vor.

## Einführung

**„Nichts ist mächtiger als eine Idee, deren Zeit gekommen ist.“**

Victor Hugo, französischer Schriftsteller

**„Jede Verbesserung ist ein Fortschritt, aber nicht jeder Fortschritt eine Verbesserung.“**

Sigmund Graff, deutscher Schriftsteller und Dramatiker

 90 Minuten

 **Aufgaben:**  
Keynote, Session

 **Material:**  
Keynote  
Session  
Session A  
Session B  
Session C

---

## Keynote

Die Konferenz beginnt mit einer Keynote zu den Stammzelltypen. Für diesen Vortrag erarbeiten die Schülerinnen und Schüler zunächst einzeln eine Übersicht über die Stammzelltypen. Dann präsentiert ein Keynote-Sprecher seine Übersicht.

 30 Minuten

**Einzelarbeit**  
Aufgabenblatt Keynote  
Materialblatt Keynote

---

## Session

In drei Gruppen erarbeiten die Schülerinnen und Schüler jeweils ein Session-Thema und überlegen sich, welche Fragen die Besucher in ihrer Session stellen könnten. Sie bestimmen einen Session-Sprecher, der das Thema vorstellt. Fragen von Session-Besuchern werden von der Gruppe gemeinsam beantwortet.

Die Themen der Session können nacheinander vorgestellt und diskutiert werden. Oder die Gruppen entsenden jeweils einige Teilnehmer in andere Fachgruppen, um Fragen zu stellen. Dann können alle Themen gleichzeitig bearbeitet werden.

 60 Minuten

**Gruppenarbeit**  
Aufgabenblatt Session  
Materialblatt Session A  
Materialblatt Session B  
Materialblatt Session C

---

## Ausblick

*„Unsere Konferenz geht weiter. Im nächsten Modul beschäftigen wir uns mit den Möglichkeiten und Grenzen der Stammzellforschung und erarbeiten die ethischen Pro- und Contra-Argumente in Panels.“*





## Keynote

Keynotes sind wichtige Vorträge zum Auftakt großer Konferenzen. Sie werden von besonders anerkannten Wissenschaftlern gehalten. Eine Keynote behandelt oft die zentralen Themen der Konferenz.

**AUFGABE** Entwickeln Sie eine Übersicht der Stammzelltypen. Präsentieren Sie Ihre Übersicht als Keynote.

**ZIEL** Die Unterschiede zwischen den Stammzelltypen sollen in Ihrer Übersicht auf einen Blick deutlich werden. Die Übersicht dient als Grundlage für eine Keynote.

**TIPP** Sie können zum Beispiel eine Tabelle oder ein Schaubild erarbeiten. Entscheiden Sie sich zunächst für Kategorien, nach denen Sie ordnen wollen.

### Beispiele für Kategorien:

Wählen Sie eine oder mehrere aus oder legen Sie eigene Kategorien fest:

NATÜRLICH	POTENZIAL	PLURIPOTENT	
MULTIPOTENT	DIFFERENZIERUNGSMÖGLICHKEIT	BESONDERHEIT	
KÜNSTLICH	ZEITPUNKT	TOTIPOTENT	



## Session

Sessions sind Vortragsreihen in einer Konferenz. In Sessions werden mehrere Fachvorträge gehalten, die inhaltlich zusammenpassen. Sie werden in kleineren Gruppen vorgetragen. Im Anschluss an die Vorträge stellen die Session-Teilnehmer Fragen und diskutieren. Bei großen Konferenzen finden oft mehrere Sessions gleichzeitig statt (parallel sessions).

**AUFGABE** Sie erhalten wissenschaftliches Material zu Ihrem Thema. Erarbeiten Sie gemeinsam mit Ihrer Session-Gruppe stichpunktartig die wesentlichen Fakten. Bereiten Sie sich auf die Session vor.

**ZIEL** Ein Sprecher Ihrer Gruppe soll Ihr Thema kurz vorstellen können. Als Gruppe sollen Sie Fragen der anderen Konferenzteilnehmer beantworten können.

**TIPP** Sammeln Sie mögliche Fragen und Antworten auf Karteikarten.

### Session-Themen

Session A: Blutstammzellen

Session B: Reprogrammierung

Session C: Induzierte Pluripotente Stammzellen



# Stammzelltypen

Als Stammzellen werden allgemein Körperzellen bezeichnet, die Kopien von sich selbst herstellen können und sich in verschiedene Zelltypen oder Gewebe ausdifferenzieren können. Je nach Art der Stammzelle und ihrer Beeinflussung haben sie das Potenzial, sich zu jeglichem Gewebe (embryonale Stammzellen) oder bestimmten festgelegten Gewebetypen (adulte Stammzellen) zu entwickeln. Stammzellen sind in der Lage, Tochterzellen zu generieren, die selbst wiederum Stammzelleigenschaften besitzen.

**Embryonale Stammzellen** (ES-Zellen) werden aus der Blastozyste, einem frühen Embryonalstadium bei Säugetieren, isoliert. Bei der menschlichen Embryonalentwicklung entsteht die Blastozyste fünf bis sechs Tage nach der Befruchtung. Embryonale Stammzellen werden aus der inneren Zellmasse (Embryoblast) isoliert, aus der sich bei einer natürlichen Embryonalentwicklung der gesamte Organismus entwickelt. Bei der Gewinnung von embryonalen Stammzellen wird die Blastozyste zerstört. Übertragen in eine Zellkulturschale gelten embryonale Stammzellen als pluripotent, können also viele oder fast alle Zelltypen des ausgewachsenen Körpers bilden, aber nicht mehr einen gesamten Organismus.

**Fetale Stammzellen** werden aus älteren, abgegangenen oder nach Schwangerschaftsabbruch gewonnenen Embryonen oder Föten (fünf bis neun Wochen alt) isoliert. Diese Stammzellen haben ein Potenzial, das im Übergang zwischen embryonalen und Gewebestammzellen liegt. Sie können sich nicht mehr wie die embryonalen Stammzellen in fast alle Zellen differenzieren. Sie wachsen aber dennoch schneller als Gewebestammzellen, die schon auf die Zelltypen eines bestimmten Gewebes festgelegt sind.

**Gewebestammzellen** sind spezielle teilungsfähige Zellen in bereits ausgewachsenen Geweben. Diese adulten Stammzellen dienen sowohl der Selbsterneuerung als auch der Entwicklung spezialisierter Zelltypen eines Gewebes. Ihr Differenzierungspotenzial ist auf die Ausreifung genetisch bestimmter Gewebe beschränkt, in deren Umgebung („Nischen“) sie zu finden sind, also zum Beispiel in der Haut, der Leber, dem Darm oder dem blutbildenden (hämatopoetischen) System. Sie werden daher als multipotent bezeichnet, nicht als pluripotent.

**Humane embryonale Stammzellen** (hES-Zellen) werden aus Zellen des frühen Embryos kultiviert. Zu Forschungszwecken gewinnt man heute in verschiedenen Ländern, zum Beispiel in Belgien und Großbritannien, embryonale Stammzellen aus überzähligen Embryonen künstlicher Befruchtung (in-vitro-Fertilisation). Die Entnahme der hES-Zellen führt zum Verlust des Embryos. In Deutschland gilt die Herstellung von hES-Zellen auf diesem Weg als ethisch nicht vertretbar und ist verboten (Embryonenschutzgesetz). Eine Einfuhr von hES-Zellen zu Forschungszwecken ist ebenfalls generell verboten, kann allerdings unter bestimmten Voraussetzungen erlaubt werden. Die Genehmigungen hierzu erteilt das Robert Koch-Institut (RKI).

**Induzierte pluripotente Stammzellen** (iPS-Zellen) sind Stammzellen, die durch künstliche Reprogrammierung von menschlichen Körperzellen entstanden sind. Der japanische Wissenschaftler Shinya Yamanaka schleuste 2006 erstmals mit Hilfe von Viren die Gene Oct4, Sox2, cMyc und Klf4 in Körperzellen von Mäusen ein und aktivierte so ruhende Entwicklungsgene. Auf diese Weise wurden Körperzellen in einen embryonalen Zustand zurückprogrammiert, also





reprogrammiert (Takahashi und Yamanaka, 2006). Dies gelang dann ein Jahr später auch bei menschlichen Zellen.

**Keimzellen** sind Zellen, welche die Keimbahn bilden und schon im frühen Embryo für die Entstehung der nächsten Zellgeneration vorbestimmt sind. Während der embryonalen und späteren Entwicklung verändern sie sich nur wenig. Nur aus den Urkeimzellen der Keimdrüsenleiste (Vorläuferzellen von Ei- und Samenzellen) können unter Laborbedingungen noch pluripotente Stammzellen kultiviert werden. Im Körper gehen aus ihnen die haploiden Gameten, also die Spermien und Eizellen (Oozyten) hervor, die nach der Befruchtung eine diploide Zygote bilden. Es ist heute schon möglich, aus induzierten pluripotenten Stammzellen der Maus künstlich Spermien und Oozyten herzustellen und diese zur Befruchtung zu verwenden. Sollte dies in Zukunft auch mit menschlichen reprogrammierten Stammzellen gelingen, könnte ein menschlicher Embryo generiert werden, der nicht aus natürlichen Keimzellen entsteht. Diese Möglichkeit könnte für einige Paare, die sonst keine Kinder bekommen können, interessant sein. Doch werfen sie viele neue ethische Fragen auf, die gesellschaftliche Diskussionen und rechtliche Regelungen erfordern.

**Mesenchymale Stammzellen** (Abkürzung: MSC, englisch *mesenchymal stem cells*) sind Gewebestammzellen, die ihren Ursprung im Keimblatt des Mesoderms haben. Sie können aus Knochenmark, Fettgewebe und Nabelschnurgewebe isoliert werden. Sie werden auch als Stromazellen bezeichnet und haben große Ähnlichkeit mit Bindegewebszellen, den Fibroblasten. Es ist nachgewiesen, dass sich MSC in Chondrozyten (knorpelbildende Zellen), Osteoblasten (knochenbildende Zellen) und Adipozyten (Zellen des Fettgewebes) differenzieren können. Die Differenzierung dieser Zellen in Muskelzellen und

Herzmuskelzellen wird in Wissenschaftlerkreisen kontrovers diskutiert. Oftmals werden die Begriffe „adulte Stammzellen“ (Gewebestammzellen) und „MSC“ gleichbedeutend verwendet. Allerdings sind die MSC verschiedener Gewebe nur eine von vielen Arten adulter Stammzellen, da auch Hautstammzellen, Darmstammzellen, Blutstammzellen und die Stammzellen aller Gewebe zu den adulten Stammzellen gehören. MSCs haben eine große Bedeutung bei der Entwicklung von Therapieansätzen mit Stammzellen und werden häufig in klinischen Studien verwendet. In vielen Fällen wird die Wirkung der Zellen nicht auf die Differenzierung in Gewebezellen, sondern auf die Unterstützung von körpereigenen Reparaturprozessen durch endogene Stammzellen zurückgeführt. Die Zellen geben dabei Faktoren ab, welche die Regeneration positiv beeinflussen.

**Multipotente Stammzellen** (*multipotent*, von lat. *multus* „viel“ und *potentia* „Vermögen, Kraft“) haben ein eingeschränktes Differenzierungspotenzial und dienen in den verschiedenen Geweben zum Ersatz abgestorbener Zellen und zur Regeneration nach Verletzungen.

**Pluripotente Stammzellen** (*pluripotent*, von lat. *plus* „mehr“ und *potentia* „Vermögen, Kraft“) können durch Differenzierung alle Zelltypen der drei Keimblätter (Endoderm, Mesoderm und Ektoderm) und die Keimbahn bilden. Sie können jedoch kein extraembryonales Gewebe (Trophoblast) und damit keinen lebensfähigen Organismus bilden.

**Totipotente Stammzellen** (*totipotent*, von *totus* „ganz“ und *potentia* „Vermögen, Kraft“) sind in der Lage, durch Zellteilung einen kompletten, eigenständigen Organismus zu entwickeln. Nur in einem sehr frühen embryonalen Stadium von der befruchteten Eizelle bis zum 8-Zellstadium sind die Zellen totipotent.



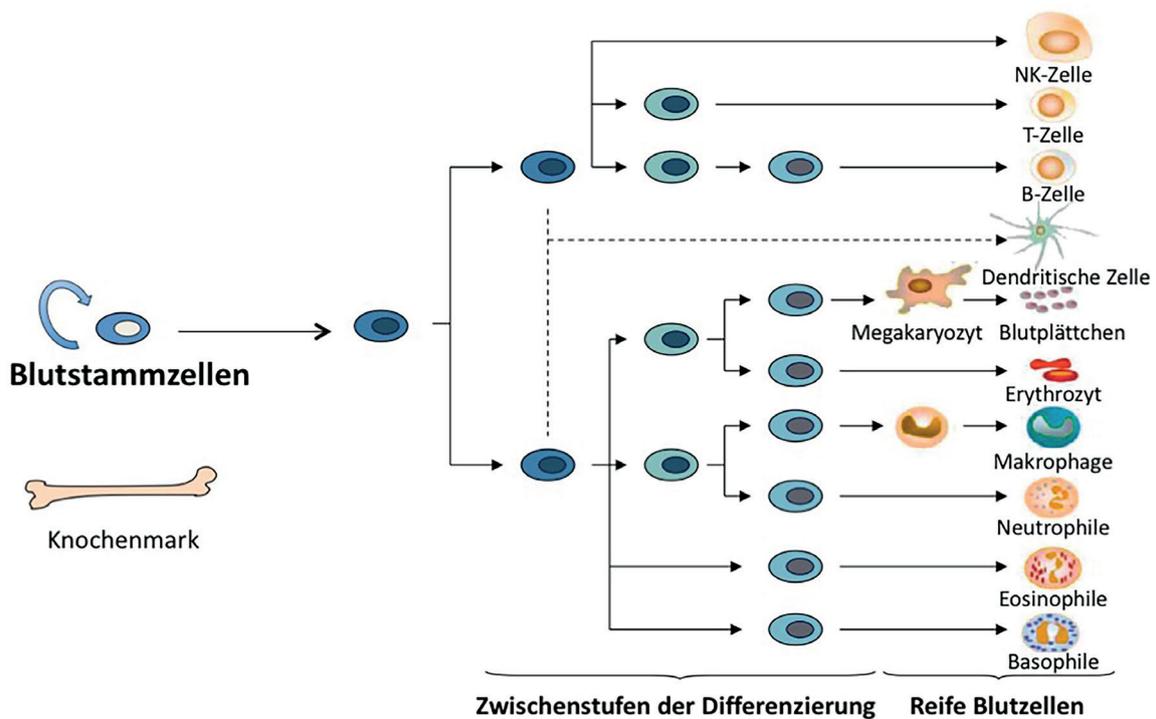


**BLUTSTAMMZELLEN:**

# Die Pioniere der Stammzell-Forschung

Von Christèle Gonneau für EuroStemCell

Stammzellen des Blutes sind historisch die ersten Stammzellen, die identifiziert wurden. Ihre Entdeckung in den 1960ern markierte den Beginn der Stammzellforschung. Noch heute lernen Forscher von Blutstammzellen und arbeiten daran, neue Methoden zu entwickeln, um sie in der Klinik anzuwenden.



**Abbildung 1:** Der Stammbaum des Blutes: Blutstammzellen sind der Ursprung aller Blutzelltypen. Nach der Teilung einer Blutstammzelle, können die Tochterzellen verschiedene Wege der Differenzierung beschreiten, um unterschiedlich spezialisierte Blutzellentypen zu produzieren.

## Blutstammzellen

Stammzellen des Blutes werden auch hämatopoetische Stammzellen genannt. Wie andere Stammzellen auch können diese sich selbst erneuern oder kopieren. Desweiteren können sie verschiedene

Subtypen von spezialisierten Zellen des Blutes produzieren: sowohl rote, als auch die zahlreichen weißen Blutzellen, die für das Immunsystem des Körpers wichtig sind (Abbildung 1).





Viele spezialisierte Blutzellen leben nicht sehr lange, so dass der Körper sie kontinuierlich erneuern muss. Dank Blutstammzellen produziert der Körper jede Sekunde 2 Millionen rote Blutzellen (Erythrozyten). Blutstammzellen treten im Mark der Knochen auf, wie zum Beispiel in den Oberschenkelknochen, der Hüfte, den Wirbelknochen und dem Brustkorb. Sie können aber auch bei der Geburt aus der Nabelschnur und der Plazenta entnommen werden. Durch eine Behandlung mit spezifischen Faktoren wandern sie auch ins Blut und können durch das Blut gewonnen werden.

## Blutstammzellen und Krankheit

Blutstammzellen müssen genau die exakte Anzahl aller Blutzelltypen produzieren, um den Körper gesund zu halten. Wenn hierbei etwas außer Kontrolle gerät, kann dies zu Blutkrankheiten wie Leukämie oder Anämie führen.

Blutstammzelltransplantate werden schon häufig eingesetzt, um derartige Krankheiten zu bekämpfen. Eine im Jahre 2008 durchgeführte Umfrage ergab, dass in Europa mehr als 26.000 Patienten pro Jahr mit Blutstammzellen, entweder den eigenen (autolog) oder fremden (allogen), behandelt wurden. Diese Blutstammzellen stammen aus drei unterschiedlichen Quellen: dem Knochenmark, der Blutbahn (peripheres Blut) eines Erwachsenen oder dem Nabelschnurblut:

**1.** Sogenannte **Knochenmark**transplantate sind eigentlich Blutstammzelltransplantate. Solche Transplantate können genutzt werden, um Patienten mit Blutkrankheiten wie Leukämie, Lymphomen oder Multiple Myelomen zu behandeln. Hohe Dosen von Chemotherapeutika oder Bestrahlung vernichten die Blutstammzellen des Patienten.

Dem Knochenmark eines gesunden Spenders werden intakte Blutstammzellen entnommen und dem Patienten transplantiert. Die Blutstammzellen des Spenders können dann im Patienten die Aufgabe übernehmen, neue Blutzellen zu bilden.

**2.** Blutstammzellen können auch der **Blutbahn** entnommen werden. Hierfür werden spezielle Proteine zur Stimulierung der Blutstammzellen eingesetzt, so dass diese vom Knochenmark in die Blutbahn migrieren und auf diese Weise ausreichend Zellen für eine Transplantation isoliert werden können. Diese Stammzellen werden häufig für die Behandlung von Krebserkrankungen wie Leukämie und Lymphomen genutzt.

**3.** Blutstammzellen können nach der Geburt aus der **Nabelschnur** isoliert werden. Die Zellen können dann genutzt werden, um einige Bluterkrankungen wie Leukämie, angeborene Immundefekte, Anämien oder Sichelzellerkrankungen von Kindern zu behandeln.

## Aktuelle Forschung

Für die Forscher ist es immer noch wichtig, die Entwicklung von Blutstammzellen im Embryo noch genauer zu verstehen: Wie funktioniert ihre Regulation im erwachsenen Körper und was ist die Ursache von Defekten bei unterschiedlichen Blutkrankheiten? Mit dem aktuellen Verständnis über Blutstammzellen erforschen sie somit auch neue Therapiemöglichkeiten. Ein Knochenmarktransplantat ist nur möglich, wenn ein kompatibler Spender gefunden wird. Der Patient und der Spender müssen sehr sorgsam abgeglichen werden, um die Abstoßung des Transplantats durch das Immunsystem zu verhindern. Selbst wenn ein passender Spender gefunden wird, gibt es immer noch ein geringes Abstoßungsrisiko. Nabel-





schnurblut muss zwar nicht so sorgsam mit dem Patienten abgeglichen werden, jedoch liefert es für die Behandlung eines erwachsenen Patienten nicht genug Stammzellen. Deswegen müssen neue Alternativen erforscht werden. Forscher suchen nach Möglichkeiten, um große Mengen an Blutstammzellen im Labor zu produzieren. Zudem entwickeln sie auch Methoden, um spezialisierte Blutzellen aus Blutstammzellen, wie zum Beispiel rote Blutzellen, zu züchten, die dann für eine Bluttransfusion genutzt werden können.

## Die Zukunft

### Rote Blutzellen aus embryonalen Stammzellen

Rote Blutzellen transportieren den lebensnotwendigen Sauerstoff. Bei Patienten, die viel Blut verlieren, muss dieses so schnell wie möglich durch eine Bluttransfusion ersetzt werden. Forscher arbeiten an der Entwicklung alternativer Methoden, da es nicht genug Blutspender gibt, um die Nachfrage zu decken. Da embryonale Stammzellen das Potenzial haben, sich in jeden Zelltyp des Körpers zu entwickeln, könnten sie ein möglicherweise grenzenloses Angebot an roten Blutzellen bereitstellen. Mittlerweile ist es Forschern schon gelungen, eine

kleine Anzahl an roten Blutzellen aus embryonalen Stammzellen im Labor zu züchten. Derzeit besteht die eigentliche Herausforderung darin, Techniken zur Produktion größerer Mengen roter Blutzellen zu einem bezahlbaren Preis zu etablieren.

### Das Züchten von Blutstammzellen im Labor

Wie auch andere reife Blutzellen, so sind auch rote Blutzellen kurzlebig und auf bestimmte Funktionen spezialisiert. Für eine dauerhafte Heilung von Krankheiten müssen Ärzte Zellen transplantieren, die neue Blutzellen produzieren: Blutstammzellen. Diese können im Moment noch nicht im Labor vermehrt werden. Wissenschaftler suchen nach neuen Methoden zur unbegrenzten Züchtung von Blutstammzellen. Eine Möglichkeit könnte die Entnahme von Stammzellen des Knochenmarks sein, um diese dann im Labor zu züchten und zu vervielfachen. Forscher versuchen zudem auch, Blutstammzellen aus embryonalen Stammzellen oder induzierten pluripotenten Stammzellen (iPS) zu züchten. Zur Produktion von Blutstammzellen könnten iPS-Zellen aus patienteneigenen Hautzellen gewonnen werden. Dies würde zudem auch das Problem einer Abstoßung der Zellen durch das Immunsystems beheben.

#### Quelle

<http://www.eurostemcell.org/de/blutstammzellen-die-pioniere-der-stammzell-forschung>  
2016





## FORMEN DER REPROGRAMMIERUNG

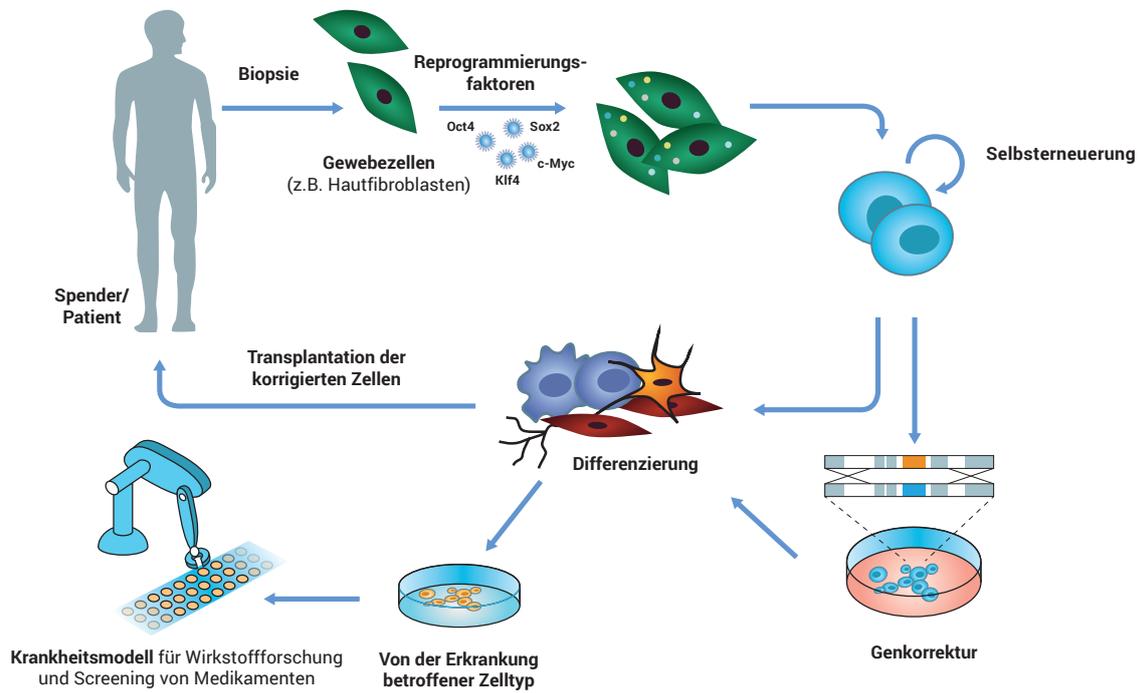
# Wie jede Zelle des Körpers zu einer pluripotenten Stammzelle gemacht werden kann

von Manal Hadenfeld für EuroStemCell

Die Reprogrammierung ermöglicht es, den Zellkern einer beliebigen Zelle des Körpers in ein frühes embryonales Entwicklungsstadium zurückzuführen. 1962 konnte der britische Forscher John Gordon zeigen, dass ein Zellkern aus einer Körperzelle eines ausgewachsenen Krallenfrosches durch einen Transfer in eine entkernte befruchtete Eizelle (Zygote) wieder in einen frühen embryonalen Zustand überführt werden kann. Die Zygote entwickelte sich mit der Erbinformation aus dem Kern der Körperzelle in eine Kaulquappe und weiter in einen Frosch. Das Experiment zeigt, dass Faktoren im Zytoplasma der Eizelle die genetische Information des transferierten Kerns in seinen Ausgangszustand zurückversetzen, also reprogrammieren. Solche Experimente werden als somatischer Zellkerntransfer bezeichnet (engl. somatic cell nuclear transfer – SCNT). Das Klonschaf Dolly wurde von dem Briten Ian Wilmut 1997 auf diese Weise erzeugt, wobei noch weitgehend unklar war, welche Faktoren in der Eizelle die Reprogrammierung regulieren.

Ein japanischer Forscher, Shinya Yamanaka, zeigte schließlich 2006 an Mäusezellen, dass vier Transkriptionsfaktoren ausreichen, um differenzierte Körperzellen und die genetische Information in ihrem Zellkern in den Zustand von embryonalen Stammzellen zurückzuführen: Oct4, Sox2, Klf4 und c-Myc. Diese Entdeckung überraschte viele Wissenschaftler und veränderte unser Verständnis davon, wie Zellen funktionieren. Mittlerweile ist ebenfalls gezeigt worden, dass mit verschiedenen Kombinationen von definierten Faktoren, nicht nur pluripotente Zellen aus Körperzellen entstehen, sondern Zellen einer Keimbahn direkt in eine andere Keimbahn überführt werden können. Zum Beispiel können mesodermale Fibroblasten direkt in ektodermale Neurone überführt werden. Diesen Prozess bezeichnen Forscher als direkte Reprogrammierung. Die Reprogrammierungstechnologien eröffnen heute neue Möglichkeiten für die Untersuchung und die Behandlung von Krankheiten.





angepasst nach M. Rossbach

## iPS-Zellen und embryonale Stammzellen

iPS-Zellen und embryonale Stammzellen sind sich sehr ähnlich. Beide Zellarten können beispielsweise verwendet werden, um nahezu alle Zelltypen unter kontrollierten Bedingungen im Labor herzustellen. Weiterhin sind sie selbsterhaltend. Das heißt, sie können sich unendlich oft teilen und Kopien von sich selbst erzeugen. Im Gegensatz zur Gewinnung von embryonalen Stammzellen ist es bei der Herstellung von iPS-Zellen nicht nötig, einen Embryo zu zerstören. Gibt es noch weitere Unterschiede? Forschungsarbeiten deuten darauf hin, dass sich einige Gene in iPS-Zellen anders verhalten als in embryonalen Stammzellen. Wissenschaftler untersuchen diese Unterschiede nun detaillierter, um

herauszufinden, ob diese von Bedeutung sind. Daher können embryonale Stammzellen in der Grundlagenforschung noch nicht durch iPS-Zellen ersetzt werden.

## iPS-Zellen und Krankheiten

Mit Hilfe der Reprogrammierung sind Forscher in der Lage, gezielt Stammzellen (iPS-Zellen) von Menschen herzustellen, die an Krankheiten wie Parkinson oder Huntington leiden. Anschließend können die iPS-Zellen verwendet werden, um aus ihnen spezialisierte Zellen, die ebenfalls von der Krankheit betroffen sind, zu erzeugen. In vielen Fällen ist es nämlich nicht möglich, auf eine andere Weise an diese spezialisierten Zellen zu gelangen. Es ist zum Beispiel nicht möglich, die Gehirnzellen eines





Parkinson-Patienten direkt zu untersuchen. Mittlerweile können Wissenschaftler jedoch iPS-Zellen von Menschen mit der Parkinson-Krankheit gewinnen und diese verwenden, um erkrankte Neuronen im Labor herzustellen. Diese im Labor hergestellten Zellen können helfen, mehr über Krankheiten und deren Auswirkungen zu lernen. Zelluläre Krankheitsmodelle wie diese können auch als Testsystem für die Entwicklung neuer Medikamente eingesetzt werden.

### Die Zukunft von iPS-Zellen

iPS-Zellen besitzen großes Potenzial in der regenerativen Medizin. Immun- und Abstoßungsreaktionen könnte man vermeiden, indem man spezialisierte Zellen verwendet, welche aus patienteneigenen iPS-Zellen gewonnen wurden. So können fehlende oder verletzte Zellen des Körpers ersetzt werden. In solchen Zellersatztherapien würden die Zellen, die dem Patienten verabreicht werden, als körpereigen (autolog) erkannt. Jedoch existiert diese Nutzung bisher nur in der Theorie. Derzeit sind zur Herstel-

lung von iPS-Zellen genetische Modifikationen nötig, die ungewollte Mutationen der DNA auslösen und zu Tumoren führen können. Wissenschaftler arbeiten deshalb intensiv an sicheren Methoden, die ohne genetische Modifikationen auskommen, so dass Zellen, welche aus iPS Zellen gewonnen wurden, sicher in klinischen Anwendungen zum Einsatz kommen können. Eine Möglichkeit besteht darin, anstelle von Genen RNA-Moleküle, Proteine oder synthetisierte niedermolekulare Substanzen zu verwenden, um den Prozess der Reprogrammierung in Gang zu setzen, ohne einen permanenten Einfluss auf die DNA der Zelle zu nehmen.

**Quelle:**

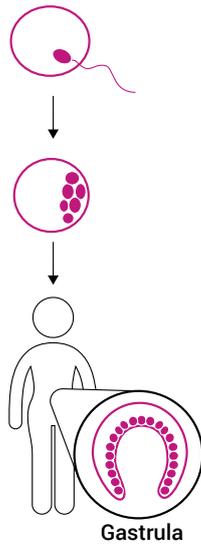
<http://www.eurostemcell.org/de/ips-zellen-und-reprogrammierung-wie-jede-zelle-des-koerpers-zu-einer-pluripotenten-stammzelle>  
2016





Wie entstehen pluripotente Zellen?

A) in vivo

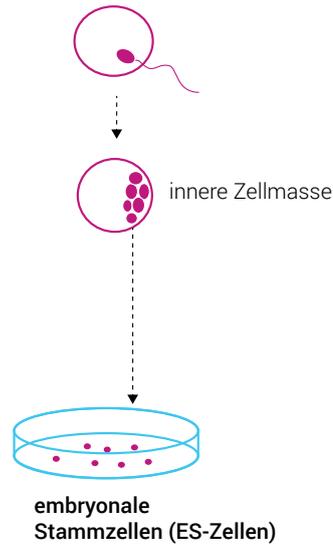


Zygote

Blastozyste

Gastrula

B) in vitro



embryonale Stammzellen (ES-Zellen)

**Ektoderm** (Außenschicht)

**Mesoderm** (mittlere Schicht)

**Entoderm** (Innenschicht)

**Keimzellen**

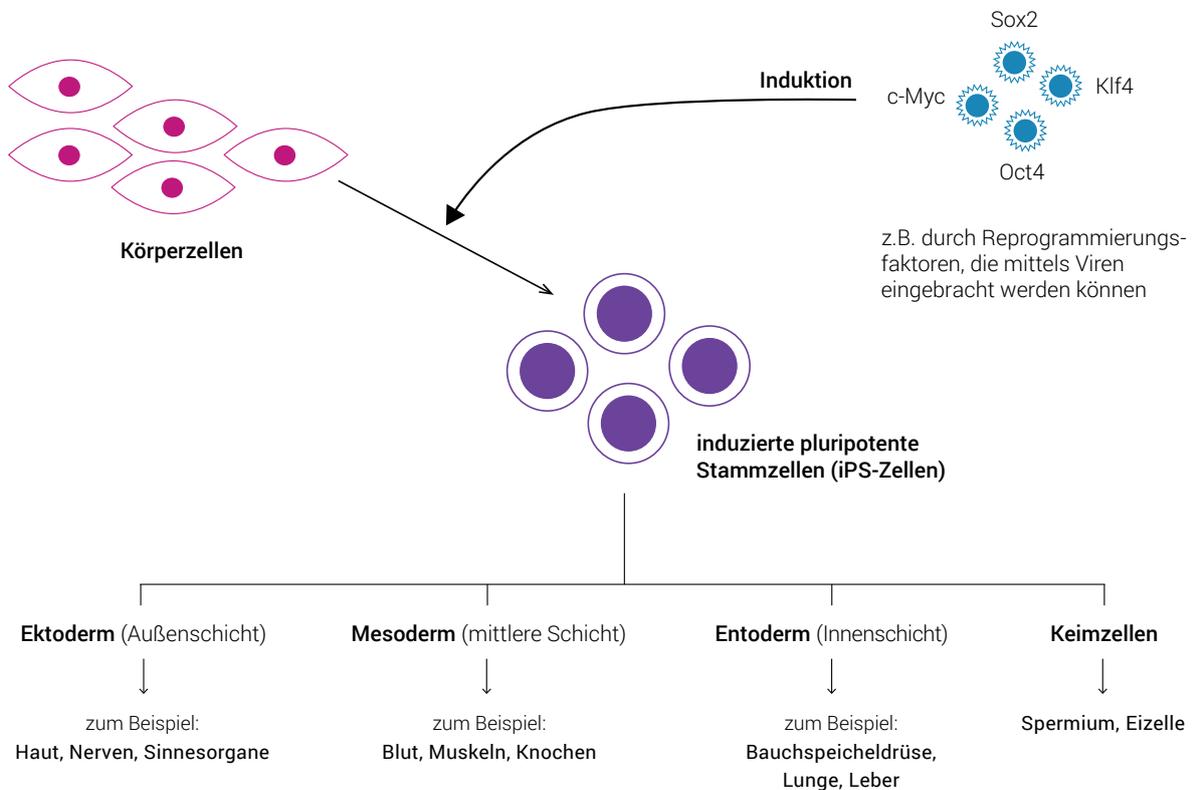
zum Beispiel:  
Haut, Nerven, Sinnesorgane

zum Beispiel:  
Blut, Muskeln, Knochen

zum Beispiel:  
Bauchspeicheldrüse,  
Lunge, Leber

Spermium, Eizelle

C)





## 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>

