



# 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.

