

Das Wissen

Künstliche „Mini-Organe“ – Vom Zellhaufen zum Herzpflaster

Von Daniela Remus

Sendung vom: Mittwoch, 29. April 2026, 08.30 Uhr

Erst-Sendung vom: Freitag, 7. Februar 2025, 08.30 Uhr

Redaktion: Sonja Striegl

Regie: Nicole Paulsen

Produktion: SWR 2025

Künstlich hergestelltes Gewebe soll eines Tages ganze Organe ersetzen und nebenbei die Anzahl der Tierversuche reduzieren. Forscher weltweit arbeiten an erfolgversprechenden Ansätzen.

Das Wissen können Sie auch im **Webradio** unter [swrkultur.de](https://www.swr.de/swrkultur.de) und auf Mobilgeräten in der **SWR Kultur App** hören – oder als **Podcast** nachhören:

<https://www.swr.de/swrkultur/programm/podcast-swr-das-wissen-102.html>

Bitte beachten Sie:

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

Die SWR Kultur App für Android und iOS

Hören Sie das Programm von SWR Kultur, wann und wo Sie wollen. Jederzeit live oder zeitversetzt, online oder offline. Alle Sendung stehen mindestens sieben Tage lang zum Nachhören bereit. Nutzen Sie die neuen Funktionen der SWR Kultur App: abonnieren, offline hören, stöbern, meistgehört, Themenbereiche, Empfehlungen, Entdeckungen ...

Kostenlos herunterladen: <https://www.swr.de/swrkultur/swrkultur-radioapp-100.html>

MANUSKRIFT

Musik (mit Herzschlagatmo)

O-Ton 01 Frank Teege, Patient, Lübeck:

Ich hab keine Kraft mehr gehabt, die Kraft verließ mich, hab ich nie gedacht in meinem Leben, wurd immer schlimmer, und danach hatte ich die Idee, in die Uniklinik zu gehen und hab das mal testen lassen. Ja, sagte die Oberärztin hier, sie brauchen wohl ein neues Herz!

Sprecherin:

Nur: Für eine Herztransplantation kam Frank Teege nicht infrage. Er ist starker Raucher. Was also tun? Es ging ihm immer schlechter, eine schnelle Lösung musste her. Er bekam das Angebot, an einer weltweit einmaligen Studie teilzunehmen. Dabei soll das Herz mit einem sogenannten Herzpflaster aus künstlichen Herzmuskelzellen repariert werden.

O-Ton 02 Frank Teege:

Ich hab gedacht, ich sterb, so oder so. Hier hab ich eine Chance, machen wir! Dann habe ich das machen lassen.

Musik

Sprecher Titelanzeige:

„Künstliche „Mini-Organ“ – Vom Zellhaufen zum Herzpflaster“. Von Daniela Remus.

Sprecherin:

Zelluläre Gebilde, die im Labor hergestellt werden. Klein, dreidimensional, weit entfernt, ein echtes Organ zu sein. Sie sind die Hoffnung vieler Patienten wie Frank Teege. Sie heißen „Organoide“ und sind ein vielversprechendes Forschungsgebiet. Fast täglich kommen aus der Organoid-Forschung neue Erkenntnisse und innovative Therapieansätze. Krankheitsursachen lassen sich damit rekonstruieren, Organentwicklungen nachvollziehen und auch regenerative Gewebe entwickeln. So wie beispielsweise die Herzpflaster, die in Göttingen und Lübeck in einer ersten klinischen Studie am Menschen getestet werden.

O-Ton 03 Dr. Christina Paitazoglou, Kardiologin, Lübeck:

Das Herzpflaster wird auf einen Bereich des Herzens genäht, der nicht richtig pumpt, dieser Bereich soll dann unterstützt und auch gestärkt werden.

Sprecherin:

Die Kardiologin Dr. Christina Paitazoglou vom Universitären Herzzentrum in Lübeck betreut Frank Teege, seit er sich bei der Herzambulanz des Klinikums vorgestellt hat. Nach mehreren Herzinfarkten war sein Herz immer schwächer geworden, die Medikamente wirkten nur noch begrenzt. „Herzinsuffizienz“ ist der medizinische Begriff für diese schwere Erkrankung:

O-Ton 04 Christina Paitazoglou:

(Dann hat er uns gefragt, es war 2022, als er das Herzpflaster bekommen hat, da kannte ich ihn schon zwei Jahre,) da hat er mich gefragt, gibt's nicht weitere, neue Medikamente? Und dann kam die Option mit dem Herzpflaster und dann hab ich ihm davon erzählt. Und er ist ein sehr risikobereiter Mensch und hatte eine genaue Vorstellung vom Leben, was er will und was er nicht will. Und dann ist er das Risiko nach einer ausführlichen Aufklärung dann tatsächlich eingegangen.

Sprecherin:

Noch heute ist zu hören, wie der Mut von Frank Teege die Kardiologin beeindruckt hat. Denn 2022 war nicht klar, wie erfolgreich diese Operation sein würde: Der Patient, damals Mitte sechzig, hat in seinem Leben als Kapitän, Schauspieler und Pilot gearbeitet, viele Jahre im Ausland gelebt. Sich in neue Lebenssituationen zu wagen, ist ihm nicht fremd. Vielleicht auch deshalb war er bereit, der erste Patient einer weltweit einmaligen Studie zu sein, bei der 800 Millionen künstliche Herzmuskelzellen, als Herzpflaster, ein krankes Herz stabilisieren sollen. Im Rahmen der sogenannten Bio-Vat-Studie, die seit 2022 in Lübeck und Göttingen läuft. Das Ziel: Möglichst vielen der rund 200.000 Menschen, die in Deutschland an einer schweren Herzschwäche leiden, eine alternative Therapie anzubieten. (1)

O-Ton 05a Prof. Wolfram Zimmermann, Mediziner, Göttingen:

Aktuell stellen wir Dosierungen her, von denen wir annehmen, dass diese Dosierungen unseren Patienten helfen können.

Sprecherin:

Prof. Wolfram-Hubertus Zimmermann, Direktor des Instituts für Pharmakologie und Toxikologie am Uniklinikum in Göttingen, hat diesen regenerativen Therapieansatz entwickelt:

O-Ton 05b Wolfram Zimmermann:

Unsere Patienten sind Patienten mit großen Herzmuskelschädigungen, typischerweise nach einem Herzinfarkt und die Schädigung betreffen in etwa ein Viertel des Herzens. Und dementsprechend bauen wir unsere Herzgewebe in einer Form, dass sie in der Lage sind, diesen Defekt auszugleichen.

Sprecherin:

Das Besondere am Herzpflaster: Es besteht aus Zellen, die im Labor gezüchtet werden, und zwar aus bestimmten Stammzellen, kurz iPS-Zellen, die natürlicherweise nicht im menschlichen Körper vorkommen. Sie entstehen über einen gentechnischen Trick, den der japanische Forscher Shin'ya Yamanaka 2006 entdeckt hat: Eine herkömmliche Körperzelle, ob aus Blut oder Haut, wird dabei im Labor umprogrammiert, so dass sie über die Eigenschaften einer embryonalen Stammzelle verfügt. (Für diese Forschung bekam Yamanaka 2012 den Nobelpreis.) Weil es in vielen Ländern ethisch umstritten oder wie in Deutschland sogar verboten ist, mit embryonalen Stammzellen zu arbeiten, ermöglichen die iPS-Zellen Forschungsansätze, die vorher nicht denkbar waren, so wie beispielsweise das Herstellen von Organoiden. Diese organähnlichen drei-D-Gewebestrukturen werden seither in der Grundlagenforschung, in der Medikamentenentwicklung und in der

regenerativen Medizin verwendet. (Beispielsweise, um mit künstlichen Herzmuskelzellen schwerkranke Herzen wieder funktionstüchtiger zu machen.)

Atmo 01 (im Labor) darüber

Sprecherin:

Im Hauptgebäude des Uniklinikums Göttingen, im vierten Stock, gleich neben dem Büro von Wolfram-Hubertus Zimmermann, reiht sich Labor an Labor. Hier werden die künstlichen Herzmuskelzellen gezüchtet. (In die Reinraumlabor, in denen die Herzpflaster für die Patienten entstehen, kommen Außenstehende aus Sicherheitsgründen nicht hinein.)

O-Ton 06 Dr. Malte Tiburcy, Stammzellforscher, Göttingen:

Das, was ich zeigen kann, ist halt im Labor, wo ja auch die ganze Entwicklung eigentlich stattgefunden hat...

Sprecherin:

Der Stammzellforscher Dr. Malte Tiburcy arbeitet an der Produktion der Herzgewebe mit. (Aber auch für die Forschungslabor gelten Sicherheitsregeln. Sie sind allerdings längst nicht so streng, wie die für die Reinraumlabor.)

Atmo 02 (im Laborvorraum) liegt unter der gesamten Passage

(Sprecherin:

Die Reporterin von „Das Wissen“ muss sich einen Kittel anziehen, Plastiküberzieher für die Schuhe, Handschuhe, eine Haube für die Haare und los geht's.)

O-Ton 07 Malte Tiburcy:

Was man natürlich braucht, um diese Herzpflaster herzustellen, sind einfach sehr viele Zellen, wir wollen im Grunde dem Patienten mindestens mal 800 Millionen Zellen implantieren und die müssen hergestellt werden. Und ein Weg ist über diese Bioreaktoren, das ist das, was man hier sieht.

Sprecherin:

Neben Kühlschränken, Mikroskopen, Zentrifugen und Regalen, in denen sich Reagenzgläser, Petrischalen und andere Gefäße stapeln, steht ein kleiner Bioreaktor. Darin wird eine bräunlich-rote Flüssigkeit langsam hin und herbewegt. Das erinnert an das Herstellen eines Smoothies in einem Standmixer, nur ist die Bewegung des Bioreaktors deutlich langsamer.

O-Ton 08 Malte Tiburcy:

Hier ist die Nährlösung, in dieser Nährlösung schwimmen die Zellen herum, vermehren sich und werden dann auch differenziert, also aus einer Stammzelle werden die Herzmuskelzellen gemacht oder die Bindegewebszellen und dann kann man sie draus ernten und für die Herzpflasterherstellung nutzen.

Sprecherin:

Etwa ein halber Liter Nährflüssigkeit passt in diesen Bioreaktor. Das reicht, um Herzmuskelzellen für einen Patienten herzustellen. Danach müssen die Zellen auf sogenannten 96-Well-Platten heranwachsen. Bereits nach rund einer Woche beginnen sich die Zellen hier im Göttinger Labor wie Herzmuskelzellen zu verhalten: Sie ziehen sich rhythmisch zusammen, sie kontrahieren, so wie es der lebendige Herzmuskel macht. (Ein Doktorand zeigt das unter dem Mikroskop:

O-Ton 09 Student, Göttingen:

Sie können auch jetzt schauen... ich such mal eine, die sich bewegt. Können Sie den sehen, in der Mitte, Mitte links? ...die sind noch jung, noch nicht so kräftig, die schlagen jetzt spontan...)

Sprecherin:

Damit die Zellen auch tatsächlich als Herzpflaster taugen, müssen sie viele Qualitätskriterien erfüllen: Sie müssen genetisch stabil sein, ohne Verunreinigungen, und die Kontraktionen müssen gleichmäßig und konstant stattfinden. Verlaufen alle diese Schritte ideal, fügen die Forscher den Herzmuskelzellen künstlich hergestellte Bindegewebszellen zu. Erst damit werden sie zu einem zusammenhängenden Gewebe, sagt Malte Tiburcy:

O-Ton 10 Malte Tiburcy:

Wir gießen sie in eine bestimmte Form, in dieser Form kriegen sie Nährstoffe usw., damit sie die nächsten vier Wochen dann tatsächlich sich zu so einem Gewebe ausbilden. Dann nehmen wir sie raus aus diesen Formen in vier Wochen und schicken sie entweder nach Lübeck oder hier unten in den OP, um sie dann zu implantieren.

Atmo aus / Musik**Sprecherin:**

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die weltweit Organoide entwickeln und erforschen, verfolgen unterschiedliche Ziele. Die *Herzpflaster*-Forschenden gewinnen Herzmuskelzellen aus den iPS-Zellen, um sie als regeneratives Gewebe therapeutisch zu nutzen. Der Molekularbiologe Dr. Sasha Mendjan dagegen arbeitet zwar auch am Herzen, aber nicht an einer konkreten Therapie. Er möchte das komplexe Organ vor allem *besser verstehen*, als es bisher der Fall ist. Deshalb entwickelt der Wissenschaftler vom Institut für Molekulare Biotechnologie, IMBA, in Wien, Herz-Organoid für die Grundlagenforschung. Sein Ziel: ein möglichst vollständiges Modell des menschlichen Herzens im Mini-Format herzustellen:

O-Ton 11 Dr. Sasha Mendjan, Stammzellforscher, Wien:

Wir fangen von diesen iPS-Zellen an, wir geben diesen Zellen Signale, damit die Zellen wissen, was sie zu tun haben. Und dann organisieren sich diese Zellen selber in Herzzellen, in eine Kammer oder zwei Kammern, genauso wie wir es haben wollen. Das heißt, wir versuchen diesen Prozess zu manipulieren, genauso in der Art, wie es auch in der Entwicklung passiert.

Sprecherin:

Sasha Mendjan ist es in den vergangenen Jahren gelungen, Wirkstoffe zu entwickeln, mit denen sich die iPS-Zellen tatsächlich zu verschiedenen Herzzelltypen ausdifferenzieren. (2)

O-Ton 12 Sasha Mendjan:

Das adulte Herz, da hat man ungefähr 30 verschiedene Zelltypen und das Komplexeste, was wir hinbekommen, das sind, würde ich mal sagen, so sechs, sieben, acht Zelltypen. Das heißt, wir sind schon einen Weg gegangen, ein Drittel sagen wir mal, aber da ist noch ein Weg hin.

Sprecherin:

Mit einem Modell des menschlichen Herzens aus humanen Zellen könnten Wissenschaftler experimentieren und forschen, ohne das Leben eines Patienten zu riskieren. Dass es dieses Modell noch nicht gibt, ist nach Überzeugung des Wiener Stammzellforschers die Ursache dafür, warum bis heute viele Herzerkrankungen nur symptomatisch behandelt, aber nicht geheilt werden können. Wenn es ihm gelingen würde, ein funktionsfähiges dreidimensionales Mini-Herz zu entwickeln, könnte sich das ändern, hofft er.

O-Ton 13 Sasha Mendjan:

Alle wichtigsten Teile des Herzens haben wir jetzt schon in diesem Modell repräsentiert. Die rechte Kammer, die linke Kammer, die Vorkammer usw. Aber alles natürlich noch in einem sehr frühen Stadium.

Sprecherin:

„Alles noch in einem sehr frühen Stadium“, damit meint Mendjan, dass diese Mini-Herz-Modelle, die mit dem bloßen Auge kaum zu erkennen sind, einem sehr jungen Herzen entsprechen. Also einem Herzen, wie es sich im Mutterleib während der Embryonalphase entwickelt.

O-Ton 14 Sasha Mendjan:

Herzdefekte, das kann man schon sehr gut abbilden. Bei ungefähr zwei Prozent der Babys, die geboren werden, sind die da, das ist schon sehr viel. Und die kann man jetzt abbilden mit den Modellen, die wir haben, weil diese Herzdefekte passieren immer sehr früh schon, also in diesem Stadium, was wir uns gerade anschauen.

Sprecherin:

Zu diesen frühkindlichen Herzdefekten, die Sasha Mendjan jetzt in ihrer Entstehung untersuchen kann, gehören beispielsweise Löcher in den Wänden zwischen den Herzkammern oder Probleme beim Öffnen und Schließen der Herzklappen.

O-Ton 15 Sasha Mendjan:

Wir können dann sehen, welche Gene da eigentlich missreguliert sind und auch welche Zelltypen z.B. fehlen? Oder sich nicht gut genug ausbilden, oder sich zu gut ausbilden oder zu früh ausbilden usw. Es gibt viele Modalitäten, die da möglich sind, was eigentlich falsch laufen kann. Und dadurch, dass wir das dann wissen, ganz genau, kann man sich auch fragen, okay, jetzt können wir da was machen, was die

Diagnostik angeht zum Beispiel oder können wir das verhindern? Weil, die meisten von diesen Defekten sind ja nicht vererbbar, die entstehen ja neu, und wir wissen ja gar nicht, woher das kommt. Es können Toxine sein, es kann unsere Umgebung sein, also das können viele Sachen sein, die wir jetzt auch testen können.

Sprecherin:

Und das tut der Forscher mit seinem Wiener Team bereits. Beispielsweise haben sie die Tauglichkeit ihrer Herz-Organoiden mit Thalidomid getestet. Das ist der Wirkstoff, der in den 1950er-Jahren unter dem Handelsnamen Contergan als Beruhigungs- und Schlafmittel verkauft worden ist. Viele Kinder von Frauen, die ihn in der Frühschwangerschaft eingenommen haben, kamen mit schwerwiegenden Fehlbildungen zur Welt. Auch am Herzen:

O-Ton 16 Sasha Mendjan:

Und man hat dann gesehen, dass dieses Thalidomid, das bei diesem Contergan eigentlich das Molekül ist, das diesen Effekt hervorruft, das hat auch bei unseren Modellen einen Effekt ausgelöst, genau da, wo man es eigentlich erwarten würde.

Sprecherin:

Das Beispiel mit dem Thalidomid zeigt, dass Sasha Mendjan mit seiner Organoid-Forschung auf einem vielversprechenden Weg zu sein scheint. Es zeigt zweitens, warum die wissenschaftliche Community von der Organoid-Forschung so begeistert ist: Sie eröffnet neue Ansätze, um Krankheitsursachen, Arzneimittelwirkungen oder Therapiemöglichkeiten zu erforschen. Und drittens zeigt das Beispiel mit der Herzschiädigung durch Thalidomid: Wie begrenzt Tierversuche mit Mäusen sein können. Denn das Thalidomid schädigt die Herzen der Mäuse *nicht*, aber das Herz-Organoid aus umprogrammierten menschlichen Zellen sehr *wohl*. Maus und Mensch sind nicht immer vergleichbar. Trotzdem galten Tierversuche jahrzehntelang als geeignet, um Arzneimittel zu testen oder Krankheitsverläufe zu untersuchen. Bereits jetzt und in Zukunft können Organoiden an ihre Stelle treten und weitaus zuverlässigere Erkenntnisse liefern.

Musik

O-Ton 17 Prof. Sina Bartfeld, Biologin, TU Berlin:

Das war einfach ein riesiger Durchbruch auf ganz vielen Ebenen.

Sprecherin:

Die Biologin Prof. Sina Bartfeld hat gemeinsam mit ihrem Team Mini-Mägen und Mini-Därme aus menschlichen Zellen entwickelt. (3) Auch für sie war die begrenzte Aussagekraft von Tierversuchen ein Antrieb, an Organoiden zu arbeiten. Die Wissenschaftlerin ist eine Koryphäe auf ihrem Gebiet, sie leitet das Institut für medizinische Biotechnologie der TU in Berlin und ist im Vorstand der Deutschen Stammzellgesellschaft, German Stem Cell Network.

O-Ton 18 Sina Bartfeld:

Ich fand am Anfang diesen *Helicobacter pylori* besonders interessant, und dessen Krankheit ist eben nicht ganz eins zu eins repliziert in Mäusen, die Krankheitsentwicklungen sehen dort ein bisschen anders aus, schon recht deutlich anders.

Sprecherin:

Das Bakterium *Helicobacter pylori* ist für die meisten der menschlichen Magengeschwüre und Magentumore verantwortlich. Aber Mäuse macht es nicht krank. Deshalb helfen Tierversuche wenig bis gar nicht, um zu verstehen, wie diese Krankheiten im Menschen entstehen.

O-Ton 19 Sina Bartfeld:

Ich wollte dann eben neue Modelle entwickeln, mit denen man eben menschliche Pathogene analysieren kann. Was sind menschliche Pathogene? Das sind Pathogene, die im Menschen eine andere Krankheit machen oder vielleicht nur im Menschen eine Krankheit machen als in Tiermodellen.

Sprecherin:

Für ihre Mini-Mägen und Mini-Därme nutzt Bartfeld nicht – wie Sasha Mendjan oder die Herzpflaster-Forschenden – iPS-Zellen, sondern adulte Stammzellen. Denn Organoide können aus zwei Arten von Stammzellen hergestellt werden: Aus den sogenannten iPS-Zellen und aus adulten Stammzellen. Das sind die Stammzellen, die in jedem erwachsenen, also adulten, Menschen vorhanden sind und die während der gesamten Lebenszeit alle Gewebe erneuern: Blutstammzellen erneuern das Blut, Magenstammzellen den Magen, Hautstammzellen die Haut und Knochenstammzellen die Knochen. 2009 ist es zum ersten Mal gelungen, diese adulten Stammzellen aus dem Gewebe zu isolieren und für die Forschung einzusetzen. Sina Bartfeld hat sich für die adulten Stammzellen entschieden, weil sie Organoide aus den Zellen von Patientinnen und Patienten herstellen möchte.

O-Ton 20 Sina Bartfeld:

Eine andere Stärke der Organoide ist eben auch, dass man sie von jedem Patienten herstellen kann, mit relativ geringem Aufwand. Und dass man deswegen auch hier sehr gut in patientenspezifische Medizin gehen kann.

Sprecherin:

„Personalisierte Medizin“ heißt dieses Vorgehen. Dahinter steht die Idee, nicht mehr alle Patienten mit der gleichen Erkrankung mit derselben Therapie zu behandeln, sondern individuell. Dieser Ansatz kommt aus der Onkologie. Dort hat sich gezeigt, dass die als Krebs bezeichnete Erkrankung lediglich der Oberbegriff für mindestens 300 verschiedene Krankheiten sein kann. Und sogar innerhalb eines Tumors sind seit kurzem genetische Unterschiede bekannt. Deshalb erhalten Krebspatienten heutzutage, wenn möglich, eine personalisierte Therapie. Diesen Gedanken greift die Stammzellforscherin Sina Bartfeld mit ihrer Organoid-Forschung auf.

O-Ton 21 Sina Bartfeld:

Wir haben auch Organoide von Krebspatienten, da ist das Interessante, wir haben von den Krebspatienten sowohl aus dem Krebs die Zellen bekommen, also Krebs-

Organoide wachsen lassen, und gleichzeitig vom gesunden Gewebe. Also vom gleichen Patienten haben wir gesunde Organoiden und Krebs-Organoiden.

Sprecherin:

Mit diesen unterschiedlichen Organoiden kann sie testen, welche Therapie bei welchem Menschen wirkt. Dafür arbeitet die Berliner Biologin mit einer Biotechnologie-Firma zusammen. Die hat sogenannte 3-D-Mikrofluidik-Biochips entwickelt, auf denen mehrere Organoiden miteinander zu einem System verbunden sind. Organ-on-a-chip werden die Chips genannt. Die Idee dahinter: Die Wirkung von Medikamenten auf mehrere Organe zu testen, ohne dafür Tierversuche durchführen zu müssen. Noch steht diese Forschung am Anfang, aber schon in wenigen Jahren, hofft Sina Bartfeld, werden damit die Krankheiten im Magen und Darm, die durch *Helicobacter pylori* entstehen, besser therapiert oder sogar geheilt werden können.

Musik

Sprecherin:

In den letzten Jahren hat sich in der medizinischen Forschung ein Paradigmenwechsel vollzogen: Durch neue Technologien, Sequenziermethoden und Analyseverfahren hat sich auf vielen Ebenen gezeigt, dass Tierversuche längst nicht so aussagekräftig sind, wie jahrzehntelang gedacht. Diese Erkenntnis gilt nicht nur für viele Infektionskrankheiten, sondern auch für andere Organerkrankungen.

O-Ton 22 Prof. Jürgen Knoblich, Molekularbiologe, Wien:

Und es stellt sich auch immer wieder heraus, dass es bei der Entwicklung des menschlichen Gehirns Vorgänge gibt, die es so bei der Maus nicht gibt.

Sprecherin:

Erklärt der Molekularbiologe Prof. Jürgen Knoblich. Er forscht an der Universität Wien und am Institut für Molekulare Biotechnologie in Wien. Sein Erkenntnisinteresse richtet sich auf das menschliche Gehirn. (4) Aber am lebenden Menschen lässt sich das nur begrenzt untersuchen, nämlich von außen mit Gehirnschichten oder Hirnstrommessungen. Seit 2013 gibt es dazu eine Alternative. Damals ist es Jürgen Knoblich gemeinsam mit seiner Doktorandin Madeline A. Lancaster gelungen, weltweit das erste menschliche Hirn-Organoid in einer Petrischale zu züchten. (5) (Ein Erfolg, der es damals sogar auf die Liste der einflussreichsten wissenschaftlichen Entdeckungen des Jahres 2013 brachte.)

O-Ton 23 Jürgen Knoblich:

Dann sind das halt so nichttransparente, trübe, weiße, Kügelchen von ungefähr 5mm Durchmesser, ungefähr wie eine Erbse, halt weiß und eigentlich ziemlich unscheinbar. Interessant werden sie, wenn man reinschaut, wenn man da Schnitte durchmacht und wenn man dann diese Schnitte anfärbt, dann sieht man, dass diese Zellen sich arrangiert haben auf eine Art und Weise, wenn man wirklich reinfokussiert, die genauso ist, wie bei einem menschlichen Gehirn von einem Embryo der etwa zwei bis drei Monate alt ist.

Sprecherin:

Die Hirn-Organoiden entwickelt Jürgen Knoblich mit seinem Team aus iPS-Zellen. Also aus den Stammzellen, die aus umprogrammierten Körperzellen gewonnen werden. Mithilfe dieser Hirn-Organoiden möchte er neurologische Krankheiten wie Parkinson und Epilepsie besser verstehen oder angeborene Fehlentwicklungen wie die Mikrozephalie. Er ist optimistisch, dass die Mini-Gehirne dafür geeignet sind – auch wenn er mit großem Nachdruck und beeindruckender Offenheit erzählt, was diese Organoiden alles nicht können und wie wenig sie mit einem echten menschlichen Gehirn gemeinsam haben: Weder verfügen sie beispielsweise über Blutgefäße noch über Immunzellen oder die Großhirnrinde.

O-Ton 24 Jürgen Knoblich:

Die Stärke von den Organoiden ist nicht unbedingt darin, das menschliche Gehirn, so wie es ist, zu verstehen, sondern den Unterschied, der auftritt zwischen einer gesunden und einer kranken Person. Und das geht überraschend gut, schockierend gut! Also wir haben jetzt eine Arbeit, die gerade im Review ist, wo wir mit einer bestimmten Art von Epilepsie vergleichende Experimente machen. Wir arbeiten zusammen mit einer Klinik, die operieren Epilepsie-Patienten. Da macht man wirklich die Schädeldecke auf und schneidet da ein Stück vom Gehirn raus, nämlich das Stück, was für die Epilepsie verantwortlich ist.

Sprecherin:

Damit die Operation erfolgreich ist, werden die elektrischen Gehirnaktivitäten der verschiedenen Hirnareale gemessen, miteinander verglichen und durch erfahrene Medizinerinnen und Mediziner auf empirischer Basis interpretiert.

O-Ton 25 Jürgen Knoblich:

Für diese ganz spezielle Art von Epilepsie, die wir uns anschauen, die heißt Tuberöse Sklerose, (das ist eine schreckliche Krankheit, wenn Kinder das haben, das ist wirklich nicht schön, und) wir haben jetzt entdeckt, dass die Zellen, die die Ursache sind... die gibt's bei der Maus nicht. Und die entstehen eben aus einer ganz bestimmten Region im sich entwickelnden menschlichen Gehirn.

Sprecherin:

Stammzellforscher Jürgen Knoblich konnte also durch Experimente mit den Hirn-Organoiden die Zellen identifizieren, die diese spezielle Epilepsie verursachen. Ein Meilensein für die Forschung und ein Beispiel für die Leistungsfähigkeit der Organoid-Forschung, betont er, hörbar begeistert:

O-Ton 26 Jürgen Knoblich:

Der Grund, warum ich auf diese Arbeit so stolz bin, ist, hier haben wir etwas gemacht, wo wir nicht auf die Zukunft verweisen müssen, wir haben das Kapitel Tuberöse Sklerose umgeschrieben, das muss jetzt in den Textbüchern, aus denen die Mediziner lernen, da muss man das jetzt ändern. Und aus diesem Zelltyp entstehen jetzt auch neue medikamentöse Behandlungen, das kann man jetzt wirklich machen!

Musik

Sprecherin:

Die Wissenschaftscommunity ist sich sicher: Je komplexer die Organoide in Zukunft werden, desto größer wird ihre Bedeutung. In den USA wird bereits daran gearbeitet, ganze Organe in Originalgröße aus menschlichen Zellen zu züchten und diese transplantationsfähig zu machen. Bisher gelingt das noch nicht, aber kleinere Schritte der regenerativen Medizin sind schon möglich. Beispielsweise die Herzpflaster-Studie, die in Göttingen und Lübeck läuft.

Atmo 03 (Schritte mit Ensminger zum OP, Sprechen)**Sprecherin:**

An einem Morgen kurz nach acht Uhr im Uniklinikum Lübeck. Prof. Stefan Ensminger, der Direktor des Universitären Herzzentrums, eilt zu den Operationssälen. Heute operiert er den 15. Patienten der Bio-Vat-Studie, der ein Herzpflaster bekommt.

Atmo 04 (im OP)**Sprecherin:**

Der OP-Saal ist groß und hell, der Patient liegt bereits in der Narkose. (Zehn bis 12 Menschen um ihn herum, alle routiniert und beschäftigt. Manche legen Instrumente bereit,) die Anästhesistin beobachtet die Messwerte, und Stefan Ensminger steht mit zwei weiteren Herzchirurgen beim Patienten.

Atmo 05: Ruhe im Saal, Ruhe, also Patientennamen... (liegt weiter unter Text)**Sprecherin:**

An einem anderen Tisch wird das künstliche Muskel-Gewebe, das in drei Monaten zu sogenannten Patches zusammengewachsen ist, aus kleinen Transportbehältern herausgenommen. Wolfram-Hubertus Zimmermann, der die Herzpflaster entwickelt hat, ist dabei. Prüfend sieht er die Patches an, während sie gewaschen und trockengetupft werden. Auf insgesamt 20 Patches sind die 800 Millionen Herzmuskelzellen verteilt. Jeder Patch ist ungefähr so groß wie eine 2-Euro-Münze, sieht milchig weiß aus, ein bisschen glibberig, so wie angespülte Quallen am Strand. Zehn Patches zusammengenäht ergeben ein Herzpflaster, das ist heute die Aufgabe eines Assistenzarztes aus dem Team. Aber das ist ganz offensichtlich sehr viel schwieriger als es klingt.

O-Ton 27 Assistenzarzt:

Das ist alles relativ fragil, weil es noch außerhalb des Körpers ist, relativ weich alles, relativ fein, also wenn man eine normale Wunde zunäht, dann kann man schon ein bisschen gröber zustechen, hier sollte man schon ein bisschen vorsichtiger noch sein...

Sprecherin:

Nach ungefähr eineinhalb Stunden sind die beiden Herzpflaster fertig, Stefan Ensminger nimmt sie vorsichtig entgegen. Während die Herzpflaster zusammengenäht wurden, hat der Herzchirurg das Herz des Patienten freigelegt.

Jetzt ist es gut zu sehen, und das gezüchtete Herzmuskelgewebe kann direkt auf den schlagenden Herzmuskel aufgenäht werden. Und zwar exakt auf die Stellen, die durch einen Herzinfarkt vernarbt sind und deshalb nicht mehr pumpen können:

Atmo 06: Hier kontrahiert es ein bisschen, sehen Sie, wie sich das bewegt? Und hier ist gar nichts, das ist alles Narbe, der zweite Patch kommt jetzt von hier da runter und drauf...

Sprecherin:

Nach ungefähr drei Stunden ist es geschafft. Der Patient, ein Mann Ende 60, hat die OP gut überstanden. Wie erfolgreich der Eingriff bei ihm sein wird, lässt sich jetzt noch nicht sagen. Denn das Gewebe muss anwachsen, darf nicht vom Körper abgestoßen werden und muss von den Blutgefäßen des Herzens durchzogen werden. Das kann drei bis 12 Monate dauern. Noch ist das Herzpflaster keine zugelassene Therapie, sondern eine Proof-of-Concept-Studie. Die Zwischenergebnisse sind vielversprechend, aber bis zur Zulassung wird es dauern, weil die Anzahl der Patienten bisher zu gering ist. Wissenschaftlich ausgewertet wird die Studie im ersten Halbjahr 2025, sagt der Herzchirurg Stefan Ensminger:

O-Ton 28 Stefan Ensminger:

Was diese Studie bis jetzt gezeigt hat, ist, dass das Konzept, dass man kontrahierendes oder aus induzierten pluripotenten Stammzellen produziertes Herzmuskelgewebe, auf eine Narbe aufbringt und das zu einer Stabilisierung und Verbesserung geführt hat. Ich denk, das kann man sagen, und alles weitere wird man sehen.

Sprecherin:

Aber, um keine falschen Hoffnungen zu wecken, nicht jede und jeder mit einer schweren Herzschwäche wird von dem Herzpflaster profitieren. Die Studienteilnehmer werden nach strengen Kriterien ausgewählt, weil andere Vorerkrankungen wie beispielsweise eine Nierenschwäche den möglichen Erfolg dieser Operation gefährden können.

Musik

Sprecherin:

Bisher gibt es nur wenige Beispiele dafür, dass die Organoid-Forschung zu so konkreten und greifbaren Ergebnissen führt wie bei den Herzpflastern. Dennoch arbeiten Forschende weltweit daran, mit Stammzellen Gewebe für beschädigte Organe zu entwickeln, beispielsweise für den Darm oder eine Netzhaut für das Auge. Und auch aus der Grundlagenforschung und Arzneimittelentwicklung sind die drei-D-Organ-Modelle aus Stammzellen nicht mehr wegzudenken. Zwar arbeiten Forscherinnen und Forscher erst seit 2009 mit ihnen, aber schon in dieser kurzen Zeit haben sie wegweisend zeigen können, welches Potential die „Mini-Organ“ haben. Ob in der neurologischen Forschung mit Hirn-Organoiden, bei der Ursachensuche von Magentumoren oder bei der Entdeckung von frühkindlichen Herzfehlern. Und ziemlich wahrscheinlich ist, dass diese Erkenntnisse erst der Anfang sind.

Abspann über Jingle Das Wissen mit Musikbett:

„Künstliche „Mini-Organ“ – Vom Zellhaufen zum Herzpflaster“. Von Daniela Remus. Sprecherin: Antonia Mohr. Redaktion: Sonja Striegl. Regie: Nicole Paulsen. Ein Beitrag aus dem Jahr 2025.

* * * * *

Links zu Quellen:

Herzpflaster Studie:

<https://biovat.dzhk.de>

Ausgewählte Studien von Sasha Mendjan/IMBA Mendjan Lab:

– Schmidt, C., Deyett, A., Ilmer, T (...) Hofbauer, P., Mendjan, S. (2023). Multi-chamber cardioids unravel human heart development and cardiac defects. Cell. 186(25):5587-5605.e27

– Geyer, SH., Ceci Ginistrelli, L., Ilmer, T (...) Mendjan, S., Weninger, WJ. (2024). Three-dimensional structural and metric characterisation of cardioids. Front Cell Dev Biol. 12:1426043

Ausgewählte Studien von Sina Bartfeld/TU Berlin, Bartfeld Lab:

– <https://academic.oup.com/cei/article/218/1/16/7584595?login=false>

– <https://www.nature.com/articles/s41467-022-33165-4>

Ausgewählte Studien von Jürgen Knoblich/IMBA Knoblich Lab:

– Li, C., Fleck, JS., Martins-Costa, C (...) Treutlein, B., Knoblich, JA. (2023). Single-cell brain organoid screening identifies developmental defects in autism. Nature. 621(7978):373-380

– Martins-Costa, C., Wiegers, A., Pham, VA (...) Corsini, NS., Knoblich, JA. (2024). ARID1B controls transcriptional programs of axon projection in an organoid model of the human corpus callosum. Cell Stem Cell. 31(6):866-885.e14

Erste Gehirn-Organoid Veröffentlichung:

– Lancaster, MA., Renner, M., Martin, CA (...) Jackson, AP., Knoblich, JA. (2013). Cerebral organoids model human brain development and microcephaly. Nature. 501(7467):373-9