

Das Wissen

## **Embryonenforschung – Fortpflanzung ohne Ei- und Samenzelle**

Von Daniela Remus

Sendung vom: Freitag, 9. Mai 2025, 08.30 Uhr

Redaktion: Sonja Striegl

Regie: Autorenproduktion

Produktion: SWR 2025

**Warum brechen so viele Schwangerschaften in einem frühen Stadium ab? Das wollen Forscher\*innen herausfinden, indem sie künstliche Embryoide schaffen und die Vorgänge in der Gebärmutter simulieren.**

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*

### **Autorin:**

Hoffen, warten, voller Vorfreude sein und dann: eine Fehlgeburt! In den ersten Wochen der Schwangerschaft. Das ist nicht selten, sondern passiert häufig. Nach Schätzungen brechen rund drei Viertel aller Schwangerschaften in den ersten Tagen und Wochen nach der Befruchtung ab. Aber warum? Und auch die Reproduktionsmedizin hilft nicht immer, um doch noch schwanger zu werden. Nur bei einer von fünf Frauen ist sie erfolgreich. Forscherinnen und Mediziner arbeiten daher an neuen Methoden. Dazu müssen sie genauer verstehen, wie sich Embryonen entwickeln. Und geraten an ethische Grenzen.

*Musik*

### **Sprecher Ansage:**

„Embryonenforschung - Fortpflanzung ohne Ei- und Samenzelle“. Von Daniela Remus.

*Musik*

### **Autorin:**

Der Beginn einer Schwangerschaft ist für die Forschung ein Rätsel. Was mit dem Embryo nach der Befruchtung in Eileiter und Gebärmutter genau passiert, ist unklar:

### **O-Ton 01 Prof. Udo Markert, Reproduktionsmediziner, Uniklinikum Jena:**

Beim Menschen hat man natürlich das Problem, dass man in den Zeitraum nicht reingucken kann, man sieht das nicht einfach! Und da gibt es keine vernünftige Methode, um da zuzugucken, was da passiert oder Proben zu entnehmen, man kann nichts machen, ohne wirklich der Frau zu schaden und den Embryo an der Stelle zu verlieren, aber wer möchte das? Das kann man nicht machen.

### **Autorin:**

Die frühe Schwangerschaft ist eine Art Blackbox, erklärt Prof. Udo Markert, Reproduktionsmediziner in Jena. Das soll sich ändern. Stammzellforscher wollen die Geheimnisse der frühen Schwangerschaft in den ersten Wochen entschlüsseln: mit der sogenannten Embryoid-Forschung.

*Musik*

### **Autorin:**

Embryoide sind keine Embryonen, sondern künstlich hergestellte dreidimensionale Zellkomplexe, die den echten Embryonen in vielem ähneln. Aber sie entstehen nicht im mütterlichen Körper, sondern durch Kultivierung im Labor. Einer, der auf diesem noch sehr jungen Forschungsfeld arbeitet, ist der in Frankreich geborene Stammzellforscher Nicolas Rivron.

**O-Ton 02 Dr. Nicolas Rivron, Stammzellforscher, Institut für Molekulare Biotechnologie, Wien:**

We want to solve... any embryos.

**Sprecher 1 Overvoice:**

Wir wollen diese medizinischen Probleme lösen. Aber um das hinzukriegen, können wir ja nicht mit menschlichen Embryonen arbeiten, wir haben da ganz viele Begrenzungen, technische Begrenzungen, aber auch ethische Grenzen. Also wollen wir wissenschaftliche und ethisch akzeptable Alternativen finden, als Ersatz für menschliche Embryonen. Und deshalb haben wir diese embryoähnlichen Modelle entwickelt, aus Stammzellen. Die können wir in großen Mengen herstellen, ohne echte Embryonen damit zu gefährden oder zu töten.

**Autorin:**

Am Institut für Molekulare Biotechnologie in Wien ist es Nicolas Rivron gemeinsam mit seinem Team gelungen, wesentliche Erkenntnisse über die ersten Tage der Entstehung von Embryonen zusammenzutragen. Er hat es geschafft, Stammzellen im Labor so umzuprogrammieren, dass sich aus ihnen embryoähnliche dreidimensionale Gewebe entwickelt haben. Diese weisen so viele Ähnlichkeiten mit echten Embryonen auf, dass sie als Embryo-Modell oder Embryoid bezeichnet werden.

**O-Ton 03 Nicolas Rivron:**

Using those models ...within the womb.

**Sprecher 1 Overvoice:**

Und weil wir diese Modelle benutzen, haben wir die einzigartige Möglichkeit, zum ersten Mal wirklich zu verstehen, wie die Gene, die einzelnen Moleküle und die Zellen, wie die sich alle entwickeln und verhalten, wenn der Embryo sich in die Gebärmutter einnistet und beginnt, sich dort zu entwickeln.

**Autorin:**

2018 hat Nicolas Rivron ein solches Embryo-Modell mit Mauszellen hergestellt, 2021 auch mit menschlichen Zellen. (3) Besonders an diesen Embryomodellen ist, dass sie ohne Ei- und Samenzellen entstehen: im Labor, in einer Petrischale, mit Nährflüssigkeiten, den richtigen Temperaturen und einigen anderen Zutaten, alles mittlerweile als Patent angemeldet. Um die humanen Embryomodelle mit eigenen Augen zu sehen und die Forschung damit zu verstehen, hat Nicolas Rivron die Reporterin von Das Wissen eingeladen, sich die Arbeit im Labor erklären zu lassen.

**Atmo 01 (Labor): Hello, nice to meet you...Hello...**

**Autorin:**

In den hellen Räumen mit hohen Fenstern arbeiten ungefähr zehn junge Forschende. Sie stehen an Zentrifugen, sitzen vor Rechnern, oder, mit Schutzbrille ausgerüstet und Pipette in der Hand, an ihren Arbeitsbänken mit Absaugvorrichtung. Drumherum: Hohe Kühlschränke, Regale mit Behältnissen in verschiedensten Größen, im Hintergrund leise Gespräche, ein leichtes Brummen der Lüftung. Ein

Doktorand von Nicolas Rivron holt eine Zellkulturplatte aus einem Inkubator und legt sie begeistert unter ein Mikroskop.

***Atmo 03 (Labor): Yes here...***

**Autorin:**

Zu sehen sind: Kleine mehr oder weniger runde Einheiten, ballähnlich und durchsichtig, jeweils im Inneren mit vielen schwarzen Pünktchen. Was ist das genau?

**O-Ton 04 (im Labor/Mitarbeiter):**

And can you explain me, what I have seen?...cells.

**Sprecher 2 Overvoice:**

Das sind ganz frühe Strukturen, die sehen aus wie menschliche Blastozysten, also wie ein sehr, sehr früher Embryo, aber sie tun nur so, als seien sie natürliche Blastozysten.

***Atmo 01: (Labor) weg***

**Autorin:**

Blastozysten: So heißen die Embryonen in der ersten Zeit nach der Befruchtung von Ei- und Samenzelle, vor der Einnistung in die Gebärmutter. Ein Stadium, das ungefähr fünf bis sieben Tage andauert. Aber diese dreidimensionalen Zellhaufen, hier unter dem Mikroskop auf der Zellkulturplatte im Labor, sind keine natürlich entstandenen Blastozysten.

**O-Ton 05 Nicolas Rivron:**

Because it was ... inside the uterus.

**Sprecher 1 Overvoice:**

Weil sie den echten Blastozysten so ähneln, nennen wir sie Blastoide. Sie repräsentieren diese frühe Phase, in der diese frühen Embryonen noch in der Gebärmutter herumschwimmen.

**Autorin:**

Sie sind aus Stammzellen entstanden, die natürlicherweise nicht im menschlichen Körper vorkommen. Und das geht so: Die Forschenden programmieren dafür eine X-beliebige Körperzelle im Labor so um, dass sie über die Eigenschaften einer embryonalen Stammzelle verfügt. Diese künstlich hergestellten Stammzellen heißen induzierte pluripotente Stammzellen, kurz iPS. Aus ihnen können sich theoretisch alle Gewebe und Organe des menschlichen Körpers entwickeln. Und eben auch embryoähnliche Strukturen, erklärt Nicolas Rivron.

**O-Ton 06 Nicolas Rivron:**

So now we can stimulate ... uterus.

**Sprecher 1 Overvoice:**

Jetzt können wir diese Zellen so stimulieren, dass sie sich spontan von ganz allein zu einer Struktur organisieren, die ähnlich ist wie ein sehr früher, echter Embryo. Das entspricht den ersten 100 Zellen, der Embryo ist in dieser Entwicklungsphase nicht größer als ein menschliches Haar, und in der Natur hat er sich noch nicht in die Gebärmutter eingenistet.

**Autorin:**

Es gibt weltweit nur zwei weitere Teams, die mit menschlichen Embryomodellen arbeiten und die Selbstorganisation der Zellen für ihre Forschung nutzen. Das ist das Team von Magdalena Zernicka-Goetz, die in Großbritannien und den USA arbeitet, und das Team von Jacob Hanna, der am Weizmann Institut in Israel forscht. Diese beiden Forschergruppen haben mit verschiedenen Methoden, unabhängig voneinander, Embryoide entwickelt, die einen menschlichen Embryo an Tag 14 seiner Entwicklung repräsentieren.

**O-Ton 07 Dr. Jacob Hanna, Molekulargenetiker, Weizmann Institut, Rehovot, Israel:**

When we call... what we have.

**Sprecher 3 Overvoice:**

Auch auch wenn wir sie embryoähnliche Modelle nennen, und sie sich auch wirklich noch stark von den echten Embryonen unterscheiden, sind sie doch trotzdem so strukturiert, dass es sinnvoll ist, an ihnen zu forschen. Wir können so viel damit lernen, auch wenn wir nicht wissen, ob sie den echten Embryonen entsprechen. Aber so ist es eben, wir müssen mit den Begrenzungen leben, die wir haben.

**Autorin:**

Seit der Veröffentlichung dieser Experimente im Sommer 2023 (4) arbeitet der Molekulargenetiker Dr. Jacob Hanna vor allem daran, die Leistungsfähigkeit seiner Methode zu verbessern. Er möchte in Zukunft einerseits größere Mengen dieser embryoähnlichen Modelle herstellen und andererseits damit den nächsten Abschnitt der menschlichen Entwicklung im Labor nachbilden.

Er möchte seine Modelle so weiterentwickeln, dass sie auch Auskunft geben können über Entwicklungsstörungen und die genauen Abläufe der Organentwicklung. Dafür müssten sie aber deutlich länger als bisher in der Petrischale überleben können.

**O-Ton 08 Jacob Hanna:**

Day 75 in Humans, is a good limit... cognition and sense of pain.

**Sprecher 3 Overvoice:**

Tag 75 ist eine gute Grenze, um die Entwicklung der Embryoide mit humanen Stammzellen zu begrenzen. Denn wenn wir davon ausgehen, dass sie bis dahin wirklich nahezu identisch sind mit echten Embryonen, also denken wir das Ganze mal größtmöglich, dann ist bis dahin, also bis Tag 75 kein Bewusstsein, kein Schmerzempfinden vorhanden.

**Autorin:**

Ethisch sei das für ihn kein Problem, sagt er entschieden. Auch wenn er einräumt, dass das in vielen Ländern, beispielsweise in Deutschland, sehr kontrovers diskutiert wird. Für ihn aber seien Embryonen und embryoähnliche Modelle nicht generell schützenswert, nur weil sie lebendig sind.

**O-Ton 09 Jacob Hanna:**

If anything wants to be a person... human living person.

**Sprecher 3 Overvoice:**

Wenn irgendetwas eine Person sein möchte oder sein soll, dann muss es Bewusstsein haben und Schmerzempfinden. Aber diese Diskussion um das Leben, die hilft da nicht weiter. Ich versuche das immer zu vermeiden, dieses: Was ist Leben? Auch eine Krebszelllinie ist Leben, insofern: Wir müssen sehr vorsichtig sein. Ich finde, die einzige richtige Frage ist, was ist eine Person, was macht sie aus, eine lebendige, menschliche Person.

**Autorin:**

Eine Einschätzung, die der Stammzellforscher Nicolas Rivron kritisch sieht. Um die Entwicklung der Organe zu studieren, seien Embryoide nicht nötig, sagt er, denn dafür könnten Organoide – also künstlich hergestellte Gewebestückchen - genutzt werden. Zudem hält er es zum jetzigen Zeitpunkt aus ethischen Gründen für problematisch, Embryoide so lange in der Petrischale zu kultivieren. Für ihn ist zentral, die Entwicklung rund um die Gebärmuttereinnistung zu verstehen, um das frühe Abbrechen von Schwangerschaften erklären zu können.

**O-Ton 10 Nicolas Rivron:**

And in 2021 we formed and published human blastoids.....cells.

**Sprecher 1 Overvoice:**

2021 haben wir es geschafft, menschliche Blastoide zu entwickeln und dann haben wir diese im Reagenzglas zusammengebracht mit Gebärmutterzellen. Weil wir sehen wollten, ob sie dann interagieren, und wir konnten sehen, dass es eine sehr präzise Form der Interaktion gab, eine Art Andocken des Blastoids an das Gewebe der Gebärmutter.

**Autorin:**

Ob das dauerhaft geklappt hätte, so dass die künstlichen Embryoide sich bleibend an die menschliche Gebärmutter Schleimhaut anheften könnten, das konnte Nicolas Rivron bisher noch nicht zeigen.

*Musik***Autorin:**

Welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit Embryo und Gebärmutter Schleimhaut zusammenwachsen, das ist der Forschungsschwerpunkt des Reproduktionsmediziners Prof. Udo Markert. Er leitet das Placenta-Labor an der Uniklinik in Jena. Bei ihm dreht sich alles um das Gewebe, das die Gebärmutter

auskleidet, das sogenannte Endometrium (5). Dass sich die Embryoide in den Experimenten von Nicolas Rivron an die Gebärmutterzellen angedockt haben, sei noch kein Beweis dafür, dass die Interaktion mit der Gebärmutter tatsächlich klappen könnte, findet der Reproduktionsmediziner. Denn dafür sind zwei Schritte nötig: Zuerst das oberflächliche Andocken oder Ankleben und dann das Einnisten. Schon der erste Schritt sei enorm fehleranfällig:

**O-Ton 11 Udo Markert:**

Das Ankleben bedingt schon mindestens 100 verschiedene Faktoren. Also es kann sein, dass irgendwo eine Störung ist, einer von diesen 100 Faktoren. Also da braucht man große Zahlen und die würde man nicht erreichen, wenn man echte menschliche Embryonen nimmt.

**Autorin:**

Deshalb begrüßt Udo Markert die Embryoid-Forschung, auch wenn er in Jena an Modellen der Gebärmutter Schleimhaut arbeitet, nicht an Embryomodellen. Er ist sich sicher, dass es nur mit diesen künstlich hergestellten embryoähnlichen Modellen möglich sei, herauszufinden, warum die Prozesse des Andockens und Einnistens beim Menschen so störanfällig sind.

**O-Ton 12 Udo Markert:**

Also das heißt, man könnte ein Gen ausschalten, man könnte etwas inhibieren, man kann die färben. Also man kann verschiedene Dinge damit machen, um dann einerseits beobachten zu können, wie die sich verhalten. Wenn man jetzt z.B. einen grünen Embryoid hat, der einfach grün leuchtet, dann kann man den z.B. auf ein rotes Endometrium-Modell setzen und dann sieht man, wie sich die grünen Zellen mit den roten auseinandersetzen. Und dann kann man sehen, ob sich dieser Embryoid selbst zerlegt oder ob der intakt bleibt, oder ob der als Ganzes einwächst.

**Autorin:**

Bisher ging die Forschung davon aus, dass das Endometrium eine Filterfunktion hat. Embryonen, die unvollständig sind, falsch geformt oder nur mit einem statt mit zwei Chromosomensätzen ausgestattet, würden vom Endometrium, der Gebärmutter Schleimhaut, aussortiert und abgestoßen.

**O-Ton 13 Udo Markert:**

Womit sich aber kaum einer beschäftigt, und was jetzt aber ein bisschen mehr in den Fokus kommt in der Forschung, ist, warum passiert das eigentlich? Alles hat irgendwo einen Grund, warum gibt es diese 70 Prozent schlechten Embryonen? Die sind ja nicht unbedingt von Natur aus schlecht, das hat die Natur so nicht vorgesehen, vielleicht liegt das auch an der Umgebung der Embryonen.

**Autorin:**

Und um diese Umgebung, sprich die körperlichen Bedingungen der Mutter testen und untersuchen zu können, sei es eben nötig, sowohl Modelle der Gebärmutter Schleimhaut als auch Embryoide zu nutzen. Dann könne man im Labor ausprobieren, was klappt, was scheitert und warum. Solche Experimente sind in Jena in der Planung.

**O-Ton 14 Udo Markert:**

Mit den Modellen kann man spielen, man kann einzelne Faktoren beeinflussen, und das ist eben das Entscheidende. Man hat eine Hypothese, man denkt, irgendein Zelltyp, irgendein Molekül ist von entscheidender Bedeutung, aber um das dann wirklich prüfen zu können, muss man so ein Molekül auch mal ausschalten können. Und das kann man in solchen Modellen ganz gut machen. Deswegen: Solche Modelle sind wichtig, und wenn man dann so ein Molekül ausschaltet, und sieht dann funktioniert irgendwas nicht mehr, dann ist das natürlich sehr, sehr hilfreich.

*Musik*

**Autorin:**

Die Forschung mit den Embryoiden soll dazu beitragen, in Zukunft ungewollt kinderlosen Menschen zu helfen. Das sieht auch Dr. Aydan Bulut-Karslioglu so. Die aus der Türkei stammende Molekularbiologin arbeitet mit den Embryoiden, die Nicolas Rivron in Wien entwickelt hat. Sie forscht am Max-Planck-Institut für molekulare Genetik in Berlin, um herauszufinden, welche molekularen Mechanismen die Dormanz in den Zellen steuern. Der Begriff Dormanz kommt aus dem Lateinischen, von dormire also schlafen. Mit Dormanz bezeichnen die Biologen alle Formen von Entwicklungsverzögerungen oder Wachstumspausen bei Zellen.

**O-Ton 15 Dr. Aydan Bulut-Karslioglu, Molekularbiologin, MPI, Berlin:**

Dormancy is a state ... outside stresses.

**Sprecherin 1 Overvoice:**

Dormanz ist ein Zustand von Zellen, wenn sie eine Pause machen. Und daran sind wir sehr interessiert: Zu erfahren, wie machen die Zellen das? Wir wissen, wie wir Menschen das machen, wir legen uns ins Bett, wachen wieder auf und sind mehr oder weniger frisch und erholt. Bei den Zellen ist das anders. Sie begeben sich in diesen Zustand, wenn sie gestresst sind, um sich vor diesem Stress zu schützen.

**Autorin:**

Von über 130 Säugetier-Arten ist bekannt, dass ihre Schwangerschaften sich nicht kontinuierlich entwickeln, sondern unterbrochen werden können. Indem befruchtete Eizellen nicht sofort in die Gebärmutter wandern, um sich dort einzunisten, sondern stattdessen Tage, Wochen oder sogar Monate vergehen, bis die Schwangerschaft weitergeht.

**O-Ton 16 Aydan Bulut-Karslioglu:**

In the early embryo specific stresses... embryo is able to sense this.

**Sprecherin 1 Overvoice:**

Im frühen Embryo verursachen spezielle Stressoren, dass der Embryo in die Dormanz fällt. Das hängt mit Faktoren zusammen wie Hunger. Wenn die Mutter schwanger ist und nicht genug zu essen finden kann, dann ist das ein Signal für den Embryo sich nicht weiterzuentwickeln. Oder auch die Stillzeit, wenn die Mutter noch stillt, dann verursacht das im Körper viel Stress und auch das kann dazu führen, dass

der Embryo in seiner Entwicklung eine Pause einlegt, weil er in der Lage ist, diesen Stress zu spüren.

**Autorin:**

Verantwortlich für diese Pause ist der wichtigste Signalweg der Zelle, der sogenannte mTOR-Weg. (Er ist unter anderem für das Zellwachstum zuständig.) Ihn konnte Aydan Bulut-Karslioglu anhand von Tierversuchen vor einigen Jahren als Ursache für die Dormanz identifizieren. (6) Die Forschenden vermuten, dass sich diese Möglichkeit evolutionär entwickelt hat, um die Überlebenschancen für Embryos und Mütter zu verbessern, also z.B. günstigere äußere Bedingungen abzuwarten. Vom Menschen war diese Möglichkeit bisher nicht bekannt. Aber offenbar ist die Schwangerschaftspause auch bei uns theoretisch möglich, wie die Molekularbiologin durch die Zusammenarbeit mit Nicolas Rivron und dessen Embryo-Modellen zeigen konnte. Ende 2024 haben sie gemeinsam im renommierten Fachblatt Cell ihre Forschungsergebnisse veröffentlicht: Wird der mTOR-Signalweg in den Zellen der menschlichen Embryoide unterdrückt, dann pausieren auch die menschlichen Zellen und entwickeln sich nicht weiter, berichtet Stammzellforscher Nicolas Rivron vom Institut für Molekulare Biotechnologie in Wien. (7)

**O-Ton 17 Nicolas Rivron:**

We did the experiment here ... not moved.

**Sprecher 1 Overvoice:**

Wir haben das Experiment hier gemacht und das erste Mal, als wir diesen Signalweg blockiert haben, bin ich einen Tag später ins Labor gekommen und hab gesehen, die haben sich nicht weiterentwickelt, zwei Tage auch noch, und fünf Tage später waren sie noch exakt in dem Zustand wie am ersten Tag.

**Autorin:**

Die große und spannende Frage für die Wissenschaftler: Was passiert, wenn die Embryoide aus dieser Ruhepause wieder geweckt werden? Sind die Zellen dann noch lebendig, nehmen sie ihre Entwicklung wieder auf oder sind sie durch die erzwungene Pause nachhaltig geschädigt?

**O-Ton 18 Nicolas Rivron:**

Clearly what we observed, that those... dormant.

**Sprecher 1 Overvoice:**

Was wir eindeutig beobachtet haben, wenn wir mTOR unterdrücken, dann ist es nicht so, dass die Entwicklung gestoppt wird, sondern sie schläft quasi ein: Alles wird runtergefahren, alles bleibt lebendig, alle nötigen Prozesse und Entwicklungen laufen weiter, aber eben unglaublich verlangsamt. Deshalb nennen wir das Schlafzustand!

**Autorin:**

Sobald die Forschenden die Unterdrückung des Signalwegs aufgehoben hatten, nahmen die Embryoide ihre Entwicklung wieder auf. Und zwar ohne Schädigungen, wie molekulare und genetische Analysen zeigen konnten. Auf diese Erkenntnis richten sich jetzt die Erwartungen der beiden Teams. Denn die Entdeckung dieses

„Pausenknopfs“ könnte möglicherweise genutzt werden, um die Abläufe in der Reproduktionsmedizin zukünftig zu verbessern, erklärt – vorsichtig optimistisch – die Molekularbiologin Aydan Bulut-Karslioglu.

**O-Ton 19 Aydan Bulut-Karslioglu:**

For my prospective... embryo transfer.

**Sprecherin 1 Overvoice:**

Wir könnten durch das Pausieren mehr Zeit bekommen, um beispielsweise die Embryonen bei einer künstlichen Befruchtung sorgfältiger zu untersuchen. Und dadurch könnten wir vielleicht ein besseres Zeitfenster finden, um den Embryo in die Gebärmutter zu transferieren. Denn wir wissen ja, dass die Entwicklung der Gebärmutter Schleimhaut und die Entwicklung des Embryos nicht immer ideal zusammenpassen, die könnten wir dadurch vielleicht besser aufeinander abstimmen.

**Autorin:**

Und vielleicht könnte auch noch eine zweite Erkenntnis dazu beitragen, dass die Reproduktionsmedizin in Zukunft erfolgreicher sein wird. Denn Aydan Bulut-Karslioglu hat Hinweise darauf gefunden, dass die Pausenzeit die Embryoide sogar positiv beeinflusst:

**O-Ton 20 Aydan Bulut-Karslioglu:**

One area... mother.

**Sprecherin 1 Overvoice:**

Möglicherweise könnten wir durch unsere Erkenntnisse die Entwicklung der Embryonen verbessern. Und zwar bevor wir sie in die Gebärmutter transferieren.

**Autorin:**

Denn das Forschungsteam hat festgestellt, dass die Phase der Dormanz die künstlichen Embryoide nicht schwächt, sondern im Gegenteil einen stabilisierenden Einfluss hat. (Offenbar laufen in dieser Ruhephase molekulare Prozesse ab, die dazu führen, dass die Zellen stabiler und robuster werden, vermutet Aydan Bulut-Karslioglu.) Welche Prozesse das im Einzelnen sind, was in den Zellen dabei passiert, das ist noch nicht klar. Aber diesen Prozess zu verstehen, könnte ein Weg sein, um bei reproduktionsmedizinischen Maßnahmen die menschlichen Embryonen vor der Implantation in die Gebärmutter robuster und damit überlebensfähiger zu machen. Noch aber sei das alles spekulativ, betont die Molekularbiologin.

*Musik*

**Autorin:**

Bei allen Hoffnungen, die mit den Fortschritten auf diesem jungen Wissenschaftsgebiet der Embryoideforschung verbunden sind, gibt es aber eine entscheidende und bisher ungelöste Frage: Inwieweit lassen sich die Erkenntnisse, die durch die embryoähnlichen Modelle gewonnen werden, auf die Entwicklung der echten menschlichen Embryonen übertragen? Der in Italien geborene Entwicklungsbiologe Dr. Michele Boiani ist skeptisch:

**O-Ton 21 Dr. Michele Boiani, Entwicklungsbiologe, MPI für molekulare Biomedizin, Münster:**

Wenn wir als Ziel setzen, diese sogenannten Modelle zu untersuchen, um zu verstehen, warum die natürliche Entwicklung und natürliche Fortpflanzung manchmal scheitert, für mich ist Voraussetzung dafür, dass diese Modelle funktionsfähig sind, aber dann sind sie keine Modelle mehr.

**Autorin:**

Michele Boiani forscht am Max-Planck-Institut für molekulare Biomedizin in Münster mit Mausembryonen. Er hinterfragt, wie embryoähnlich diese Modelle sind? Zu 50 oder zu 80 Prozent? Und wie entscheidend ist der Grad der Ähnlichkeit, um sie von natürlichen Embryonen zu unterscheiden? Wenn sie keine oder kaum Unterschiede aufweisen, müssen sie dann wie natürliche Embryonen geschützt werden? Ihnen rechtlich und ethisch gleichgestellt werden? Aktuell ist es einfach, diese Fragen zu beantworten, denn noch fehlen den Embryomodellen lebenswichtige Faktoren. Deshalb fallen sie nicht unter juristische Beschränkungen, und auch ethische Bedenken lassen sich in Bezug auf den Status quo abwehren.

**O-Ton 22 Michele Boiani:**

Je besser diese Modelle werden, je näher zum natürlichen Gegenstand werden sie auch. Und dann stellt sich die Frage der Entwicklungsfähigkeit. Also ich finde es kurzsichtig, sogar absurd zu sagen, okay, wir haben ein Modell entwickelt, sieht so aus wie ein natürlicher Embryo, das können wir aber nicht beweisen. Also in der empirischen Forschung, es geht um Beweise. Wenn wir sagen, dieser Embryo ist ein sehr gutes Modell für einen natürlichen Embryo, dann muss er auch entwicklungsfähig sein.

**Autorin:**

Deshalb findet es der Experte für Mäuseembryonen wichtig, zeitnah in Tierversuchen zu klären, inwieweit die Embryomodelle entwicklungsfähig sind. Zum Beispiel indem man Maus-Embryoide in einer künstlichen Gebärmutter heranwachsen lässt, so wie es der israelische Molekulargenetiker Jacob Hanna am Weizmann Institut bereits versucht hat.

**O-Ton 23 Michele Boiani:**

Ich bin dafür, dass wir uns diesen Beweis im Tiermodell holen, damit haben wir belastbare Informationen, um Grenzen zu setzen.

**Autorin:**

Noch steckt die Forschung mit den embryoähnlichen Modellen ganz am Anfang, noch ist es unmöglich, dass sich daraus ein Embryo oder gar ein Kind entwickeln kann. Die Sorge vor künstlich geschaffenen Menschen aus dem Labor ist so unbegründet wie die Vorstellung davon, 2026 auf dem Mars leben zu können. Aber dennoch stellt sich die Frage nach den Grenzen. Denn die Forschung wird weitergehen, und keiner der von der Reporterin für Das Wissen befragten Forscherinnen und Forschern bezweifelt, dass Embryoide in ferner Zukunft eine alternative menschliche Fortpflanzungsweise sein könnten.

**Autorin:**

Für den Evolutionsbiologen Nicolas Rivron ist klar, dass mit den Embryo-Modellen ethisches Neuland betreten wird. Deshalb hat er mit anderen Forschenden für die Internationale Gesellschaft für Stammzellforschung ethische Richtlinien für den Umgang mit Embryo-Modellen formuliert:

**O-Ton 24 Nicolas Rivron:**

We have to start thinking... human embryos.

**Sprecher 1 Overvoice:**

Wir müssen darüber nachdenken, wann gibt es einen Kipppunkt, wann könnten Embryo-Modelle biologisch und juristisch identisch werden mit einem menschlichen Embryo? Wenn sich das nachweisen lässt, dann, zumindest ist das meine Meinung, gibt es keinen Grund, sie anders zu behandeln als die menschlichen Embryos.

**Autorin:**

In diesem Rahmenwerk (8) beschreiben die Forschenden tipping points, also Wendepunkte oder Kipppunkte, an denen sich qualitativ etwas so eindeutig verändert hat, dass ein Embryo-Modell von einem natürlichen Embryo nicht mehr zu unterscheiden ist.

**O-Ton 25 Nicolas Rivron:**

So I think, it is probably more important... human being.

**Sprecher 1 Overvoice:**

Ich denke, es ist wichtiger, einen Embryo dadurch zu definieren, was er werden kann, und nicht, wie er entstanden ist. Mein Verständnis ist, dass Embryos in sehr vielen verschiedenen Weisen hergestellt werden können, aber was wirklich zählt, ist, deren Kapazität, deren Möglichkeit, ein menschliches Wesen zu werden.

**Autorin:**

Nicolas Rivron und seine Kollegen schlagen deshalb vor, zwei Tests anzuwenden, um die Entwicklungsfähigkeit und Menschenähnlichkeit der Embryo-Modelle beurteilen zu können. Im ersten Test gehe es darum zu prüfen, ob ein Embryo-Modell biologisch komplett ist. Also über alle Gewebe verfügt, die einen menschlichen Embryo auszeichnen. In einem zweiten Test solle dann überprüft werden, ob das Heranwachsen in einer Gebärmutter erwartbar wäre. Das solle aber nicht durch die praktische Umsetzung in eine Gebärmutter geschehen, sondern theoretisch erfasst werden. Würde ein Embryo-Modell diese beiden Tests bestehen, dann müsste ihm, so der Vorschlag von Nicolas Rivron, der Status als Embryo zugesprochen werden. Und damit gelten, je nach Kulturkreis und den dortigen Regelungen, Grenzen für die Forschung. Aktuell seien Verbote und Einschränkungen aber noch nicht nötig, so die Forschenden, die in diesem neuen Wissenschaftsfeld arbeiten. Denn gegenwärtig sei die Embryoid-Forschung vor allem ein vielversprechendes Werkzeug, um endlich die früheste Phase der menschlichen Entwicklung zu verstehen: des Embryos im Mutterleib.

ABSPANN über Jingle Das Wissen mit Musikbett:

**Autorin:**

„Embryonenforschung – Fortpflanzung ohne Ei- und Samenzelle“. Autorin und Sprecherin: Daniela Remus. Redaktion: Sonja Striegl.

\* \* \* \* \*

**Links und Quellen**

Erfolgsraten in der Reproduktionsmedizin, zusammengetragen von Prof. Urban Wiesing, Medizinethik, Uniklinik Tübingen:

**S. Kadi, U. Wiesing:**

Das deutsche IVF-Register als Instrument zur Dokumentation der assistierten Reproduktionsmedizin. Bibliografie

**DOI [http:](http://dx.doi.org)**

[//dx.doi.org](http://dx.doi.org) 10.1055/s-0042-108576, Geburtsh Frauenheilk 2016; 76:1–5 © Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, New York

Hohe Rate an nicht zustande kommenden Schwangerschaften:

<https://www.msmanuals.com/de/profi/gynäkologie-und-geburtshilfe/störungen-in-der-frühen-schwangerschaft/spontanabort>

Forschung von Dr. Nicolas Rivron, IMBA Wien, zu Blastoiden aus humanen Stammzellen:

**[https:](https://www.nature.com/articles/s41586-021-04267-8.pdf)**

[//www.nature.com/articles/s41586-021-04267-8.pdf](https://www.nature.com/articles/s41586-021-04267-8.pdf)

(4) Forschung von Dr. Jacob Hanna, Weizmann Institut, Israel, zu Embryoiden aus humanen Stammzellen:

**[https:](https://www.nature.com/articles/s41586-023-06604-5)**

[//www.nature.com/articles/s41586-023-06604-5](https://www.nature.com/articles/s41586-023-06604-5)

Forschung von Prof. Udo Markert, Placenta-Labor, Uniklinik Jena:

**[https:](https://www.uniklinikum-jena.de/geburtsmedizin/Forschung+Klinische+Studien/Forschung/Placenta_Labor/Team/Markert.html)**

[//www.uniklinikum-jena.de/geburtsmedizin/Forschung+Klinische+Studien/Forschung/Placenta\\_Labor/Team/Markert.html](https://www.uniklinikum-jena.de/geburtsmedizin/Forschung+Klinische+Studien/Forschung/Placenta_Labor/Team/Markert.html)

Forschung von Dr. Aydan Bulut-Karslioglu, MPI, Berlin zum mTOR-Signalweg

-Garcia-Ojalvo, J.; Bulut-Karslioglu, A.: On time: developmental timing within and across species. *Development* 150 (14), dev201045 (2023)

-Aydan Bulut-Karslioglu, Steffen Biechele, Hu Jin, Trisha A. Macrae, Miroslav Hejna, Marina Gertsenstein, Jun S. Song, Miguel Ramalho-Santos.

Inhibition of mTOR induces a paused pluripotent state.

*Nature* 2016 Dec 1;540(7631):119-123

Forschung von Rivron/Karslioglu zu „Pausenknopf“ in Embryoiden

**[https:](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39332412/)**

**[//pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39332412/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39332412/)**

Ethische Richtlinien von Nicolas Rivron et al für die Internationale Stammzellgesellschaft (ISSCR)

**[https:](https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.07.028)**

**[//doi.org/10.1016/j.cell.2023.07.028](https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.07.028)**

**Richtlinien der ISSCR:**

**[https:](https://static1.squarespace.com/static/611faaa8fee682525ee16489/t/62ed6a174729ce4782a9a4f0/1659726359925/isscr_germanguidelinesgerman_final.pdf)**

**[//static1.squarespace.com/static/611faaa8fee682525ee16489/t/62ed6a174729ce4782a9a4f0/1659726359925/isscr\\_germanguidelinesgerman\\_final.pdf](https://static1.squarespace.com/static/611faaa8fee682525ee16489/t/62ed6a174729ce4782a9a4f0/1659726359925/isscr_germanguidelinesgerman_final.pdf)**