

Ein Ohr aus dem Labor

Ein künstliches Ohr, das sich anfühlt wie ein echtes: Forschende haben im Labor Ohrknorpel hergestellt, der im Tiermodell seine Form behält. Nur noch ein Baustein fehlt, um das Gewebe so elastisch wie ein natürliches Ohr werden zu lassen.

In Kürze

- Forschende haben elastischen Ohrknorpel aus menschlichen Zellen im Labor hergestellt, der im Tiermodell formstabil bleibt.
- Das künstliche Gewebe ist ähnlich stabil und biegsam wie ein natürliches Ohr.
- Damit das Ohr langfristig stabil bleibt, muss seine natürliche Biegsamkeit noch besser nachgebildet werden.

Seit über dreissig Jahren versuchen Forschende, aus lebendem Zellmaterial von Patient:innen ein Ohr im Labor herzustellen. Schon 2016 überraschte das Team von ETH-Professorin Marcy Zenobi-Wong mit einem Ohr aus dem 3D-Drucker. Nun ist Forschenden der ETH Zürich, des Friedrich Miescher Institutes in Basel und des Luzerner Kantonsspitals ein weiterer wichtiger Schritt zum Ziel gelungen. Sie konnten aus menschlichen Ohrknorpelzellen im Labor elastischen Ohrknorpel herstellen, dessen mechanische Eigenschaften nahe an das natürliche Gewebe heranreichen. Der künstliche Knorpel ist ähnlich stabil wie ein echtes Ohr und behält im Tiermodell auch nach sechs Wochen Form und Elastizität.

Die Forschung ist relevant, da nicht nur immer wieder Menschen bei Bränden und Unfällen Teile eines Ohres oder es ganz verlieren. Auch leiden einige Kinder unter einer angeborenen Fehlbildung des äusseren Ohrs. Diese sogenannte Mikrotie betrifft etwa ein bis vier von 10'000 Kindern. Bis heute gilt die Rekonstruktion mit körpereigenem Rippenknorpel als Standard. Der Eingriff ist schmerzhaft und kann Narben oder Verformungen im Brustbereich verursachen. Zudem ist das rekonstruierte Ohr häufig steifer als ein natürliches. Eine Herausforderung für die Forschenden.

«Wir implantieren kein weiches Gewebe in der Hoffnung, dass es im Körper stabil wird. Wir wollen die Stabilität bereits im Labor erreichen», sagt Philipp Fisch, Erstautor der kürzlich in der Zeitschrift *Advanced Functional Materials* veröffentlichten [externe Seite Studie](#) und wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe Gewebetechnologie und Biofabrikation von ETH-Professorin Marcy Zenobi-Wong.

Eine zentrale Herausforderung bleibt jedoch das Elastin. Dieses Protein verleiht dem Ohr seine Biegsamkeit. Die Forschenden müssen es nicht nur produzieren, sondern korrekt vernetzen und langfristig stabilisieren. Ein genauer biologischer «Bauplan» dafür fehlt bislang.

Vom Gewebestück zum gedruckten Ohr

Als Ausgangsmaterial gewannen die Forschenden Zellen aus kleinen Knorpelresten, die bei Operationen zur Korrektur der Ohrform anfallen. Aus einem kleinen Gewebestück von ungefähr drei Millimeter Durchmesser lassen sich zunächst Einhunderttausend Zellen isolieren. Für ein gedrucktes Ohr werden jedoch mehrere hundert Millionen benötigt. Deshalb liessen die Forschenden die Zellen in einer speziellen Nährlösung im Labor weiterwachsen. Damit das Gewebe

gleichmässig reift, entwickelten die Forschenden zusätzlich eine spezielle Kulturumgebung, sodass auch das Innere des gedruckten Ohrs ausreichend mit Nährstoffen und Sauerstoff versorgt wird.

Dabei testeten sie verschiedene Wachstumsfaktoren, um die Zellteilung zu fördern. Gleichzeitig wollten die Forschenden verhindern, dass sich die Ohrknorpelzellen wie Fibroblasten verhalten. Diese Bindegewebszellen produzieren vor allem Kollagen Typ I und können Narbengewebe bilden. Das Resultat wäre Faserknorpel, also weiches Gewebe mit Kollagen Typ I statt dem für Ohrknorpel typischen steiferen Kollagen Typ II und Elastin.

Die vermehrten Zellen betteten die Forschenden anschliessend in eine sogenannte Bio-Tinte ein, ein gelartiges Material, das als Träger dient. Mithilfe eines 3D-Druckers formten sie daraus Ohrstrukturen. Unmittelbar nach dem Druck war das Gewebe noch sehr weich. «Entscheidend ist nicht nur, was man hineingibt, sondern wie sich das Gewebe entwickeln kann», erklärt Fisch. Die gedruckten Ohren reiften deshalb mehrere Wochen in einem Inkubator, einem Brutkasten, und wurden kontinuierlich mit Nährstoffen versorgt. Ziel war die Bildung von Kollagen Typ II, Elastin sowie Glykosaminoglykanen – zuckerartigen Molekülen, die Wasser binden und zur Festigkeit des Knorpels beitragen.

Formstabil im Tiermodell

Entscheidend für ihren Erfolg sei eine Kombination von vier Faktoren gewesen, sagt Fisch: «Wir haben die Zellvermehrung optimiert, die Materialeigenschaften angepasst, die Zelldichte erhöht und die Reifungsumgebung besser kontrolliert.» Nach rund neun Wochen Vorreifung im Labor implantierten die Forschenden die Ohrkonstrukte unter die Haut von Ratten. Dort beobachteten sie das Gewebe über mehrere Wochen. Das Resultat: Die Form blieb nach sechs Wochen stabil, und die mechanischen Eigenschaften lagen nahe am natürlichen Knorpel. «Trotz des grossen Erfolgs bleibt das noch nicht vollständig herangereifte Elastin eine Herausforderung für uns», sagt Fisch. «Wir sehen Veränderungen im Gewebe. Das zeigt uns klar, dass wir dies noch weiter stabilisieren müssen.»

Weltweit arbeiten nur wenige Gruppen an der Herstellung von elastischem Ohrknorpel. Zudem ist der Forschungsprozess zeitaufwendig: Ein einzelnes Experiment dauert rund drei bis vier Monate. Dabei kombinieren die Forschenden jeweils unterschiedliche Bedingungen in komplexen Experimenten, um den noch fehlenden biologischen Bauplan zu entschlüsseln. Entscheidend ist die kontrollierte Bildung eines stabilen Elastin-Netzwerks, damit die Ohrform langfristig erhalten bleibt.

Geduldige Suche nach dem Bauplan fürs Elastin-Netzwerk

«In unserer Gruppe arbeiten wir seit über zehn Jahren an diesem Problem», sagt Fisch. Für Aussenstehende mag das nach einer langen Zeit klingen. «Doch in der Biofabrikation von Gewebe, dem sogenannten Tissue Engineering, sind Fortschritte selten schnell sichtbar.»

Das Interesse an künstlichem Ohrknorpel ist gross. «Kaum war die Studie erschienen, erhielt ich eine Nachricht von Eltern eines Kindes mit Mikrotie», erzählt Fisch. Sie wollten wissen, wie weit die Forschung sei und wann mit klinischen Studien zu rechnen sei.

Fisch bleibt vorsichtig: «Wenn alles gut läuft, finden wir innerhalb der nächsten fünf Jahre hoffentlich den Bauplan für das Elastin-Netzwerk.» Danach folgen klinische Studien, strukturierte Prüfverfahren und formale Zulassungsprozesse. Erst wenn diese regulatorischen Hürden überwunden sind, kann der künstliche Ohrknorpel seinen Weg vom Labor in die Klinik finden.

«Die aktuelle Studie ist eine gute Einordnung des Forschungsstands», resümiert Fisch. «Sie zeigt, wie nahe wir dem natürlichen Ohr bereits kommen – und was noch fehlt.»

Literaturhinweis

Fisch P, Kessler S, Ponta S, et al. Tissue engineered human elastic cartilage from primary auricular chondrocytes for ear reconstruction. *Advanced Functional Materials* (2026): e30253. DOI: [externe Seite10.1002/adfm.202530253](https://doi.org/10.1002/adfm.202530253)