

Das Ohr aus dem 3-D-Drucker

Implantate aus Nanocellulose

Aus Holz gewonnene Nanocellulose verfügt über erstaunliche Materialeigenschaften. Empa-Forscher bestücken den biologisch abbaubaren Rohstoff nun mit zusätzlichen Fähigkeiten, um Implantate für Knorpelerkrankungen mittels 3-D-Druck fertigen zu können.

Alles beginnt mit einem Ohr. Empa-Forscher Michael Hausmann entfernt das Objekt in Form eines menschlichen Ohrs aus dem 3-D-Drucker und erklärt: «Nanocellulose lässt sich in zähflüssiger Form hervorragend mit dem Bioplotter zu komplexen räumlichen Formen gestalten.» Einmal ausgehärtet, bleibt die produzierte Struktur trotz ihrer Zartheit stabil. Hausmann untersucht derzeit die Charakteristika des Nanocellulose-Hydrogels, um die Stabilität und den Druckprozess weiter zu optimieren. Wie die Zellulose in dem Biopolymerkomposit verteilt und organisiert ist, ermittelte der Forscher bereits durch röntgenanalytische Untersuchungen.

Momentan besteht das ausgedruckte Ohr zwar lediglich aus Nanocellulose und einer zusätzlichen Biopolymerkomponente. Ziel ist es jedoch, das Grundgerüst mit körpereigenen Zellen und Wirkstoffen zu bestücken, um biomedizinische Implantate zu erzeugen. Wie sich beispielsweise Knorpelzellen in das Gerüst integrieren lassen, wird derzeit in einem neuen Projekt erforscht.

Sobald die Besiedlung des Hydrogels mit Zellen etabliert ist, könnten die Nanocellulose-basierten Komposite in Ohrform Kindern mit einer angeborenen Ohrmuschelfehlbildung als Implantat dienen. Bei der so genannten Mikrotie etwa sind die äusseren Ohren nur unvollständig ausgebildet. Mit einer Rekonstruktion der Ohrmuschel wird die Fehlbildung kosmetisch, aber auch medizinisch behoben, da die Hörfähigkeit ansonsten stark eingeschränkt sein kann. Im weiteren Verlauf des Projekts sollen die Nanocellulose enthaltenden Hydrogele auch für Kniegelenksimplantate bei Gelenkverschleiss etwa durch chronische Arthritis eingesetzt werden.

Das Implantat löst sich im Körper auf

Ist das Implantat einmal im Körper eingepflanzt, kann sich ein Teil des Materials biologisch abbauen und mit der Zeit im Körper auflösen. Nanocellulose selbst wird zwar nicht abgebaut, eignet sich aber als biokompatibles Material dennoch gut als Implantat-Gerüst. «Zusätzlich machen die mechanischen Eigenschaften die Nanocellulose zu einem eleganten Kandidaten, da die winzigen, aber stabilen Fasern beispielsweise Zugkräfte sehr gut aufnehmen», so Hausmann.

Zudem erlaubt die Nanocellulose, Funktionen über ganz unterschiedliche chemische Modifizierungen in das zähflüssige Hydrogel einzubinden. So lassen sich Struktur, mechanische Kapazität und die Interaktion der Nanocellulose mit ihrer Umgebung je nach gewünschtem Endprodukt variieren. «Auch Wirkstoffe, die das Wachstum der Knorpelzellen begünstigen oder Gelenkentzündungen lindern, lassen sich in das Hydrogel einbauen», sagt der Empa-Forscher. Nicht zuletzt ist der Rohstoff Cellulose das am häufigsten vorkommende natürliche Polymer auf der Erde.

Die Nutzung der kristallinen Nanocellulose profitiert demnach nicht nur von der schlichten Eleganz des Verfahrens, sondern auch von der einfachen Verfügbarkeit des Rohstoffs.

Das weisse Ohr aus Nanocellulose liegt glänzend auf dem Glasträger. Frisch aus dem Bioplotter entnommen, ist es bereits robust und formstabil. Hausmann kann für die künftigen Projektschritte grünes Licht geben.

Literatur

Dynamics of Cellulose Nanocrystal Alignment during 3D Printing; MK. Hausmann , PA. Rühs , G. Siqueira, J. Läuger, R. Libanori, T. Zimmermann, and AR. Studart; ACS Nano 2018, 12, 7, 6926-6937.

[DOI: 10.1021/acsnano.8b02366](https://doi.org/10.1021/acsnano.8b02366)