

FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT

2. November 2023 || Seite 1 | 4

Fraunhofer auf der MEDICA und COMPAMED 2023

Bioaktives Komposit unterstützt Heilung von Knochenbrüchen

Heilungsstörungen nach einem Knochenbruch sind für Patientinnen und Patienten eine enorme Belastung, zumal sie oftmals weitere operative Eingriffe erfordern. Auch für die Unfallchirurgie stellen sie eine Herausforderung dar. Gemeinsam mit Partnern haben Fraunhofer-Forschende ein Kompositmaterial für den Einsatz im Operationssaal entwickelt. Dieses soll die Behandlungserfolge deutlich verbessern und eine schnellere Heilung ermöglichen. Die Kombination aus einem biodegradierbaren Polymer und bioaktivem Glas dient als Leit- und Stützgerüst. Ziel ist die Hemmung des Wachstums von Bakterien an der Defektstelle und die Förderung des Aufbaus neuer Knochensubstanz. Die innovative Medizintechnik entstand im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderten Verbundprojekts SCABAEGO. Das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM zeigt einen ersten Demonstrator auf der Medizintechnikmesse COMPAMED in Düsseldorf am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand (Halle 8a, Stand G10).

Ungefähr 800 000 Knochenbrüche werden in Deutschland pro Jahr im Krankenhaus behandelt. Bei bis zu zehn Prozent der Fälle gibt es nach der Behandlung Komplikationen. Der Knochen heilt nicht richtig, und es kommt zu schmerzhaften Pseudoarthrosen, die eine Belastung des Knochens unmöglich machen. Für die Patientinnen und Patienten ist oftmals ein weiterer Krankenhausaufenthalt mit einer Nachoperation und Langzeitbehandlung erforderlich. Kliniken müssen sich auf aufwändige und kostenintensive Therapien einstellen.

Das Fraunhofer IFAM in Bremen stellt nun im Verbundprojekt SCABAEGO (Scaffold bio-active glass enhanced osteogenesis) eine ebenso elegante wie effektive Lösung vor. Projektziel ist es, die Arbeitshypothese zu prüfen, dass der Einsatz bioaktiver Materialien bei der Operation den Heilungsprozess unterstützt und das Risiko von Infektionen senkt. Als Partner beteiligt sind die Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie am Universitätsklinikum Heidelberg und die BellaSeno GmbH, ein Medizintechnikspezialist aus Leipzig.

Die Forschenden am Fraunhofer IFAM haben ein Kompositmaterial aus dem biologisch abbaubaren Polymer Polycaprolacton (PCL) und bioaktivem Glas entwickelt. Daraus entsteht in additivem 3D-Druck ein individuell angepasstes Stütz- und Leitgerüst für die Bruchstelle im Knochen, das sogenannte Scaffold. Zuvor werden die Strukturen des beschädigten Knochens mittels Computertomografie (CT) erfasst. Das passgenaue Gerüst

Kontakt

Thomas Eck | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de

Martina Ohle | Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM | Unternehmenskommunikation | +49 421 2246-256 | Wiener Straße 12 | 28359 Bremen | www.ifam.fraunhofer.de | martina.ohle@ifam.fraunhofer.de

ersetzt das fehlende Knochenstück. Dieses wird dann mit Knochenmark gefüllt, das zuvor aus dem Beckenkamm oder dem Markraum großer Röhrenknochen entnommen wurde. Hierdurch ist gewährleistet, dass dieses biologische Knochenersatzmaterial (Autologous Bone Graft, ABG) zuverlässig und sicher an der gewünschten Stelle einheilt.

FORSCHUNG KOMPAKT

2. November 2023 || Seite 2 | 4

Bioaktives Kompositmaterial verwandelt sich in Knochen

Das innovative Medizinprodukt bietet weitere entscheidende Vorteile. »Das bioaktive Glas im Scaffold hebt den pH-Wert des umgebenden Milieus in den basischen Bereich. Die hierdurch erwartete Hemmung des Wachstums von Bakterien wollen wir als nächstes untersuchen«, erklärt Dr. Kai Borchering, Geschäftsfeldleiter Medizintechnik und Life Sciences am Fraunhofer IFAM. Die Forschenden erwarten, dass dadurch das Risiko von Infektionen nach der Operation deutlich sinkt.

Darüber hinaus fördert bioaktives Glas die Neubildung von Knochensubstanz an der Bruchstelle. Denn in Kontakt mit Körperflüssigkeiten wandelt sich das Glas in Hydroxylapatit um, eine chemische Verbindung, die hauptsächlich aus Calciumphosphat besteht, einer knochennahen Substanz. »Mit bioaktivem Glas können die klinisch relevanten Probleme adressiert werden – Hemmung des bakteriellen Wachstums und wirksame Unterstützung der Knochenheilung. Nach sechs oder sieben Jahren ist auch das Scaffold vollständig abgebaut bzw. in Knochensubstanz umgewandelt«, sagt der Unfallchirurg PD Dr. Tobias Großner, Oberarzt und Leiter der Experimentellen Unfallchirurgie am Universitätsklinikum Heidelberg.

Das bioaktive Glas wird bereits für die Behandlung von Knochendefekten eingesetzt. Neu ist jedoch die Kombination mit PCL im Industriemaßstab. Den Fraunhofer-Forschenden ist es gelungen, Glas und PCL zu einem Kompositmaterial zu verbinden, welches direkt in der additiven Fertigung einsetzbar ist. So sind insbesondere patientenindividuelle 3D-Scaffolds realisierbar. Die Herstellung des Kompositmaterials ist einfach und schnell industriell anwendbar. »Das Polymer PCL wird mit dem Glasgranulat und einem Lösungsmittel gemischt und anschließend über mehrere Stufen prozessiert. Abschließend wird das Lösungsmittel durch Trocknung entzogen und das zurückbleibende Komposit fein granuliert«, erklärt Borchering.

Passgenaue Stützstruktur für den Knochen

Aus diesem Material druckt der Projektpartner BellaSeno das Scaffold im 3D-Drucker. »Wir nutzen ein additives 3D-Druckverfahren. Damit können wir das Scaffold individuell und passgenau für die Fehlstelle im Knochen einer Patientin oder eines Patienten fertigen«, sagt BellaSeno-Geschäftsführer und Projektkoordinator Dr. Mohit Chhaya. Im Vorfeld wird ein CT des beschädigten Knochens erstellt. Daraus entsteht ein dreidimensionales virtuelles Abbild des Knochens. Mit diesen Daten lässt sich der 3D-Drucker so ansteuern, dass das Scaffold exakt zum Knochen passt. »Jede Patientin und jeder Patient erhalten ihr persönliches, sozusagen maßgedrucktes Scaffold. Das zeitraubende mechanische Bearbeiten und Anpassen im Operationssaal entfällt«, sagt Großner.

Neues Konzept für unkomplizierte Heilung

Gegenüber herkömmlichen Verfahren soll das innovative Kompositmaterial einen bedeutenden Fortschritt bei der Behandlung ermöglichen. Bisher wurde die Bruchstelle in einer ersten Operation mit einem Knochenzement versehen. Der menschliche Organismus nimmt den Zement als Fremdkörper wahr und umhüllt ihn durch eine neue Knochenhaut (Masquelet-Membran). Dieser Prozess dauert bis zu zwei Monate. Anschließend muss die Patientin oder der Patient wieder in den Operationssaal. Dort schneidet der Chirurg die Knochenhaut auf, entfernt den Zement, füllt die an anderer Stelle entnommene autologe Knochensubstanz ein und vernäht die Knochenhaut wieder. Bisher gab es nur eingeschränkte Möglichkeiten, die weiche Knochensubstanz sicher zu verankern und so eine ungestörte Heilung zu erreichen. Das Scaffold gibt in Verbindung mit einer Platte oder Nagel der weichen Knochensubstanz den nötigen Halt, bis der Knochen geheilt ist.

Das Forschenden-Team des SCABAEGO-Projekts ist gerade dabei, das Konzept gemeinsam mit dem Universitätsklinikum Heidelberg mit präklinischen Tests *in vitro* und *in vivo* weiter zu erproben. Parallel dazu soll die Rezeptur des Komposits optimiert werden. Der mögliche Anteil von bioaktivem Glas im Scaffold liegt bereits zwischen zehn und 30 Prozent. »Wir experimentieren mit dem Mischungsverhältnis, um möglichst viel der biologisch positiven Eigenschaften von Glas nutzen zu können, gleichzeitig aber die nötige Festigkeit des Scaffolds zu bewahren«, sagt Borchering.

Das Fraunhofer IFAM ist auf der Düsseldorfer Medizintechnikmesse COMPAMED auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft (Halle 8a, Stand G10) vertreten und zeigt dort einen ersten in 3D-Druck erstellten Demonstrator.

FORSCHUNG KOMPAKT

2. November 2023 || Seite 3 | 4



Abb. 1 Das Scaffold im Projekt SCABAEGO lässt sich auf alle großen Röhrenknochen individuell anpassen. Die Anpassung erfolgt auf Basis eines CT des Knochens durch additiven 3D-Druck.

© Fraunhofer IFAM



Abb. 2 Vom PCL (links) zum Komposit (rechts), gefüllt mit bioaktivem Glas (Mitte).

© Fraunhofer IFAM

FORSCHUNG KOMPAKT

2. November 2023 || Seite 4 | 4

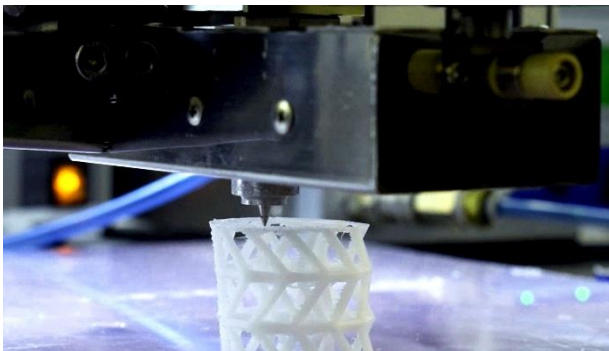


Abb. 3 Aus dem Kompositmaterial druckt ein 3D-Drucker das Scaffold im Technikum.

© BellaSeno