

FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT3. November 2025 || Seite 1 | 4

Medizintechnik

Mit innovativen Oberflächen schnell zu sicheren Knochenimplantaten

Komplikationen durch Infektionen sind nach dem Einsetzen von Implantaten keine Seltenheit. Das Risiko dafür steigt bei stark verschmutzten Wunden, die besonders in Kriegsgebieten wie der Ukraine häufig auftreten – aber gerade dort müssen viele Knochenverletzungen versorgt werden. Forschende des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen haben eine neuartige Oberflächenfunktionalisierung entwickelt, die mit einem Antibiotikum beladen werden kann.

Angesichts der starken Belastung des ukrainischen Gesundheitssystems mit einer Vielzahl von schlecht heilenden Knochendefekten entschloss sich das Fraunhofer IFAM im Jahr 2023 zu helfen. Neben der Nachrichtenlage ausschlaggebend waren persönliche Anknüpfungspunkte: »Zwei unserer Mitarbeiterinnen stammen aus Lviv und waren von Anfang an in das Projekt involviert. Durch sie entstand der Kontakt zum Nationalen Rehabilitationszentrum UNBROKEN in der Ukraine, mit dem wir nun eng zusammenarbeiten, um die Bedarfe vor Ort bestmöglich zu verstehen und die Technologie gezielt weiterzuentwickeln«, sagt Dr. Kai Borchering, Geschäftsfeldleiter Medizintechnik und Life Sciences am Fraunhofer IFAM. Gefördert wird das Projekt MAOmed von der Fraunhofer-Zukunftsstiftung.

Spezieller Prozess sorgt für Porenbildung auf der Oberfläche

Die Idee der Forschenden: Sie nutzen die sogenannte Micro-Arc-Oxidation (MAO) zur Herstellung einer neuartigen Oberfläche auf Titanimplantaten. Die Metallteile werden dafür in einen mit Silbersalzen versetzten Elektrolyten – eine leitfähige Flüssigkeit – getaucht und einer Spannung von bis zu 300 Volt ausgesetzt. Durch hochenergetische Plasmaentladungen entsteht innerhalb weniger Minuten eine silberhaltige Oxidschicht auf dem Material, wo sich dank gezielter Stromführung Poren bilden und Silber als Nanopartikel inkorporiert wird. Diese Reservoirs können anschließend wie ein Schwamm Antibiotika oder andere Wirkstoffe aufnehmen.

Lokale Antibiotikumgabe und Silber verringern das Infektionsrisiko

Über die Auswahl des Elektrolyten sowie die Prozessführung können die Forschenden die entstehende Porenstruktur in Größe und Struktur steuern. Das ist wichtig für die

Kontakt

Monika Landgraf | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Unternehmenskommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de

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

Beladungskapazität und die Dauer der Freisetzung des Antibiotikums: »Nach Fertigstellung der MAO-Schicht werden die Metallteile in eine Antibiotikumlösung getaucht, die möglichst hochkonzentriert ist. Durch Kapillarkräfte saugen sich die Poren bis zum definierten Fassungsvermögen gleichmäßig mit dem Wirkstoff voll, der im Anschluss im Körper durch Diffusion wieder freigesetzt wird. Wie das Antibiotikum über den gewünschten Zeitraum hinweg abgegeben wird, haben wir – nach der Entwicklung der Oberfläche und der erfolgreichen Suche nach Projektpartnern – ebenfalls direkt hier am Institut durch In-vitro-Tests erprobt«, so Linda Gätjen, Co-Abteilungsleitung Polymerchemie und Werkstoffverhalten am Fraunhofer IFAM. Bei der Testung im Labor konnten die Forschenden auch zeigen, dass beigefügte Silberpartikel das Antibiotikum zusätzlich unterstützen.

FORSCHUNG KOMPAKT

3. November 2025 || Seite 2 | 4

Einfacher und schneller Beschichtungsprozess

Im Bereich der Implantate ist diese Art der Oberflächenbehandlung vollkommen neu: »Auf dem Markt existiert bisher nichts Vergleichbares. Insgesamt gibt es nur wenige Lösungen für Medizinprodukte, die mit einer antibiotikumhaltigen Beschichtung arbeiten, und wenn, dann ist der Herstellungsprozess viel aufwändiger«, verdeutlicht Kai Borchering.

Das einfache Set-up – auch unter schwierigen Bedingungen – ist ein großer Vorteil der Methode: Um den MAO-Schichtprozess durchzuführen, genügen im Wesentlichen ein Netzteil und eine Kühleinrichtung für das Tauchbad. Damit ist er so simpel und kostengünstig umzusetzen, dass er in späteren Entwicklungsphasen sogar direkt in Krisengebieten durchgeführt werden könnte. Dazu kommt die hervorragende Biokompatibilität der MAO-Oberfläche, die für ein gutes und schnelles Anwachsen des Implantats im Körper sorgt.

Weiterentwicklung der Technologie – für die Ukraine und darüber hinaus

Wie sich die neuartige Beschichtung in der Praxis bewährt, soll in Zukunft in der Ukraine getestet werden. Die nächsten Schritte bestehen zunächst in der präklinischen Weiterentwicklung der Technologie und in klinischen Studien, die im UNBROKEN National Rehabilitation Center in Lviv durchgeführt werden könnten. Das Zentrum ist die größte Institution für die klinische Versorgung Kriegsversehrter in der Ukraine: Mehr als 10 000 Operationen wurden seit Kriegsbeginn dort durchgeführt – der klinische Bedarf für sichere Implantate ist groß, weswegen UNBROKEN langfristig den Zugang zu Produktionskapazitäten plant. Aktuell ist das Team aber noch auf der Suche nach Partnern in der Ukraine und Europa, die das Projekt weiter vorantreiben und vor Ort Prototypen fertigen könnten.

Auch in Deutschland stößt die Methode auf Interesse. Das Unternehmen KLS Martin hat als Technologiepartner des Fraunhofer IFAM bereits Muster-Implantate zur Verfügung gestellt, mit denen die Bremer Forschenden derzeit arbeiten – ein erster Schritt in Richtung Anwendung. Dr. Tobias Wolfram, Leiter Forschung Implantate bei KLS Martin,

erklärt: »Zusätzlich zum hohen ethischen Wert des Projekts sehen wir großes Potenzial in der MAO-Methode für die Medizintechnik – nicht nur im Bereich von Knochenimplantaten. Gerne unterstützen wir das Team daher mit unserem Know-how und Materialien.«

Das Fraunhofer IFAM zeigt die Nachbildung eines menschlichen Schädels mit Titanimplantaten zur Vermeidung von Infektionen vom 17. bis 20. November 2025 auf der internationalen Fachmesse MEDICA in Düsseldorf. Der Fraunhofer-Gemeinschaftsstand befindet sich in Halle 10, Stand D22.

FORSCHUNG KOMPAKT

3. November 2025 || Seite 3 | 4

Förderprogramm »Rebuilding Ukraine – resilient and sustainable«

Die Fraunhofer-Zukunftsstiftung unterstützt die Ukraine beim Wiederaufbau ihres Landes durch ein gezieltes Programm, das Forschungskooperationen zwischen beiden Ländern ermöglicht. Seit 2024 fördert die Stiftung neun Projekte, in denen Forschungsteams zusammen mit Unternehmen und Organisationen aus Deutschland und der Ukraine technologische Lösungen für den Einsatz in der Ukraine entwickeln. Auch 2026 setzt die Stiftung ihr Engagement mit einem Sonderprogramm fort.



Abb. 1 Dr. Olga Yezerska und Dr. Khrystyna Yezerska (ganz links und 2. v. r.) vom Fraunhofer IFAM tauschen sich regelmäßig mit den Kooperationspartnerinnen vom »UNBROKEN Rehabilitation Center« in Lviv/Ukraine aus.

© Fraunhofer IFAM

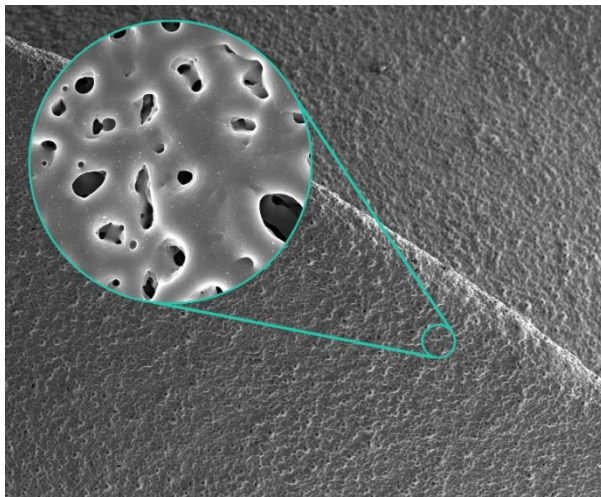


Abb. 2
Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer Silber-dotierten porösen Micro-Arc-Oxidschicht auf Titan

© Fraunhofer IFAM



Abb. 3 Osteosynthese-Implantat für einen Unterkiefer, ausgerüstet mit einer mittels Micro-Arc-Oxidation hergestellten porösen Oberfläche

© Fraunhofer IFAM