

1 *Offenporiger Magnesiumschaum, Porosität: 60 %.*

2 *Schliffbild des offenporigen Magnesiumschaums.*

## BIORESORBIERBARE IMPLANTATE AUF BASIS VON MAGNESIUMWERKSTOFFEN

Der Markt für orthopädische Implantate, vor allem im Bereich resorbierbarer Werkstoffe, wächst stetig. Es besteht ein hoher Bedarf an Implantatwerkstoffen, die eine sofortige Mobilisierung des Patienten ermöglichen und weitere Behandlungen (z. B. Entfernung von Implantaten) überflüssig machen. Hier besitzen resorbierbare Implantate eine Schlüsselrolle. Angesichts der demographischen Entwicklung wird dieser Bedarf weiter wachsen.

Es ist bekannt, dass Knochenmaterial besonders gut in poröse Implantate oder Implantatoberflächen einwachsen kann. Auch Implantate auf der Basis von massiven Magnesiumwerkstoffen wurden bereits erprobt, insbesondere weil Magnesium im Körper gut resorbiert werden kann. Ein neuer Ansatz besteht nun darin, offenporöse Implantatwerkstoffe aus Magnesium zu entwickeln. In dem Maße, wie neue Knochen substanz gebildet wird, in

die poröse Implantatstruktur einwächst und Belastungskräfte aufnehmen kann, soll die Metallstruktur resorbiert werden. Außerdem kann die offenporöse Metallstruktur für die kompositartige Einlagerung nichtmetallischer Stoffe (weitere resorbierbare Werkstoffe, Wirkstoffe,...) genutzt werden.

### Herstellung

Offenporöse Magnesiumwerkstoffe können nach den so genannten Platzhalterverfahren hergestellt werden. Hierzu wird beispielsweise Magnesiumpulver mit einem Platzhaltergranulat vermischt und in die gewünschte Form gepresst. Danach wird der Pressling so erwärmt, dass sich zunächst das Platzhaltermaterial verflüchtigt und anschließend ein Sinterprozess einsetzt. Bei der Sinterung entsteht durch Diffusionsprozesse eine feste metallische Verbindung zwischen den Metallpulverteilchen, so dass

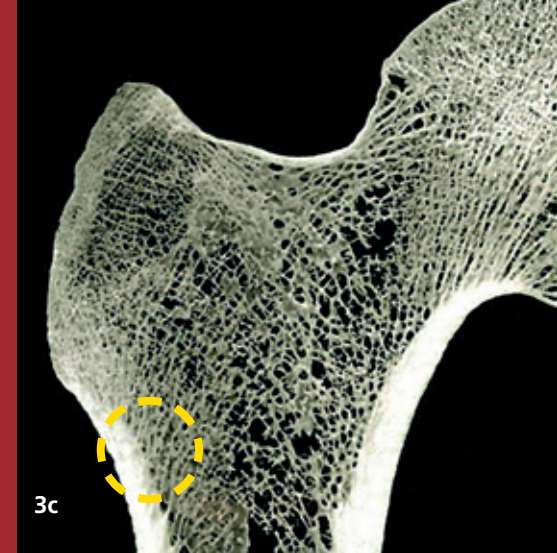
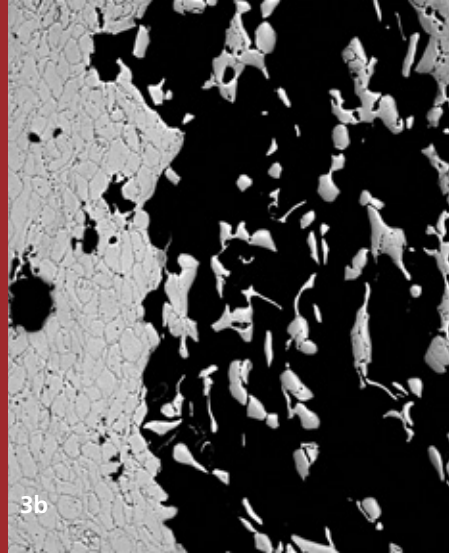
**Fraunhofer-Institut für  
Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM**  
Formgebung und Funktionswerkstoffe

Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse  
Wiener Straße 12  
28359 Bremen

Kontakt:  
Dipl.-Phys. Joachim Baumeister

Telefon +49 421 2246-181  
Telefax +49 421 2246-300  
joachim.baumeister@ifam.fraunhofer.de

[www.ifam.fraunhofer.de](http://www.ifam.fraunhofer.de)



ein stabiler, belastbarer Formkörper erhalten wird. Eine alternative Fertigungsroute für größere Porenstrukturen besteht in der schmelzflüssigen Infiltration von Platzhalterstrukturen.

### Eigenschaften

Die Eigenschaften von offenporigen Magnesiumschäumen können wie folgt zusammengefasst werden:

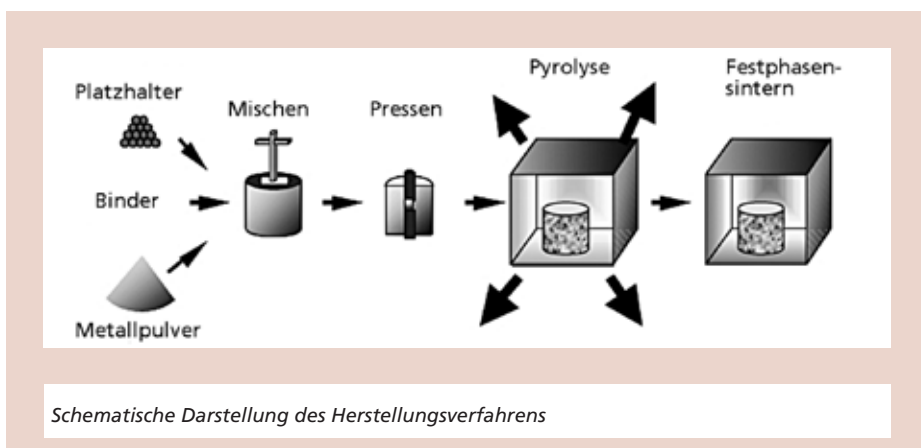
- offene Porosität
- Porosität einstellbar zwischen 10 – 70 % (Dichte zwischen 1,5 und 0,5 g/cm<sup>3</sup>)
- Porengröße frei wählbar (über Platzhalterpartikelgröße, z. B. 0,1 bis 1 mm)
- hohe gewichtsspezifische Steifigkeit
- Festigkeit und E-Modul einstellbar über Porosität
- nur biokompatible Legierungselemente
- Resorptionsrate einstellbar (Porosität, Legierungselemente, Beschichtungen, ...)
- Dichte- und Festigkeitsgradienten realisierbar

Aus werkstofftechnischer und biologischer Sicht sind besonders Magnesium und Mg/ Calciumphosphat-basierte Komposite interessant. Aktuelle Entwicklungsaufgaben sind die gezielte Einstellung von mechanischen Eigenschaften, Oberflächenqualitäten und Abbauraten unter Verwendung der geeigneten Prozesstechniken. Dies kann über die Steuerung wichtiger Werkstoffparameter erfolgen, wie z. B. Porengröße, Porenmorphologie und Gesamtporosität, Legierungswahl etc., welche für die Implantatperformance (mechanische Eigenschaften, Osteointegration, Resorptionsrate, ...) entscheidend sind.

Auch Beschichtungen, die den Abbau der Magnesiumstruktur gezielt beeinflussen, sollen berücksichtigt werden.

### Unser Angebot

- Entwicklung von Implantaten aus einem kompakten und/oder porösen Magnesiumwerkstoff (oder Kompositmaterial) mit angepassten mechanischen Eigenschaften (Festigkeit, E-Modul, ...) und definiert einstellbarer Abbauraten
- Einstellung geeigneter Abbauraten über geeignete Werkstoffmodifikation (Werkstoff und Struktur) sowie bioaktive Funktionalisierung
- Gezielte Einstellung von Dichtegradienten (Nachbildung der Corticalis/Spongiosa-Struktur)
- Poröse Magnesiumschichten auf Dauerimplantaten
- Entwicklung von bioaktiven Beschichtungen zur Steuerung der Degradationsraten von Magnesiumlegierungen



3 Magnesiumschaum mit Dichtegradienten aus MgZn5 (a). Das Schlibbild (b) lässt die Nachbildung der Spongiosa/Corticalis-Struktur eines Oberschenkelknochens (c) erkennbar werden.