

Metallschaum-Biozement-Komposite: Knochenersatzmaterialien der Zukunft

Berthold Nies, Stefan Glorius, Sophie Rößler (InnoTERE GmbH, Dresden)

Peter Quadbeck, Ralf Hauser, Günter Stephani (FhG IFAM Dresden)

Gisela Standke (FhG IKTS Dresden)

Michael Gelinsky, Dieter Scharnweber, Anja Lode, Jana Farack, Cornelia Wolf-Brandstetter
(Technische Universität Dresden)

Berthold.Nies@innotere.de

In den vergangenen Jahren wurden für die Verwendung als Knochenersatzmaterialien verschiedene Ansätze zur Entwicklung von hochporösen Metallstrukturen publiziert, von denen einige bereits auch vermarktet werden. Dennoch wird dabei stets ein Kompromiss zwischen Offenzelligkeit und mechanischer Belastbarkeit eingegangen, sofern diese Materialien auch in lasttragenden Knochendefekten einsetzen werden sollen. Behielte das implantierte Knochenersatzmaterial seine volle mechanische Stabilität auch noch Jahre nach der Implantation, bliebe auch das Problem des *stress shieldings* stets allgegenwärtig.

Im POROMES-Projekt wurde u.a. der Ansatz verfolgt, offenzellige Metallschäume mit hochfesten und resorbierbaren mineralischen Knochenzementen zu kombinieren, um Metall-Zement-Komposite mit einer sehr hohen initialen Belastbarkeit zu erhalten. Da die verwendeten mineralischen Knochenzemente bioaktiv und resorbierbar sind, kann deren knöcherne Integration angenommen werden. Durch den sukzessiven Austausch der Zementmatrix durch neu gebildeten Knochen wandelt sich das Implantat nach und nach in einen Metallschaum-Knochen-Verbund.

Die entwickelten Metallschaum-Zement-Verbundmaterialien eröffnen völlig neue Möglichkeiten beim Knochenersatzmaterial der Zukunft. Sie vereinen die vorteilhaften mechanischen Eigenschaften beider Komponenten (hohe Druckfestigkeit der Zemente und hohe Duktilität des Metallschaumes) und erreichen somit eine hohe mechanische Belastbarkeit, die auch über einen großen Verformungsbereich erhalten bleibt (Abb. 1). Untersuchungen zur Bioverträglichkeit mit humanen Stammzellen (hMSCs) zeigten, dass die Komposite ähnlich gute Ergebnisse wie die jeweiligen mineralischen Knochenzemente erzielen.

Ein weiterer wesentlicher Schritt in die Richtung eines vollständig resorbierbaren Implants wurde dadurch erreicht, dass Metallschäume aus Eisen durch eine bioaktive Brushit-Beschichtung zunächst vollständig vor Korrosion geschützt werden können. Erst der aktive Abbau dieser Schicht durch Knochenzellen wird dazu führen, dass auch das noch vorhandene Metallgerüst langsam abgebaut werden kann.

Die im POROMES-Projekt gewonnenen Erkenntnisse müssen jedoch noch weiter vertieft werden, um Metall-Zement-Verbundmaterialien als Implantat auf den Markt bringen zu können. Insbesondere müssen Implantationsstudien die Eignung für eine zukünftige klinische Verwendung bestätigen.

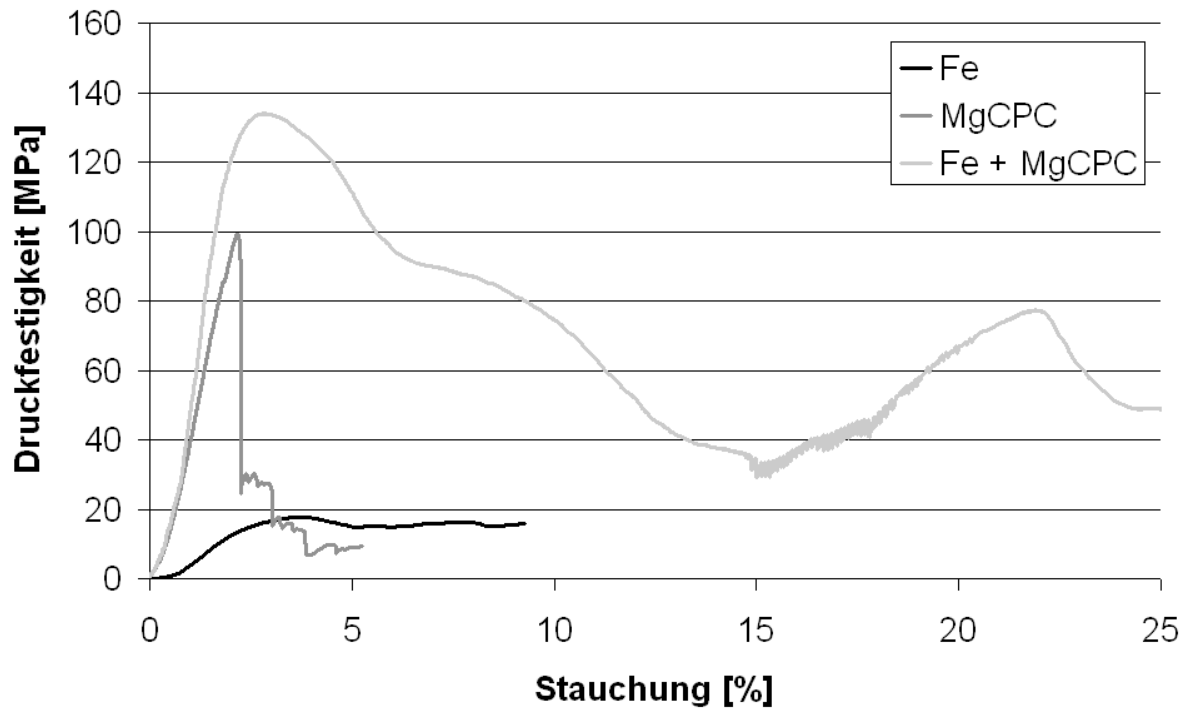


Abb. 1: Spannungs-Stauchungs-Diagramm eines Eisen-Magnesiumzement-Komposits und dessen Bestandteile.