

Resorbierbare Materialien, wie Magnesium und Seidenfibroin, sind aufgrund ihrer hervorragenden Biokompatibilität von hohem Interesse in der dentalen Implantologie. Aktuelle Forschungen unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Dr. Ralf Smeets an der Universitätsklinik Hamburg befassen sich mit diesen Werkstoffen sowie ihren Eigenschaften. Auch die Digitalisierung, und vor allem der 3D-Druck, spielen bei der wissenschaftlichen Betrachtung eine große Rolle. Im Interview geht Univ.-Prof. Dr. Dr. Ralf Smeets auf den aktuellen Forschungsstand ein.

Univ.-Prof. Dr. Dr.  
Ralf Smeets  
[Infos zur Person]



## Der Mensch als Bioreaktor

**Herr Prof. Smeets, warum braucht es überhaupt neue Materialien in der MKG-Chirurgie und Implantologie?**

Wir haben derzeit sehr viele gute Funktionswerkstoffe und Biomaterialien sowohl in der MKG-Chirurgie als auch in der Implantologie im Einsatz. Die Erfolgsquote dieser Materialien, sei es vom hochfesten Titan bei Zahnimplantaten oder Legierungen bei Osteosynthesystemen bis hin zu etablierten Biomaterialien wie Kollagen, ist sehr hoch. Allerdings bedarf es

immer neuer Materialien und Materialoptimierungen, wenn wir die Therapiemöglichkeiten für unsere Patienten verbessern wollen. Immer wieder ermöglichen neue Werkstoffkonzepte sogar disruptive Innovationen statt inkrementeller Verbesserungen. Nehmen wir als Beispiel medizinisches Magnesium. Dieser Werkstoff weist eine hohe Festigkeit und plastische Verformbarkeit auf, während er sich gleichzeitig wie einige Polymere im Körper abbauen kann. Solche völlig neuartigen Eigenschaftsprofile lassen uns auch über völlig neue Ansätze nachdenken, z. B. resorbierbare Trägerstrukturen aus Magnesium mit einem dauerstabilen Kern, welcher als Zahnimplantat wirkt und im Verbund direkt implantiert werden kann. Natürlich sind solche Ansätze sehr progressiv und müssen als Teil der Forschung erkundet und im klinischen Kontext validiert werden. Genau das tun wir.

„Es bedarf immer neuer Materialien und Materialoptimierungen, wenn wir die Therapiemöglichkeiten für unsere Patienten verbessern wollen.“

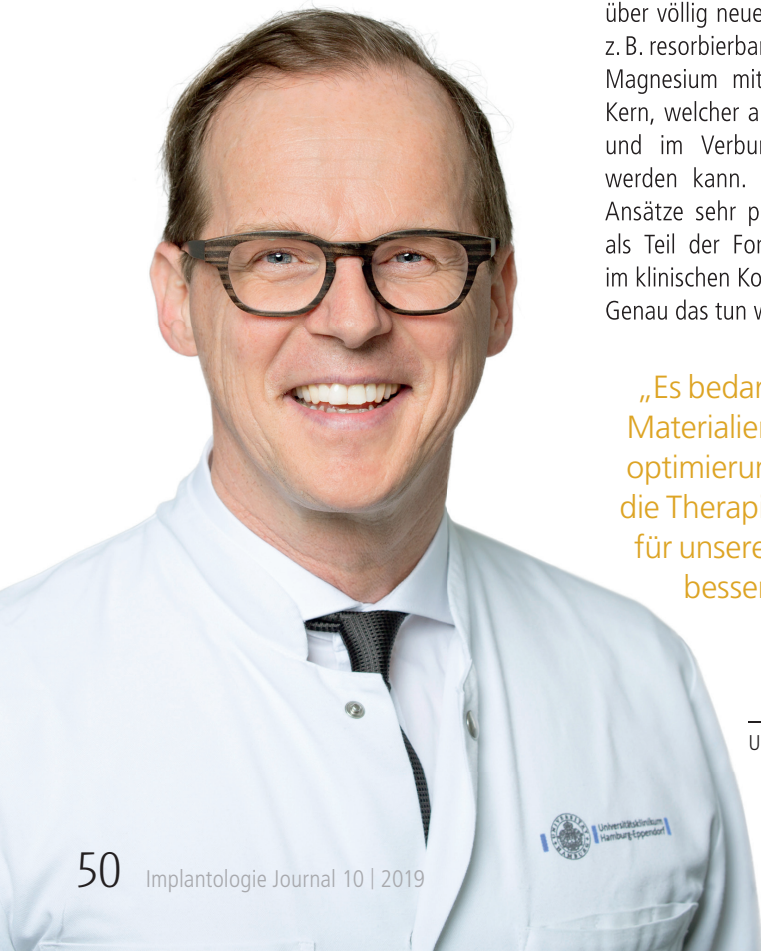
Univ.-Prof. Dr. Dr. Ralf Smeets

**Welche biologischen Prozesse im Körper bzw. im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich beziehen Sie in Ihre Überlegungen ein?**

Der Körper ist ein hochkomplexes System, und es wäre unmöglich, alle relevanten Prozesse in die Erforschung und Entwicklung neuer Implantatkonzepte miteinzubeziehen; allerdings gibt es manche Vorgänge, welche uns besonders interessieren. Hierzu zählen unter anderem alle Arten von Fremdkörperreaktionen – die osteoblastäre Differenzierung in Interaktion mit einem Werkstoff sowie antibakterielle Wirkmechanismen, z. B. zur Verringerung des Infektionsrisikos.

**Ein Schwerpunkt Ihrer Forschung bezieht sich ja auf das zuvor genannte Material Magnesium. Was kann es besser als andere etablierte Materialien, beispielsweise Titan, und warum ist es noch nicht zum Durchbruch gekommen?**

Magnesium weist eine knochenähnliche Festigkeit auf und ist allen natürlichen und synthetischen Polymeren hinsichtlich seiner mechanischen Eigenschaften überlegen. Im Vergleich dazu weisen Titan und seine Legierungen allerdings eine leicht höhere Festigkeit auf. Das kann von Vorteil sein, z. B. wenn es zur Lastabschirmung eines Defekts (sogenanntes stress shielding) verbunden mit der Resorption von Knochen kommt. Manche Anwendungen



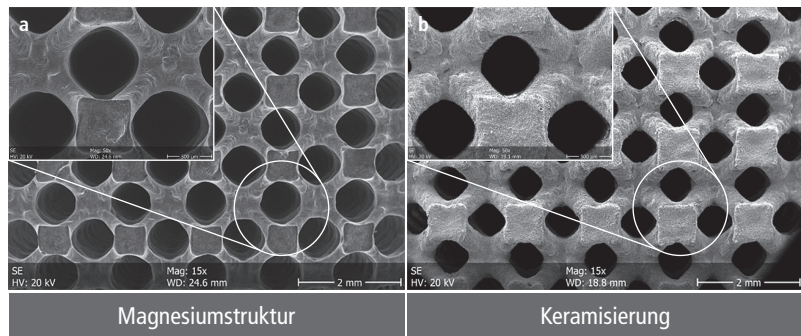
brauchen allerdings auch eine hohe Festigkeit, dann kann es umso wichtiger sein, neuartige Implantate neu auszulegen, statt altbewährte Designs zu kopieren.

Wie alle neuartigen Materialien steht Magnesium erst am Anfang. Es braucht seine Zeit, um die Anwender von neuen Werkstoffen zu überzeugen und eine saubere Literaturlage für einen klinisch evidenten Einsatz aufzubauen. Aber wir können nicht sagen, dass es keinen Durchbruch gibt. Im Bereich der Unfall- und Traumatologie werden Magnesiumschrauben bereits seit längerer Zeit erfolgreich eingesetzt. Und auch im MKG-Bereich bzw. der Implantologie werden wir im nächsten Jahr einige Überraschungen seitens etablierter, aber auch junger Firmen erleben.

**„Magnesiumimplantate lassen sich ähnlich wie Zahnimplantate aus Titan herstellen.“**

*Magnesium hat andere Eigenschaften als Titan, Letzteres spielt vor allem in der Implantologie eine herausragende Rolle. Wie werden Magnesiumimplantate hergestellt?*

Das Faszinierende an Magnesium ist, dass es sich eigentlich um einen konventionellen Konstruktionswerkstoff handelt, welcher für den medizinischen Einsatz allerdings in hoher Güte hergestellt wird. Aus diesem Grund las-



**Abb. 1:** Prototyp eines resorbierbaren, individuellen Magnesiumimplantats für größere Knochen-defekte ohne Keramisierung (a) und nach erfolgter Keramisierung (b).

sen sich Magnesiumimplantate auch konventionell, d. h. durch Dreh- und Fräsbearbeitung ähnlich wie Zahnimplantate aus Titan herstellen. Sogar additive Verfahren bzw. der 3D-Druck von medizinischem Magnesium mittels laserbasierter Verfahren ist mittlerweile möglich.

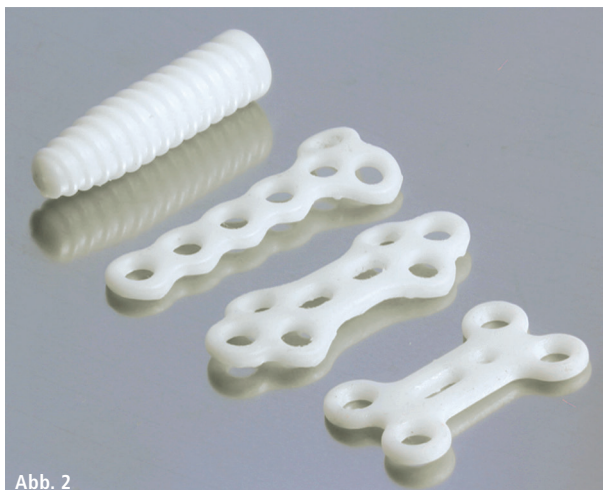
*In den 3D-Druck werden viele Hoffnungen gesetzt. Bis jetzt können aber nur wenige Materialien im medizinischen Bereich überzeugen – vor allem in der Chirurgie. Welche biologischen oder medizinischen Anforderungen müssen 3D-druckbare Materialien haben?*

Die Technologien des 3D-Drucks können uns vor allem dabei helfen, patientenspezifische Implantate herzustellen. Für bestimmte Indikationen ist das ein nicht zu unterschätzender Vorteil. Denken Sie hier einmal an die Gesichtskonstruktion nach schweren Unfällen oder nach einer Tumorsektion. Besonders charmant wird es dann, wenn

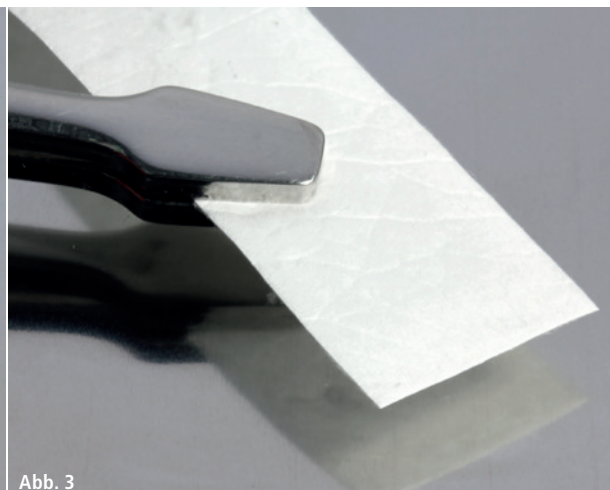
das 3D-gedruckte Implantat die Geweberegeneration unterstützen könnte und sich entsprechend der Formationsrate des neuen Gewebes auflösen würde. Für diesen Zweck stellt derzeit allerdings die Entwicklung zuverlässiger 3D-druckbarer Biomaterialien die größte Hürde dar.

*Welche chirurgisch einsetzbaren Biomaterialien kommen nach Ihren Überlegungen ebenfalls für den 3D-Druck der Zukunft infrage?*

Bei den metallischen Biomaterialien denke ich natürlich wieder an Magnesium. Diese zeigen in unseren jüngsten Untersuchungen vielversprechende Ergebnisse. Darüber hinaus lassen sich auch nichtmetallische Biomaterialien drucken. Allerdings ist hier die größte Herausforderung, die zumeist doch stark fließfähigen Biomateriallösungen dauerhaft in der gewünschten Form zu halten. Da finde ich speziell die Ergebnisse, die mit Kollagen erzielt werden können, noch nicht zufriedenstellend.



**Abb. 2**



**Abb. 3**

**Abb. 2:** Osteosyntheseschraube/-platten aus Seidenfibroin. – **Abb. 3:** Seidenmembran für GBR und GTR.





Abb. 4: Fibroin-Schwamm.

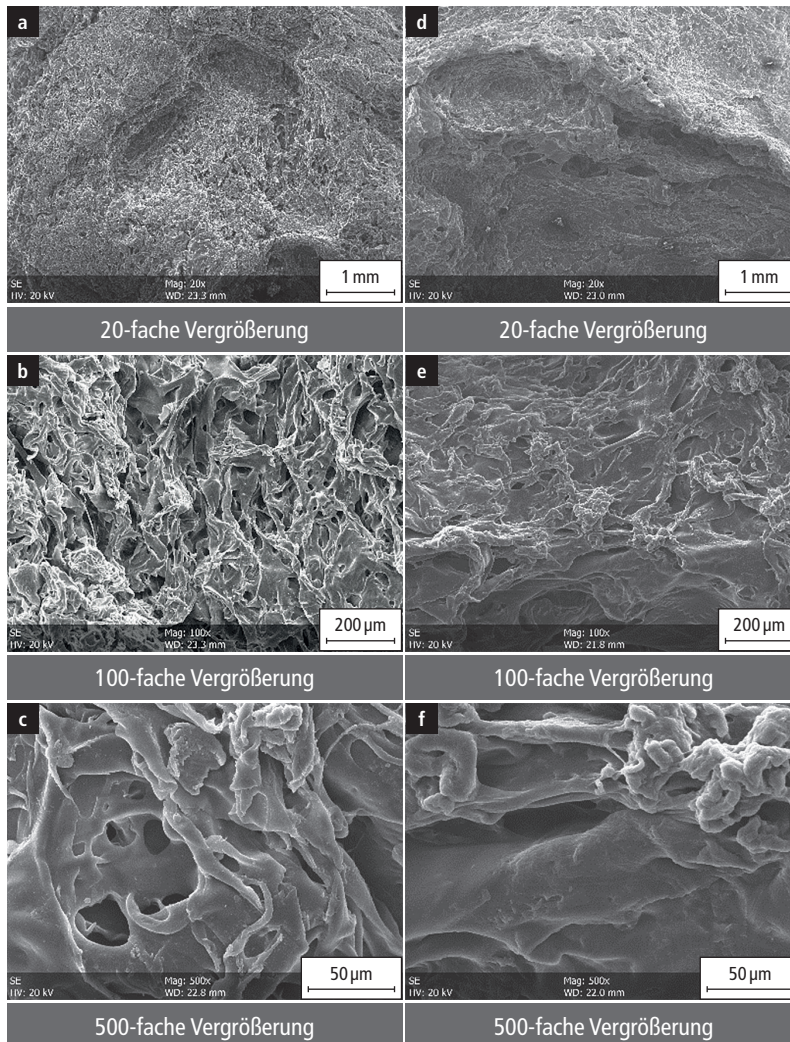


Abb. 5a–f: REM-Aufnahmen der Schwämme.

*Neben Magnesium forschen Sie mit Ihren Teams auch an Seide als Bio-material. Welche Einsatzgebiete haben Sie hier ins Auge gefasst und welche Eigenschaften des Materials machen Sie sich hier zunutze?*

Wir haben schnell festgestellt, dass Seide ein ganz besonderes Biomaterial ist, das uns wahrscheinlich noch auf viele Jahre beschäftigen wird. Einzigartig ist die Kombination her-

vorragend einstellbarer mechanischer Eigenschaften und biologischer Abbaubarkeit. Hinzu kommt, dass sich Seide in eine nahezu unerschöpfliche Vielfalt an Formen bringen lässt. Im Fokus stehen beispielsweise textile Membranen, neuartige Wundkleber oder 3D-gedruckte Trärgewebe, die ein hohes Innovationspotenzial für die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie versprechen.

„Wir haben uns zum Ziel gesetzt, durch unsere Forschungsaktivität langfristig auch einen spürbaren Mehrwert für unsere Patienten zu liefern.“

*Ihre Forschung zielt stark darauf ab, realisierbare Verfahren für die Praxis zu generieren. Wie weit sind wir denn von dieser Zukunft noch entfernt und was braucht es, um daraus medizinisch anerkannte und industriell erzeuGBare Produkte hervorgehen zu lassen?*

Unsere Forschung ist keine l'art pour l'art. Wir haben uns zum Ziel gesetzt, durch unsere Forschungsaktivität langfristig auch einen spürbaren Mehrwert für unsere Patienten zu liefern. Und dafür arbeiten wir ganz bewusst mit Kooperationspartnern aus der Industrie. Wir bekommen immer wieder mit, wie sehr Start-ups und Kleinunternehmen durch ihren starken Fokus und hohen Einsatz als Innovationstreiber wirken. Ich würde es begrüßen, wenn die etablierten Unternehmen unserer Branche ähnlich viel Mut, Erfindergeist und Risikobereitschaft mitbringen würden.

*Herr Prof. Smeets, vielen Dank für das Gespräch.*

## Kontakt

### Univ.-Prof. Dr. Dr. Ralf Smeets

Leiter der Sektion  
„Regenerative Orofaziale Medizin“  
Leiter der Forschung  
Stellv. Klinikdirektor  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf  
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer-  
und Gesichtschirurgie  
Martinistraße 52, 20246 Hamburg  
r.smeets@uke.de

# IT'S MY CHOICE.



Das ist  
noch NIE  
dagewesen!



EIN IMPLANTAT – ZWEI AUFBAUTEN.

**conical** platform