

## Sonderforschungsbereich 599:

### Biomedizintechnik „Zukunftsfähige bioresorbierbare und permanente Implantate aus metallischen und keramischen Werkstoffen“

■ **Sprecher:** Prof. Prof. h.c. Dr. Thomas Lenarz

■ **Stellvertr. Sprecher:** Prof. Dr.-Ing. Friedrich Wilhelm Bach, Prof. Dr. Ingo Nolte

Tel.: 0511/532-6565 • E-Mail: Lenarz.Thomas@mh-hannover.de • <http://www.mhh-hno.de/sfb599>

Der Sonderforschungsbereich 599 „Zukunftsfähige bioresorbierbare und permanente Implantate aus metallischen und keramischen Werkstoffen“ ist eine interdisziplinäre Gemeinschaftseinrichtung der Medizinischen Hochschule Hannover, der Leibniz-Universität Hannover und der Tierärztlichen Hochschule Hannover. Es besteht eine enge Kooperation mit dem Laserzentrum Hannover, der Technischen Universität Braunschweig sowie dem Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig. In der Leitung des SFB sind alle 3 federführenden Hochschulen vertreten, der Sprecher Prof. Dr. T. Lenarz kommt aus der Medizin, die Geschäftsführung liegt am Zentrum für Biomedizintechnik (zbm), Fachbereich Maschinenbau der Leibniz-Universität Hannover, womit die interdisziplinäre Ausrichtung unmittelbar deutlich wird.

In jedem Teilprojekt wurden aus allen beteiligten Einrichtungen Wissenschaftler aus den Ingenieur- und Naturwissenschaften mit Medizinern bzw. Tiermedizinerinnen zu Teams zusammengeführt, um die komplexen wissenschaftlichen Fragestellungen im transdisziplinären Spannungsfeld komplementär bearbeiten zu können. Dabei ist es gelungen, eine Kultur der Kooperation auf der Basis des Austausches von Fragestellungen, Methoden und Ergebnissen zu etablieren und das fachspezifische Vokabular zu verstehen. Nur dadurch war es möglich, einen hohen Wirkungsgrad zu erzielen und durchgängige Kernbereiche für die Forschung zu bilden:

- Entwicklung und Herstellung neuer Implantatwerkstoffe sowie deren Verarbeitung und Funktionalisierung
- Berechnung und Prüfung der Implantate
- Zellbiologische Bewertung und Biokompatibilität

Unter Bezug auf die allgemeinen Ziele des SFB 599 konnten Fortschritte in den Kernbereichen erzielt werden, die die Grundlage für eine Verbesserung der Implantate und der Forschung darstellen:

- verbesserte Werkstoffeigenschaften im Hinblick auf das funktionsangepasste Degradationsverhalten resorbierbarer Implantate z. B. bei Osteosynthese-Materialien
- verbesserte Werkstoffeigenschaften bei Permanentimplantaten im Hinblick auf Optimierung der Geometrie oder des Elastizitätsmoduls
- verbesserte Bearbeitung und Funktionalisierung durch simulations- und modellbasierte makroskopische Umsetzung der inneren Struktur mit definierter Porosität und Elastizität sowie Mikrostrukturierung der Oberflächen zur gezielten Manipulation des Gewebsverhaltens.

- Erweiterte Erkenntnisse der Bearbeitungsparameter und -einflüsse z.B. bei Laserbearbeitung und daraus Entwicklung und Anwendung innovativer Verfahren auf die Medizin
- Entwicklung geeigneter Analyse-, Prüf- und Simulationsverfahren z.B. für Festigkeit, Dauerbelastung, Abrieb, Korrosion
- Funktionalisierung von Titanimplantaten durch Polymerbeschichtung und Ankopplung von BMP als Grundlage für eine Biointegration
- Etablierung geeigneter Verfahren zur Testung der Biokompatibilität von Werkstoffen und Implantaten, besonders im Hinblick auf die Reaktion spezifischer Zellen im potentiellen Implantatlager. Entwicklung eine entzündungsspezifischen Gen-Arrays zur Genexpressionsanalyse, vorgesehen als Screening-Verfahren zur Materialauswahl und Optimierung. Entwicklung spezieller Verfahren für resorbierbare Implantatmaterialien.
- Biologisierung von Implantatmaterialien mit aufwachsenden genetisch modifizierten Fibroblasten zur Produktion und Sekretion von Wachstumsfaktoren
- Minimierung der Anzahl von Tierversuchen durch die parallele werkstofftechnische, zellbiologische und medizinische Bearbeitung der Projekte und die Entwicklung von speziellen Simulationen und Modellbildungen sowie in vitro-Verfahren zur Material-Vorauswahl
- Etablierung und Einsatz geeigneter tierexperimenteller Modelle für die in vivo-Testung von Implantaten einschließlich der in vivo-Prüfverfahren z.B. Elektrophysiologische Funktionskontrolle im auditorischen System oder in vivo  $\mu$ CT für die Degradationskontrolle von Osteosynthese-Materialien sowie der post mortem Analyse der Implantate und des umgebenden Gewebes mit zellbiologischen und histologischen Methoden
- Entwicklung und Herstellung von verbesserten neuen Implantaten auf der Basis der Werkstoffentwicklung, der Bearbeitung und Funktionalisierung sowie Prüfung und Simulation für den Einsatz in vivo, z.B. auditorisches Mittelhirnimplantat AMI.

Das gemeinsame Erkenntnisziel aller Teilprojekte für die laufende zweite Förderperiode im Sinn der oben beschriebenen Prozesskette ist die anwendungsspezifische Funktionalisierung, d.h. Entwicklung, Herstellung und Bearbeitung von aktiven Materialoberflächen, deren zellbiologische Bewertung und in vivo-Testung formuliert werden. Dieses Forschungsziel ist direkt verbunden mit der Funktionalität der Implantate, d.h. der ihnen zugeordneten Funktion im Sinn eines Funktions- oder Organersatzes. Die Fortführung der Forschungsarbeiten zur Funktionalität ist das zweite übergeordnete Forschungsziel dieser Förderperiode. Funktionalisierung in diesem Sinn wird auch als Merkmal biomimetischer Materialien verstanden, die ein bestimmtes biologisches Milieu imitieren, um dadurch die gewünschte zelluläre Reaktion zu erzielen, die erforderlich ist, um die Funktion des Implantates zu verbessern. Als gemeinsames Erkenntnisziel wird das vertiefte Verständnis dieser Material- und Oberflächen induzierten zellulären Reaktionen in Bezug auf die jeweilige medizinische Anwendung definiert. Durch den durchgängig transdisziplinären und interinstitutionellen Forschungsansatz werden die komplexen Zusammenhänge der Einzelvorgänge besser erfasst und für die weitere Forschung nutzbar.

**Teilprojekte**

**Projektbereich R: Resorbierbare Implantate**

**R1 Magnesiumdegradation**

**Entwicklung von biokompatiblen Magnesiumlegierungen und Untersuchung von deren Degradationsverhalten**

■ Projektleitung: Bach/Uni-IW, Lenarz/MHH-HNO, Kietzmann/TiHo-PTP

**R2 Magnesiumschwämme**

**Magnesiumschwämme als bioresorbierbare Implantate Biomedizintechnik**

■ Projektleitung: Bormann/Uni-IW, Hauser/HZI-CMIK, Wriggers/Uni-IKM, Meyer-Lindenberg/TiHo-KkH, Windhagen/MHH-Ortho

**R4 Mechanische Bearbeitung**

**Funktionsangepasste Bearbeitung medizinischer Implantate**

■ Projektleitung: Denkena/Uni-IFW, Thorey/MHH-Ortho, Meyer-Lindenberg/TiHo-KkH

**R6 Degradable Knochenimplantate**

**Optimierung der Knochenregeneration durch stabilitätsgesteuerte Implantatresorption unter Verwendung resorbierbarer Leichtmetalle**

■ Projektleitung: Meyer-Lindenberg/TiHo-KkH, Windhagen/MHH-Ortho, S. Besdo/Uni-IKM

**R7 Magnesiumstützgeflechte**

**Stabilisierende Magnesiumgeflechte zur Unterstützung von kardiovaskulärem Gewebeersatz im Hochdrucksystem**

■ Projektleitung: Haverich/MHH-LEBAO, Bach/Uni-IW

**Projektbereich D: Dauerhafte (permanente) Implantate**

**D1 Neue Medizinkeramiken**

**Biomimetische Synthese von Keramiken zum Einsatz als Kochenersatzstoffe in sterilen und kontaminierten Gebieten**

■ Projektleitung: P. Behrens/Uni-ACI, Müller/HZI-CMIK, Lenarz/MHH-HNO, S. Besdo/Uni-IKM

**D2 Nerven-Elektroden-Interaktion**

**Entwicklung eines Elektrodenarrays für optimierte Nerven-Elektroden-Interaktion**

■ Projektleitung: Lenarz/MHH-HNO; Chichkov/LZH, Gross/HZI-RDIF, Menzel/TU Bs-ITC

**D4 Keramikimplantate**

**Automatisierte Freiformflächenbearbeitung und Prüfung verschleißarmer Keramikimplantate**

■ Projektleitung: Denkena/Uni-IFW, Hurschler/MHH-Ortho

### **D6 Totalendoprothesendesign**

#### **Numerische Simulation zum belastungsgerechten Design von Totalendoprothesen und Implantaten**

■ Projektleitung: B.-A. Behrens/Uni-IFUM, Stukenborg-Colsman/MHH-Ortho, Nolte/TiHo-KkH

### **D7 Implantatoberflächen**

#### **Funktionalisierung von Implantatoberflächen**

■ Projektleitung: Windhagen/MHH-Ortho, Menzel/TU Bs-ITC, Gross/HZI-RDIF, Möhwald/Uni-IW

### **D8 Dentale Implantate**

#### **Materialoptimierung und Funktionalisierung dentaler Implantat-Abutments**

■ Projektleitung: Stiesch/MHH-ZPR, Menzel/ TU Bs-ITC, Hauser/HZI-CMIK, Bach/Uni-IW

### **D9 Biomimetische Keramiken**

#### **Herstellung, Bearbeitung und mechanische Prüfung von biomimetischen Keramiken Anorganische Chemie**

■ Projektleitung: Menzel/TU Bs-ITC, P. Behrens/Uni-ACI, Denkena/Uni-IFW, Ostermeier/MHH-Ortho

### **D10 Steifigkeitsvariable Implantate**

#### **Beeinflussung der Knochenheilung durch steifigkeitsvariable Implantate auf Basis von Formgedächtnislegierungen**

■ Projektleitung: Gössling/MHH-UCH, Meier/LZH, Hurschler/MHH-Ortho

### **Projektbereich T: Transferprojekt**

#### **T1 Mikrostrukturierte Cochlea-Implantat Elektroden**

#### **Entwicklung und Herstellung mikrostrukturierter Elektrodenoberflächen zur Reduktion des Bindegewebswachstums auf Cochlea-Implantaten**

■ Projektleitung: Stöver/ MHH HNO, Chichkov/LZH

### **Verwaltungsprojekt**

#### **Z1 Verwaltung des Sonderforschungsbereiches**

■ Projektleitung: MHH HNO und Uni-ZBM