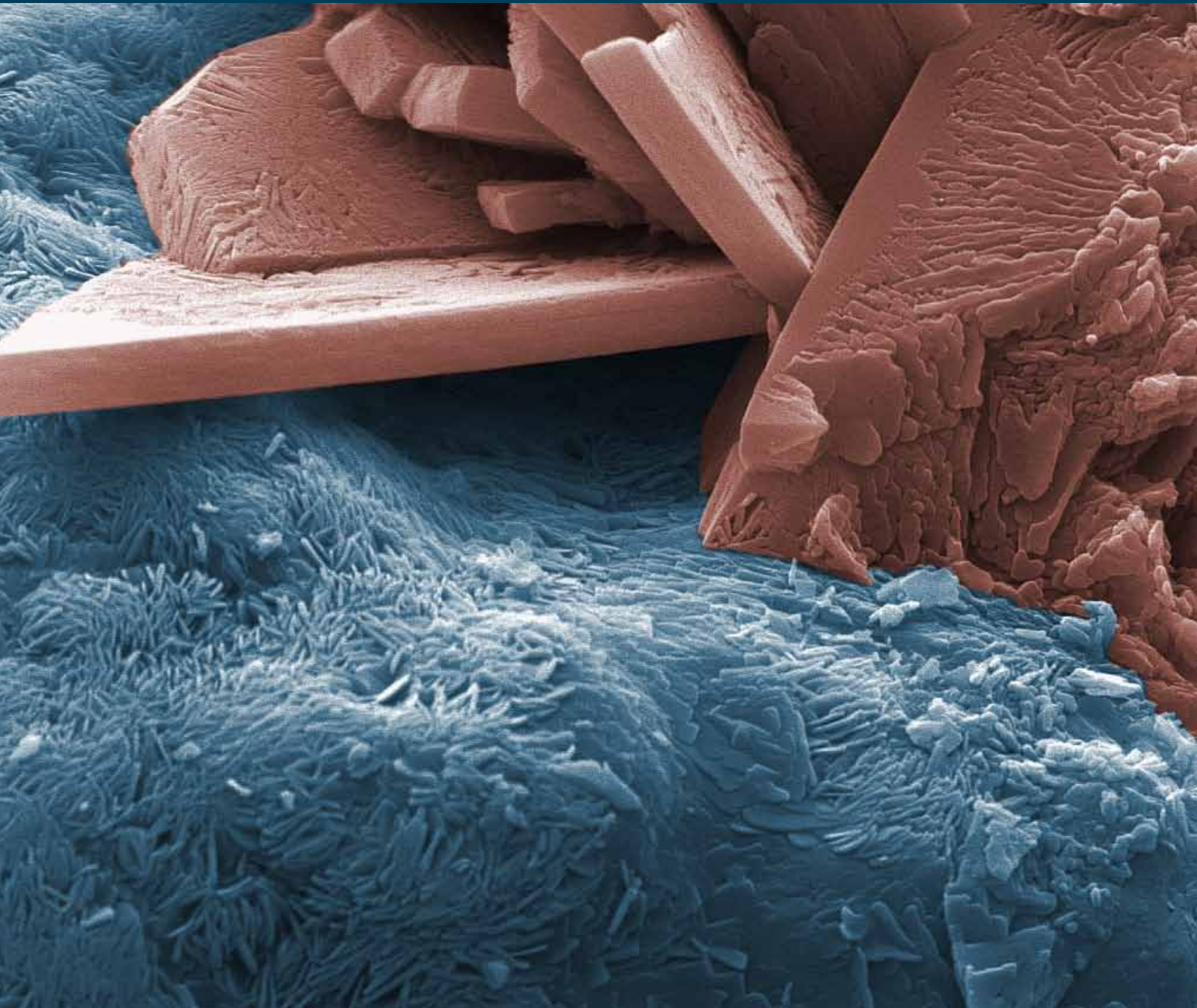




RMS-Bericht
RMS Report

Ausgabe 2014
edition 2014



..... Testing • Research • Consulting

Einleitung	3
Akkreditierung nach ISO/IEC 17025 Typ C	5
Ringversuch zur Phasenquantifizierung mittels XRD	6
Vorlesungen über «Biomaterialien» an der Universität Bern	7
Editor-Arbeiten für Acta Biomaterialia	8
Beschaffung eines Schichtdickenmessgerätes	9
FT-IR-Mikroskop: Beschaffung und Einsatzmöglichkeiten	10
Der Effekt von Argon in HIP-Proben	11
Strukturierung von Oberflächen mit partikelfreiem Wasserstrahl	12
Konformitätsprüfung nach RoHS 2	13
Gips-Drittkörperverschleiss von künstlichen Hüftgelenken	14
Analyse von Polyethylen-Abriebpartikeln aus Verschleissstudien	15
Neue Polymermaterialien für orthopädische Anwendungen	16
Einfluss der Einbettungsoberfläche auf die FEA von Hüftschäften	17
Pulverbasiertes 3D-Drucken von Kalziumphosphat-Strukturen	18
Künstliches Knochenmodell für die biomechanische Testung	19
Hydrothermale Behandlung von Kalziumphosphat-Keramiken	20
Sub- μm CaP-Partikel als Rohmaterial für Zemente	21
Anreicherung von Metallionen in Kühlschmierstoffen	22
Heterogenität von Knochen-Knorpelgewebe vom Rind	23
TGF β in der Knorpelbildung von expandierten Knorpelzellen	24
Publikationen	25
Publikationen aus externen Projekten (EFO) mit RMS-Unterstützung	25
Abstracts / Kurzfassungen, präsentiert als Vortrag (V) oder Poster (P)	26
Eingeladene Vorträge (ohne Kurzfassung)	28
Eingeladene Vorträge (mit Kurzfassung)	29
Seminarvorträge in der RMS	29
Lehrtätigkeiten	30
Patente	31
Personal	32

Introduction	4
ISO/IEC 17025 type C laboratory accreditation	5
Interlaboratory study for phase quantification by XRD	6
Lecture series on «Biomaterials» at the University of Bern	7
Editorial work for Acta Biomaterialia	8
Acquisition of a coating thickness measurement device	9
FTIR microscope: acquisition and possible fields of application	10
The effect of argon in HIP components	11
Structuring of surfaces by particle free waterjet	12
Conformity test according to RoHS 2	13
Low gypsum third body wear of total hip prostheses	14
Analysis of polyethylene wear particles from wear studies	15
New polymer blends for orthopaedic applications	16
Embedment surface influence on finite element hip stem analyses	17
Powder based 3D printing of calcium phosphate structures	18
Synthetic trabecular bone model for biomechanical testing	19
Hydrothermal treatment for calcium phosphate ceramics	20
Sub- μm CaP particles as a raw material for cements	21
Solubilization of metal ions by metalworking fluids	22
Heterogeneity of bovine osteochondral tissues	23
TGF β in cartilage formation by expanded chondrocytes	24
Publications	25
Publications on external projects (EFO) with RMS grant	25
Abstracts presented as lecture (V) or poster (P)	26
Invited talks (without abstracts)	28
Invited talks (with abstract)	29
Seminary talks at the RMS	29
Teaching activities	30
Patents	31
Personnel	32

Einleitung



Mit diesem Report, den wir bekanntlich alle zwei Jahre erstellen, möchten wir einen Einblick in ausgewählte Aktivitäten und in einige Forschungsprojekte geben. Ich erlaube mir, meine Ausführungen mit einem «herzlichen Dankeschön» an alle unsere Partner und Kunden zu beginnen. Denn ihre Wünsche und Erwartungen an uns sind es, die uns jeden Tag als Ansporn dienen, Untersuchungen, Analysen und Tests so effizient und so aussagekräftig wie möglich zu machen. Gleichzeitig gilt der Dank natürlich auch unseren Mitarbeitenden mit ganz unterschiedlichen, aber immer vielfältigen Arbeiten. Sie sind es schliesslich, die in ihren spezifischen Fachgebieten ein Ergebnis oder eine Erkenntnis erarbeiten und so für die Qualität unserer Arbeit stehen. Und da gilt es auch unsere Studenten und Doktoranden nicht zu vergessen, die wohl nur für eine beschränkte Zeit bei uns tätig sind, aber auch zur Lebendigkeit unseres Arbeitsumfeldes beitragen. Nicht zuletzt gilt der Dank auch den Mitgliedern des Wissenschaftlichen Rates und des Stiftungsrates sowie den Stifterfamilien Mathys und Marzo.

Unsere Forschungstätigkeiten basieren seit eh und je auf unserem Leitbild und erfahren durch aktuelle Probleme, neue Erkenntnisse oder Technologien doch ihre Anpassungen. Um für solche Veränderungen gerüstet zu sein, sind ein funktionierendes Netzwerk und Kontakte zu Universitäts- und Hochschul-instituten unabdingbar. Wir verfügen glücklicherweise über eine grosse Zahl derartiger Partnerschaften, die uns immer wieder weitere Türen öffnen. Im Gegenzug versuchen wir durch unsere Lehrtätigkeiten an verschiedensten Ausbildungsstätten, die Praxisrelevanz zu steigern und für unsere Kunden auch als Bindeglied zwischen Hochschule und Industrie zu funktionieren und so den Technologietransfer zu unterstützen. Nicht selten enden unsere Tätigkeiten, ob alleine oder in Zusammenarbeit

mit Partnern durchgeführt, durch staatliche Förderprogramme mitunterstützt oder nicht, in Publikationen oder Patenten, womit auch in einem Forschungsprojekt ein sichtbares Ergebnis vorgelegt werden kann.

Zunehmendes Know-how, die ständig wachsende Erfahrung und die Vielfalt der Anfragen durch unsere Kunden führen zu einer laufenden Optimierung unserer Dienstleistungen, sei es in Bezug auf den organisatorischen Arbeitsablauf, die Qualität unserer Verfahren oder die Güte unserer Untersuchungsergebnisse. Als herausragendes Ergebnis darf in diesem Zusammenhang die Akkreditierung nach ISO/IEC 17025 zum vollumfänglich akkreditierten Prüflabor Typ C erwähnt werden. Die RMS darf damit selbst entwickelte, neue Prüfverfahren nach Validierung als akkreditierte Dienstleistung in ihr Angebot aufnehmen.

Es wird für uns in der RMS auch weiterhin eine Freude sein, Hilfe und Unterstützung anbieten zu dürfen, neue Technologien beurteilen oder sogar weiterentwickeln zu können. Alle unsere Mitarbeitenden sind interessiert und wollen neue Herausforderungen annehmen und meistern können. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen spannende Einblicke in unseren Report und vielleicht bringt Sie der eine oder andere Artikel auf eine Idee, die Sie gerne mit uns besprechen möchten. Sie sind in der RMS jederzeit willkommen!

Beat Gasser

Bettlach, 31. Dezember 2013

Introduction

This report, which we publish biennially, is intended to provide an overview of selected activities and, in particular, various research projects.

I would like to start my remarks by sincerely thanking all our partners and customers. It is their wishes, and the expectations they place on us, that inspire our day-to-day efforts to make sure that our investigations, analyses and tests are as efficient and conclusive as possible. At the same time, I would obviously like to thank our employees for the wide variety of tasks that they perform. Ultimately, they are the ones who

variety of educational establishments, to increase practical relevance and assist our customers by acting as a link between institutions of higher education and industry, thus supporting technology transfer. Quite often, our activities, carried out on our own or in collaboration with partners and with or without support by government funding programmes or not as the case may be, produce publications or patents, and show that research projects can yield concrete results. Expanding know-how, continuously accumulated experience and the diverse issues raised by our customers result in continuous

improvements in our services in terms of organisational workflows, the quality of our methods and the soundness of our research findings. Accreditation in accordance with ISO/IEC 17025 as a fully-accredited type C test laboratory is one excellent result that deserves mentioning in this respect. This means that RMS can include



produce results and discover knowledge in their specific specialist fields and they are therefore the bedrock for the quality of the work we do. And I must not forget our students and postgraduate students who, although they only work with us for a limited time, also make their contribution towards the liveliness of our working environment. Last but not least our thanks also go to the members of the Scientific Committee and the Board of Trustees as well as to the donor families Mathys and Marzo.

Our research activities have long been based on our mission statement and are constantly being adapted in the light of the latest problems, new knowledge or technologies. A properly functioning network and contacts with universities and universities of applied sciences are an indispensable part of ensuring that we are geared up to cope with such changes. Fortunately, we maintain a large number of such partnerships and these continue to open up many doors for us. In return, we endeavour, through our teaching activities in an extremely broad

new in-house developed test methods in its offering as an accredited service once they have been validated.

RMS will continue to offer our help and support, assessing new technologies and even further refining them. All our employees are highly committed and keen to take on and overcome fresh challenges. In this spirit, I hope you find our report exciting reading and that some articles in it may give you an idea that you would like to discuss with us. You are always welcome to visit RMS!


Beat Gasser

Bettlach, 31 December 2013

Akkreditierung nach ISO/IEC 17025 Typ C

ISO/IEC 17025 type C laboratory accreditation

1993 liess sich die RMS Foundation für ihr Qualitätsmanagementsystem gemäss der Norm ISO 9001 zertifizieren. Ab 1995 wurden vereinzelt Prüfverfahren in sechs verschiedenen Messprinzipien gemäss ISO/IEC 17025 akkreditiert. Aufgrund höherer Qualitätsanforderungen an die Produkte der Kunden und grösserer Nachfrage nach neuen Prüfverfahren wurden über die Jahre zusätzliche Verfahren nach internationalen Normenstandards akkreditiert.

Im Gegensatz zu der ISO 9001 Zertifizierung, welche die Anforderungen an das Managementsystem einer Organisation festlegt, sind in der Akkreditierung nach ISO/IEC 17025 die Kriterien und Vorgehen spezifisch auf die Beurteilung der technischen Kompetenz eines Prüflabors ausgerichtet. Unabhängige Gutachter überprüfen in jährlichen Überwachungsaudits die Einhaltung der Norm in Bezug auf Kompetenz, Qualifikation und regelmässige Schulung des Personals sowie die Eignung der Räumlichkeiten und Umgebungsbedingungen. Ein akkreditiertes Prüflabor muss weitere Anforderungen erfüllen: Die Prüfverfahren sind geeignet und validiert, die Anweisungen sind klar beschrieben und wiederholbar, Messunsicherheiten sind evaluiert, die erforderliche Messgenauigkeit wird erreicht, Analysengeräte werden regelmässig recalibriert. Zudem verfügt das Labor über Qualitätslenkungsverfahren zur Überwachung der Prüfungen (z. B. Referenzmaterial, Wiederholbarkeit, Wiederfindungsrate etc.). Die Prüfberichte sind klar und eindeutig formuliert und beinhalten die von der Norm geforderten Elemente.

Im Jahr 2013 wurde der RMS Foundation diese Kompetenz für alle Dienstleistungen mit der Erweiterung der Akkreditierung als Typ C Prüflabor von der Schweizerischen Akkreditierungsstelle (SAS) bestätigt. Zusätzliche Voraussetzung für eine Typ C Akkreditierung ist das ausgewiesene fachliche Know-how zur Entwicklung und Einführung von neuen Prüfverfahren, einschliesslich deren Validierung. Gegenwärtig basiert das Spektrum an akkreditierten Prüfverfahren, welche die RMS Foundation anbietet, auf 38 verschiedenen Messprinzipien.

In 1993 RMS Foundation's quality management system was certified according to ISO 9001. As of 1995, six specific measuring procedures were accredited according to ISO/IEC 17025. In the following years the number of accredited service analyses was constantly increased to meet the customers' demands in terms of quality assurance and additional test procedures.

As opposed to ISO 9001, which focuses on an institution's management system, ISO/IEC 17025 is specifically targeted on a laboratory's technical competence and analytical processes. On an annual basis, independent auditors inspect the compliance with ISO/IEC 17025 in terms of competence, qualification, and regular training of RMS Foundation's laboratory staff, as well as the conditions of laboratory facilities. The following requirements imposed by the standard are also subject to annual inspection: the test procedures are suited and validated, the description of testing procedures are clear and reproducible, uncertainties of measurement have been evaluated, instruments are being recalibrated on a regular basis. A quality assurance system for performance qualification has been established (e.g. by regular measurements of reference samples and monitoring of reproducibility, recovery rate, etc.). Reports and results forms must be precise, unambiguous, and contain all elements specified by the international standard.

In 2013 RMS Foundation reached ISO/IEC 17025 type C accreditation by the Swiss Accreditation Service (SAS) for all services as a confirmation of the competence. In addition to previous accreditations, type C accreditation also certifies the competence to develop, validate, and introduce new test procedures. As a result, RMS Foundation nowadays offers a wide range of accredited analytical services based on 38 different measuring principles.

B. Lüthi
N. Döbelin



Abbildungen:
International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) und Akkreditierungszeichen der Schweizerischen Akkreditierungsstelle.

Figures:
International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) and accreditation mark of the Swiss Accreditation.

Ringversuch zur Phasenquantifizierung mittels XRD

Interlaboratory study for phase quantification by XRD

N. Döbelin

Pulver-Röntgendiffraktion (XRD) ist eine der gängigsten Methoden zur Identifizierung und Quantifizierung kristalliner Phasen in Keramiken oder Mineralien. Mittels Rietveld-Verfeinerung können sehr detaillierte Informationen über die Zusammensetzung und die einzelnen Phasen bestimmt werden. Bei diesem Prozess wird ein aus einem Kristallstrukturmodell berechnetes Diffraktogramm iterativ auf das gemessene Diffraktogramm angepasst. Die

von Knochenersatzmaterialien zur Anwendung kommen. Dazu stellte die RMS eine Referenzprobe her und verschickte sie an alle Teilnehmer der Studie. 12 Laboratorien aus 6 europäischen Ländern nahmen an der Studie teil (Abb.) und stellten Datensätze von insgesamt 26 verschiedenen Gerätekonfigurationen zur Verfügung. Die Resultate wurden nach ASTM E691 – 13 statistisch ausgewertet.

Diese zeigten, dass die Resultate der RMS mit den Mittelwerten aller Datensätze konsistent sind. Die 95 % Reproduzierbarkeitsgrenze R für verfeinerte Phasenanteile lag bei 1.67 wt-%.



Abbildung:
12 Laboratorien aus 6 Ländern nahmen an der Studie teil: Schweiz (4 Labors), Deutschland (2), Holland (1) Frankreich (1), Lettland (3) und Schweden (1).

Figure:
12 laboratories from 6 countries participated in the ILS: Switzerland (4 labs), Germany (2), The Netherlands (1), France (1), Latvia (3), and Sweden (1).

Rietveld-Verfeinerung benötigt erfahrenes Personal, exakt kalibrierte Geräte sowie sorgfältige Probenpräparation. Die Validierung ist besonders schwierig, da keine andere Messmethode direkt vergleichbare Resultate liefert. Eine Möglichkeit der Validierung bietet der Vergleich der Resultate mit anderen Labors, welche die gleiche Probe messen.

Im Jahr 2013 organisierte die RMS einen Ringversuch zur Phasenquantifizierung einer Mischung aus zwei Kalziumphosphat-Phasen, Trikalziumphosphat (β -TCP) und Hydroxylapatit (HA), wie sie oft im Bereich

Powder X-ray diffraction (XRD) is one of the most common analytical methods to identify and quantify crystalline phases in ceramic or mineral samples. Very detailed information on the composition and individual phases can be extracted by Rietveld refinement, a process iteratively matching the calculated diffraction pattern of a crystal structure model to a measured pattern. However, Rietveld refinement requires skilled personnel, well-calibrated equipment, and careful sample preparation. Validating results is difficult, because no other analytical technique provides directly comparable information. One way of verification is to compare the results of a reference sample with other laboratories analyzing the same sample.

In 2013 RMS Foundation organized an interlaboratory study (ILS, round robin) for phase quantification with Rietveld refinement of a mixture of two calcium phosphate phases, tri-calciumphosphate β -TCP and hydroxyapatite (HA), often used in skeletal substitute materials. A reference powder was produced, characterized thoroughly, and shipped to all participating laboratories. 12 laboratories from 6 European countries (fig.) submitted datasets from 26 different configurations, which were used to perform a sound statistical analysis of the results according to ASTM E691 – 13. The analysis demonstrated that the refinement results performed at RMS Foundation were consistent with the average of all contributed data sets. The 95 % reproducibility limit R of refined phase quantities was found to be 1.67 wt-%.

Vorlesungen über «Biomaterialien» an der Universität Bern

Lecture series on «Biomaterials» at the University of Bern

Eine Lehrveranstaltung über Materialien ist eine spezielle Herausforderung, weil ein sehr breit gefasster Themenbereich von Grundlagenkenntnissen in Chemie, Physik und Mechanik vorausgesetzt wird. Falls das Thema «Biomaterialien» einschliesst, kommen noch zusätzliche Aspekte der Biologie und Biochemie zum Tragen.

Die Vorlesung «Grundlagen der Biomaterialien» (5 ECTS), welche im Rahmen des Masterlehrgangs «Biomedical Engineering» an der Universität Bern gehalten wird, wurde speziell für erstsemestrige Masterstudenten entwickelt. Ziel ist, die wichtigsten Aspekte von Materialien, welche in Medizinprodukten verwendet werden, zu vermitteln.

Zu Beginn der Vorlesungsreihe wird das Verständnis der Atomtheorie und der Materie *per se* vermittelt, bevor die Konzepte der Kristallstrukturen und Phasenübergänge einfließen. Erst danach werden die spezifischen Eigenschaften der drei wichtigsten Klassen von Materialien Metalle – Keramiken – Polymere diskutiert. Zusätzlich werden die analytischen Methoden vorgestellt, welche für die Charakterisierung der jeweiligen Materialklasse wichtig sind.

Erst im zweiten Teil der Vorlesungsserie wird auf das Thema «Bio» eingegangen und der Unterschied zwischen «normalen Materialien» und «Biomaterialien» vermittelt. Dabei wird auf die Wichtigkeit der Oberfläche und Grenzfläche sowie die Wechselwirkungen zwischen Material und biologischem Gewebe hingewiesen. Der Oberflächenmodifikation und Oberflächenanalyse fällt deshalb eine wichtige Rolle zu.

Im Rahmen der Vorlesung müssen die Studenten in Gruppenarbeiten zusätzlich spezifische Aspekte von Materialien erarbeiten und gegenseitig präsentieren. Im Jahre 2012 wurde die Vorlesung von 90 Studenten aus zwei Semestern besucht. Seit 2013 werden die «Grundlagen» und «angewandten Themen der Biomaterialien» aufgeteilt auf das 1. und 3. Mastersemester unterrichtet.

A lecture on materials presents a special challenge, not because materials are particular challenging, but because material science covers a wide range of topics. Material science requires fundamental

knowledge of chemical, physical, and mechanical aspects. The range is even vaster if it is on biomaterials, since a variety of biological and biochemical aspects have to be covered in addition.

The course on fundamental biomaterials (5 ECTS), taught within the master program on biomedical engineering at the University of Bern for first year master's students, has been designed to introduce aspects in material science in general with specific discussion of materials used for engineering medical device.

First, the general concepts of atoms and the electronic structure of atoms are introduced, followed by the state of matters with some focus on crystalline structures and related phase transitions. Subsequently, the characteristics of the big three material classes, metals – ceramics – polymers, are discussed in more detail. Emphasis was set to basic characteristic marking the difference between the groups including aspects of bonding and intra-atomic or -molecular forces as well as chemical reactivity or material mechanics. In addition, selected analytical methods are introduced that can be used to characterize the respective class of materials.

The specific biological aspects of what makes a normal material being considered to be biomaterials are discussed only later in the course. It is stressed out that the interaction of materials with cells and biological tissues is mostly mediated by the material surface. Therefore, interfacial processes and surface analytical techniques are discussed in some details.

In each course the students have to elaborate on some biomaterials and present their appraisal and findings in a short presentation. In 2012 the lecture was held for 90 students in two semesters. Since 2013 both lectures, «fundamental biomaterials» and «applied biomaterials», were given separately in the first and third master semester.

R. Luginbühl
J. Sague
R. Egli
M. Bohner
L. Eschbach
R. Heuberger

in collaboration with
A. Dommann, Empa,
St. Gallen

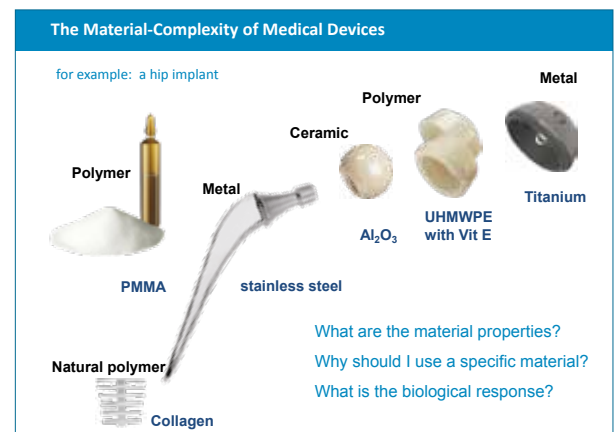


Abbildung:
Beispiel einer PowerPoint-
Folie für die Vorlesung.

Figure:
Example of a PowerPoint
slide for the lecture.

Editor-Arbeiten für Acta Biomaterialia Editorial work for Acta Biomaterialia

M. Bohner

Seit 2008 arbeitet Marc Bohner als Editor für die Fachzeitschrift Acta Biomaterialia, die im Jahre 2005 erstmals erschienen ist. Diese Fachzeitschrift gehört der Acta Materialia Inc und wird vom Verlag Elsevier vertrieben. Sie hat den zweithöchsten Impact Factor im Bereich Biomaterialien (IF = 5.1). Acta Biomaterialia ist eine internationale Zeitschrift, die Originalforschungsberichte und Übersichtsartikel nach Überprüfung durch Wissenschaftler aus dem gleichen

erledigt wurden. Dem Editor steht eine Redaktionsassistentin zur Seite. Diese Person kümmert sich um alle administrativen Aspekte, wie die Kontaktaufnahme mit potenziellen Gutachtern, oder sie ist dafür besorgt, dass die Gutachter fristgerecht antworten.

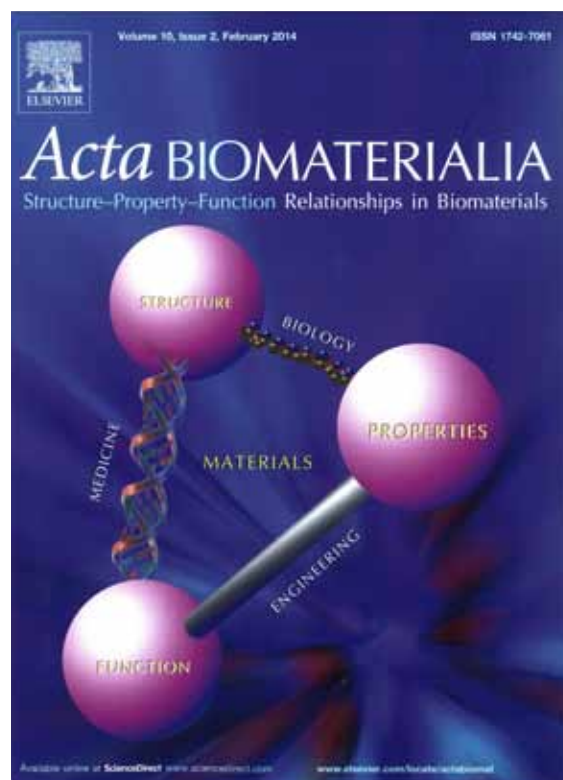


Abbildung:
Titelblatt der Februar-Ausgabe 2014.

Figure:
Cover sheet of the February issue 2014.

Forschungsgebiet sowie Informationen im breit gefächerten Bereich der Biomaterialienwissenschaften veröffentlicht. Der Schwerpunkt der Zeitschrift liegt auf den Beziehungen zwischen Biomaterialstruktur, Eigenschaften und Funktion in jeder Größenordnung. Die Zeitschrift hat sich dazu verpflichtet, eine sehr kurze Überprüfungs- und Veröffentlichungsfrist einzuhalten. Die Zahl der eingereichten Manuskripte hat sich über die Jahre (2'300 im 2013) erhöht, während die Zahl der akzeptierten Manuskripte in den letzten vier Jahren konstant (≈ 500 im 2013) geblieben ist. Aktuell erscheinen pro Jahr 12 Ausgaben mit rund 9'500 Seiten Inhalt.

Die Aufgabe des Editors besteht in der Beurteilung und Auswahl der Manuskripte, die bei Acta Biomaterialia eingereicht werden. Insbesondere erfüllt Marc Bohner folgende Aufgaben: (i) Qualität der eingereichten Manuskripte beurteilen (500 bis 600 Manuskripte pro Jahr); (ii) entscheiden, ob das Manuskript abgelehnt oder an die Gutachter weitergeleitet wird; (iii) basierend auf den Berichten von mindestens 2 – 3 Gutachtern über eine «Zurückweisung» oder «Überarbeitung» befinden und (iv) sicherstellen, dass alle geforderten Korrekturen vor Annahme des Manuskripts

In 2008, Marc Bohner started working as Editor for Acta Biomaterialia. This journal created in 2005 belongs to Acta Materialia Inc, is sold by the publisher Elsevier, and has the second highest Impact Factor in the Biomaterials field (IF = 5.1). Acta Biomaterialia is an international journal that publishes peer-reviewed original research reports, review papers and communications in the broadly defined field of biomaterials science. The emphasis of the journal is on the relationships between biomaterial structure, properties and function at all scales. The journal is committed to rapid peer-review and publication. The number of submitted manuscripts has increased steadily over the years (2300 in 2013), whereas the number of accepted manuscripts has remained fairly constant in the last 4 years (≈ 500 in 2013). This ends in the publication of 12 issues over the year with approximately 9'500 pages in total.

The job of editor consists in assessing and selecting manuscripts submitted to Acta Biomaterialia. Specifically, Marc Bohner has: (i) to assess the quality of the submitted manuscripts (500 – 600 manuscripts per year); (ii) to decide whether the manuscript should be rejected or sent to reviewers; (iii) to make a decision based on the reports sent by at least 2 – 3 reviewers (either «reject» or «revise»); and (iv) to make sure that all requested corrections are made before accepting the manuscript. The editor can count on the work of an editorial assistant. This person takes care of all administrative aspects such as contacting potential reviewers or making sure that reviewers reply in a timely manner.

Beschaffung eines Schichtdickenmessgerätes

Acquisition of a coating thickness measurement device

Für die Bestimmung der Schichtdicke werden zwei unterschiedliche Messverfahren angewandt: das magnetinduktive Verfahren (DIN EN ISO 2178) und das Wirbelstrom-Verfahren (DIN EN ISO 2360). Sowohl die Induktion eines Magnetfeldes im Grundmaterial unter der Beschichtung als auch die Induktion eines Wirbelstromes sind abstandsabhängig. Die Dicke der Beschichtung kann somit schnell und zerstörungsfrei gemessen werden.

Seit 2012 ist in der RMS Foundation ein solches Schichtdickenmessgerät, das Dualscope® FMP20 (Abb.), verfügbar. Durch die Integration beider Messverfahren können mit diesem Universalgerät sowohl nichtmagnetische Schichten (z. B. Chrom-, Kupfer-, Zinkschichten) auf Stahl und Eisen als auch isolierende Schichten (z. B. Farb-, Lack- und Kunststoffschichten sowie Anodierschichten) auf einem elektrisch leitenden Grundmaterial gemessen werden. Mit den Standard-Messsonden wird je nach Verfahren ein Messbereich von 0 – 2000 μm bzw. 0 – 1200 μm abgedeckt. Die Sonde wird je nach Werkstoffkombination von Schicht und Grundwerkstoff ausgewählt. Die Auswertung erfolgt mit Hilfe einer entsprechenden Software; Messprotokolle und Berichte können so einfach erstellt werden.

Messfehler, die z. B. durch eine gekrümmte oder raue Oberfläche entstehen, können durch die Wahl der richtigen Sonde minimiert werden. Die Messgenauigkeit wird durch eine Normierung und Kalibrierung auf dem jeweiligen unbeschichteten Grundwerkstoff mit derselben Probengeometrie erhöht. Die Messfehler durch den Bedieneinfluss, wie z. B. durch schräges Aufsetzen der Messsonde, kann durch die Benutzung eines speziellen Statives minimiert werden. So kann selbst die Schichtdicke von kleinsten Proben positionsgenau bestimmt werden. Das Dualscope® FMP20 ist somit für sehr viele Messaufgaben geeignet.

For the determination of the coating thickness, two different measurement methods are used: the magnetic induction method (DIN EN ISO 2178) and the eddy current method (DIN EN ISO 2360). The induction of a magnetic field as well as the induction of an eddy current in the substrate beyond

a coating depends on the layer thickness. Thus, the coating thickness can be measured rapidly and non-destructively.

Since 2012 RMS Foundation owns a coating thickness measurement device, the Dualscope® FMP20 (fig.). Due to the integration of both measurement methods, this universal instrument is capable of measuring non-magnetic coatings (e.g. chromium, copper, zinc and varnish coatings) on steel and iron as well as non-conductive coatings (lacquer, varnish, plastic coatings and anodic layers) on an electrically conducting base material. With the standard probes a measuring range of 0-2000 μm and 0-1200 μm respectively are covered.



The probe is selected depending on the material combination of coating and base material. The evaluation is performed using appropriate software, measurement protocols and reports can be created easily. Measurement errors, which can occur due to a curved or rough surface, can be minimized by using the correct probe. The accuracy of the measurement is increased by a normalization and calibration on the uncoated base material with the same sample geometry. The measurement error due to the influence of the operator, such as tilting of the probe, can be minimized by using a support stand. Thus, even the coating thickness of the smallest samples can be determined precisely. The Dualscope® FMP20 is suitable for a wide range of measurement tasks.

J. Krieg
R. Heuberger
L. Eschbach

Abbildung:
Schichtdickenmessgerät
Dualscope® FMP20.

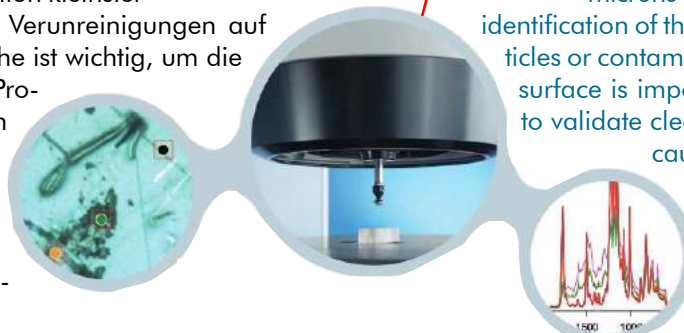
Figure:
Coating thickness
measurement instrument
Dualscope® FMP20.

FT-IR-Mikroskop: Beschaffung und Einsatzmöglichkeiten FTIR microscope: acquisition and possible fields of application

F. Bigolin
J. Sague

Vermehrte Kundenanfragen bezüglich Oberflächenrückständen organischen Ursprungs und Materialeinschlüssen haben die RMS bewogen, ein neues FT-IR-Mikroskop (Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie) zu evaluieren und anzuschaffen. Das Bruker LUMOS ist ein eigenständiges FT-IR-Mikroskop, in dem ein FT-IR-Spektrometer integriert ist. Es liefert Daten höchster Qualität, sowohl bei der visuellen Betrachtung der Probe als auch bei der IR-Analyse und eröffnet damit ein weites Feld möglicher Anwendungen. Die Messfläche reicht von wenigen Mikrometern bis 0.5 mm. Die Identifikation kleinster Partikel oder Verunreinigungen auf der Oberfläche ist wichtig, um die Ursache von Produktfehlern zu ermitteln; eine Fragestellung, die praktisch alle Branchen betrifft.

Increasing customer inquiries regarding surface analysis of residues of organic origin and material inclusions induced the RMS to evaluate and to purchase a new FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) microscope. The Bruker LUMOS is a stand-alone FTIR microscope, in which an FTIR spectrometer is integrated. It provides the highest quality data, both for the visual inspection of the sample and in the IR analysis, and thus opens up a wide range of possible applications. The measuring surface ranges from a few microns to 0.5 mm. The identification of the smallest particles or contaminations on the surface is important in order to validate cleanliness or the cause of product failures; issues that affects virtually all industries.



Die Nutzung der bildgebenden Technik ermöglicht die Visualisierung der chemischen Zusammensetzung inhomogener Strukturen wie Polymerlaminat oder biologische Gewebe und das Quantifizieren organischer Rückstände auf Metalloberflächen. Damit öffnet sich ein breites Anwendungsfeld in der industriellen Forschung und Entwicklung sowie im Bereich der Wissenschaft.

Die Nutzung der bildgebenden Technik ermöglicht die Visualisierung der chemischen Zusammensetzung inhomogener Strukturen wie Polymerlaminat, oder biologische Gewebe und das Quantifizieren organischer Rückstände auf Metalloberflächen. Hence, a wide range of applications is now available for industrial research and development as well as in the field of science.

Abbildungen:

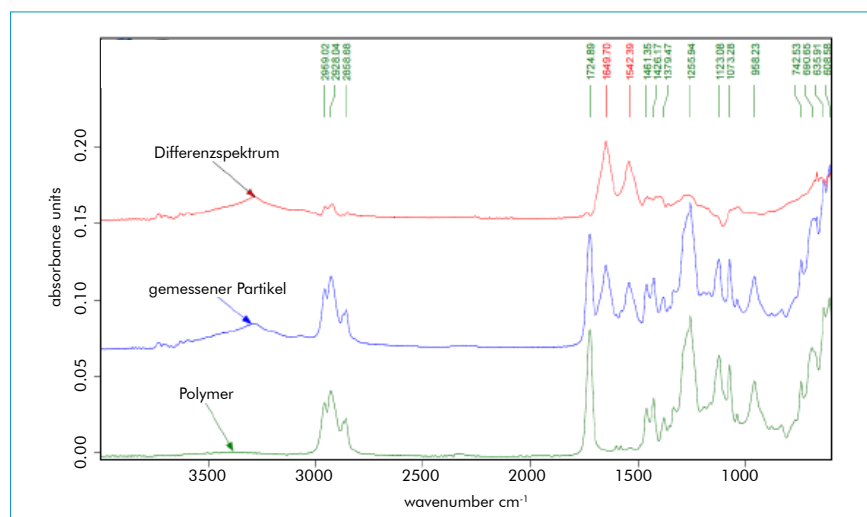
Oben: FT-IR-Mikroskop LUMOS mit motorisierten ATR-Germaniumkristall.

Unten: Partikelanalyse (Differenzspektrum Polymermatrix / Partikel). Beim Rückstand auf dem Polymer handelt es sich um ein Proteinpartikel.

Figures:

Top: FTIR microscope LUMOS with motorized ATR germanium crystal.

Bottom: Particle analysis (difference spectrum polymer matrix / particles). The polymer residues are protein particles.



Der Effekt von Argon in HIP-Proben

The effect of argon in HIP components

Argonanalysen an heissisostatisch gepressten (HIP-) Materialien werden nach dem Trägergas-Heissextraktionsverfahren (TGHE) durchgeführt. Dabei wird die Probe in einem Grafitiegel bei hoher Temperatur (bis 2000 °C) unter Helium als Inert- und Trägergas aufgeschmolzen. Der Argongehalt wird anschliessend über ein Quadrupol-Massenspektrometer gemessen.

Das HIP-Verfahren wird zum Nachverdichten von Guss-, Keramik- und Hartmetallwerkzeugen wie auch zur direkten Herstellung von Konstruktionsteilen unter Argongasdruck verwendet. Das Ziel dieser Behandlung ist die

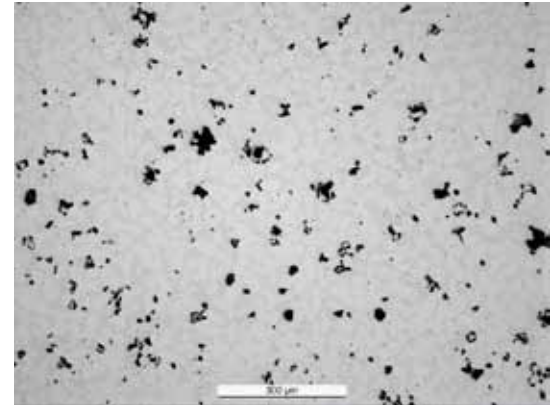
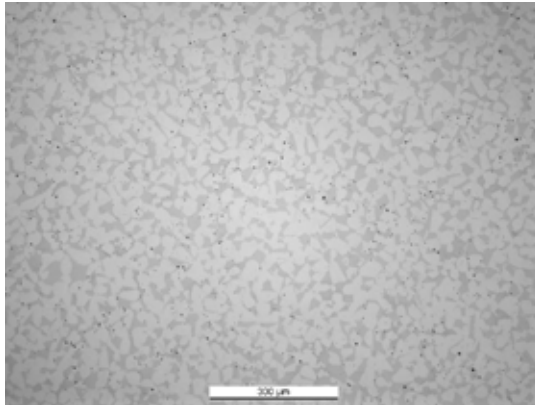
Eliminierung von Poren bei Teilen, die durch Sintern oder Giessen in ihre Endform gebracht wurden. Die direkte Herstellung von Konstruktionsteilen erfolgt in verschweissten Kapseln. Wird die Schweißnaht nicht sorgfältig angelegt, kann die Kapsel undicht sein. Bedingt durch den hohen Druck reichen Lecks im Bereich des Atomdurchmessers des Argongases, um das Eindringen von Gas in die Kapsel zu erlauben. Während dem HIP-Prozess und der dadurch erzeugten Verformung der Bleche kann die Schweißnaht reißen und das Argongas dringt in das Bauteil ein. Das Gas legt sich um die Pulverkörner und verhindert je nach Leckgrösse eine Verformung der Kapsel oder eine Versinterung der Pulverkörner.

Zu beachten ist, dass Teile, die einer Wärmebehandlung durch Schweißen oder Vergüten unterzogen werden, generell kleinere Argon-Gehalte aufweisen müssen.

Folgende Richtwerte können für die Weiterverwendung von HIP-Bauteilen angenommen werden:

- < 60 ng/g: das Teil kann ohne Probleme verwendet werden.
- 60 bis < 150 ng/g: je nach Anwendungsfall kann das Teil verwendet werden.
- 150 – ca. 400 ng/g: beim Kunden ist eine Freigabe zu verlangen.
- > 400 ng/g: das Teil ist Ausschuss.

Argon gas analysis in hot isostatically pressed (HIP) materials can be carried out by means of the carrier gas hot extraction (CGHE) method, in which the sample is digested in a graphite crucible at high temperature (up to 2000 °C) under Helium as inert and carrier gas. Subsequently, the argon content is being measured using a quadrupole mass spectrometer.



Abbildungen:

Links: Bei 1050 °C geblühte Probe mit einem Argongehalt von 40 ng/g. Porenfreies Mikrogefüge. Bei den «schwarzen Punkten» handelt es sich um nicht-metallische Einschlüsse.

Rechts: Bei 1050 °C geblühte Probe mit einem Argongehalt von 16'000 ng/g. Aufgrund des enormen Innendruckes des eingeschlossenen Argongases wachsen die Poren um das 10-fache. Vor allem die mechanischen Eigenschaften werden dadurch stark vermindert.

Figures:

Left: Sample with an argon content of 40 ng/g annealed at 1050 °C showing a pore free microstructure. The «black dots» are non-metallic inclusions.

Right: Sample with an argon content of 16'000 ng/g annealed at 1050 °C. Due to the enormous pressure of the argon gas in the casing, the pores grow to the 10-fold size. This reduces mainly the mechanical properties considerably.

The HIP process is applied to redensify cast, ceramics and hard metal tools as well as for the direct manufacturing of structural parts under argon gas pressure. The aim of this treatment is the removal of pores in components which are shaped by sintering or casting. Direct manufacturing of structural parts is performed in welded casings. If the weld seam is not carefully aligned, the casing can leak. Due to the high pressure, leaks of the size of an argon atom may be sufficient to allow the entry of gas into the casing. During the HIP process and the resulting deformation of the metal sheets, weld seams may break and let the argon gas enter into the component. The gas accumulates around the powder grains and inhibits a casing deformation or sintering of the powder grains, depending on the size of the leak.

It is noteworthy that lower argon contents are required for components which have to be heat treated by welding or tempering. The following guidance values can be assumed for HIP components:

- < 60 ng/g: the component can be used without restrictions.
- 60 bis < 150 ng/g: the component may be used depending on the specific application.
- 150 – ca. 400 ng/g: customer clearance must be obtained or empirical data for the operation is available.
- > 400 ng/g: the component is deficient.

Strukturierung von Oberflächen mit partikelfreiem Wasserstrahl Structuring of surfaces by particle free waterjet

L. Eschbach
R. Heuberger

Im Rahmen des von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) in der Kategorie «Life Sciences» finanzierten Projekts wurden die Möglichkeiten zum Strukturieren von Reintitanoberflächen mit partikelfreiem Wasserstrahl untersucht. Die Umsetzungspartner in dieser zwei Jahre

dauernden Studie waren die Firmen Waterjet AG und Thommen Medical AG.

Dentalimplantate aus Titan werden für ein rasches und direktes Einwachsen im Knochen mit einer Oberflächenstrukturierung versehen. Diese wird heute oft durch Partikelstrahl- und Ätzprozesse erzeugt. Nachteile dieser Verfahren sind Partikelrückstände (infolge Strahlprozesse) und Ätzprozesse, die immer auf die gesamte Oberfläche wirken, also nicht lokal auf einzelne Zonen angewendet werden können.

Das Wasserstrahlverfahren, das in dieser Studie untersucht wurde, ermöglicht eine einstellbare Strukturierung von Titanoberflächen. Die erzielte Rauheit ist unter anderem abhängig von der

Düsengeometrie, dem Wasserstrahlruck, dem Abstand und Winkel des Strahls zur Oberfläche und dem Vorschub. Es lassen sich so Rauheiten einstellen, die kleiner, im gleichen Bereich oder sogar deutlich grösser sind als mit den herkömmlichen Verfahren. Da eine höhere Rauheit eine erleichterte Brucheinleitung und damit eine tiefere Ermüdungsfestigkeit zur Folge hat, sollen nur die Stellen strukturiert werden, die von der Belastung her unkritisch sind, jedoch für das Anwachsen Bedeutung haben. Dazu wurde ein System mit einem Roboter aufgebaut, der die Werkstücke fixiert und im Wasserstrahl entsprechend ausrichtet und führt. Solche

optimierte Implantate sollen im Anschluss an diese Studie in einem Tierversuch implantiert werden.

In a research project financed by the Commission for Technology and Innovation (CTI) in the category «Life Sciences», the possibilities for structuring surfaces of pure titanium by particle free waterjet were investigated.

The industrial partners of this two year study were the companies Waterjet AG and Thommen Medical AG.

Dental implants made of titanium usually bear a structured surface to enable a quick and direct bone integration. These surface structures are mostly produced by grit blasting and etching. The main disadvantages of these processes are possible particle residues on the surfaces and the lack of possibility to limit the etching treatment to selected surface areas.

The waterjet process investigated in this study offers the possibility to produce a tailored surface structure. The resulting roughness depends on the nozzle geometry, the waterjet pressure, the distance and angle of the jet to the surface and the feed rate. Roughness values below, comparable or even clearly higher than with conventional processes are feasible. As a higher roughness can facilitate crack initiation and therefore lead to a lower fatigue strength, only uncritically loaded areas should be structured. To achieve this, a robot system to fix and align the work pieces in the waterjet was established and built. Parts structured and optimized in this manner will be tested in a subsequent animal study.



Abbildungen:

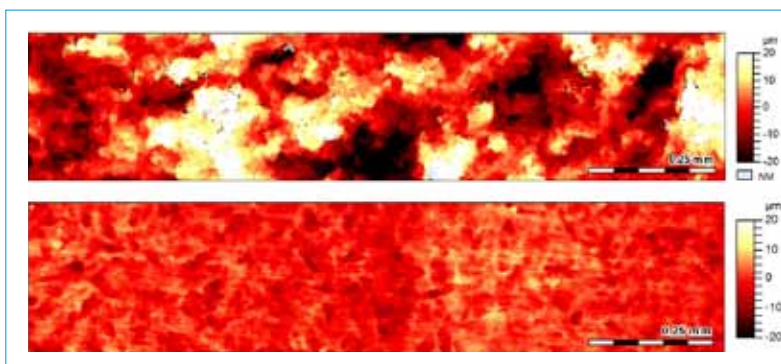
Oben: Robotergesteuerte Manipulation des Werkstücks im abrasiven Wasserstrahl.

Rechts: Topographie von Titanproben, gemessen mit einem Konfokalmikroskop: mit Hochdruckwasserstrahl strukturiert (oben) und Partikelgestrahlt und geätzt (unten).

Figures:

Top: Robot controlled manipulation of the work piece in abrasive waterjet.

Right: Topography of titanium specimens determined by confocal microscopy: waterjet structured (top image) and grit blasted and etched (bottom image).



Konformitätsprüfung nach RoHS 2

Conformity test according to RoHS 2

In Elektronikgeräten wurde in der Vergangenheit eine Vielzahl von giftigen Substanzen verbaut. Durch eine nicht sachgemässe Entsorgung gelangten diese in die Umwelt, wo sie zu einem Problem für Pflanzen, Tiere und Menschen wurden.

Um dem vorzubeugen, wurden in den RoHS-Richtlinien (v. engl. Restriction of (the use of certain) Hazardous Substances: 2002/95/EG RoHS 1 und 2011/65/EU RoHS 2) die Verwendung von Blei, Quecksilber, Cadmium, sechswertigem Chrom und von polybromierten Biphenylen (PBB) und Diphenylethern (PBDE) verboten. In der ersten Fassung waren diese Substanzen komplett verboten. Weil dies aber messtechnisch schwierig zu beweisen war, wurden 2005 Grenzwerte von 0.1 Gew% (alle Elemente ausser Cd: 0.01 Gew%) festgesetzt. Da diese Grenzwerte nicht überall realisierbar waren oder sind, gibt es eine lange Liste von Ausnahmeregelungen, wie für Quecksilber in Leuchtstofflampen, Fahrzeuge im Allgemeinen (ausser Elektrofahräder), Weltraumanwendungen oder aktive, implantierbare medizinische Geräte. Zudem gibt es Übergangsfristen: medizinische Geräte erst ab dem 22.7.2014 und *in vitro* Diagnosegeräte erst ab dem 22.7.2016.

Zur Überprüfung der Grenzwerte bietet sich in der RMS Foundation eine Kombination von verschiedenen Methoden an. Mit einer Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) kann auf grösseren Bauteilen überprüft werden, ob die kritischen Elemente vorhanden sind. Bei kleineren Bauteilen kann die Probe z. B. aufgelöst werden und mit ICP-MS (induktiv gekoppeltes Plasma-Massenspektrometer) analysiert werden. So können kleinste Konzentrationen festgestellt werden (ausser Br). Ist eine Beschichtung zu untersuchen, kann dies mit XPS (Röntgenphotoelektronenspektroskopie) durchgeführt werden; zusätzlich kann damit bei Chrom die Oxidationsstufe bestimmt werden. Mit dem FTIR-Spektrometer (Fourier-Transformations-Infrarotspektrometer) kann schliesslich bestimmt werden, ob es sich beim Brom – falls vorhanden – um die kritischen polybromierten Substanzen handelt.

In the past many poisonous substances were used to build up electronic devices. By a non-adequate disposal of the wastes these substances led often to a severe contamination of the environment.

To prevent this in the future, the European parliament released the RoHS directives (RoHS: Restriction of (the use of certain) Hazardous Substances: 2002/95/EG RoHS 1 and 2011/65/EU RoHS 2). Initially, the use of lead, mercury, cadmium, hexavalent chromium, polybrominated biphenyls (PBB) and polybrominated diphenyl ethers (PBDE) was completely prohibited in electronic devices. Because of the detection limits of the analytical devices a proof of absence was almost impossible. Thus, maximum tolerated concentrations of 0.1 wt% (except for cadmium with 0.01 wt%) were introduced in 2005. Nevertheless, there are many exceptions, e.g. mercury in lamps, cars in general (but not electric bicycles), space applications or active, implantable medical devices. Additionally, there are transition periods ending on 21 July 2014 for medical devices and on 21 July 2016 for *in-vitro* diagnostic medical devices.

To check the RoHS conformity, there are several analytical tools available in the RMS Foundation, which are complementary. Larger samples can be analysed using X-ray fluorescence (XRF) for a quick check. Smaller samples may be dissolved and analysed with inductive coupled plasma combined with a mass spectrometer (ICP-MS). This technique allows for a high sensitivity (except Br). Coatings or the oxidation state of chromium can be analysed with X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). Finally, if bromine is found, it can be checked with Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) if the critical polybrominated substances are present.

R. Heuberger
F. Bigolin
B. Andreatta

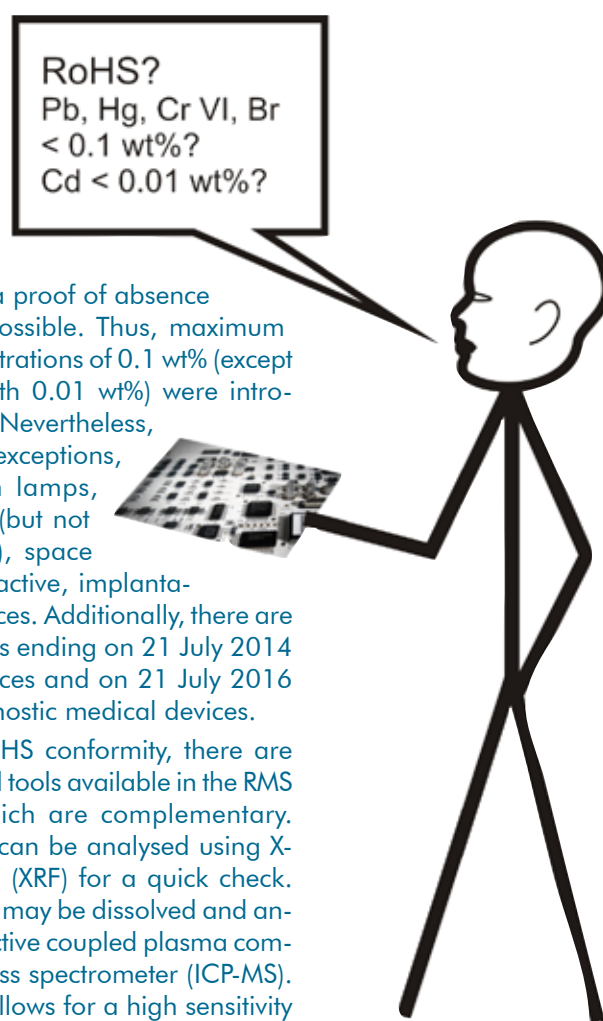


Abbildung:
Enthält die Platine Blei, Quecksilber, sechswertiges Chrom, Cadmium oder polybromierte Substanzen?

Figure:
Does the board contain lead, mercury, hexavalent chromium, cadmium or polybromated substances?

Gips-Drittkörperverschleiss von künstlichen Hüftgelenken

Low gypsum third body wear of total hip prostheses

R. Heuberger

J. Krieg

L. Radicic

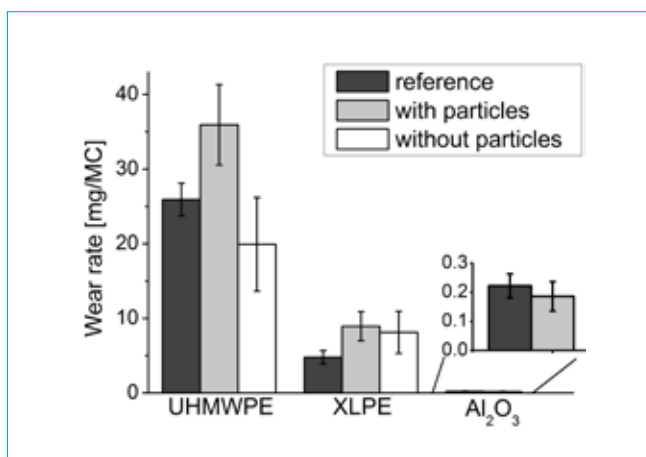
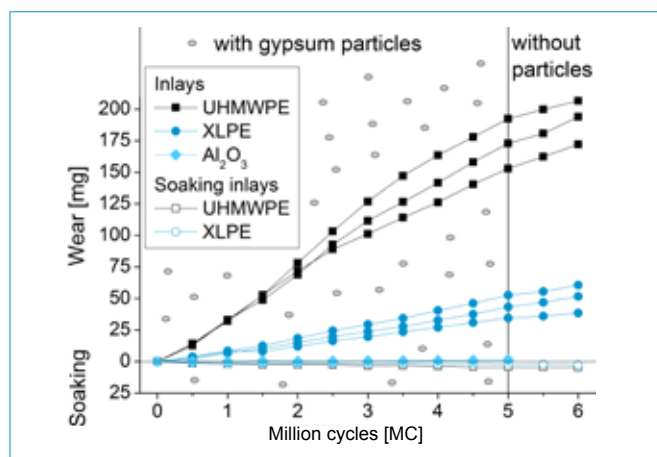
in collaboration with
P. Wahl and E. Gautier,
Kantonsspital Fribourg

Gibt es nach der Implantation eines künstlichen Gelenks eine Infektion, so ist es meist nötig, die Prothese zu entfernen und den Infekt mit Antibiotika zu behandeln. Nach der Heilung wird eine neue Prothese implantiert (2-zeitiger Wechsel). Bei kurzzeitigen Infekten (< 3 Wochen) gibt es die Alternative, das Implantat zu belassen und den Infekt lokal mit resorbierbaren, antibiotikahaltigen Gipskügelchen zu behandeln. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob die Prothese durch Gipspartikel beeinträchtigt wird.

Daher wurden künstliche Hüftgelenke aus Ø 28 mm CoCrMo-Köpfen und ultrahochmolekularem Polyethylen (UHMWPE) oder vernetztem Polyethylen (XLPE) sowie Keramikpaarungen (Ø 36 mm, Al₂O₃, jeweils n=3, von Mathys AG Bettlach, Schweiz) im Hüftsimulator nach ISO 14242 getestet

Prosthetic joint infections usually require a joint removal and a treatment with antibiotics. After recovering, a new joint is implanted (two-stage procedure). Alternatively, resorbable beads made of calcium sulphate dihydrate (i.e. gypsum) loaded with antibiotics can be applied locally in case of short-term infection preserving the prosthesis. There is however concern regarding third body wear caused by small gypsum particles.

Therefore inlays made of ultra-high-molecular-weight polyethylene (UHMWPE) and cross-linked polyethylene (XLPE) against Ø 28 mm CoCrMo heads and alumina pairings (Ø 36 mm, all n=3, from Mathys Ltd Bettlach, Switzerland) were tested using a hip simulator according to ISO 14242 (Endolab, Germany). 10 g/L calcium sulphate hemihydrate (VWR, Ø 0.5 – 100



Abbildungen:

Links: Abrieb der künstlichen Hüftpfannen mit Gipspartikeln in der Testflüssigkeit. Die Polymerpfannen wurden anschliessend ohne Gipspartikel getestet.

Rechts: Abriebrate der Hüftpfannen. Die Referenzproben wurden ohne Partikel getestet.

Figures:

Left: Wear of the hip inlays in presence of gypsum particles in the test liquid. The polymer inlays were subsequently tested without gypsum particles.

Right: Wear rate of the hip inlays. The reference inlays were tested without gypsum particles.

(Endolab, Deutschland). Der auf Rindereserum basierenden Testflüssigkeit wurde vor Testbeginn Gips zugegeben (10 g/L Kalziumsulfat hemihydrat von VWR, Ø 0.5 – 100 µm, bildet in Kontakt mit Wasser Gips).

Durch die Zugabe der Gipspartikel war die Abriebrate der Polymerproben leicht höher, während bei den Keramikproben kein Unterschied festgestellt wurde (Abb.). Wurden bei den Polymerproben die Partikel wieder entfernt, so war die Abriebrate wieder kleiner. Die Keramikproben und die Metallköpfe wurden durch den relativ weichen Gips nicht beeinträchtigt. Nur die Polymerproben zeigten 39 – 87 % mehr Abrieb, allerdings erholten sie sich weitgehend, sobald die Gipspartikel weggelassen wurden.

Somit sind die antibiotikahaltigen Gipskügelchen eine gute Alternative zum 2-zeitigen Wechsel, falls der Infekt damit erfolgreich behandelt werden kann.

µm) was added to the standard test liquid, where it forms the more stable dihydrate called gypsum.

In presence of the gypsum particles, the wear rates of the polymer inlays were slightly higher than without gypsum (fig.). For the alumina inlays there was no significant difference between the tests with and without gypsum. When no more gypsum was added to the metal-on-polymer articulations, the wear rates decreased. Neither the alumina articulations nor the CoCrMo heads were affected by the gypsum particles since gypsum is a relatively soft material. Only the polymers were worn 39 – 87 % more, but they recovered at least partially when no more particles were added.

Thus, if the infection is treated successfully with the antibiotic loaded gypsum, this is a good alternative to the 2-stage procedure.

Analyse von Polyethylen-Abriebpartikeln aus Verschleissstudien Analysis of polyethylene wear particles from wear studies

Abriebpartikel aus künstlichen Gelenken können Entzündungen hervorrufen, welche zu einer Lockerung des Implantats führen können.

Ziel dieses Projektes war es, die Abriebpartikel aus der auf Rinderserum basierenden Testflüssigkeit aus Verschleissstudien zu isolieren, um anschliessend die Partikelgrösse sowie die Partikelform zu charakterisieren.

Für die Isolation der Abriebpartikel wurden unterschiedliche Methoden aus der Literatur angewandt und verglichen. Wichtig hierbei ist die vollständige Entfernung der Proteine und Bakterien aus der Testflüssigkeit. Je nach Methode kann die Extraktion auch Einfluss auf die Partikelgrösse sowie die Morphologie haben. Getestet wurden drei verschiedene Methoden: Säure- und Basenaufschluss sowie die enzymatische Methode.

Die Partikelgrössenverteilung der Abriebpartikel wurde mit einem Partikelgrössenanalysator mittels Laserbeugung (LS 13 320; Abb.) bestimmt. Hierzu war es nötig, Parameter wie zum Beispiel Messdauer, Suspensionsmedium, Intensität und Dauer der Ultraschallbehandlung entsprechend anzupassen. Die aufbereiteten Probenlösungen wurden zusätzlich filtriert und die Partikel mit dem REM untersucht. Auf diese Weise wurden die Ergebnisse der Partikelgrössenverteilung überprüft und es konnte eine Aussage über die Morphologie gemacht werden (Abb.).

Die Säureaufschlussmethode erwies sich als die beste Methode, um Abriebpartikel aus Polyethylen zu isolieren. Diese ist auch gemäss Literaturangaben die am häufigsten angewandte Methode.

Wear particles of artificial joints can lead to inflammations, which are a reason for the loosening of the implant.

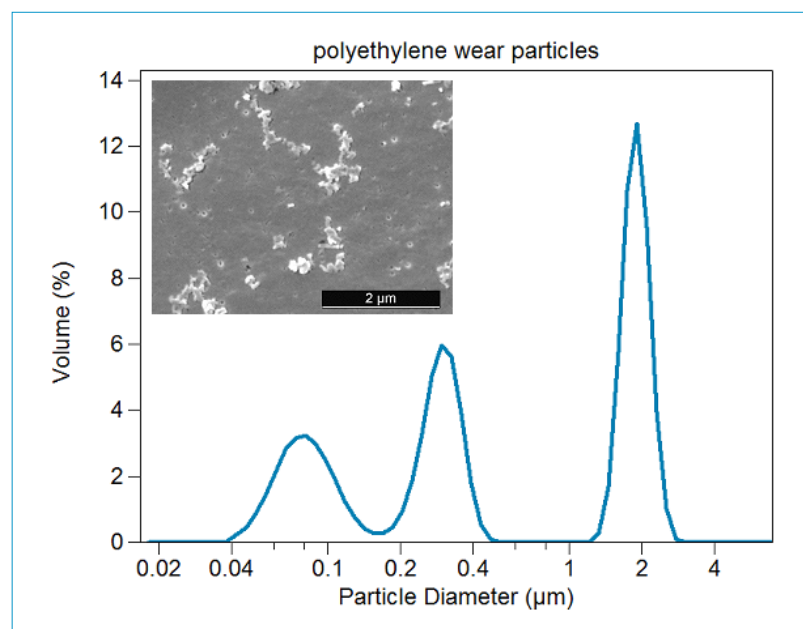
The aim of this project was to isolate the wear particles from the bovine serum based test fluid from wear studies for characterizing the particle size and particle shape.

For the isolation of the wear particles, different methods described in the literature have been tested and compared. Important was the complete removal of the proteins and bacteria from the test fluid. Depending

on the method, there is an influence on the particle size and morphology. Three different methods were investigated: the basic and alkaline digestion as well as the enzymatic method.

The particle size distribution of the wear particles was determined by laser diffraction (LS 13 320, fig.). For this, it was necessary to adapt the parameters, for example the measurement duration, suspension fluids, and the intensity and duration of the ultrasonic treatment. Additionally, the prepared sample solutions were filtered and the particles were analyzed by SEM. Thus,

J. Krieg
B. Charbonnier
R. Heuberger
L. Eschbach



Abbildungen:

Oben: Partikelgrössenverteilung der Polyethylen-Abriebpartikel aus In-vitro-Studien mit REM-Aufnahme der Abriebpartikel.

Unten: Partikelgrössenanalysator LS 13 320.

Figures:

Top: Particle size distribution of polyethylene wear particles from in vitro studies with SEM picture of the wear particles.

Bottom: Laser diffraction device LS 13 320.

the determined particle size distributions were confirmed and additional information about the morphology of the wear particles was obtained (fig.).

The acid digestion method was found to be the best method to isolate polyethylene wear particles. This is in agreement with the literature.

Neue Polymermaterialien für orthopädische Anwendungen Novel polymer blends for orthopaedic applications

J. Sague
B. Andreatta
J. Krieg
R. Luginbühl

in collaboration with
M. P. Fernández-Ronco,
J. Kluge, S. Rodríguez-
Rojo, M. Mazzotti, ETH,
Zürich

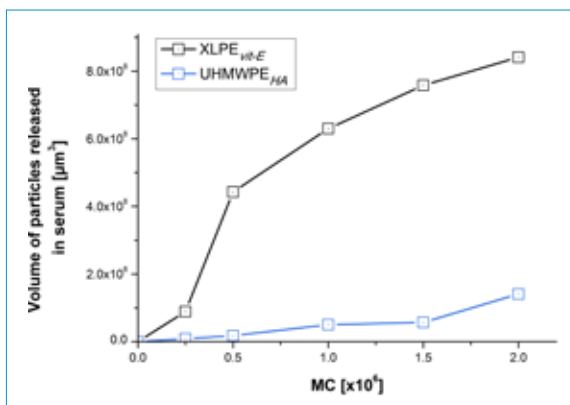
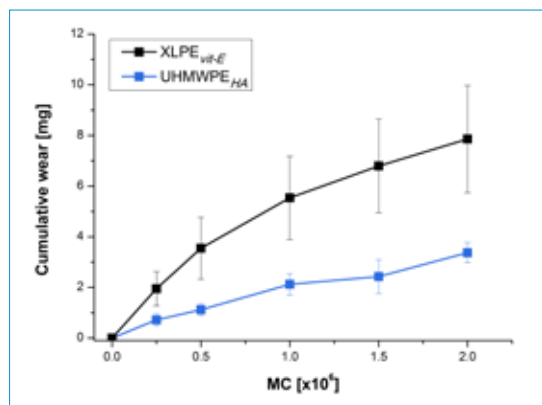
Die Osteoarthritis führt zur Rückbildung des Knorpelgewebes in Gelenken. Millionen von Menschen sind weltweit davon betroffen. In schwerwiegenden Fällen müssen die erkrankten Gelenke durch Gelenkprothesen (THP) ersetzt werden. Für die eine der artikulierenden Gelenkkomponenten ist gegenwärtig quervernetztes, ultra-hochmolekulares Polyethylen (XLPE/UHMWPE) das Material der Wahl. Die klinischen Erfahrungen zeigen, dass der Verschleiss und die damit zusammenhängende Bildung von Abriebpartikel zu Entzündungen führen und so als Hauptursache für Revisionsoperationen betrachtet werden müssen.

In einer Machbarkeitsstudie untersuchte die RMS Foundation ein neues Herstellungsverfahren zur Optimierung des UHMWPE-Materials in Bezug auf tribologische Eigenschaften. Um das Verschleissverhalten von UHMWPE weiter zu verbessern, wurde

Fertigungsschritte erfordert, besteht die Aussicht, eine nächste Materialgeneration für den THP und zur Verbesserung der Langlebigkeit von künstlichen Gelenkprothesen gefunden zu haben.

Osteoarthritis (OA) causes the degradation of articular cartilage tissues and affects millions of people worldwide. In severe cases, the diseased joints have to be replaced in total joint arthroplasty (TJA). The state-of-the-art includes the use of cross-linked ultra-high-molecular-weight-polyethylene (XLPE/UHMWPE) as a component of the articulating pairings. The clinical experience has shown that wear and the concurrent particle formation may cause inflammation and is considered the main reason for revision surgery.

In a proof-of-concept study the RMS Foundation applied a novel processing



Abbildungen:

«Pin-on-disc»-Tests zum Vergleich der neuen UHMWPE-HA Mischung mit dem heute aktuellen XLPE mit Additiven aus Vitamin E ergab eine Reduktion des aufsummierten Verschleisses (links) und des Volumens von Abriebpartikel (0.1 – 0.5 µm) (rechts).

Figures:

Pin-on-disc tests comparing the new UHMWPE-HA blend to state-of-the-art XLPE with Vitamin E additives revealed a reduction of cumulative wear (left) and volume of generated particles (0.1 – 0.5 µm) (right).

dieses homogen mit Hyaluronsäure (HA) infiltriert, einem natürlichen Makromolekül, das in den Gelenken vorhanden ist. Die HA ist in den Gelenken eine wichtige Komponente zur Schmierung des Knorpels, aber aufgrund seiner chemischen Struktur normalerweise nicht mit UHMWPE vermischtbar. Die neu entwickelte Polymermischung (UHMWPE-HA) ergab bei der Artikulation mit CoCrMo in einem «pin-on-disc»-Test 50 % weniger Verschleiss. Das Volumen der freigesetzten Abriebpartikel mit kritischer Grösse (Durchmesser < 0.5 µm) war im Vergleich zu XLPE um eine Grössenordnung kleiner. Das Beimischen von HA in das UHMWPE verbesserte die Schmierung und reduzierte damit auch die Reibung und den Verschleiss.

Da die Herstellung dieser neuen Polymermischung nur einfache, zusätzliche

technique to engineer new UHMWPE materials with improved tribological properties. In order to improve the tribological properties of UHMWPE, it was infiltrated homogeneously with hyaluro-

nic acid (HA), a natural macromolecule found in joints. HA mediates in the joints lubrication of cartilage and it is based on its chemical structure normally not miscible with UHMWPE. The newly engineered polymer blend (UHMWPE-HA), exhibited a 50 % lower wear behavior versus CoCrMo (pin-on-disc test), and released wear particles of critical size (< 0.5 µm diameter) were one order of magnitude lower as compared to XLPE. The incorporation of HA into UHMWPE improved the lubrication and thereby reduced friction and wear.

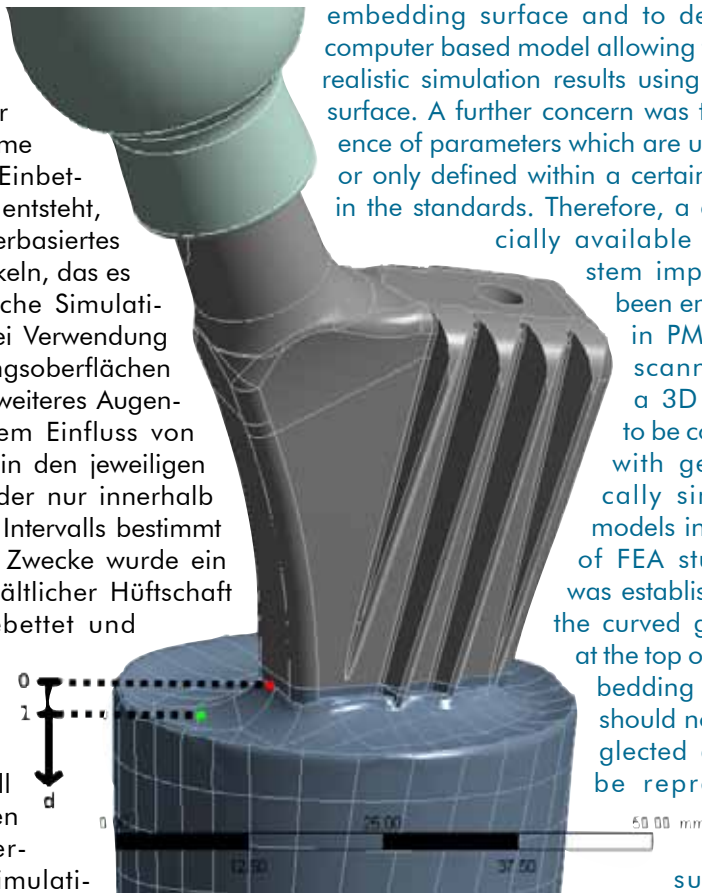
Since the engineering of the novel polymer blend requires only simple additional manufacturing steps, it might be the next generation material in TJA improving the longevity of artificial prosthesis.

Einfluss der Einbettungsfläche auf die FEA von Hüftschäften

Embedment surface influence on finite element hip stem analyses

Zur Bestimmung der mechanischen Spannungen in Hüftprothesen werden routinemässig Finite Elemente Analysen (FEA) durchgeführt, die unter anderem der Worst-case-Bestimmung für Dauerfestigkeitsprüfungen nach ISO-Normen dienen. Üblicherweise wird in solchen Studien eine planare Oberfläche des Einbettungsmaterials angenommen, wodurch die bei experimentellen Untersuchungen auftretenden Oberflächenkrümmungen vernachlässigt werden, die zum Beispiel durch Kapillarkräfte entstehen.

Ziel dieser Untersuchung war es, den Fehler zu bestimmen, der durch die Annahme einer planaren Einbettungsfläche entsteht, und ein computerbasiertes Modell zu entwickeln, das es erlaubt, realistische Simulationsergebnisse bei Verwendung ebener Einbettungsflächen zu erhalten. Ein weiteres Augenmerk lag auf dem Einfluss von Parametern, die in den jeweiligen Normen nicht oder nur innerhalb eines definierten Intervalls bestimmt sind. Zu diesem Zwecke wurde ein kommerziell erhältlicher Hüftschafft in PMMA eingebettet und mit einem 3D-Scanner eingescannt, um das daraus gewonnene CAD-Modell mit simplifizierten Modellen zu vergleichen. Die Simulationen zeigten, dass die gekrümmte Oberfläche einen nicht vernachlässigbaren Einfluss ausübt und nur dann durch eine Ebene repräsentiert werden kann, wenn diese auf ein definiertes Niveau d (Abb.) gesetzt wird. Der Einfluss anderer Parameter auf die Ergebnisse der FEA sind ebenfalls erheblich von der Auswertungsregion abhängig. Zum Beispiel wurden für die Beanspruchung am Schaft-Einbettungs-Interface die mechanischen Eigenschaften des Einbettungsmaterials als dominierender Faktor identifiziert, während in der Halsregion der laterale Einbettungswinkel den bedeutendsten Einfluss aufwies.



To predict stresses in femoral stems occurring during tests according to ISO standards and to allow for design comparisons between different stems, Finite Element Analyses (FEA) are commonly employed. Such studies generally assume plane embedding material surfaces on the top, neglecting the curved nature of such surfaces occurring upon usage of many common embedding materials in experimental testing due to capillary forces.

The aim of this study was to assess the error incurred by the assumption of a flat embedding surface and to develop a computer based model allowing to obtain realistic simulation results using a plane surface. A further concern was the influence of parameters which are undefined or only defined within a certain interval in the standards. Therefore, a commercially available femoral stem implant has

been embedded in PMMA and scanned with a 3D scanner to be compared with geometrically simplified models in a series of FEA studies. It was established that the curved geometry at the top of the embedding material should not be neglected and can be represented

by a plane surface if chosen at an

appropriate level d (fig.). The influence of other parameters on the FEA results also strongly depend on the evaluation region, e.g. for the stresses at the stem-embedding interface, the mechanical properties of the embedding material are the dominant factor, whereas in the neck region the lateral embedding angle of the stem represents the decisive influence.

C. May
A. Butscher
G. Bigolin
Ch. Wälti
R. Gilgen

Abbildung:
Aus 3D-Scan-Daten generiertes CAD-Modell einer Hüftprothese mit Einbettung gemäss ISO-Vorgaben für die Dauerfestigkeitsprüfung.

Figure:
CAD model generated from a 3D scan of a hip prosthesis embedded according to ISO specifications for endurance testing.

Pulverbasiertes 3D-Drucken von Kalziumphosphat-Strukturen

Powder based 3D printing of calcium phosphate structures

A. Butscher
C. May

Das pulverbasierte dreidimensionale Drucken (3DP) ist eine vielseitige Methode mit einzigartiger Flexibilität bezüglich Material und Geometrie. Flexibilität im Material erlaubt die Verarbeitung des etablierten Biomaterials Kalziumphosphat. Die geometrische Flexibilität des 3DP ermöglicht den Aufbau offener komplexer Strukturen selbst mit Überhängen, die durch das ungebundene Pulver gestützt werden. Durch das Fehlen typischer Einschränkungen ist theoretisch jede Form machbar, deren abzubildende geometrische Strukturen grösser als die Auflösung des 3DP sind. Die typischerweise mit 3DP erzeugten

Trägerstrukturen weisen jedoch eher einfache Strukturen auf, welche die Flexibilität des 3DP nicht widerspiegeln. Aus diesem Grund fokussiert die Studie einerseits auf die systematische Optimierung des Pulvers sowie der 3DP-Methode und andererseits auf die Designoptimierung von Trägerstrukturen für das pulverbasierte 3DP.

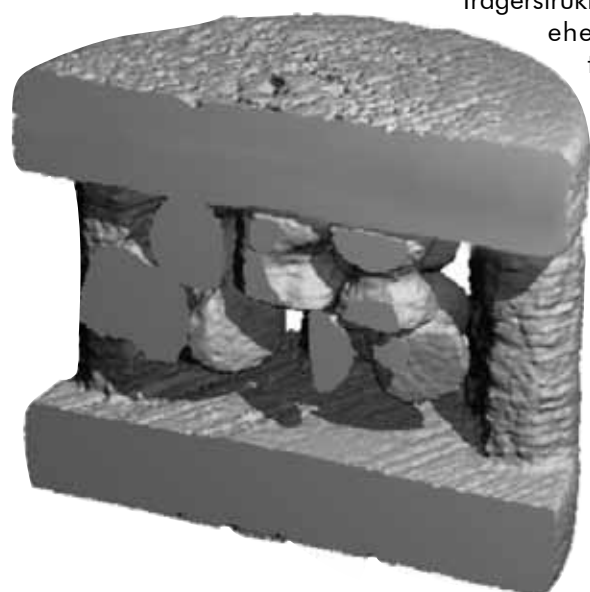


Abbildung:
μCT-Scan einer 3D gedruckten Probe ($\varnothing \times H = 14 \times 11.4$ mm) mit freien Füllkörpern, welche durch Eintauchen in Phosphorsäure stabilisiert wurden. Die Trägerstruktur wurde kopfstehend aufgenommen, um die mit der Unterseite verbundenen Füllkörper zu demonstrieren.

Figure:
μCT scan of a 3D printed specimen ($\varnothing \times ht. = 14 \times 11.4$ mm) with free fillers, which are stabilized by partial dip of the scaffold in phosphoric acid. The scaffold is recorded upside down demonstrating the stabilized fillers glued to bottom.

Zunächst wurden Pulvereigenschaften wie Fließfähigkeit, Benetzung und Kompaktierung systematisch untersucht und optimiert. Weiter wurden die Zusammenhänge zwischen den Druckparametern und der finalen Qualität der gedruckten Probe analysiert. Insbesondere wurde mittels einer selbstgebauten, an der Linearführung adaptierten Bedampfungseinheit das Pulverbett kurz vor dem Bedrucken stabilisiert. Dies verbesserte die Pulverbettstabilität und die Druckgenauigkeit, selbst beim 3DP mit suboptimalen Pulvern.

Schliesslich wurde ein neues Design für offenporige Trägerstrukturen, bestehend aus einem Käfig mit Fenstern und losen Füllkörpern, entwickelt. Dabei sollten die Fenster klein genug sein, damit die Füllkörper nicht entweichen können, jedoch gross genug, um das restliche Pulver zu entfernen (depowdering). Das neue Design erlaubte

eine signifikant höhere «depowdering» Effizienz sowie den Druck grosser Trägerstrukturen, was ein Schritt in Richtung breiterer klinischer Anwendung sein könnte.

Powder based three dimensional printing (3DP) is a versatile method with unique flexibility in material and geometry. Flexibility in material allows using established biomaterials such as calcium phosphates. Geometrical flexibility of 3DP allows creation of open porous complex 3D structures even with overhangs supported by the unbound powder. Due to the absence of typical restraints theoretically any geometry containing features within the range of resolution of 3DP is feasible. However, scaffolds produced by 3DP published in literature are mostly limited to simple solids with rather simple porosity structures not reflecting the inherent geometrical flexibility of the method. Therefore, this project focuses on a systematical optimization of the powder as well as the 3DP method and finally on the design optimization for powder based 3DP.

Initially, relevant powder properties such as powder particle size, flowability, wettability and compaction rate were investigated and optimized. Furthermore, the interplay between printing parameters and the final printing outcome was analyzed. Using a custom made device mounted on the slow axis linear stage moisture was applied just prior to printing to stabilize the powder bed. This improved powder bed stability and printing accuracy and enabled printing even with suboptimal powders and printer settings.

Finally, a new scaffold design for open-porous scaffolds consisting of a cage with windows large enough to enable depowdering while still trapping loose fillers placed inside the cage was developed. The new design was shown to significantly improve depowdering and additionally enabled printing of large scaffolds which might be a step towards a broader clinical application of 3D printed CaP scaffolds.

Künstliches Knochenmodell für die biomechanische Testung

Synthetic trabecular bone model for biomechanical testing

Die Primärstabilität ist ein entscheidender Faktor für den langfristigen Erfolg eines Implantats. Eine vertiefte Untersuchung und Optimierung des Knochen/Implantat-Interfaces erhöhen die Chancen eines klinischen Erfolgs. Insbesondere die Verankerung im osteoporotischen Knochen stellt eine grosse Herausforderung dar, die aufgrund der demographischen Entwicklung unserer Gesellschaft noch zunehmen wird. Heute werden wissenschaftliche Primärstabilitätsuntersuchungen meist mit humanen Proben unter schwierigen Bedingungen durchgeführt. Wegen grosser biologischer Variabilität muss mit vielen Wiederholungen gearbeitet werden, was durch mangelnde Verfügbarkeit erschwert wird, insbesondere wenn geeignete osteoporotische Proben selektiert werden müssen. Ferner sind ethische und Sicherheitsaspekte zu berücksichtigen.

Momentan existiert keine mit vernünftigem Aufwand und guter Machbarkeit realisierbare Methode zur biomechanischen Prüfung der Primärstabilität von Implantaten. Oft werden Polyurethan-Schäume verwendet, die jedoch z. B. hinsichtlich der Bruchmechanik nicht mit Knochen vergleichbar sind. Ein synthetisches trabekuläres Knochenmodell unter Berücksichtigung der Mikroarchitektur und Mikromechanik kann hier neue Möglichkeiten eröffnen, um einerseits die Implantatentwicklung zu unterstützen und andererseits im Forschungsbereich die physiologische Dimensionierung voranzutreiben. Dieser neue Ansatz, könnte auch zu einem Osteoporosemodell (z. B. vom proximalen Femur) für die Forschung im Bereich «stress shielding» und der Optimierung von z. B. Hüftgelenkersatzimplantaten führen.

Nach einer Literaturstudie wurden kritische mechanische Parameter definiert, für die nun geeignete Materialkombinationen gesucht werden. Erste mechanische Versuche mit in-house synthetisierten Materialien wurden durchgeführt (Abb.); weitere Untersuchungen sind geplant.

Primary stability is a key factor for long-term success of an implant. An in-depth investigation and optimization of the bone/implant interface can improve clinical success rates. Especially the anchorage in

osteoporotic bone is a great challenge that will have an even higher impact in the future due to our demographic development. Today, scientific primary stability investigations are often performed under difficult circumstances using human specimens. Due to the large biological variability many repetitions are needed, which is a questionable approach in light of the difficult availability especially when focusing on osteoporotic bone quality. Furthermore, ethical and safety aspects need to be taken into account.

At the moment there is no method for biomechanical testing of implant primary stability with reasonable effort and feasibility. To overcome some of the above mentioned aspects often polyurethane foams are used, even though they are not comparable to bone e.g. concerning fracture mechanics. A synthetic trabecular model considering bone microarchitecture and micromechanics will open new doors in terms of evidence based implant development and systematical research concerning physiological implant design. This new approach might also result in an osteoporotic model (e.g. of



the proximal femur) for research concerning the interplay between «stress shielding» and e.g. hip prosthesis design.

According to a literature study, critical mechanical parameters were defined that now serve for the search of feasible material combinations. First mechanical tests with in-house synthesized materials were performed (fig.) while further investigations are needed and planned.

A. Butscher
C. May
R. Gilgen
G. Bigolin
C. Wälti

Abbildung:
Statischer Kompressionsversuch eines neuen Materials als synthetisches Modell für trabekulären Knochen.

Figure:
Static mechanical compression test of new material composition for a synthetic trabecular bone model.

Hydrothermale Behandlung von Kalziumphosphat-Keramiken

Hydrothermal treatment for calcium phosphate ceramics

L. Galea
M. Bohner
P. Michel
D. Alexeev

Poröse Kalziumphosphat-Keramiken (CaP) werden oft als synthetischer Knochenersatz zur Heilung von Knochendefekten verwendet. Im Gegensatz zu natürlichem Knochen sind die keramischen Materialien jedoch spröde und besitzen nur eine geringe Zugfestigkeit. Die mechanischen Eigenschaften werden üblicherweise verbessert, indem man die Korngrösse reduziert oder das Implantat mit einem Polymer infiltriert. In unserem Projekt versuchten wir, die beiden Ansätze zu kombinieren, indem CaP-Blöcke erst durch eine Hydrothermalbehandlung rekristallisiert und anschliessend mit Poly(ϵ -caprolactone) (PCL) infiltriert wurden. Dazu wurden mikroporöse (30 %) Blöcke aus α -Trikalziumphosphat (α -TCP, Abb. 1A) im heissen Wasserdampf unter autogenem Druck inkubiert und anschliessend getrocknet. Die Hälfte der Proben

G um Faktor 3 erhöht. In inkubierten Proben wurde ausserdem die Zugfestigkeit um Faktor 1.5 verbessert. Dies lässt sich durch die grössere spezifische Oberfläche erklären, die mehr Kontaktfläche zwischen PCL-Fibrillen und CaP-Keramik zulässt. Insgesamt wurde durch die Kombination von hydrothormaler Rekristallisation und Infiltration mit PCL die mechanische Festigkeit und Zähigkeit eines porösen CaP-Blocks um Faktor 3 erhöht.

Porous calcium phosphate (CaP) ceramics are widely used as bone graft substitute materials, but these ceramics are brittle and have low tensile strength. Mechanical properties of structural ceramics are usually improved by microstructural changes like decrease of grain size or impregnation with a tough polymer.

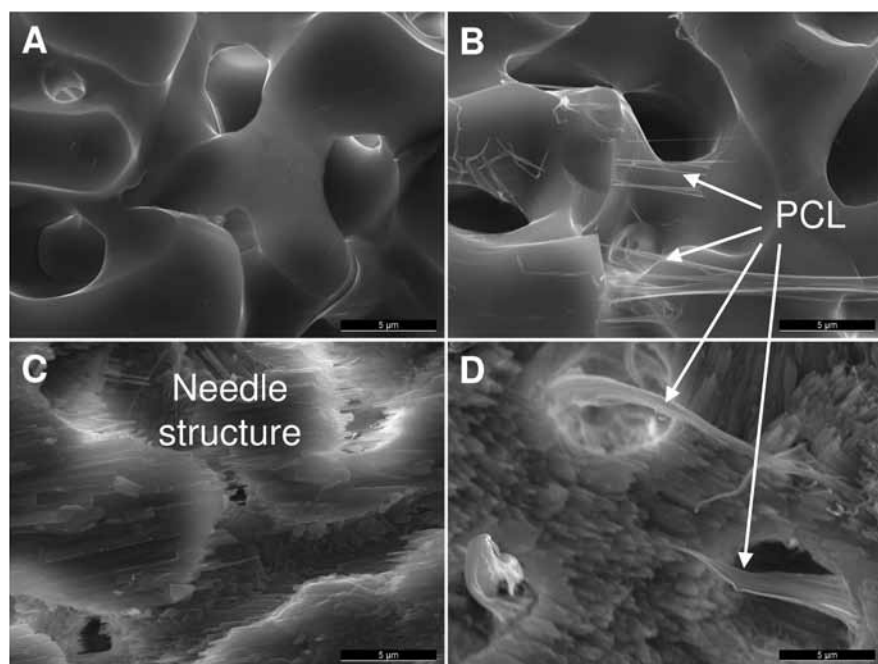


Abbildung:
REM-Aufnahmen von nichtinkubierten (A-B) und inkubierten (C-D) Blöcken, ohne (A+C) und mit (B+D) PCL-Imprägnierung (Massstab 5 μ m).

Figure:
SEM images of non-inkubated (A-B) and incubated (C-D) blocks, without (A+C) and with (B+D) PCL impregnation (scale bars are 5 μ m).

wurde danach in Vakuum mit einer Lösung aus PCL in Ethylenacetat infiltriert. Nach der Hydrothermalbehandlung zeigten REM- und XRD-Analysen, dass die Keramik in feine (0.1 – 0.5 μ m) nadelförmige Kristalle aus kalziumdefizitärem Hydroxylapatit (CDHA) umgewandelt wurden (Abb. 1C). Durch diese Umwandlung wurde die Festigkeit bereits mehr als verdoppelt und die Dehnungsenergiegedichte (G) erhöhte sich um Faktor 3. PCL drang einige hundert Mikrometer tief in die Blöcke ein (Abb. 1B und D). Bereits in nichtinkubierten Proben wurde durch die Bildung von PCL-Fibrillen

Our approach was thus to combine a recrystallization process of CaP by hydrothermal treatment with a subsequent impregnation with poly(ϵ -caprolactone) (PCL). For this purpose, microporous (30 %) cylindrical blocks of α -tricalcium phosphate (α -TCP, Fig 1A) were incubated in pressurized water vapor, followed by drying. Half of the samples were impregnated under vacuum with a PCL solution in ethyl acetate. After hydrothermal treatment, SEM and XRD analysis revealed recrystallization of the ceramic with the appearance of fine (0.1 – 0.5 μ m) calcium deficient hydroxylapatite (CDHA) needles (fig. 1C). This structure change led to a more than 2-fold increase in strength and a 3-fold increase of strain energy density (G). PCL was found in the first hundreds

of micrometer of the blocks (fig. 1B and D). As expected, PCL significantly improved G for non-inkubated blocks (3-fold) due to fibrils formation, but surprisingly also increased (x 1.5) the tensile strength for incubated samples. This may be explained by the higher surface area of the incubated ceramic, leading to a better bonding and interaction between the PCL coating and the fine nanoscale CaP structures. Hence, combination of hydrothermal incubation and polymer impregnation led to a global 3-fold increase of strength and toughness of porous CaP.

Sub- μm CaP-Partikel als Rohmaterial für Zemente

Sub- μm CaP particles as a raw material for cements

Eine Herausforderung in der Forschung an synthetischen Knochenersatzmaterialien ist das Vereinfachen der chirurgischen Handhabung von Materialien wie Zementen oder Pasten. Wichtige Parameter, die darauf Einfluss haben, sind Reaktivität, Injizierbarkeit und Kohäsion.

Ein Ziel der RMS-Forschung war es deshalb, herauszufinden, wie diese Parameter verbessert werden können. Es zeigte sich, dass nicht agglomerierte, sphärische Partikel im Sub-Mikrometerbereich am geeignetsten für diese Anwendungen sind. Mit der klassischen Herstellungsmethode (Sintern und Mahlen) ist es jedoch nicht möglich, solche Partikel herzustellen. Mittels Flamspritzen können Partikel mit einem Durchmesser von 30 nm hergestellt werden. Experimente zeigten, dass Pulver, bestehend aus solchen Nanopartikeln, infolge der zur Benetzung benötigten grossen Wassermengen (~ 2.5 ml/g anstatt ~ 0.4 ml/g) nicht geeignet sind. Dies reduziert die mechanischen Eigenschaften des Materials, da dadurch die Porosität erhöht wird. Ein weiterer Aspekt ist der relativ hohe Preis der Flamspritzen.

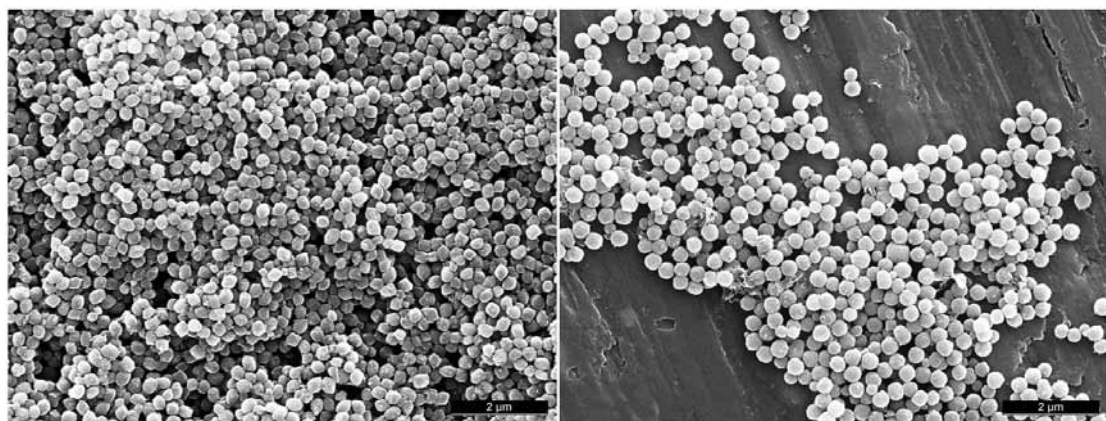
In den letzten zwei Jahren wurde deshalb im RMS-Labor an einer Methode (Ausfällung in organischen Lösungsmitteln) geforscht, die es erlaubt, nicht agglomerierte, gleichförmige und monodisperse Kalziumphosphat-Partikel im Sub-Mikrometerbereich herzustellen. Nach Anpassung von Parametern, wie Temperatur oder Art der chemischen Ausgangsstoffe, war es möglich, Partikel mit den gewünschten Eigenschaften herzustellen (Abb.).

Ein zukünftiges Ziel wird sein, grössere Mengen dieses Pulvers herzustellen, um praktische Funktionstests durchführen zu können. Eine zusätzliche Aufgabe wird sein, herauszufinden, wie man – durch variieren der Reaktionsbedingungen – die Grösse dieser Partikel beeinflussen kann.

In the research field of synthetic bone graft substitutes a main challenge is to achieve better handling of materials like dual-paste cements or putties. This requires the investigation and the improvement of parameters like cement reactivity, injectability and cohesion.

In recent years, the RMS undertook strong efforts in studying these parameters. The results of these studies showed that sub-micrometric, non-agglomerated and spherical particles could be suitable for those applications. Such particles cannot be obtained by the classical method (sintering and milling). A possible solution is the flame spray synthesis. With this method spherical particles with a diameter of 30 nm can be produced. But experiments done with these nanoparticles revealed that more water is needed to wet such powders (~ 2.5 ml/g instead of ~ 0.4 ml/g) making them unsuitable. Hence, the porosity will be increased and this in turn results in a decrease of the mechanical properties of the material. Also, the flame spray method is a relatively expensive production method.

Recently, in the RMS lab, a new method was investigated which is very favorable for the production of non-agglomerated, uniform and monodispersed calcium phosphate



particles over a precipitation mechanism in organic solvent. After the adjustment of parameters like temperature or type of precursor, this method lead to the precipitation of the desired, spherical calcium phosphate particles in the sub-micrometer range (fig.). Future work will consist in producing larger amounts of these particles to test their functionality. Also, attempts will be made to control their diameter by variation of the synthesis conditions.

J. Thüring
L. Galea
M. Bohner

Abbildung:
Sphärische CaP-Partikel mit einem Durchmesser von: 250 ± 20 nm (links), 377 ± 20 nm (rechts) (Massstab misst $2 \mu\text{m}$).

Figure:
Spherical CaP particles with a diameter of: 250 ± 20 nm (left), 377 ± 20 nm (right) (scale bars $2 \mu\text{m}$).

Anreicherung von Metallionen in Kühlschmierstoffen

Solubilization of metal ions by metalworking fluids

R. Luginbühl
B. Andreatta
O. Loeffel
R. Heuberger

in collaboration with M. Schläppi and D. Schär, Blaser Swisslube AG, Hasle-Rüegsau

Bei XPS-Analysen von Testimplantaten, die bei einem Unterlieferanten hergestellt wurden, wurde überraschenderweise eine Blei-Adsorbat-Schicht gemessen. Es zeigte sich, dass diese aus kontaminierten Kühlschmierstoffen (KSS) stammt.

Legierungs- und Spurenelemente in den unterschiedlichen Werkstoffen können sich aufgrund von Mikrokorrosion im KSS anreichern. Die gelösten Ionen könnten sich spontan auf frisch bearbeiteten, reaktiven Materialoberflächen adsorbieren. Dadurch bilden sich stabile Adsorbat-Schichten, die nur durch Ätzen entfernt werden können. Dieser Metall-Solubilisierungseffekt wird in Zusammenhang mit Hochleistungsprozessen oder Medizinprodukten als kritisch bewertet.

Im Rahmen eines KTI-Projektes wurde die Metall-Solubilisierung mittels ICP-MS-Analyse untersucht. Es zeigte sich, dass sich während einer Inkubationszeit von 90 Tagen in wassermischbaren KSS bis zu 3000 mg/L Blei, 2000 mg/L Zink oder 500 mg/L

Adsorbate von Kupfer, Silber, Blei und Zink auf Titanoberflächen nachgewiesen werden. Auf rostfreiem Stahl waren diese Schichten weniger ausgeprägt.

Von besonderem Interesse sind auch antimikrobielle Elemente, wie metallische und ionisches Silber, da diese Elemente den KSS zur Unterdrückung der Biofilmbildung beigefügt werden.

Diese Arbeit wurde durch die KTI (Projekt Nr. 13752.1 PFFLE-LS) unterstützt.

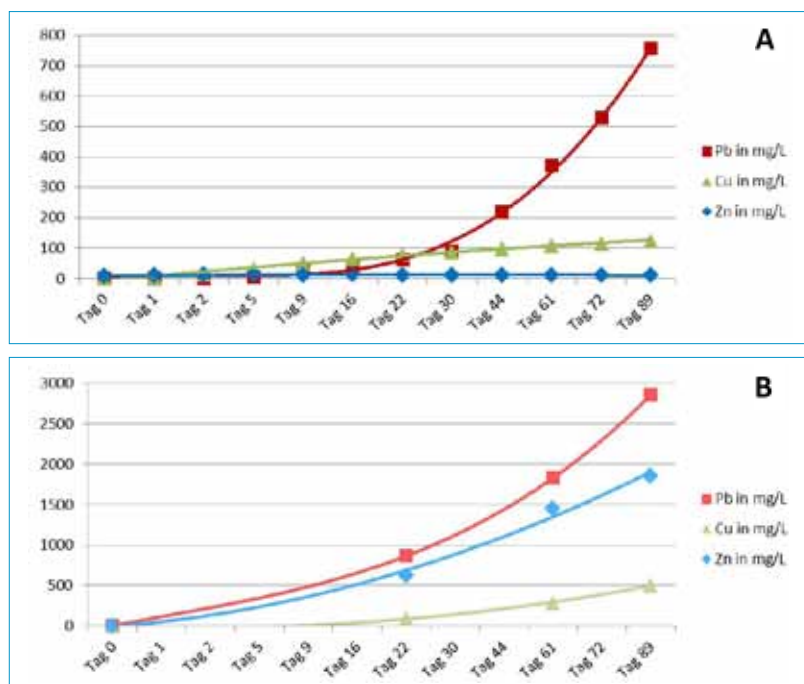
Lead adsorbate layers were discovered on test implant surfaces by XPS after having them manufactured by a subcontractor. That lead contamination layer was found to originate from contaminated metal working fluids (MWF).

Most metals contain various alloying and trace elements which can be solubilized in a micro corrosion process in MWF and accumulate over time. The solubilized ions may adsorb spontaneously on freshly machined, reactive material surfaces leading to stable adsorbate layers that can be only removed by etching. The metal solubilization effect is considered very critical when machined materials are used in conjunction with high performance coatings or in medical device applications.

The extend of metal solubilization was investigated by ICP MS within a CTI project. It was found that water miscible MWF accumulated during an incubation period of 90 days up to 3000 mg/L lead, 2000 mg/L zinc or 500 mg/L copper while oil based MWF were at 750 mg/L, 12 mg/L, or 125 mg/L, respectively. By optimizing the formulation, all levels of metal ions could be kept below 8 mg/L in oil based MWF. The formation of adsorbate layers from metal ion containing MWF was investigated by XPS analysis. It was found that elements such as copper, silver, lead and zinc formed adsorbate layers on titanium surface. In comparison, the adsorbate layers were less pronounced stainless steel.

Of particular interest are also antimicrobial elements, such as metallic and ionic silver, since they are added to MWF to suppress biofilm formation.

This work was supported by CTI (grant number 13752.1 PFFLE-LS).



Abbildungen:
Anreicherung von Metallionen im (A) ölbasiereten KSS; (B) wassermischbaren KSS.

Figures:
Accumulation of metal ions in (A) oil based MWF; (B) water miscible MWF.

Kupfer anreicherten, während in ölbasiereten KSS bis zu 750 mg/L Blei, 12 mg/L Zink oder 125 mg/L Kupfer gefunden wurden. Durch eine Optimierung der Zusammensetzung eines ölbasiereten KSS konnten alle Metallionen unter 8 mg/L gehalten werden. Die Bildung von Adsorbat-Schichten auf Titan und rostfreiem Stahl wurde in der Folge mittels XPS untersucht. Es konnten

Heterogenität von Knochen-Knorpelgewebe vom Rind

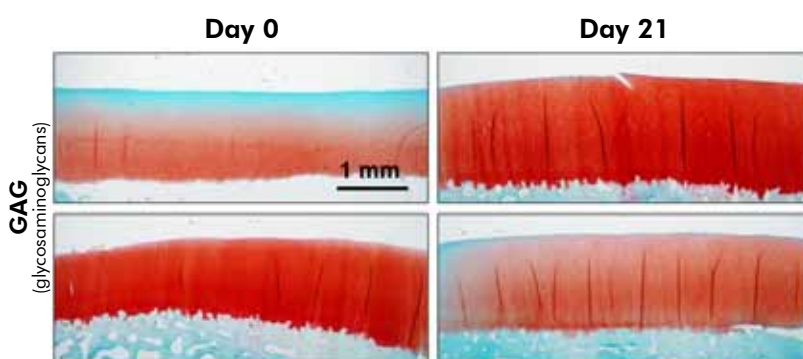
Heterogeneity of bovine osteochondral tissues

Ein Bioreaktorsystem wurde etabliert, welches die Kultivierung von Zell/Zell-träger-Konstrukten in einer kontrollierten Umgebung und unter verschiedenen mechanischen Belastungsmustern erlaubt. Gewebe, bestehend aus Knorpel und dem darunterliegenden Knochen (= osteochondral), kann verwendet werden, um Protokolle zu etablieren, welche die Integrität des Knorpels aufrechterhalten. Erste Studien zeigten jedoch eine beträchtliche Heterogenität zwischen den verschiedenen Gewebeprobe aus dem gleichen Tier, was die Interpretation der Ergebnisse erheblich erschwert.

Zur genaueren Analyse von ortsspezifischen Unterschieden wurden mehrere Gewebeprobe innerhalb eines Rinderkniegelenkes entnommen. Es wurde eine Expressionsanalyse durchgeführt von Genen, welche für Matrixbestandteile des Knorpelgewebes (z. B. Kollagen Typ II, Aggrecan und Lubricin) oder Matrix abbauenden Enzyme (z. B. MMP13 und ADAMTS5) kodieren. Wir beobachteten, dass die Expressionslevels bis zu achtfach variieren, dies unabhängig von der Lokalisation der Probenentnahme. In einem nächsten Schritt wurden die Gewebe bis zu 21 Tage gezüchtet, um die Wirkung auf die Matrix Homöostase zu studieren und um die Zeitperiode zu definieren, welche für spätere Experimente geeignet wäre. Hierzu diente die Färbung der Zuckerbestandteile der Knorpelmatrix (Glykosaminoglykane) als Mass für die Knorpeldegeneration. Unerwarteterweise wurde kein konstanter und wiederholbarer Verlust der Färbung der Kohlenhydrate beobachtet, sondern eine hohe Heterogenität zwischen den Gewebeprobe innerhalb des gleichen Spenders festgestellt (Abb.). Basierend auf diesen Beobachtungen ist die Verwendung von osteochondralen Geweben zur Untersuchung verschiedener Belastungsprotokolle problematisch in Fällen, wo relativ kleine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen erwartet werden, da Ergebnisse innerhalb der Heterogenität der verschiedenen Gewebeprobe zu liegen kommen können.

We recently developed a bioreactor system allowing for culturing of cell-scaffold constructs in a controlled environment with different mechanical loading patterns. Osteochondral tissues may be used to establish protocols optimized for the maintenance of cartilage tissue integrity using this bioreactor system. First studies revealed, however, a considerable heterogeneity among the different tissue samples harvested from the same animal, which makes interpretation of the results difficult.

Therefore, we aimed at investigating site specific differences of osteochondral tissues harvested from different locations within bovine knee joints. Expression analysis of genes known to be present in cartilage tissue, such as the matrix proteins collagen type II, aggrecan and lubricin, or matrix degrading enzymes, such as MMP13 and ADAMTS5 was performed. We observed



that the transcript levels varied up to a factor of 8 – but without any site dependency. In a next step, isolated osteochondral grafts were cultured in free swelling conditions up to 21 days in order to study the effect of standard culture condition on matrix homeostasis and to determine the time period, which would be appropriate in later experiments. Hereby, staining for glycosaminoglycans was used as a marker to detect matrix degradation. Unexpectedly, loss of staining for sulphated glycosaminoglycans was not observed constantly, rather a high heterogeneity between explants within the same donor was observed (fig.). Based on these observations, the use of osteochondral tissues to study different loading protocols is difficult if relatively small differences between the experimental groups are expected, since these may lie within the heterogeneity of the different tissue samples.

R. Egli
R. Luginbühl

in collaboration with
W. Hofstetter and
A. Tekari, Department
Clinical Research,
University of Bern

Abbildung:
Knochen-Knorpelgewebe wurden für 21 Tage kultiviert und histologisch zur Darstellung von Kohlenhydraten (GAG) gefärbt mittels der Safranin O / Fast Green Färbung (Kohlenhydrate: rot, Proteine: grün).

Figure:
Osteochondral tissues were cultured up to 21 days and stained for glycosaminoglycans (GAG) using Safranin O / Fast Green (GAG: red; proteins: green).

TGF β in der Knorpelbildung von expandierten Knorpelzellen

TGF β in cartilage formation by expanded chondrocytes

R. Egli
R. Luginbühl

in collaboration with
W. Hofstetter and
A. Tekari, Department
Clinical Research,
University of Bern

Der Gelenkknorpel ist ein Gewebe mit geringer Regenerationsfähigkeit. Die Autologe Knorpelzellen Transplantation ist eine Methode, welche in der Klinik zur Therapie von Knorpeldefekten verwendet wird, um die Entwicklung einer Arthrose zu verhindern. In dem Verfahren werden Zellen aus Gelenkknorpel isoliert, in einer Zellkultur vervielfältigt und anschliessend in die Defektstelle eingebracht. Durch die Vervielfältigung verlieren die Zellen jedoch die Fähigkeit zur Bildung eines stabilen und dauerhaften Reparaturgewebes, was die

barkeit von expandierten Zellen auf diese Wachstumsfaktoren verbessern, könnten zur Verbesserung von zellbasierten Knorpeltherapien beitragen.

Articular cartilage is an avascular tissue with low regenerative capacity. Autologous chondrocyte implantation represents one of several repair strategies that are used in clinics to treat cartilage defects with the aim to prevent progression to osteoarthritis. During this procedure, cells are extracted

from articular cartilage, amplified in cell cultures, and subsequently reimplanted at the site of the defect. Upon amplification, these cells have lost the ability to generate a stable long-lasting repair tissue within cartilage defects, which limits the applicability of this approach. However, these cells still have the potential to form cartilage-like tissue when they are exposed to exogenous growth factors, such as TGF β 1. This led us to hypothesize that a possible alteration in the transduction of the TGF β signal

renders the amplified cells incompetent to form cartilage tissue, and that this can be restored by the addition of TGF β 1.

We found that during cell amplification the amount of TGF β receptor molecules decreased, while TGF β 1 remained constant. Moreover, when the transduction of the TGF β signal was blocked, the process of cartilage-like tissue formation was abrogated using cells which otherwise would do so in absence of added growth factors (fig.). We propose that the loss of the ability of amplified chondrocytes to form cartilage tissue is due to a decrease of the receptor molecules for TGF β , which renders the cells insensitive to cell derived growth factors. Strategies to maintain the responsiveness of the cells to the actions of cell-derived chondrogenic growth factors may contribute to an improved outcome of cell-based cartilage repair strategies.

Abbildung:

Die Knorpelbildung durch vervielfältigte Knorpelzellen in Pellet-Kulturen während 21 Tagen ohne zugeführtes TGF β 1 wurde untersucht mittels der histologischen Färbung Safranin O / Fast Green (Kohlenhydrate GAG als wesentlicher Baustein der Knorpelmatrix: rot, Proteine: grün) und dem Nachweis von Kollagen Typ 2 (COL2). Die Knorpelbildung wurde durch Blockierung der TGF β Signalübermittlung verhindert.



Figure:

Expanded chondrocytes were subjected to pellet cultures without TGF β 1 for 21 days and cartilage formation was assessed using Safranin O / Fast Green staining (GAG: red; proteins: green) and detection of collagen type II (COL2). Cartilage formation was blocked using an inhibitor of the TGF β receptor.

Anwendbarkeit dieses Verfahrens begrenzt. In Anwesenheit von Wachstumsfaktoren, wie z. B. TGF β 1, besitzen dieselben Zellen aber noch immer das Potenzial Knorpelgewebe zu bilden. Dies führte zur Hypothese, dass eine Änderung der Übermittlung des Signals von TGF β den expandierten Zellen die Fähigkeit entzieht, Knorpelgewebe zu bilden, und dies nur durch die Zugabe von TGF β 1 kompensiert werden kann.

Wir stellten fest, dass bei der Zellvervielfältigung die Menge an Empfänger-molekülen für TGF β abnahm, während jene von TGF β 1 konstant blieb. Außerdem verhinderte die Blockierung der Signalübermittlung von TGF β die Bildung von knorpelähnlichem Gewebe durch Zellen, welche in Abwesenheit von zugeführten Wachstumsfaktoren noch Knorpel bilden (Abb.). Wir folgern, dass vervielfältigte Knorpelzellen ihre Fähigkeit zur Bildung von Knorpelgewebe verlieren auf Grund der Abnahme an TGF β Empfänger-molekülen, was die Zellen unempfindlich gegen eigene produzierte Wachstumsfaktoren macht. Strategien, welche die Ansprech-

Publikationen Publications

2012

- Auer J., von Rechenberg B., Bohner M., Hoffmann M.; Bone grafts and bone replacement. Chapter 77 of «Equine Surgery» (4th Edition). Eds J. A. Auer and J. A. Stick. Elsevier, pp 1081-96, 2011.
- Bohner M., Galea L., Doebelin N.; Calcium phosphate bone graft substitutes: failures and hopes. *J Eur Ceram Soc*, 32:2663-71, 2012.
- Butscher A., Bohner M., Roth C., Ernstberger A., Heuberger R., Doebelin N., von Rohr P. R., Müller R.; Printability of calcium phosphate powders for 3D printing of tissue engineering scaffolds. *Acta Biomaterialia*, 8(1):373-85, 2012.
- Doebelin N., Galea L., Eggenberger U., Bohner M., Ferreira J.; Recrystallization of amorphized α -TCP. *Key Eng Mater*, 493-494:219-24, 2012.
- Egli R., Luginbuehl R.; Tissue Engineering – Nanomaterials in the Musculoskeletal System. *Swiss Med Wkly*, 142: w13647, 2012.
- Hofer B., Volker K.-U., Bigolin F.; The effect of Argon on HIP parts, permissible values and concentration determination. Kongressband, Euro PM 2012, Basel, Switzerland.
- Loosli Y., Vianay B., Luginbuehl R., Snedeker J. G.; Numerically bridging lamellipodial and filopodial activity during cell spreading reveals a potentially novel trigger of focal adhesion maturation. *Integrative Biology* 4 (5), pp. 508-521, 2012.
- Tadier S., Galea L., Gruenenfelder S., Bohner M.; Investigation of the phase separation occurring during the injection of β -tricalcium phosphate – water – glass beads pastes. *Key Eng Mater*, 493-494:693-7, 2012.

2013

- Bastian J. D., Butscher A., Bigolin G., Zumstein M. A., Nötzli H. P.; Extracortical plate fixation with new plate inserts and cerclage wires for the treatment of periprosthetic hip fractures. *International Orthopaedics*, DOI: 10.1007/s00264-013-2114-z, 2013.
- Bohner M., Tadier S., van Garderen N., De Gasparo A., Doebelin N., Baroud G.; Synthesis of spherical calcium phosphate particles for dental and orthopaedic applications. *Biomatter* <http://dx.doi.org/10.4161/biomatter.25103> (eLocation ID: e25103), 2013.
- Butscher A., Bohner M., Doebelin N., Galea L., Loeffel O., Müller R.; Moisture based three-dimensional printing of calcium phosphate structures for scaffold engineering. *Acta Biomaterialia*, 9:5369-78. (Errata: 2013;9:9242), 2013.
- Butscher A., Bohner M., Doebelin N., Hofmann S., Müller R.; New depowdering-friendly designs for three-dimensional printing of calcium phosphate bone substitutes. *Acta Biomaterialia*, 9:9149-58, 2013.
- Clauss M., Gersbach S., Butscher A., Ilchmann T.; Risk factors for aseptic loosening of Müller-type straight stems: a registry-based analysis of 828 consecutive cases with a minimum follow-up of 16 years. *Acta Orthopaedica*, 84 (4): 353-359, 2013.
- Galea L., Bohner M., Thuring J., Doebelin N., Aneziris C., Graule T.; Control of the size, shape and composition of highly uniform, non-agglomerated, sub-micrometer β -tricalcium phosphate and dicalcium phosphate platelets. *Biomaterials*, 24:6388-401, 2013.
- Hofer B., Bigolin F., Stremming H., Zühlke Ch.; Argon- und andere Gasmessungen mittels Heissextraktionsanalyse und MS an pulvermetallurgisch hergestellten Bauteilen: Ursache der Gasgehalte und Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften und damit einhergehende Beschränkung der Anwendungsmöglichkeiten. Kongressband 138. Vollsitzung «Chemikerausschuss» Stahlinstitut VDEh, Düsseldorf, 2013.

Publikationen aus externen Projekten (EFO) mit RMS-Unterstützung Publications on external projects (EFO) with RMS grant

2012

- Althaus J., Urwyler P., Padeste C., Heuberger R., Deyhle H., Schiff H., Gobrecht J., Pielas U., Scharnweber D., Peters K., Müller B.; Micro- and nano-structured polymer substrates for biomedical applications. *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*, Vol. 8339, pp. 1-15, 2012.
- Becker R., Mauer C., Stärke C., Brosz M., Zantop T., Lohmann C. H., Schulze M.; Anteroposterior and rotational stability in fixed and mobile bearing unicondylar knee arthroplasty: a cadaveric study using the robotic force sensor system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* doi: 10.1007/S00167-012-2157-5, 2012.
- Borcard F., Staedler D., Comas H., Krauss Juillerat F., Sturzenegger P., Heuberger R., Gonzenbach U., Juillerat-Jeanneret L., Gerber-Lemaire S.; Chemical Functionalization of Bioceramics to Enhance Endothelial Cells Adhesion for Tissue Engineering. *J. Med. Chem.*, 55 (18), pp. 7988–7997, 2012.
- Chevrier I., Sagué J. L., Brunetto P. S., Khanna N., Rajacic Z., Fromm K. M.; Rings, chains and helices: new antimicrobial silver coordination compounds with (iso)-nicotinic acid derivatives. *Dalton transactions*, 42(1), pp. 217-231, 2012.
- Gigandet M., Bigolin G., Faoro F., Bürgin W., Brägger U.; Implants with original and non-original abutment connections. *Clin Implant Dent Relat Res*, doi: 10.1111/j.1708-8208.2012.00479.x., 2012.
- Gruber R., Hedbom E., Bosshardt D. D., Heuberger R., Buser D.; Acid and alkali etching of grit blasted zirconia: impact on adhesion and osteogenic differentiation of MG63 cells *in vitro*. *Dental Materials Journal*, 31 (6) , pp. 1097-1102, 2012.
- Habib M., Baroud G., Galea L., Bohner M.; Ultrasonication to improve the injectability of hydraulic calcium-phosphate pastes. *Acta Biomaterialia*, 8(3):1164-8, 2012.
- Lopez-Heredia M. A., Bohner M., Bongio M., Cuijpers V., Winburst A. J. A., van Dijk N., van der Beucken J. J. P., Wolke J. G. C., Jansen J. A.; Processing and *in vivo* evaluation of multiphasic calcium phosphate cements with dual tricalcium phosphate phases. *Acta Biomaterialia*, 12:3500-8, 2012.
- Lopez-Heredia M. A., Sariibrahmoglu K., Yang W., Bohner M., Yamashita D., Kunstar A., van Apeldoorn A. A., Bronkhorst E., Felix R. P., Leeuwenburgh S. C. G., Itatani K., Yang F., Tancret F., Salomon P., Wolke J. G. C., and Jansen J. A.; Influence of the pore generator on the evolution of the mechanical properties and the porosity and interconnectivity of a calcium phosphate cement. *Acta Biomaterialia*, 8(1):404-14, 2012.

- Martínez-Sanz E., Varghese O. P., Kisiel M., Engstrand T., Reich K. M., Bohner M., Jonsson K. B., Kohler T., Müller R., Ossipov D. A., Hilborn J.; Minimally-invasive mandibular bone augmentation in rats using injectable hyaluronan-based hydrogels containing nanohydroxyapatite and bone morphogenetic protein-2. *J Tiss Eng Regen Med*, 6(S3):S15-23, 2012.
- Roth C., Oberbossel G., Buitrago E., Heuberger R., Rudolf von Rohr P.; Nanoparticle synthesis and growth in a continuous plasma reactor from organosilicon precursors. *Plasma Processes and Polymers*, 9 (2), pp. 119-134, 2012.
- Sebald H. J., Klenke F. M., Siegrist M., Albers C. E., Sebald W., Hofstetter W.; Inhibition of endogenous antagonists with an engineered BMP-2 variant increases BMP-2 efficacy in rat femoral defect healing. *Acta Biomaterialia* 8, 3816-3820, 2012.

2013

- Bauer S., Lu H., May C., Nolte L., Büchler P., Reyes M.; Integrated segmentation of brain tumor images for radiotherapy and neurosurgery. *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 23:59-63, 2013.
- Bernstein A., Niemeyer P., Salzmann G., Südkamp N. P., Hube R., Klehm J., Menzel M., von Eisenhardt-Rothe R., Bohner M., Görtz L., Mayr H. O.; Microporous calcium phosphate ceramics as tissue engineering scaffolds for the repair of osteochondral defects: histological results. *Acta Biomaterialia*, 9:7490-505, 2013.
- Bohner M., Baroud G.; New directions in bone materials (Chapter 160). In «Image-guided Interventions» (2nd Edition), Eds MA Mauro, KJ Murphy, K Thomson, AC Venbrux and CI Zollikofer, Elsevier Saunders, pp. 1197-1202, 2013.
- Hoekstra J. W. M., Ma J., Plachokova A. S., Bronkhorst E. M., Bohner M., Pan J., Meijer G. J., Jansen J. A., Van den Beucken J. J. P.; The *in vivo* performance of CaP/PLGA composites with varied PLGA microsphere sizes and inorganic compositions. *Acta Biomaterialia*, 9:7518-26, 2013.
- Mayr H. O., Klehm J., Schwan S., Hube R., Südkamp N. P., Niemeyer P., Salzmann G., von Eisenhardt-Rothe R., Heilmann A., Bohner M., Bernstein A.; Microporous calcium phosphate ceramics as tissue engineering scaffolds for the repair of osteochondral defects: biomechanical results. *Acta Biomaterialia*, 9:4845-55, 2013.
- Thimm B. W., Wechsler O., Bohner M., Mueller R., Hofmann S.; *In vitro* monitoring of ceramic scaffold mineralization: comparison between histological and micro-computed tomographical analysis. *Annals of Biomedical Engineering*, 41:2666-75, 2013.
- Wüst S., Godla M. E., Mueller R., Hofmann S.; Tunable hydrogel composite with two-step processing in combination with innovative hardware upgrade for cell-based three-dimensional bioprinting. *Acta Biomaterialia*, 10:630-640, 2013.

Abstracts / Kurzfassungen, präsentiert als Vortrag (V) oder Poster (P)

Abstracts presented as lecture (V) or poster (P)

2012

- Bernstein A. et al.; Degradation einer mikroporösen TCP Keramik in Abhängigkeit vom Implantatlager. Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, Berlin, Germany, (V), 23 – 26 October 2012.
- Bohner M.; Towards load-bearing bone graft substitutes: synthesis of hexagonal β -tricalcium phosphate platelets of controlled size. SSB 2012, Zurich, Switzerland, (V), 3 May 2012; *Eur Cells Mater*, 23S(5):4, 2012.
- Bohner M.; Bone fillers: towards simplicity and low cost. 2012 ECM XIII, Davos, Switzerland, (V), , 24 – 26 June 2012; *Eur Cells Mater*, 24S(1):13, 2012.
- Bohner M.; Ion-substituted calcium phosphates: a difficult path to bioinorganics. 9th World Biomaterials Congress, Chengdu, China, (V), 1 – 5 June 2012.
- Clauss M., Furustrand Tabin U., Betrisey B., Ilchmann Th., Trampuz A., Bohner M.; Influence of material properties on staphylococcal biofilm formation: a qualitative and quantitative analysis of 5 different calcium phosphate bone grafts by sonication and microcalorimetry. 31st Annual Meeting of the European Bone and Joint Infection Society, Montreux, Switzerland, (V), 20 – 22 September 2012.
- Doebelin N., Galea L., Eggenberger M., Bohner M.; The effect of micro-porosity on the thermal stability of β -TCP. SSB 2012, Zurich, Switzerland, (P), 3 May 2012; *Eur Cells Mater*, 23S(5):4, 2012.
- Döbelin N., Galea L., Eggenberger U., Bohner M.; Thermal stability of β -TCP as a function of micro-porosity. *Bioceramics* 24, Fukuoka, Japan, (V), 21 – 24 October 2012.
- Galea L., Bohner M., Niederberger M., Graule T.; β -TCP platelets for load-bearing bone substitutes. SSB 2012, Zurich, Switzerland, (V), 3 May 2012; *Eur Cells Mater*, 23S(5):4, 2012.
- Galea L., Bohner M., Niederberger M., Graule T.; Synthesis of β -TCP platelets for bone substitutes. GRIBOI 2012, Uppsala, Sweden, (P), 10 – 12 May 2012.
- Galea L., Bohner M., Doebelin N., Niederberger M., Graule Th.; Synthesis of monodisperse hexagonal β -tricalcium phosphate crystals. 9th World Biomaterials Congress, Chengdu, China, (V), 1 – 5 June 2012.
- Galea L., Bohner M., Niederberger M., Graule T.; Bioresorbable ceramic platelets for load-bearing bone substitutes composites. Junior Euromat, Lausanne, Switzerland, (P), 23 – 27 July 2012.
- Galea L., Bohner M., Niederberger M., Graule T.; Beta-tricalcium phosphate platelets for load-bearing bone substitutes. MSE 2012, Darmstadt, Germany, (P), 25 - 27 September 2012.
- Galea L., Bohner M., Niederberger M., Graule Th.; Synthesis of biodegradable ceramic platelets for reinforcement of bone substitutes. Empa PhD Students' Symposium 2012, Dübendorf, Switzerland, (V), 13 November 2012.
- Heuberger R., Krieg J., Wahl A., Gautier E.; Antibiotic loaded plaster of Paris: wear of artificial hip joints in the presence of gypsum particles. European Orthopaedic Research Society, Amsterdam, (V), 26 – 28 September 2012.
- Luginbuehl R., Nowakowska J., Khanna N., Textor M.; Assessing the activity of antimicrobial coatings. Thesinge Biofim Meeting, Thesinge, Netherlands, (V), 10 September 2012.

- Luginbuehl R., Acikgoz C., Jasieniak M., Nowakowska J., Khanna N., Textor M., Griesser H.; Prevention of device associated infections: strategies for immobilization of antimicrobial actives. Biointerface 2012, Dublin, (V), 23 – 25 October 2012.
- Mulky E., Maniura K., Luginbuehl R.; Engineering nanofiber staples from elctrospun fiber meshes. Empa PhD Students' Symposium 2012, (V), 13 November 2012.
- Sague J., Andreatta B., May C., Loosli Y., Luginbuehl R., Vogt J.; Material properties of crosslinked HEMA-MMA hydrogels as potential meniscal substitutes. 9th International GelSymposium, Tsukuba, Ibaraki, Japan, (V), 9 – 12 October 2012.
- Sague J. L., Vogt J., Andreatta B., Egli R., Luginbuehl R.; Tuning crosslinked poly-HEMA-Co-MMA hydrogels for use in articulating situations. 24th Annual Congress of the International Society for Technology in Arthroplasty, Brugge, Belgium (V), 20 – 23 September 2011; Journal of Bone & Joint Surgery, 94-B(Supp XL):210, 2012.
- Tekari A., Dolder S., Luginbuehl R., Hofstetter W., Egli R.; Persistence of intracellular collagen type II expression in monolayer cultures of bovine articular chondrocytes. Swiss Bone and Mineral Society Meeting, Basel, Switzerland, (P), 29 March 2012.

2013

- Bernstein A., Suedkamp N., Senger S., Bohner M., Mayr H. O.; Role of microporosity on bone integration. Annual Meeting of the European Society for Biomaterials 2013, Madrid, Spain, (P), 8 – 12 September 2013.
- Bohner M.; The research and development of 3 commercial biomedical products sold worldwide. Powder Technology Workshop: 25 years of powder technology at EPFL, Leysin, Switzerland, (V), 5 – 7 June 2013.
- Bohner M.; Bone cements rheology for injection applications. Powder Technology Workshop: 25 years of powder technology at EPFL, Leysin, Switzerland, (V), 5 – 7 June 2013.
- Bortel E., Krieg J., Sague J., Nohava J., Heuberger R.; Development of synthetic synovia for tribological testing. CORS, Venice, Italy, (P), 13 – 17 October 2013.
- Doebelin N., Tiainen H., Bohner M.; Inhibition and activation of the hydration reaction of α -TCP. Bioceramics 25, Bucharest, Romania, (V), 7 – 10 November 2013.
- Egli R., Thüring J., Galea L., Descamps M., Luginbuehl R., Hofstetter W., Bohner M.; Thermal treatment of dense calcium phosphate affects osteoclast response *in vitro*. Annual Meeting of the European Society for Biomaterials 2013, Madrid, Spain, (V), 8 – 12 September 2013.
- Galea L., Bohner M., Erb R. M., Peroglio M., Eglin D., Studart A. R., Aneziris C., Graule T.; Structured composites for load-bearing bone substitutes. 21 Jahre EMPA – Hochleistungskeramik, Dübendorf, Switzerland, (V), 2 July 2013.
- Galea L., Doebelin N., Erb R. M., Graule Th., Studart A. R., Bohner M.; Nacre-inspired biodegradable composites approaching the tensile strength of cortical bone. MRS Fall Meeting, Boston, USA, (V), 1 – 6 December 2013.
- Galea L., Erb R. M., Bohner M., Studart A. R., Graule Th.; Programming architecture into biomineral-polymer composites for bone substitution. Multifunctional, hybrid and nanomaterials, Symposium A, Sorrento, Italy, (V), 3 – 7 March 2013.
- Galea L., Peroglio M., Eglin D., Bohner M.; Improvement of strength and toughness of porous calcium phosphate blocks by hydrothermal treatment and polymer impregnation. Annual Meeting of the European Society for Biomaterials 2013, Madrid, Spain, (V), 8 – 12 September 2013.
- Galea L., Peroglio M., Eglin D., Graule Th., Bohner M.; Recrystallization and polymer impregnation improve strength and toughness of calcium phosphate ceramics. SSB 2013, Davos, Switzerland, (V), 25 – 26 June 2013.
- Galea L., Thüring J., Bohner M., Graule Th.; Growth kinetics of nacre-like calcium phosphate platelets. BIOMIN 12, Freiberg, Germany, (V), 27 – 30 August 2013.
- Heuberger R., Krieg J., Wahl P., Gautier E.; Antibiotic loaded plaster of Paris: wear of artificial hip joints in the presence of gypsum particles. [MEET THE EXPERT] Implants, Interlaken, Switzerland, (V), 22 – 23 April 2013.
- Heuberger R., Krieg J., Wahl P., Gautier E.; Antibiotic loaded plaster of Paris: wear of artificial hip joints in the presence of gypsum particles. VSS / Swiss Tribology Meeting, Dübendorf, Switzerland, (V), 24 May 2013.
- Luginbuehl R., Doebelin N.; Guides to characterization methods for tissue scaffolds and implants. ASTM International Workshop on Standards and Measurements for Tissue Engineering Scaffolds: What Do We Have? What Do We Need?, Indianapolis, USA, (V), 21 May 2013.
- Luginbuehl R., Andreatta B., Loeffel O., Heuberger R., Schläppi M., Schär D.; Spontaneous metal adsorption from metal working fluids. 15th European Conference on Applications of Surface and Interface Analysis 2013, ECASIA'13, Forte Village, Sardinia, Italy, (V), 13 – 18 October 2013.
- May C., Büsse M., Butscher A.; Evaluation of the influence of the embedment surface geometry on results of finite element hip stem analyses. Biomedical Meeting of the European Society for Biomechanics 2013, Patras, Greece, (P), 25 – 28 August 2013.
- Mirsaidi A., Luginbuehl R., Hofstetter W., Egli R. J.; Differentiation potential and molecular characterization of mesenchymal stem cells during long-term monolayer culture. Annual Meeting of the American Society for Bone and Mineral Research, Baltimore, USA, (P), 4 – 07 October 2013.
- Sague J., Fernández-Ronco M. P., Kluge J., Andreatta B., Krieg J., Rodríguez-Rojó S., Mazzotti M., Luginbuehl R.; Processing UHMWPE materials to enhance tribological properties for orthopaedic applications. 6th International UHMWPE Meeting, Torino, Italy, (V), 9 – 11 October 2013.
- Sague J., Andreatta B., Egli R., Luginbuehl R.; Low friction visco-elastic polymers as future materials for articulation with native cartilage tissue. 8th Combined Meeting of Orthopaedic Research Societies, Venezia, Italy, (P), 15 – 16 October 2013.
- Tekari A., Dolder S., Luginbuehl R., Hofstetter W., Egli R. J.; Expression of collagen type II and TGF β receptors in bovine chondrocytes during prolonged monolayer culture. Annual Meeting of the Swiss Bone and Mineral Society, Bern, Switzerland, (V), 6 June 2013.
- Tekari A., Dolder S., Luginbuehl R., Hofstetter W., Egli R. J.; Expression of collagen type II and TGF β receptors in bovine chondrocytes during prolonged monolayer culture. 11th World Congress of the International Cartilage Repair Society, Izmir, Turkey, (V), 15 – 18 September 2013.
- Thüring J., Galea L., Bohner M., Niederberger M.; Calcium phosphate micro- and nanocrystals synthesized in an organic solvent. SSB 2013, Davos, Switzerland, (P), 25 – 26. June 2013.
- Thüring J., Galea L., Bohner M., Niederberger M.; Non-agglomerated and monodispersed calcium phosphate crystals synthesized in organic solvents. 15th Summer School on Crystal Growth, Gdansk, Poland, (P), 4 – 10 August 2013.
- Thüring J., Galea L., Bohner M., Niederberger M.; Calcium phosphate micro-and nanocrystals synthesized in an organic solvent. BIOMIN 12, Freiberg, Germany, (P), 27 – 30 August 2013.

Eingeladene Vorträge (ohne Kurzfassung)

Invited talks (without abstract)

2012

- Bohner M.; Resorbable biomaterials as bone substitute. 7th instructional course in biomechanics (PROMOTIO), Pontresina, Switzerland, 11 – 14 January 2012.
- Bohner M.; New directions in calcium phosphates for bone repair. University of Sherbrooke, Sherbrooke, Canada, 8 March 2012.
- Bohner M.; New directions in calcium phosphates for bone repair. University of Mainz, Mainz, Germany, 23 April 2012.
- Bohner M.; Bioactivity and cytotoxicity tests are antagonists. GRIBOI 2012, Uppsala, Sweden, 10 – 12 May 2012.
- Bohner M.; Injectable calcium phosphate cements for bone graft substitution: where do we stand and where do we go? 9th World Biomaterials Congress, Chengdu, China, 1 – 5 June 2012.
- Bohner M.; A career in biomaterials. SFB-Tranregio / Sonderforschungsbereich TR 79 – Doktoranden-Seminar, Giessen, Germany, 18 September 2012.
- Bohner M.; Phosphates tricalciques comme substituts d'os: synthèse et utilisation. Université Pierre et Marie Curie (UPMC), Paris, France, 30 octobre 2012.
- Bohner M.; Kalziumphosphate als Knochenersatzmaterialien. Technical University of Dresden, Dresden, Germany, 8 November 2012.
- Döbelin N.; Mikro- und Makroporosität: Herstellung und biologische Relevanz. 1. Freiburger Biokeramiksymposium «Calciumphosphatkeramiken», Freiburg i. B., Germany, 14. Juni 2012.
- Egli R., Sague S., Tekari A., Luginbuehl R.; Cartilage repair: Need for improvements. World Medtech Forum, Lucerne, Switzerland, 15 – 27 September 2012.
- Gasser B.; Die RMS – ihre Forschungstätigkeiten und Zusammenarbeiten mit der ETH Zürich. Gastvorlesung «Biomechanik IV» FS12, ETH Zürich-Hönggerberg, Schweiz, 8. Mai 2012.
- Gasser B.; Smart materials and devices for medical application: RMS visions and propositions. Vision of the Industry at the 2nd Technology Apéro NRP62, Schweizerischer Nationalfonds, Bern, Switzerland, 11 May 2012.
- Heuberger R.; Development of a test fluid to mimic the synovia. Swiss Tribology – VSS Meeting, EMPA Dübendorf, Switzerland, 17 April 2012.
- Heuberger R.; Tribological tests for implants – development of an artificial synovia. EPHJ-EPMT-SMT: Rencontre Surf-Therm, Genf, Switzerland, 7 June 2012.
- Luginbuehl R.; Sauberkeit von Medizinprodukten: was ist genügend – was ist gefordert. Schweizerische Reinraum Gesellschaft / SwissCCS, 19. April 2012.
- Luginbuehl R.; Normative Aspekte der Sauberkeit von Medizinprodukten. SAQ Fachgruppe Medizintechnik, 8. März 2012.

2013

- Bohner M.; Future trends in ceramic cements. 1st Mediterranean Interdisciplinary Conference on Bone Augmentation Procedures and Injectable Therapeutics. Cairo, Egypt, 24. January 2013.
- Bohner M.; Cements for vertebroplasty. 1st Mediterranean Interdisciplinary Conference on Bone Augmentation Procedures and Injectable Therapeutics. Cairo, Egypt, 24 January 2013.
- Bohner M.; Bone repair with synthetic bone substitutes. Shriners Hospital for Children, Montreal, Canada, 27 February 2013.
- Bohner M.; Publishing in peer-reviewed journals: the view of two editors (talk with G. Voskerician). Young Scientist Forum, Annual Meeting of the European Society for Biomaterials (ESB 2013), Madrid, Spain, 08 September 2013.
- Bohner M.; Substituts d'os phosphocalciques. INSA Lyon, France, 17 septembre 2013.
- Butscher A.; 3D-Drucker – Nächste Revolution in der Produktion. Solothurner Handelskammer Praxis-Akademie, Bettlach, Schweiz, 22. Oktober 2013.
- Eschbach L.; Implant testing and failure analysis. BioTiNet Workshop, Bettlach, Switzerland, 27 June 2013.
- Eschbach L.; Fatigue and corrosion of metallic implants – if the worst comes to the worst. Center of Attention, World Medtech Forum, Lucerne, Switzerland, 19 September 2013.
- Galea L.; Programming architecture into biomineral-polymer composites for bone substitution. University of Constance, Constance, Germany, 15 April 2013.
- Gasser B.; Die RMS – ihre Forschungstätigkeiten und Zusammenarbeiten mit der ETH Zürich. Gastvorlesung «Biomechanik IV» FS13, ETH Zürich-Hönggerberg, Schweiz, 7. Mai 2013.
- Heuberger R.; Materialien in der Medizintechnik. Basiskurs Hüftendoprothetik für Assistenzärzte, Bettlach, Schweiz, 5. November 2013.
- Luginbuehl R.; Festlegen von Grenzwerten. SVMT-Biomaterialtagung 2013 «Sauberkeit von Medizinprodukten». Congress Hotel, Olten, Schweiz, 22. Januar 2013.
- Luginbuehl R., Zooroochian D., Andreatta B.; ICP-MS in der Medizintechnik: zwischen Material- und Blutanalysen. 15. Agilent ICP-MS Anwendertreffen, Waldbronn, Deutschland, 11. September 2013.
- May C.; Optische Deformationsmessung zur Überprüfung von FEA-Ergebnissen. FEM Simulation in der Medizintechnik – Neue Wege für die FDA Zulassung, CadFem-Seminar, Bettlach, Schweiz, 20. November 2013.

Eingeladene Vorträge (mit Kurzfassung)

Invited talks (with abstract)

2012

- Bohner M.; Towards load-bearing bone graft substitutes: synthesis of hexagonal β -tricalcium phosphate platelets of controlled size. Scandinavian Society for Biomaterials, 5th Annual Meeting, Uppsala, Sweden, 8 – 9 May 2012.
- Bohner M.; Effect of grain size and microporosity on the *in vivo* behavior of β -tricalcium phosphate scaffolds. Bioceramics 24, Fukuoka, Japan, 21 – 24 October 2012.
- Luginbuehl R.; Advances in dental and orthopaedic surfaces. Biointerface 2012, Dublin, Ireland, 23 – 25 October 2012.

2013

- Bohner M.; Tricalcium phosphate as bone substitute. McGill University, Montreal, Canada, 27 February 2013.
- Bohner M.; Bone augmentation with injectable cement pastes. Areces Workshop, Madrid, Spain, 29 April 2013.
- Bohner M.; Calcium phosphate scaffolds for tissue engineering. Biannual Meeting of the Dutch Association of Oral and Maxillofacial Surgery, Amsterdam, The Netherlands, 31 May 2013.
- Bohner M.; Tricalcium phosphate for bone substitution. The 4th Asian Biomaterials Congress, Hong Kong, China, 26 – 29 June 2013.
- Bohner M.; New approaches to design injectable calcium phosphate bone graft substitutes. Materials in Medicine International Conference (MiMe), Faenza, Italy, 8 – 11 October 2013.
- Bohner M.; Synthesis of calcium phosphate particles with controlled size and shape. Bioceramics 25, Bucharest, Romania, 7 – 10 November 2013.
- Doebelin N., Butscher A., Bohner M., Hofmann S., Müller R.; New designs to improve depowdering of 3D-printed calcium phosphate bone graft substitutes. 13th International Conference of the European Ceramic Society, Limoges, France, 23 – 27 June 2013.
- Luginbuehl R., Andreatta B.; ICP-MS Applikation aus dem Alltag der Medizin- und Werkstofftechnik. Atomic Spectroscopy Tag EMPA Dübendorf, Schweiz, 29. Mai 2013.
- Luginbuehl R.; Do's and don'ts in characterizing scaffolds for tissue engineering, 5th WMRIF General Assembly and Symposium «Materials meet life», Dübendorf, Switzerland, 13 May 2013.
- Luginbuehl R.; Medizinprodukte: zwischen Biokompatibilität und Sauberkeit. IPQ Tagung, Basel, Schweiz, 5. September 2013.

Seminarvorträge in der RMS

Seminary talks at the RMS

2012

- | | |
|------------|--|
| 17.02.2012 | Dr. Johannes Kluge; Institut für Verfahrenstechnik, ETH Zürich, Switzerland: Engineering polymers for biomedical applications using supercritical carbon dioxide. |
| 27.02.2012 | Dr. John O'Donoghue; EnBio Ltd., Dublin, Ireland: Novel room temperature surface modification techniques for metallic surfaces – applications in medical implant manufacture. |
| 01.03.2012 | Dr. Sascha Heinemann; Institut für Werkstoffwissenschaft, Dresden, Germany: Silica/collagen composite gels for load-bearing bone substitution. |
| 10.04.2012 | Dr. Dennis Link; Zevenaar, The Netherlands: Bone cements: biological properties. |
| 17.04.2012 | Dr. Pascale Van Landuyt; Alliance – Industrial Liaison Program, EPF Lausanne, Switzerland: Information on Alliance and European funding opportunities (FP7, COST, Eurostars, Marie Curie). |
| 04.05.2012 | PD Dr. Frank Witte; Labor für Biomechanik und Biomaterialien, Orthopädie der Medizinischen Hochschulen Hannover, Germany: How to investigate magnesium corrosion <i>in vivo</i> ? |
| 29.05.2012 | Dr. Philip Procter; Medical Device Industry Consultant, Divonne les Bains, France: Do cancellous screws really exist? |
| 14.08.2012 | Dr. Peter Wahl, Hospital cantonal, Fribourg, Schweiz: Gypsum für die Freisetzung von Antibiotika. |
| 05.09.2012 | Dr. Nico Verdonschot; Orthopaedic Research Laboratory, Radboud University Nijmegen Medical Centre, Nijmegen, The Netherlands: Biomechanical analyses of cemented total hip replacement and high flex knee replacement. |
| 26.10.2012 | Denise Baumann; Hochschule für Life Sciences, Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz, Schweiz: Ansteuerung einer Selective Laser Melting Maschine zur Produktion von Knochenersatzmaterialien (Bachelor-Arbeit). |
| 15.11.2012 | Dr. Pamela Habibovic; MIRA Institute for Biomedical Technology and Technical Medicine, Department Tissue Engineering, University of Twente, The Netherlands: Instructive biomaterials for tissue regeneration. |
| 27.11.2012 | Silke Wüst; Institut für Biomechanik, ETH Zürich, Switzerland: 3D bioprinting of multicellular skeletal tissues. |
| 27.11.2012 | Dr. Sandra Hofmann; Institut für Biomechanik, ETH Zürich, Switzerland: Evaluation of the applicability of scaffolds for tissue engineering with hMSC (human mesenchymal stem cells) in bioreactors. |
| 13.12.2012 | Adel Tekari; Gruppe Knochenbiologie, Departement Klinische Forschung, University Bern, Switzerland: Cartilage tissue formation of cells seeded on structured scaffolds in physiological conditions. |

2013

- | | |
|------------|---|
| 30.01.2013 | Prof. Dr. Friedlinde Goetz und Prof. Dr. Jürgen Neubauer; University Erlangen, Germany: Calculation of released heat of hydration in cements by G-factor evaluation of QXRD data. |
|------------|---|

- 12.03.2013 Prof. Dr. Philippe K. Zysset; Institute for Surgical Technology & Biomechanics, University Bern, Switzerland: A climb in the wall of hierarchical bone mechanics.
- 24.04.2013 Prof. Martin Frenz; Institute of Applied Physics, University Bern, Switzerland: Laser-tissue-soldering using NP-modified polycaprolactone electrospun scaffolds.
- 10.06.2013 Dr. Marcy Zenobi-Wong; Cartilage Engineering and Regeneration, ETH Zürich, Switzerland: Cartilage Engineering and Regeneration Activities at ETH Zurich.
- 11.06.2013 Dr. W. Baschong; Universität Basel, Schweiz: Erfassen des Verhaltens von Zellen/Gewebe in der Kontaktschicht von oralen Implantaten und von Knochenersatzmaterialien.
- 14.06.2013 Dr. I. Gotman; Technion, Israel: Permanent, resorbable and surface modified metallic and CaP-based composite biomaterials, for bone repair and replacement.
- 13.08.2013 Prof. Dr. William R. Taylor; Institute for Biomechanics, ETH Zürich, Schweiz: Aktivitäten und Pläne der Gruppe «Movement Biomechanics».
- 08.10.2013 Dr. Steven Kurtz; Exponent Inc., Engineering and Scientific Consulting, Philadelphia, USA: UHMWPE Retrievals and Taper corrosion.

Lehrtätigkeiten

Teaching activities

2012

- Universität Bern, Masterstudium «Biomedical Engineering», Vorlesung «Biomaterials», September – Dezember 2012 (Coordinator Luginbuehl R.: Introduction, history of biomaterials, fundamentals of materials chemistry, material tissue interaction, biocompatibility, students presentations; Bohner M.: Fundamentals of ceramic materials; Eschbach L.: Metallic materials; Heuberger R.: Fundamentals of analytics, surface analysis, tribology of materials, thin solid films, soft coatings / surface derivatization; Sague J.: Polymeric materials, natural materials).
- ETH Zürich, Masterstudium «Medicinal and Industrial Pharmaceutical Sciences», Modul 13 «Medical devices», Februar – März 2012 (Bohner M., Gasser B., Luginbuehl R.).
- ETH Zürich, Masterstudiengang «Biomedical Engineering», Vorlesung «Orthopaedic Biomechanics», 30. April 2012 (Gasser B.)
- Berner Fachhochschule – Technik und Informatik, Biel, BSc-Studiengang «Mikrotechnik und Medizintechnik», Februar 2012 – Mai 2012 (Gasser B.).
- Berner Fachhochschule – Technik und Informatik, Nachdiplomstudium «CAS/DAS Medical Technology Management», Medical Technology Center – Managementzentrum, Bern, November 2012 (Gasser B.).
- University of Uppsala, Sweden, PhD – Studentenkurs «Bioceramics – with a focus on calcium phosphates», 6 – 9 May 2012 (Bohner M., Döbelin N.).

2013

- Universität Bern, Masterstudium «Biomedical Engineering», Vorlesung «Biomaterials», September – Dezember 2013 (Luginbuehl R.).
- ETH Zürich-Hönggerberg, Department Mechanical and Process Engineering, Masterstudiengang «Biomedical Engineering», 29. April 2013 (Gasser B.).
- ETH Zürich-Hönggerberg, Department of Chemistry and Applied Biosciences, Masterstudiengang «Medicinal and Industrial Pharmaceutical Sciences», März 2013 – Mai 2013 (Coordinator Bohner M., Gasser B., Luginbuehl R., Döbelin N.).
- Berner Fachhochschule – Technik und Informatik, Biel, Schweiz, BSc-Studiengang «Mikrotechnik und Medizintechnik», Februar – Mai 2013 (Gasser B.).
- Berner Fachhochschule – Technik und Informatik, Nachdiplomstudium «CAS/DAS Medical Technology Management», Medical Technology Center – Managementzentrum, Bern, Schweiz, November 2013 (Gasser B.).
- Riga Technical University and Latvia University, Latvia; Lecture Series and promotion of scientific cooperation on «X-ray diffractometry and Rietveld method applications», 11 – 14 February 2013 (Döbelin N.).
- Dept. of Engineering Sciences - Applied Material Science, Uppsala University, Sweden; «X-Ray Diffraction and Rietveld Refinement», 16 – 17 October 2013 (Döbelin N.).

Patente

Patents

2012

- PCT-Anmeldung: PCT/EP99/00684 (1713/PCT; S09_0018)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung und Synthes GmbH Oberdorf
Titel: Implant comprising calcium cement and hydrophobic liquid (chronOS block)
Japan: Veröffentlichung / publication 30.11.2012 (5143979)
- PCT-Anmeldung: PCT/EP2004/006530 (EP 03 014 191.5; S09_0012)
Erfinder / Eigentümer: R. Luginbühl / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung
Titel: Prosthetic Device for Cartilage Repair (Brush)
USA: Veröffentlichung / publication 24.04.2012 (US 8'163'033 B2)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH 2004/00134 (2112/PCT; S09_0020)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung
Titel: Hydraulic cement based on calcium phosphate for surgical use (ACP)
Japan: Veröffentlichung / publication 15.02.2012 (4940126)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH 2005/000320 (2199/PCT; S09_0023)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner, A.-K. Malsy / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung und Synthes GmbH Oberdorf
Titel: Shaped article (SSA production of granules/blocks)
China: Veröffentlichung / publication 08.08.2012 (Registration No: ZL200580050026.6)
Japan: Veröffentlichung / publication 09.07.2012 (2008-515017)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH05/000673 (2234/PCT; S09_0022)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner, A. Montali, Y. Bruderer / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung und Synthes GmbH Oberdorf
Titel: Bone repair material (CaP putty)
Japan: Veröffentlichung / publication 31.10.2012 (5061116)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH07/000181 (2322/PCT; S09_0030)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung
Titel: Method for producing pyrogene-free calcium phosphate
Australien: Veröffentlichung / publication 28.09.2012 (2007351034)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH2012/000270 (2939/PCT; F09_0026)
Erfinder / Eigentümer: A. Butscher, M. Bohner, N. Döbelin / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung
Titel: Knochenersatz und Verfahren zu dessen Herstellung
PCT: Anmeldung / application 11.12.2012
- PCT-Anmeldung: PCT/CH2010/000063 (2596/PCT; A10_1505)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner, R. Luginbühl / Mathys AG Bettlach, Bettlach
Titel: Bone graft substitute
USA: Veröffentlichung / publication 27.12.2012 (US 2012/0330436 A1)

2013

- PCT-Anmeldung: PCT/EP2009/058431(S09_0009)
Erfinder / Eigentümer: R. Luginbühl, J. Vogt, R. Mathys, B. Gasser, J. Sague, Y. Loosli / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung
Titel: Implant Device
Australien: Veröffentlichung / publication 23.12.2013 (AUS Appl. No. 2009265656)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH2013/000068 (2970/PCT; A13_0896)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner, N. Döbelin, H. Tiainen / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung
Titel: Calcium phosphate composition
PCT: Anmeldung / application 22.04.2013
- PCT-Anmeldung: PCT/CH2010/000063 (2596/PCT; A10_1505)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner, R. Luginbühl / Mathys AG Bettlach, Bettlach
Titel: Bone graft substitute
Europa: Veröffentlichung / publication 16.01.2013 (EP 2544727)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH05/000673 (2234/PCT; S09_0022)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner, A. Montali, Y. Bruderer / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung und Synthes GmbH Oberdorf
Titel: Bone repair material (CaP putty)
China: Veröffentlichung / publication 05.06.2013 (ZL200580052071.5)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH99/00595 (1774/PCT; S09_0034)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner, S. Matter / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung und Stratec Medical
Titel: Brushite hydraulic cement stabilized with a magnesium salt (chronOS Inject)
China: Veröffentlichung / publication 16.10.2013 (ZL200810146092.9)
Japan: Veröffentlichung / publication 11.10.2013 (JP 5383961)

Personal

Personnel

Stiftungsrat / Board of Trustees

Mathys Robert; Präsident / President

Dr. Kaiser Urs, Mathys Gabriela, Mathys Reinhold, Stuber Urs

Wissenschaftlicher Rat / Scientific Board

Beck Martin	PD Dr. med.
Gasser Beat	Dr. rer. nat., dipl. Ing. ETH
Gautier Emanuel	Prof. Dr. med.
Hofstetter Willy	Prof. Dr. phil. nat.
Mathys Robert	Dipl. Ing. ETH
Perren Stephan	Prof. Dr. med., Dr. sci. (h. c.)
Schlapbach Louis	Prof. Dr. sc. nat.
Schmoker Roland	Dr. med. et Dr. med. dent.
Stüssi Edgar	Prof. Dr. phil. nat.
Textor Hans Marcus	Prof. Dr. phil. II

Geschäftsleitung / Management

Gasser Beat	Dr. rer. nat., Geschäftsführer / PhD, Managing Director	01.06.1990
Bohner Marc	Dr. sc. techn., Leiter Gruppe Skelettersatzmaterialien / PhD, Head of the Skeletal Substitutes Group	01.03.1998
Eschbach Lukas	Dr. sc. techn., Leiter Gruppe Werkstoffe / PhD, Head of the Materials Group	01.11.1997
Luginbühl Reto	Dr. phil. nat., Leiter Gruppe Chemie & Biologie / PhD, Head of the Chemistry & Biology Group	01.10.2001
Lüthi-Studer Beatrice	NDS HF, Leiterin Finanzen & Q-Management / Head of Finances & QMS	19.02.1996

Wissenschaftliches, technisches und kaufmännisches Personal / Scientific, technical, and administrative employees

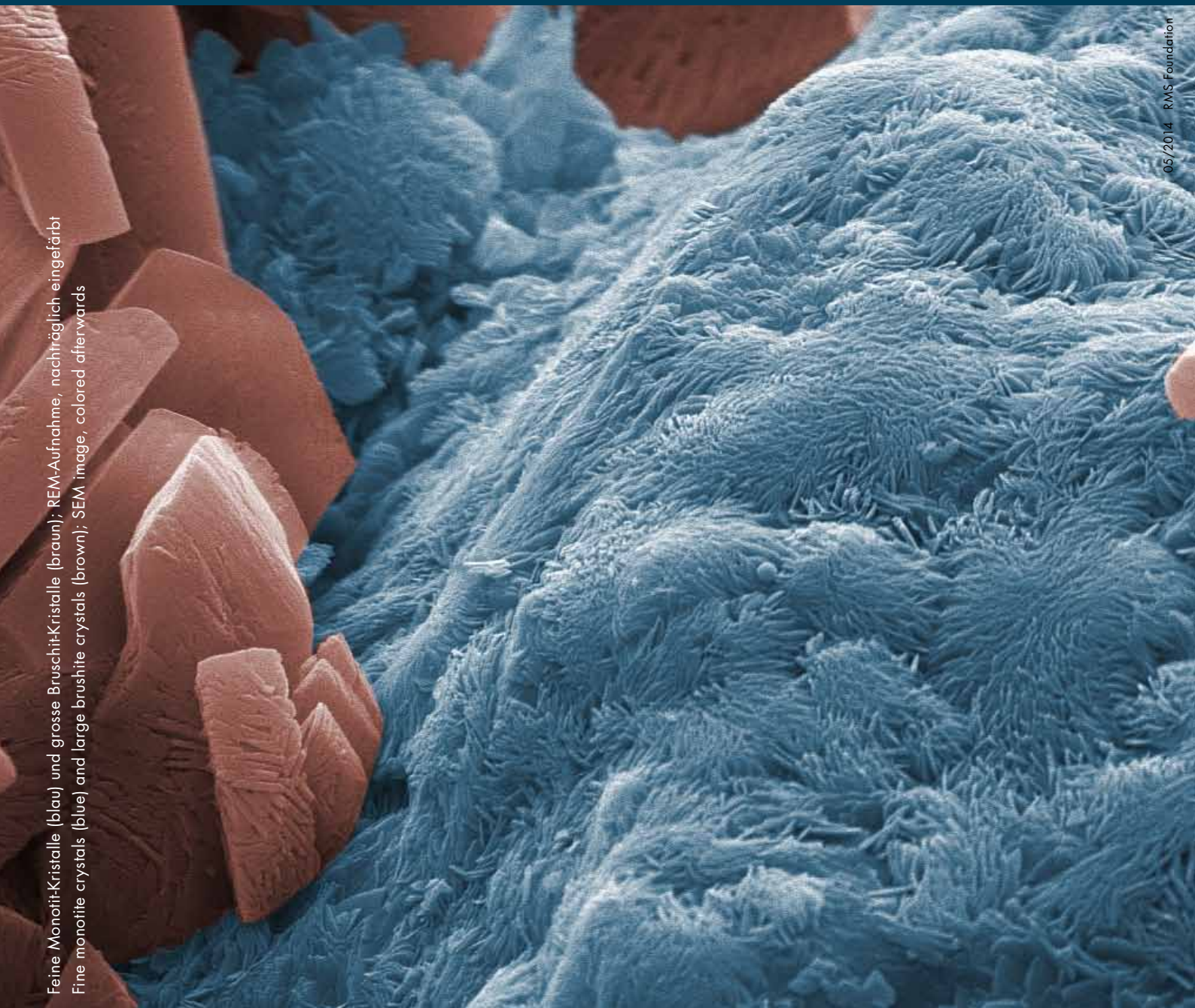
Andreatta Benjamin	Chemielaborant / Laboratory technician for chemistry	01.06.2010
Bigolin Fabrizio	Leiter Analytik & Werkstoffprüfung / Head of Analytics & Materials Testing	01.08.1985
Bigolin Gianni	Testmechaniker / Testing mechanic	15.04.1985
Brandt Yannick	Lernender Physikalaborant / Physics laboratory apprentice	01.08.2009
Brotschi Paul	Versuchsmechaniker / Prototype mechanic	01.06.2006 – 30.04.2013
Bucher Patrick	Dipl. El. Ing. HTL; Leiter Informatik / Head of IT	01.03.2002
Butscher André	Dr. sc. ETH Zürich, dipl. Ing. ETH, Leiter Gruppe Mechanik / PhD, MSc ETH, Head of the Mechanics Group	01.05.2001
Däster Philippe	Physiklaborant – Werkstoffe / Physics laboratory technician – materials	08.08.2005
De Gasparo Alex	Dr. phil. nat., Geologe / PhD, geologist	14.11.2011
Delfini-Inniger Irène	Laborantin / Laboratory technician	06.03.2006
Döbelin Nicola	Dr. phil. nat., Mineraloge, Verantwortlicher CaP-Keramik / PhD, mineralogist, senior scientist CaP ceramics	01.01.2006
Egli Rainer	Dr. med. et phil. nat. / MD, PhD	01.04.2008
Erzer Anita	Rechnungswesen / Accounting	01.12.2006
Flury Jean-Pierre	Laborant / Laboratory technician	01.12.2000 – 29.02.2012
Galea Laëtitia	MSc ETH Mat. Sc.; Doktorandin / PhD student	21.01.2008
Gergs Myriam	Dipl.-Ing. (FH); Verantw. Materialografie/Produktschäden / PL materialography/product failure analysis	01.05.2010
Gilgen Rolf	Versuchsmechaniker / Prototype mechanic	01.04.2013
Grünenfelder Sonja	Laborantin / Laboratory technician	20.01.2003 – 28.02.2013
Haldi Cornelia	Sekretärin / Secretary	01.10.2011
Heuberger Roman	Dr. sc., dipl. Werkstoff-Ing. ETH, Verantwortlicher Oberflächen / PhD, MSc ETH, senior scientist surfaces	01.11.2007
Himmer Marina	Metallografin / Metallographer	05.05.1997
Jedrinovic Lucija	Reinigungsfachfrau / Charwoman	01.10.2008
Krieg Jeannine	Dipl.-Ing. (FH), Verantwortliche Werkstoffe / Dipl.-Ing. Mat. Sc. (FH), Project leader materials	14.06.2010
Krukli Samuel	Netzwerk- und Systemingenieur / IT systems engineer	01.12.2007
Lau Alexandra	Laborantin Metallografie und Analytik / Laboratory technician	01.02.2011
Loeffel Oliver	Laborant, XPS-Spezialist / Laboratory technician, XPS-operator	01.11.2006
Loosli Yannick	Dipl. Ing. ETH / Mechanical engineer	12.10.2005 – 31.07.2012
May Christian	Dr. sc. ETH, Dipl.-Phys. / Dr. sc. ETH, Physicist	09.05.2011
Meister Eva	Sachbearbeiterin Marketing & Verkauf / Assistant Marketing & Sales	12.04.2011 – 18.09.2013
Meister Josiane	Leiterin Adm. & Personal, Assistentin GF / Head of Adm. & HR, assistant to Managing Director	05.04.1988
Michel Pascal	Laborant / Laboratory technician	01.04.2013
Mulky Elias	MSc ETH; Doktorand / PhD student	01.08.2011
Radacic Ljubisa	Laborant / Laboratory technician	16.02.2009
Rohrer Christin	Lernende Physikalaborantin / Physics laboratory apprentice	01.08.2013
Sague Jorge	Dr. phil. nat., Chemiker / PhD, chemist	16.04.2009
Stöck Christina	BSc Mikrotechnik / BSc Microtechnology	01.11.2012
Thüring Jürg	MSc in Chemistry and Molecular Sciences; Doktorand / PhD student	01.05.2012
van Garderen Noémie	Dr.-Ing., Werkstoffing. / Dr.-Ing., Materials Engineer	01.06.2012
Wälti Christian	Testmechaniker / Testing mechanic	22.04.1987

Gastforscher, Studenten / Guest scientists, students

Ahmad Sufian S.	Assistenzarzt der Orthopädischen Universitätsklinik, Inselspital Bern	07.10.2013
Alexeev Dmitriy	Student, ETH Zürich, Materialwissenschaft, Molecular Bioengineering	01.04.2013 – 30.09.2013
Büsse Matthias	Student, Universität zu Lübeck, Medizinische Ingenieurwissenschaften	01.10.2012 – 31.03.2013
Charbonnier Baptiste	Student, Universität Toulouse (INP-ENSIACET), Department of Material Engineering	12.03.2012 – 31.08.2012
Emery Antoine	Wissenschaftlicher Mitarbeiter, MSc EPFL, Science et génie de matériaux	09.01.2012 – 30.06.2012
Olsson Mirja	Studentin, University Uppsala	12.09.2011 – 10.02.2012
Peña Diana	Studentin, Universität Bern, Medizinische Fakultät, Biomedical Engineering	06.08.2012 – 31.10.2012, 11.02.2013 – 12.08.2013
Ruef Nina	Studentin, Universität Bern, Medizinische Fakultät, Biomedical Engineering	01.03.2012 – 31.08.2012
Thiers Katharina	Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Technische Universität München, MSc Molecular Biotechnology	01.04.2013 – 31.10.2013
Tiainen Hanna	Dr., Scientific collaborator University of Oslo, Section of Biomaterials, Materials Engineering	01.01.2013 – 30.04.2013
Zenker Martin	Student, ETH Zürich, Maschineningenieurwissenschaften, Biomedizinische Technik	24.06.2013 – 09.08.2013
Zooroofchian Danial	Student, Universität Bern, Medizinische Fakultät, und BFH-TI, Biel	01.03.2013



Feine Monohit-Kristalle (blau) und grosse Brushit-Kristalle (braun); REM-Aufnahme, nachträglich eingefärbt
Fine monohite crystals (blue) and large brushite crystals (brown); SEM image, colored afterwards



05/2014 RMS Foundation