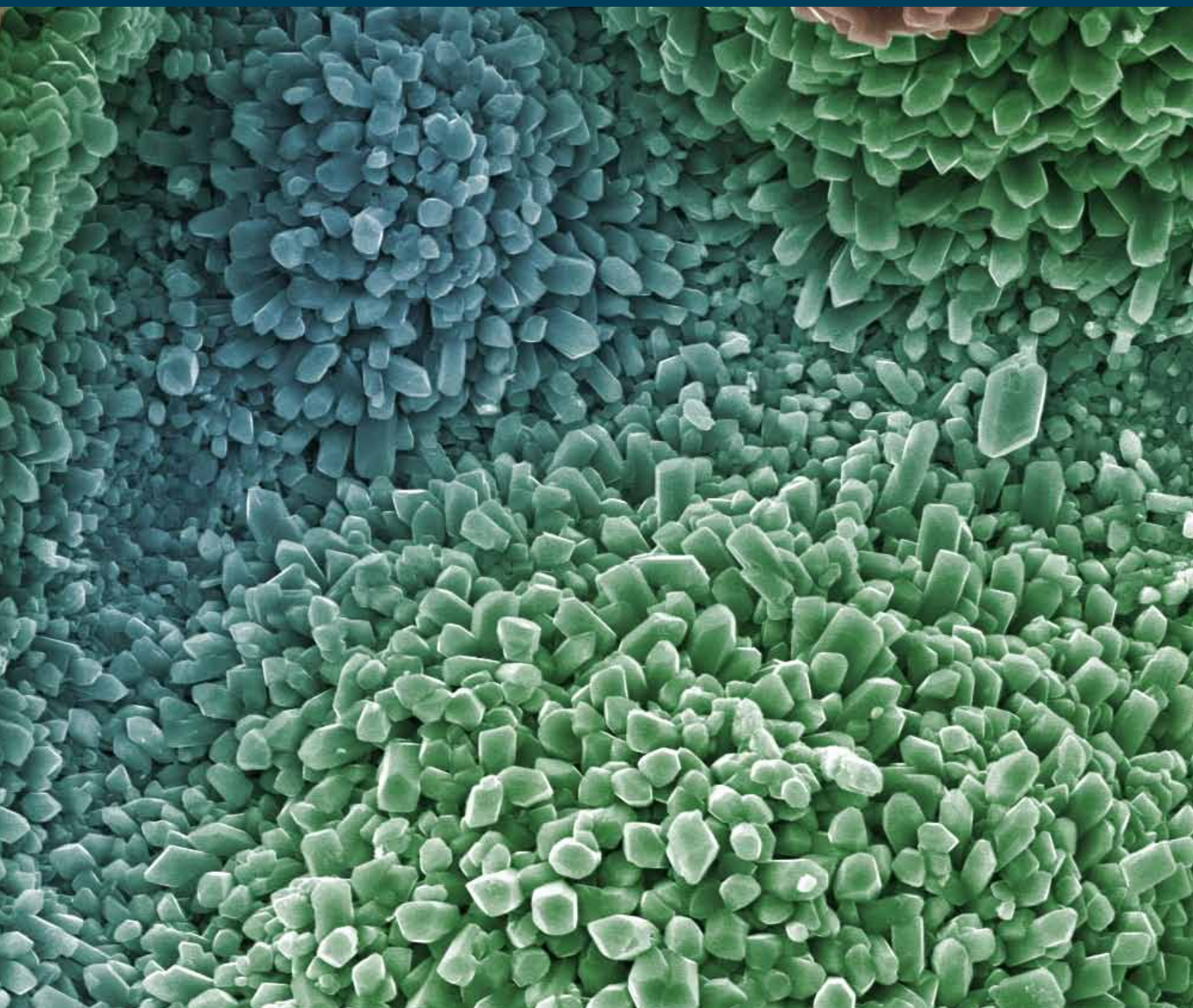


RMS-Bericht Ausgabe 2012
RMS Report edition 2012



Einleitung	3
Jubiläumsfeier «25 Jahre RMS»	5
Teilnahme an Fachmessen und Publikation eines Newsletters	6
Ringversuch «Biegeversuch an Metallen nach DIN EN ISO 7438»	7
Charakterisierung von nichtmetallischen Einschlüssen nach EN 10247	8
Trägergasschmelzextraktionsanalyse von H, N, O und Ar in Metallen	9
Partikelanalyse in der RMS	10
Kontaktwinkelmessung in der RMS	11
Verschleissreduktion durch Kavitäten	12
Künstliche Gelenkflüssigkeit für die Verschleisstestung	13
Machbarkeitsstudie: Wasserstrahlstrukturierte Oberflächen	14
Gewebeschonende Eigenschaften abgerundeter Weichteilhebel	15
Neue Erkenntnisse über den Mechanismus der initialen Zelladhäsion	16
Tierstudie mit β -TCP und DCPA-Granulaten	17
Rekristallisation von amorphisiertem α -TCP	18
Röntgenbeugung unter simulierten physiologischen Bedingungen	19
Synthese von β -Tricalciumphosphat-Nanoplättchen	20
Potenzielle Anwendungen von pHEMA-Hydrogelen in der Orthopädie	21
Auswirkungen von Nanofasern auf das Skelettgewebe	22
Biomimetisches Reaktorsystem für Knorpelgewebe	23
Zellen und Trägerstrukturen für die Knorpeltherapie	24
Publikationen	25
Publikationen aus externen Projekten (EFO) mit RMS-Unterstützung	25
Abstracts / Kurzfassungen, präsentiert als Vortrag (V) oder Poster (P)	26
Externe Vorträge durch RMS-Mitarbeitende	29
Seminarvorträge in der RMS	30
Lehrtätigkeiten	30
Patente	31
Personal	32

Introduction	4
Celebration of the 25 th anniversary of the RMS	5
Participation at trade shows and edition of newsletters	6
Interlaboratory test «Bend test of metals according to DIN EN ISO 7438»	7
Characterisation of non-metallic inclusions according to EN 10247	8
Melt extraction analysis of H, N, O and Ar in metals	9
Particle analysis in the RMS	10
Contact angle measurement in the RMS	11
Wear reduction due to cavities	12
Artificial synovia for the testing of materials for hip replacements	13
Feasibility study: structuring of surfaces using waterjet	14
Tissue preserving properties of rounded retractors	15
Novel insights in the mechanism of initial cellular adhesion	16
Animal study with β -TCP and DCPA granules	17
Recrystallization of amorphized α -TCP	18
X-ray diffraction under simulated physiological conditions	19
Synthesis of β -tricalcium phosphate nano-platelets	20
Potential pHEMA hydrogel application in orthopedics	21
Effect of nanofibers on skeletal tissues	22
Physiological Robot Reactor System (PRRS) for cartilage tissue	23
Cells and scaffolds for cartilage repair	24
Publications	25
Publications on external projects (EFO) with RMS grant	25
Abstracts presented as talk (V) or poster (P)	26
External presentations by RMS staff	29
Seminary talks at the RMS	30
Teaching activities	30
Patents	31
Personnel	32

Einleitung



Es ist mir eine Freude, Ihnen nach den ersten beiden Jahren als Geschäftsführer in gewohnter Manier über die Aktivitäten der RMS in der Forschung, im Technologietransfer und im Aufbau von Dienstleistungen berichten zu dürfen.

Mit einer neuen und erweiterten Geschäftsleitung haben wir Organisation und Abläufe in ausgewählten Punkten optimiert, um den fortwährend grösser werdenden Herausforderungen an unsere Stiftung und die Mitarbeitenden gerecht zu werden.

Basierend auf unserem Stiftungszweck und Leitbild haben wir die Strategie überarbeitet und einen detaillierten Mittelfristplan erarbeitet, um die RMS auf dem eingeschlagenen dualen Weg mit Forschung und Dienstleistung weiter auf Kurs zu halten und zu stärken. Personelle Mutationen waren primär durch drei Pensionierungen und die Zusammenarbeit mit Studierenden in Praktika und zur Erstellung von Semester-, Bachelor- oder Masterarbeiten bedingt. Neben den bereits bestehenden Lehraufträgen an verschiedenen Hochschulinstituten engagieren sich mehrere Mitarbeitende der RMS mit einer Vorlesung über «Applied Biomaterials» neu auch im Masterstudium an der Universität Bern. Im Qualitätsmanagement sind laufend Aktivitäten zum Erhalt und Ausbau unserer Zertifizierung nach ISO 9001 und Akkreditierung nach ISO/IEC 17025 im Gange.

Aus unseren Forschungsprojekten sind wiederum einige Beiträge für die wissenschaftliche Literatur und Fachkongresse entstanden oder wurden sogar zum Patent angemeldet. Wir haben wiederholt Projektanträge an den Schweizerischen Nationalfonds eingereicht, uns im Rahmen des EU-FP7-Programms oder an den von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) gestarteten Fördermassnahmen «Starker Franken» beteiligt.

Die Bemühungen, so unsere Forschungsaufwendungen durch Drittmittel zu entlasten, haben vermehrt zählbare Erfolge gebracht. Schliesslich haben wir im vergangenen Jahr unsere Forschungsaktivitäten anlässlich der Sonderschau «MedTech – HighTech» der Herbstausstellung HESO in Solothurn einmal einem breiteren Publikum präsentiert.

Wir konnten unser Dienstleistungsangebot weiter ausbauen: Besonders hervorzuheben sind etwa die Trägergas-Heissextraktionsanalyse, das optische Deformationsmesssystem und die verbesserten Möglichkeiten zur Partikelanalyse. Insgesamt konnte in den letzten beiden Jahren auch der Dienstleistungsumfang leicht gesteigert werden, was mit guten Arbeitsleistungen, aber sicher auch mit unseren Auftritten an Fachmessen und Kongressen oder den Werbeaktivitäten mittels Website und Newsletter zu begründen ist. Erfreulich ist zudem, dass wir vereinzelt umfangreichere, mehrmonatige Aufträge, zum Teil sogar von neuen Kunden, genauso wie vermehrt Aufträge aus dem Nicht-MedTech-Sektor zugesprochen erhalten haben.

Die RMS Foundation darf erneut auf zwei erfolgreiche Jahre zurückblicken, was nur mit dem engagierten und motivierten Einsatz aller Mitarbeitenden zu erklären ist. Natürlich gilt es, auch dem Wissenschaftlichen Rat und dem Stiftungsrat sowie allen unseren Partnern und Kunden, von deren Mitarbeitenden uns viele seit mehreren Jahren treu begleiten, ganz herzlich zu danken.

Beat Gasser

Bettlach, 31. Dezember 2011

Introduction

After the first two years as managing director, I am pleased to present you the biannual report on the activities of the RMS in research, technology transfer and on novel services in the usual manner.

With a new and adjusted business management, we have optimised selected points of the organisation and operational sequences in order to cope with the constantly increasing challenges to our foundation and our employees.

(CTI). These efforts will relieve our research expenditures by means of third-party funds. And finally last year, we have presented our research activities to a broader public on the occasion of the special exhibit «MedTech – HighTech» of the autumn exhibition HESO in Solothurn.

We were able to further expand our service offer: particularly emphasised should be the carrier gas hot extraction analysis, the optical deformation measuring system and

the improved possibilities for the particle analysis. All in all, we were also able to slightly increase the service volume in the last two years, which was based on good working performances but certainly also on our appearances at trade fairs and congresses or on the promotion activities by means of the website and



*Abbildung:
Die RMS-Mitarbeitenden im
Sommer 2011.*

*Figure:
The RMS employees in the
summer of 2011.*

On the basis of our foundation's scope and concept, we have revised our strategy and developed a detailed medium-term plan, in order to continue keeping the RMS on the current dual course with research and services and to strengthen it. The personnel changes were primarily due to three retirements and the cooperation with students in work experiences and in the preparation of semester, bachelor or master theses. In addition to the already existing teaching assignments at various university institutes, several RMS employees are involved in lectures on «applied biomaterials» in the master studies at the University of Berne. The quality management is constantly active to maintain and upgrade our certification according to ISO 9001 and accreditation to ISO/IEC 17025. Some inputs emerged again from our research projects for the scientific literature and professional congresses or have even been applied for a patent. We repeatedly have submitted project applications to the Swiss National Science Foundation, to participate in the EU-FP7 programme or in the initiative «strong Swiss franc» started by the Commission for Technology and Innovation

the newsletters. Furthermore, it is gratifying that we were assigned isolated more comprehensive, multi-month mandates. As well we are proud that our services are more and more used by new customers with an increasing number being active in the non-medtech sector.

The RMS foundation can look back again on two successful years, which can only be explained by the dedicated and motivated commitment of all the RMS employees. Of course we also wish to thank sincerely the scientific committee and the board of trustees as well as our partners and customers, many of whose employees have been committed to us for several years.

B. Gasser
Beat Gasser

Bettlach, 31 December 2011

Jubiläumsfeier «25 Jahre RMS» Celebration of the 25th anniversary of the RMS

25 Jahre nach der Gründung durch Dr. h. c. Robert Mathys durfte die nach ihm benannte, heute RMS Foundation genannte Stiftung im März 2010 ihren Geburtstag mit einem Fachseminar und Festakt begehen. Das Jubiläum «25 Jahre RMS» wurde im Kreise der Stifterfamilien Mathys und Marzo, der Mitarbeitenden, des Stiftungsrates, des Wissenschaftlichen Rates sowie Forschungspartnern und langjährigen Kunden begangen.

Das Tagesseminar mit 14 Fachreferaten über Themen aus Orthopädie, Traumatologie und Zahnimplantologie sowie von Biomechanik über Biomaterialien bis Biologie aus den Reihen der Mitglieder des Wissenschaftlichen Rates und der Gruppenleiter der RMS ermöglichte einen Rückblick auf ausgewählte Aktivitäten und Forschungsprojekte aus der RMS und der Zusammenarbeit mit ihren Partnern. Natürlich wurden auch neue Fragestellungen aufgegriffen, die in Zukunft einer Lösung bedürfen und in die sich die RMS einbringen kann. Nach der Präsentation der Geschichte und der heutigen RMS durch den Stiftungsratspräsidenten respektive den Geschäftsführer folgte der eigentliche Höhepunkt und Start des offiziellen Festaktes mit der Grussbotschaft durch die Solothurner Regierungsrätin Frau Esther Gassler.

Der Abend stand dann im Zeichen der Mitarbeitenden mit Partnerinnen und Partnern sowie der geladenen Gäste. Mit einem ausgedehnten Apéro wurde zum Abendessen mit gemütlichem Gedankenaustausch und Beisammensein gestartet. Begleitet wurde der ganze Abend durch humoristische Zaubernummern eines auch als Kellner aktiven Komikers.

In March 2010, 25 years after Dr Robert Mathys created the foundation named after him, today's RMS Foundation celebrated its anniversary with a seminar and a ceremonial act. The founder families Mathys and Marzo, the employees, the board of trustees, the scientific committee as well as the research partners and customers of long standing celebrated the «25 years of RMS» jubilee.

The day seminar included 14 professional presentations on subjects such as orthopedics, traumatology, dental implantology as well as biomechanics and biomaterials as far as biology. The members of the scientific committee and group leaders of the RMS provided ret-

rospection on selected activities and research projects of the RMS as well as collaborations with its partners. Needless to say, also new questions were picked up that might require

B. Gasser
R. Mathys
J. Meister



a solution in the future and possibly the cooperation of the RMS. The real highlight and start of the official ceremonial act was the greeting speech by the Solothurn Cantonal Council Mrs Esther Gassler. She had her say after the presentation of the history and today's RMS by the president of the board and the managing director respectively.

The evening was under the sign of the employees with partners as well as of the invited guests. A protracted aperitif heralded the dinner with informal exchanges of ideas and social gathering. A comedian who was also active as waiter accompanied the evening with his humorous magic tricks.

Abbildungen:

Oben: Grussbotschaft der Solothurner Regierungsrätin Esther Gassler.

Unten: Dinner im Foyer des Restaurants Parktheater, Grenchen.

Figure:

Top: Greeting speech by the Solothurn Cantonal Council Mrs Esther Gassler.

Bottom: Dinner at the foyer of the Restaurant Parktheater in Grenchen.

Teilnahme an Fachmessen und Publikation eines Newsletters Participation at trade shows and edition of newsletters

L. Eschbach
E. Meister

Die Marketingstrategie der RMS beschreibt verschiedene Instrumente zum Aufbau und zur Pflege der Kontakte zu neuen und bestehenden Kunden. Ein wichtiges Marketinginstrument ist die Teilnahme an nationalen und internationalen Fachmessen.

Abnehmer von Labordienstleistungen anzusprechen.

Ein weiteres Standbein des Marketings sind Flyer (Newsletter), in denen wir jeweils ein Thema unserer Arbeit beleuchten. In den Berichtsjahren wurden folgende Themen behandelt: Verschleisstest im Hüftsimulator, Kontaktwinkelmessung, keramische Pulvertechnologie, Oberflächenuntersuchung an einem verfarbten Medizinalinstrument und Reinheitsgradbestimmung an Stählen. Diese Newsletter werden jeweils zum Erscheinungszeitpunkt an einen interessierten Empfängerkreis per E-Mail verschickt und dienen ausgedruckt auch als Flyer zum Verteilen an den Messen und bei Kundenbesuchen. Interessierte können sich auf der RMS-Website zum Empfang der Newsletter in die Versandliste eintragen.

The RMS' marketing strategy describes various instruments for the development and care of the contacts to new and current customers. An important marketing instrument is attending national and international trade fairs.

In the reporting years, the RMS was in each case part of the collective booth of the Medical Cluster (Medtech Switzerland) at the Medtec Europe in Stuttgart. The advantage of a collective booth is due to the fact that a small exhibitor can benefit from a larger infrastructure and achieves a consistent and distinctive appearance. Both years, we were present at the OrthoTec Europe exhibition taking place in Regensdorf (ZH), at this trade fair even with our own booth. This was also the case in May 2011 at the mediSIAMS fair in Moutier. Attending a trade show allows us to use our offers to approach as well new potential consumers of our lab services, and this in addition to the contacts to the current customers encountered very often at these events.

Additional marketing pillars are flyers (newsletters) that we use to highlight a topic of our work at a time. In the reporting years, we dealt with the following topics: wear tests in the hip simulator, contact angle measurement, surface examination of a discoloured medical instrument, ceramic powder technology and determination of the degree of purity of steels. In each case, we send these newsletters at the time of appearance per e-mail to an interested circle of consignees. We use the printed newsletters as well as flyers for distribution at exhibitions and in business calls. To receive the newsletters, the interested parties can subscribe to the mailing list on our website.



Abbildungen:

Messeteilnahme an der Medtec Europe in Stuttgart im März 2011 (© Medtech Switzerland).

Beispiele für thematische Newsletter der RMS. Anmeldung in die Versandliste mit dem Mobile Tag Barcode.

Figures:

Participation at the trade fair Medtec Europe in Stuttgart in March 2011 (© Medtech Switzerland).

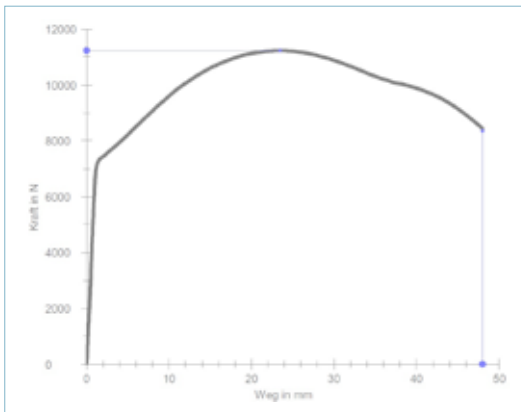
Examples of the topical newsletters of the RMS. Subscription to the mailing list with the mobile tag barcode.

In den Berichtsjahren war die RMS jeweils Teil des Gemeinschaftsstands des Medical Cluster (Medtech Switzerland) an der Medtec Europe in Stuttgart. Der Vorteil des Gemeinschaftsstands liegt darin, dass man als kleiner Aussteller von einer grösseren Infrastruktur profitieren kann und ein einheitliches und markanteres Erscheinen erzielt. An der in Regensdorf (ZH) stattfindenden Ausstellung OrthoTec Europe waren wir ebenfalls in beiden Jahren präsent, an diesem Anlass sogar mit einem eigenen Stand. Ebenso an der im Mai 2011 ausgetragenen Messe mediSIAMS in Moutier. Die Teilnahme an Fachmessen erlaubt es, neben den Kontakten zu den bisherigen Kunden, die sehr oft an diesen Anlässen anzutreffen sind, mit unseren Angeboten auch neue potenzielle

Ringversuch «Biegeversuch an Metallen nach DIN EN ISO 7438»

Interlaboratory test «Bend test of metals according to DIN EN ISO 7438»

Das wohl wichtigste Instrument in der internen Qualitätskontrolle sowie der Kompetenzbewertung von Prüflaboratorien ist die Teilnahme an Ringversuchen. Solche Eignungsprüfungen werden vor dem Hintergrund der gegenseitigen internationalen Anerkennung immer wichtiger. Auch im Rahmen der Begutachtung von Prüflaboratorien zur Akkreditierung nach ISO/IEC 17025 werden Ringversuche als Mittel zur Sicherung der Qualität von Prüf- und Kalibrierergebnissen sowie der Messunsicherheit angesehen.



Die RMS nimmt jährlich an diversen Ringversuchen teil. Ein Beispiel dafür ist der «Biegeversuch an Metallen nach DIN EN ISO 7438», welcher 2011 erstmals vom Institut für Eignungsprüfung (Marl / D) organisiert wurde. Insgesamt nahmen 21 Prüflaboratorien aus 13 Nationen an dieser Bestandaufnahme teil. Eine repräsentative Beurteilung der internationalen Umsetzung dieses Normversuchs war damit gewährleistet. In der Durchführung mussten mittig verschweißte Proben auf einer Universalprüfmaschine (die RMS verwendete eine Zwick 1474 / 100 kN) bei Raumtemperatur bis zu einem Biege­winkel von $\alpha = 120^\circ$ gebogen werden. Dabei wurden folgende Kenngrößen ermittelt: Biege­winkel α , Vorschubweg f und das Vorhandensein von Rissen, beurteilt ohne Einsatz von Vergrößerungsmitteln.

Insgesamt wies das Ergebnis der Eignungsprüfung eine sehr gute Qualität der Durchführung dieses Biegeversuchs auf. Die Normanforderungen wurden richtig interpretiert und umgesetzt. Das erwartete Rissverhalten der eingesetzten Proben wurde in vielen Labors gefunden. Die Ergebnisse bestätigen, dass die Ausbildung der Prüfer, der Zustand und die Kalibrierung der eingesetzten Prüfgeräte ein hohes Niveau erreicht haben. Sehr erfreulich ist, dass die von der RMS Foundation erarbeiteten Ergebnisse ebenfalls als sehr gut beurteilt wurden.

Probably the most important instrument in the internal quality control and the expertise validation of test laboratories is the participation in interlaboratory tests. These qualification tests are becoming more and more important against the background of the mutual international acceptance. Also in the assessment of test laboratories for the accreditation according to ISO/IEC 17025, the interlaboratory tests are considered a means to ensure the quality of test and calibration results as well as of measuring uncertainty.

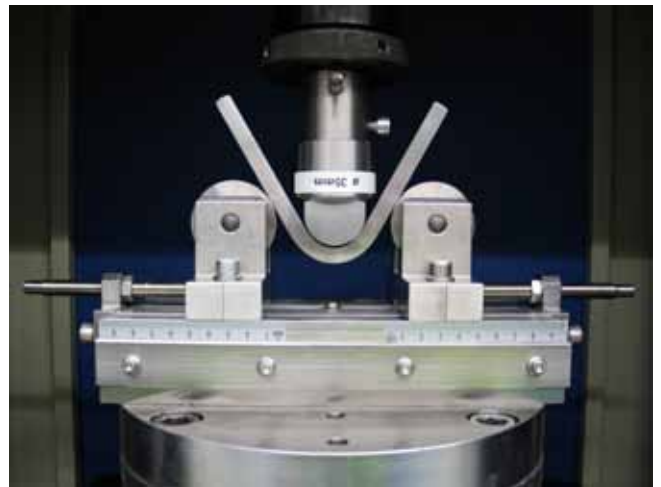
The RMS participates every year on different interlaboratory tests. An example is the «bend test of metals according to DIN EN ISO 7438», which the Institut für Eignungsprüfung (Marl/D) organised for the first time in 2011. A total of twenty-one test laboratories from thirteen nations participated in this appraisal. This ensured a representative evaluation of the international realisation of the standard test. The implementation included bending the specimens welded in the middle up to a bending angle of $\alpha = 120^\circ$ at room temperature on a universal testing machine (the RMS used a Zwick 1474 / 100 kN). The following characteristics were established in the process:

bending angle α , feed rate f and the existence of cracks, assessed without the use of magnifying aids.

The result of these bending tests showed a very good quality of the performance. The standard requirements were interpreted and implemented correctly. The expected crack behaviour of the specimens used was found in many laboratories. The results confirm that the formation of the investigators, the state and the calibration of the testing devices used have reached a high level.

It was very gratifying that the results worked out by the RMS Foundation were considered excellent as well.

Ph. Däster
F. Bigolin
L. Radicic



Abbildungen:

Links: Kraft-Weg-Diagramm einer Biegeprobe mit den Angaben F_{max} und Weg bis Biege­winkel $\alpha = 120^\circ$.

Rechts: Versuchsaufbau mit einer gebogenen Probe bei Biege­winkel $\alpha = 120^\circ$.

Figures:

Left: Force-displacement chart of a bending specimen with the details F_{max} and displacement up to a bending angle of $\alpha = 120^\circ$.

Right: Test setup with a curved specimen at a bending angle $\alpha = 120^\circ$.

Charakterisierung von nichtmetallischen Einschlüssen nach EN 10247

Characterisation of non-metallic inclusions according to EN 10247

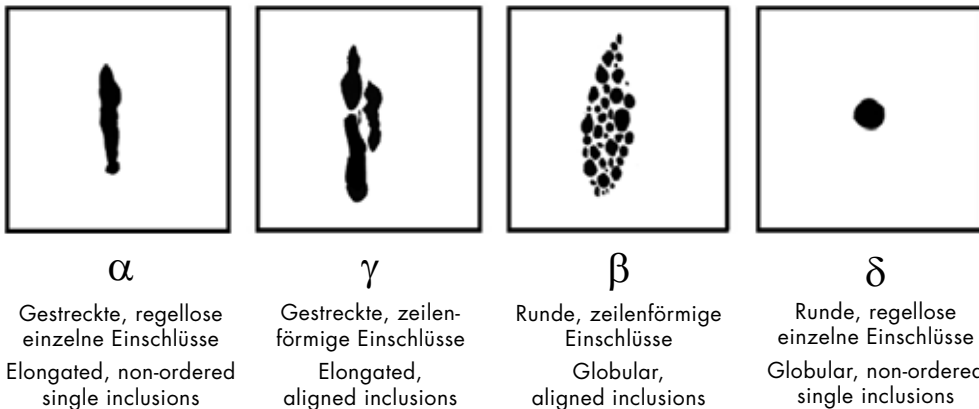
M. Gergs
A. Lau
M. Himmer
J.-P. Flury

Die Anzahl der nichtmetallischen Einschlüsse (NME) bestimmt den Reinheitsgrad eines Stahls. Da sie durch den Erschmelzungsprozess (Desoxidationsprodukte, Sulfide) in den Werkstoff gelangen, kommen NME auch in hochreinen Stählen vor, wie sie in der Medizinaltechnik verwendet werden. Sie haben einen grossen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften und somit auf die Lebensdauer eines Produkts und müssen deshalb stets bei der Qualitätskontrolle der Rohmaterialien / Halbzeuge überprüft werden.

Diese Überprüfung erfolgt durch Anwendung internationaler Normen wie ASTM E 45 und ISO 4967, die in der Regel zur manuellen Auswertung unter Zuhilfenahme von Richtreihenbildern angewendet werden. Seit 2007 gibt es die europäische Norm EN 10247 «Metallografische Prüfung des Gehaltes der

in Stählen umfassen die manuelle Auswertung nach ISO 4967 und ASTM E45 sowie die halbautomatische, bildanalytische Auswertung nach EN 10247. Auf Wunsch können die Resultate nach mehreren Normen ausgegeben werden.

The number of non-metallic inclusions (NMI) determines the degree of purity of steel. The NMI appear as well in high-purity steels, used in medical technology, as they end up in the material through the melting process (des-oxidation products, sulphides). They have a great influence on the mechanical properties and therefore on the fatigue life of a product. Hence, they should always be checked in the quality control of the raw materials / semi-finished products.



This check should be done by applying the international standards such as ASTM E 45 and ISO 4967 which normally are used for the manual analysis with the help of comparison charts. Since 2007, the European EN 10247 standard «Micrographic examination of the NMI content of steels» is available. This standard allows for an automated image analysis in addition to the manual analysis, as defined mathematical rules are given. This ensures a better reproducibility

of the results. The length, width and surface of the NMI are assessed in addition to their morphology and arrangement. This permits to specify the NMI in physical entities such as surface/mm² and length/mm². This not only allows for a better comparability of the results among one another, but also for a better general comprehension for specialists without micrographic background. In the previous standards the NMI were classified according to their chemical composition. As the notch effect of a NMI has no bearing on the chemical composition the EN 10247 provides for this aspect only on a secondary basis (according to customer requirements). The standard applies to inclusions with a length of 3 µm to 1410 µm and from a width of 2 µm.

Our services for the examination of the NMI in steels include the manual processing according to ISO 4967 and ASTM E45 as well as the semi-automatic, image-recognising analysis according to EN 10247. On demand, it is possible to issue the results according to several standards.

Abbildung:
Einschlussarten nach EN
10247.

Figure:
Types of inclusions
according to EN 10247.

Unsere Dienstleistungen zur Prüfung der NME

Trägergasschmelzextraktionsanalyse von H, N, O und Ar in Metallen

Melt extraction analysis of H, N, O and Ar in metals

Die Elemente Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff können die Eigenschaften fester Materialien in positiver, aber auch in negativer Weise beeinflussen. Mit steigendem Sauerstoff- und Stickstoffgehalt kann die Festigkeit und Härte von Titan erhöht werden. Entsprechend nimmt aber die Duktilität ab. Sauerstoff und Wasserstoff können grundsätzlich als Stahlschädlinge bezeichnet werden. Insbesondere die mechanischen Eigenschaften, wie die Kerbschlagzähigkeit, respektive die Dehnung und Einschnürung werden durch Wasserstoffversprödung verringert. Stickstoff kann sowohl als Stahlschädling als auch als Legierungsbestandteil in Erscheinung treten: Durch Ausscheidungsvorgänge wird die Zähigkeit herabgesetzt. Als Legierungselement erweitert Stickstoff das Austenitgebiet und erhöht vor allem die Streckgrenze. Für spezifische Anwendungen der Pulvermetallurgie ist der Argongehalt entscheidend, da in heissisostatisch gepressten Stählen höhere Argongehalte ein Anzeichen für ungenügende Versinterung darstellen können.

Seit einigen Monaten kann die RMS neu auch Trägergasschmelzextraktionsanalysen durchführen. Bei der Bestimmung von Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff in Metallen wird die Probe in einem Graphittiegel bei Temperaturen bis 2700 °C in inerter oder reaktiver Gasatmosphäre aufgeschmolzen. Die entstehenden Messgase werden von einem Detektorsystem erfasst. Die Messung von Wasserstoff und Stickstoff erfolgt durch einen Wärmeleitfähigkeitsdetektor und beruht auf der Änderung der Wärmeleitfähigkeit des Trägergases durch das Messgas im Vergleich zum Referenzgasstrom aus dem Trägergas. Bei der Sauerstoffbestimmung wird das entstandene CO mittels IR-Detektion gemessen. Zur Bestimmung von Argon wird die Probe bei einer Temperatur bis 2000 °C unter inerter Gasatmosphäre aufgeschmolzen. Der Argongehalt wird anschliessend über ein Quadrupol-Massenspektrometer gemessen.

Messbereiche:

Sauerstoff / Stickstoff	0.5 µg/g bis 0.5 %
Wasserstoff	0.5 bis 1000 µg/g
Argon	2 ng/g bis 1000 µg/g

Oxygen, nitrogen, and hydrogen can influence the properties of solid materials in a positive, but also in a negative way. An increasing oxygen and nitrogen content can augment the strength and hardness of titanium. But

the ductility decreases accordingly. Oxygen and hydrogen can be designated basically as steel pests. Notably, the mechanical properties such as the notch impact resistance, the elongation and contraction are decreased through hydrogen embrittlement. Nitrogen can appear both as steel pest and as alloying component: Precipitation processes decrease the toughness. As an alloying element, nitrogen enlarges the austenite area and mainly increases the elastic limit. For specific powder metallurgy applications, the Argon content is crucial, as in hot isostatic pressed steels higher Ar contents may be a sign for insufficient sintering.

For a few months, the RMS has been able to perform melt extraction analysis. In the determination of oxygen, nitrogen and hydrogen contents in metals the specimen is melted in a graphite crucible in an inert or reactive gas atmosphere at a temperature of up to 2700 °C. A detector system collects the resulting sample gases. The measurement of hydrogen and nitrogen takes place through a heat conductivity detector and is based on the change of the heat conductivity of the carrying gas through the sample gas in comparison to the reference gas flow of the carrying gas. In the oxygen determination, the produced CO is measured by means of the IR detection. To determine argon, the specimen is melted in an inert gas atmosphere at a temperature of up to 2000 °C. Then a quadrupole mass spectrometer is used to measure the argon content.

Measuring ranges:

Oxygen / nitrogen	0.5 µg/g to 0.5 %
Hydrogen	0.5 to 1000 µg/g
Argon	2 ng/g to 1000 µg/g

F. Bigolin
I. Delfini
L. Radicic
L. Eschbach



Abbildung:
Trägergasschmelzextraktions-Analysator mit gekoppeltem Massenspektrometer. Vergrößerter Ausschnitt: glühender Graphittiegel (ca. 2700 °C).

Figure:
Melt extraction analyser with coupled mass spectrometer. Magnified section: red-hot graphite crucible (about 2700 °C).

Partikelanalyse in der RMS

Particle analysis in the RMS

J. Krieg
L. Eschbach
R. Heuberger
R. Luginbühl

Partikel spielen in der Medizintechnik eine bedeutende Rolle. Aussagen über eingebrachte Partikelasten sowie Informationen über Abriebpartikel, resultierend aus Artikulationen oder Mikrobewegungen, sind sehr wichtig. Partikelanalysen sind aber auch in anderen Bereichen notwendig. So ist es oft entscheidend, die Eigenschaften von Strahl-, Sinter- oder Schleifpulvern zu kennen. Mit spezifischen Partikelmessgeräten kann auf einfache Art die Partikelgrößenverteilung und je nach Methode auch die Partikelanzahl bestimmt werden.

In der RMS bestehen unterschiedliche Bedürfnisse für Partikelanalysen – von keramischen Pulvern über Verschleissprodukte bis hin zu Bakterien. Die Evaluation eines Partikelmessgerätes war dementsprechend komplex und es war nicht möglich, eine einzelne Messtechnik für alle Anforderungen auszuwählen. Die Entscheidung fiel auf zwei Geräte der Firma Beckman Coulter GmbH: einen Coulter Coun-

ter wie die Untersuchung der Abriebpartikel aus Verschleissstestungen (Hüftsimulator, Pin-on-Disk-Test) und dynamischen Tests, müssen die Methoden noch validiert werden. Sobald das entsprechende Know-how in diesem Bereich aufgebaut worden ist, wird auch dieses als Dienstleistung angeboten.

Particles play a significant role in medical technology. Statements about deposited particles as well as information about wear particles resulting from articulations or micro-movements are very important. But particle analyses are also necessary in other fields. It is often crucial to know the exact particle size distribution of blasting, sintering or grinding powders. Specific particle measuring devices permit to determine the particle size distribution and, depending on the method used, the exact number of particles as well.

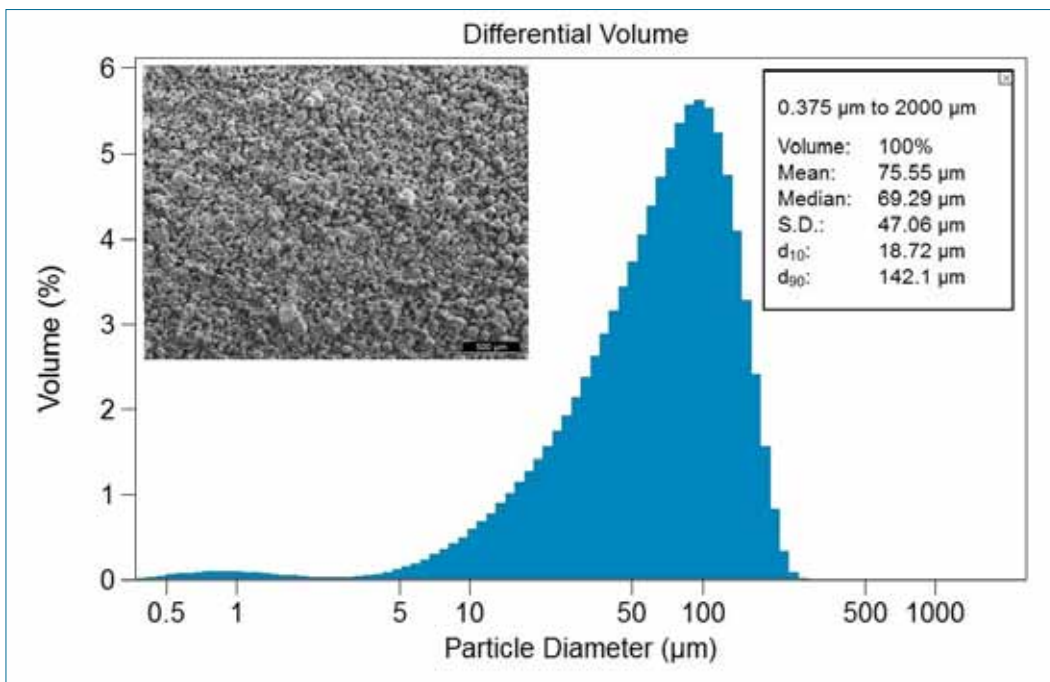


Abbildung:
Monocalciumphosphat-
Partikel (REM-Aufnahme),
Partikelgrößenverteilung
gemessen mit dem LS
13320.

Figure:
Mono-calcium phosphate
particles (SEM picture),
particle size distribution
measured with the
LS 13320.

ter (Multisizer 4) und ein Partikelgrößenanalysator mittels Laserbeugung (LS 13320 mit PIDS). Durch die Kombination beider Geräte können Partikel qualitativ wie auch quantitativ bestimmt werden und zudem wird ein breiter Messbereich abgedeckt (17 nm bis 2000 µm). Der modulare Aufbau des LS 13320 ermöglicht das Messen von Pulvern, Suspensionen und Emulsionen.

Die Geräte werden vorerst hauptsächlich für Forschungszwecke im Bereich der Partikelanalyse eingesetzt. Für spezielle Anwendungen,

The RMS has different requirements – from ceramic powders to abrasion products up to bacteria. Accordingly, the evaluation of the devices was complex and it was not possible to meet all the requirements with one technique only. Hence, we decided on two devices made by Beckman Coulter GmbH, the Coulter Counter (Multisizer 4) and a laser diffraction device (LS 13320 with PIDS). The combination of both techniques permits to assess the particles qualitatively as well as quantitatively and furthermore to cover a wide measuring range (17 nm to 2000 µm). The modular build-up of the LS 13320 allows measuring dry powders, suspensions and emulsions.

First we will use the devices primarily for research purposes in the field of particle analysis. For special applications, such as the investigation of wear particles from abrasion tests (hip simulator, pin-on-disk test) and from dynamic tests, the methods have to be validated. As soon as the appropriate know-how has been established in this field, we will offer such complex measurements for customer orders.

Kontaktwinkelmessung in der RMS

Contact angle measurement in the RMS

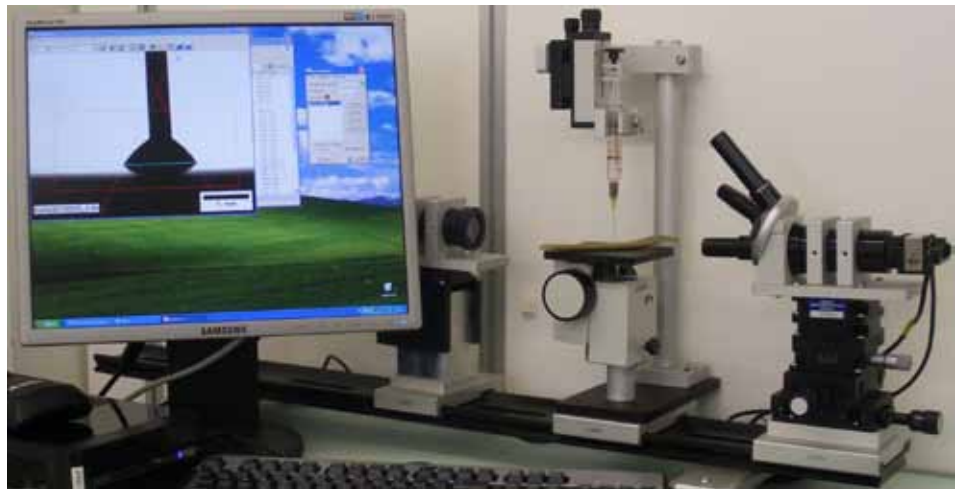
Der Kontaktwinkel eines Wassertropfens auf einer Oberfläche zeigt, ob diese wasserliebend (hydrophil) oder wasserabstossend (hydrophob) ist. Besitzt die Oberfläche viele polare Gruppen, so breitet sich der Wassertropfen auf dieser aus. Bei einem Kontaktwinkel von unter 45° spricht man von hydrophil. Sind weniger polare Gruppen vorhanden, so perlt der Wassertropfen auf der Oberfläche. Ab einem Kontaktwinkel von 90° spricht man von einer hydrophoben Oberfläche, ab 160° von superhydrophob. Verwendet man zusätzlich eine apolare Testflüssigkeit, beispielsweise Methyleniodid, so kann die Oberflächenenergie des Materials berechnet werden. Die Oberflächeneigenschaften sind für Implantate entscheidend, so führte ein hydrophileres Dentalimplantat zu einem schnelleren Anwachsen des Knochens¹.

Seit 2010 ist die RMS im Besitz eines Kontaktwinkelmessgeräts (Abbildung oben, Surfens universal von OEG GmbH, D). Neben Kundenaufträgen wurde dieses auch für die Erforschung von Poly(HEMA-co-MMA) Kunststoffen als Stütz- und Dämpfungsimplant verwendet (Abbildung unten). Mit zunehmendem MMA-Gehalt im Copolymer änderte sich die Oberfläche von hydrophil zu hydrophob.

Im Allgemeinen kann eine Oberfläche durch die Bestimmung des Kontaktwinkels schnell und einfach charakterisiert werden. Dies ist aber nur ein Aspekt in der Oberflächenanalytik und wird idealerweise durch XPS (Röntgen-Photoelektronenspektroskopie) zur Bestimmung der Oberflächenchemie und REM (Rasterelektronenmikroskopie) für die Topographie ergänzt.

The contact angle of a water droplet on a surface shows if this surface is hydrophilic or hydrophobic. If there are many polar groups on the surface, wetting is good and the drop spreads out on the surface. Such surfaces with a contact angle θ smaller than 45° are called hydrophilic. If there are only few polar groups, the contact angle of water will be higher. Above a contact angle of 90° such a surface is called hydrophobic. On superhydrophobic surfaces ($\theta > 160^\circ$), the water drop balls up to a spherical shape enclosing air underneath. Applying an additional, non-polar test fluid,

R. Heuberger
J. Sague



e.g. methylene iodide, allows calculating the surface energy of the material. For implants, surface properties are crucial for the acceptance in the body. A hydrophilic dental implant for example leads to a faster osseointegration¹. Since 2010 RMS owns a contact angle measuring device (top figure, Surfens universal from OEG GmbH, D). Besides contract work it was used to investigate poly(HEMA-co-MMA) polymers for a spacer implant (bottom figure). With an increasing MMA-fraction of the copolymer, the surface changed from hydrophilic to hydrophobic.

In general, a surface can be characterised quickly by measuring the contact angle. But this is only one aspect of the surface analysis and it is ideally accompanied by XPS (X-ray photoelectron spectroscopy) for the surface chemistry and SEM (scanning electron microscopy) for the topography.

Abbildungen:

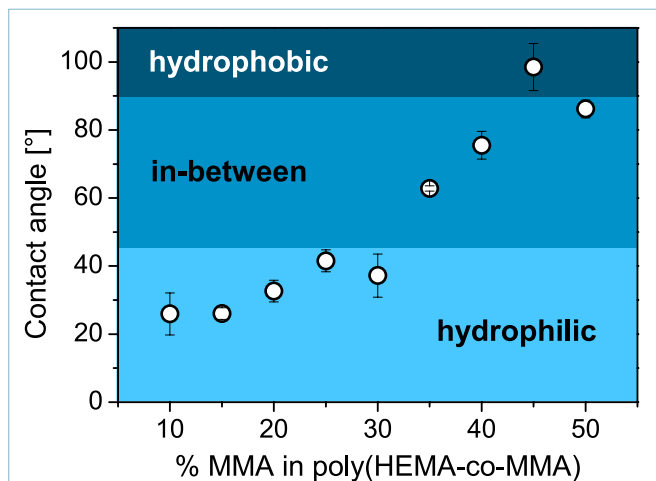
Oben: Kontaktwinkelmessgerät.

Unten: Kontaktwinkel von poly(HEMA-co-MMA) (poly(2-hydroxyethylmethacrylate-co-methylmethacrylate)) Mischpolymeren.

Figures:

Top: Device for measuring the contact angle.

Bottom: Contact angle of poly(HEMA-co-MMA) (poly(2-hydroxyethylmethacrylate-co-methylmethacrylate)) co-polymers.



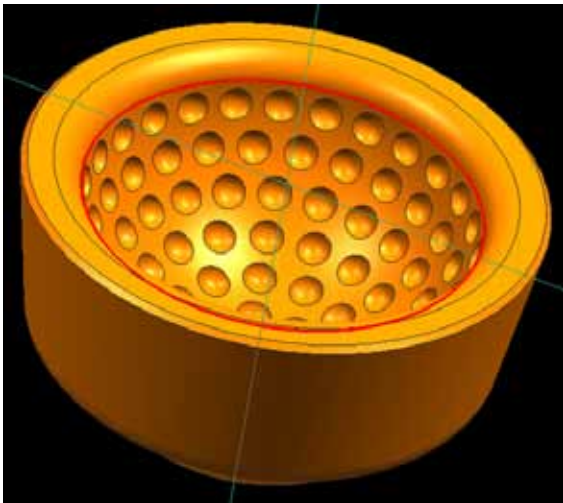
¹ Schwarz F. et al. *Journal of Biomedical Materials Research, Part B* 88, 544-557, 2009.

Verschleissreduktion durch Kavitäten

Wear reduction due to cavities

R. Heuberger
J. Krieg
L. Radicic

Abriebpartikel von künstlichen Hüftgelenken können Entzündungen hervorrufen, welche möglicherweise zu einem Knochenabbau und somit zu einer Lockerung des Implantats führen (Osteolyse). Um den Abrieb zu verringern, wurden einerseits Polyethylen-Hohlpins mit einer Kavität zur Flächenreduktion und/oder als Schmier tasche in der Mitte und andererseits Hüftpfannen mit vielen Kavitäten hergestellt und die Abriebeigenschaften untersucht.



Pins aus ultrahochmolekularem Polyethylen (UHMWPE) und vernetztem Polyethylen vitamys® rieben auf CoCrMo-Scheiben in einem 6-Stationen-Verschleisstester (AMTI OrthoPOD) in einer auf Serum basierenden Testflüssigkeit bei 37 °C. Dabei wurde eine rechteckige Bewegung (10 x 5 mm) mit Kräften von 10, 250, 10 und 125 N in

den Ecken abgefahren. Ein Zyklus dauerte 1 Sekunde und der Test wurde nach 2 Millionen Zyklen (MC) beendet. Die Pfannen wurden gegenüber CoCrMo-Köpfen für 5 MC im Hüftsimulator nach ISO 14242 getestet.

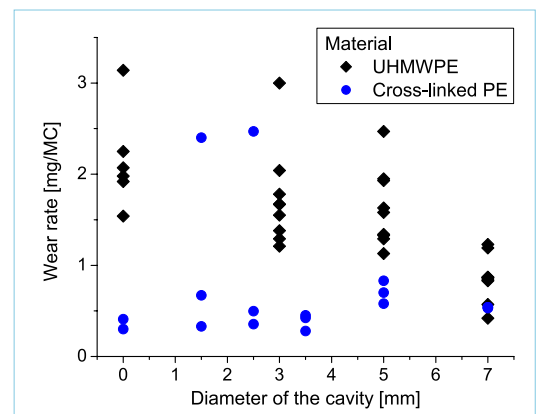
Je grösser die Kavitäten der UHMWPE-Hohlpins waren, desto tiefer war der Abrieb. Um zu untersuchen, ob dieser Effekt durch die Schmier tasche oder durch die kleinere Fläche zustande kam, wurden Pins (ohne Kavität) mit einem kleineren Durchmesser getestet und Hohlpins mit einer um die Hälfte reduzierten Last belastet. Dabei zeigte sich, dass der Abrieb proportional zur Kontaktfläche war. Bei den Pins aus vernetztem Polyethylen gab es keine systematische Änderung des Abriebs durch die Kavitäten.

Durch die Kavitäten in den UHMWPE-Pfannen reduzierte sich der Abrieb im Hüftsimulator von 34 ± 2 mg/MC auf 28 ± 3 mg/MC oder um 17 %. Da die Kontaktfläche der Pfanne durch die Kavitäten um 43 % abnahm, war dies weniger als erwartet. Das kann dadurch erklärt werden, dass die Pfannen nicht am Pol, sondern äquatorial belastet wurden. Dies führte zu einer höheren Flächenpressung und somit zu erschwerten Testbedingungen verglichen mit den Hohlpins.

Wear particles of artificial hip joints can lead to inflammations and herewith to a resorption of bone and thus to a loosening of the implant (osteolysis). In this investigation, cavities were drilled in the articulating surface of polyethylene pins and inlays of hip implants. The aim was to reduce the amount of wear by first the smaller contact area and second by the lubrication pockets.

Ultra-high-molecular-weight polyethylene (UHMWPE) and cross-linked polyethylene vitamys® pins were tested vs. CoCrMo discs in a 6 station wear testing device (AMTI OrthoPOD) in a serum-based test fluid at 37 °C. A rectangular movement (10 x 5 mm) with varying loads (10, 250, 10, 125 N at the edges) was repeated with a frequency of 1 Hz. The test was finished after 2 million cycles (MC). The UHMWPE inlays were tested vs. CoCrMo heads during 5 MC in a hip simulator according to ISO 14242.

The larger the cavity of the UHMWPE pins was, the lower was the resulting wear. In order to investigate if this was an effect of the lubrication pocket or due to the smaller area of contact, pins with a reduced diameter (no cavity) were tested and pins with cavities were stressed with half of the load. The results showed that the



wear was actually proportional to the contact area. The wear of the cross-linked PE pins did not depend on the cavities.

With the cavities, the wear rate of the UHMWPE inlays decreased from 34 ± 2 mg/MC to 28 ± 3 mg/MC, which was 17 % lower. Since the contact area decreased by 43 % with the cavities, this was less than expected. The reason might be that the inlays were loaded equatorial and not on the pole, which led to higher contact pressures and thus to harsher test conditions compared to the pins.

Abbildungen:

Oben: Darstellung eines Inlays mit Kavitäten wie im Hüftsimulator getestet.

Rechts: Abrieb in Abhängigkeit des Durchmessers der Kavität von Pins Ø 9.52 mm aus UHMWPE oder vernetztem PE vitamys®.

Figures:

Top: Drawing of an inlay with cavities as they were tested in the hip simulator.

Right: Wear rate as a function of the diameter of the cavity of the Ø 9.52 mm pins made of UHMWPE or cross-linked PE vitamys®.

Künstliche Gelenkflüssigkeit für die Verschleisstestung

Artificial synovia for the testing of materials for hip replacements

Bei der Testung von Materialien für künstliche Gelenke besteht das Problem, dass die Zusammensetzungen der verwendeten Testflüssigkeiten stark variieren und nicht wirklich der realen Gelenkflüssigkeit entsprechen. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde daher die bestehende, auf Rinderserum (NCS) basierende Hüftsimulator-Testflüssigkeit (HiSi) verändert und der Gelenkflüssigkeit angeglichen. Die Viskosität wurde durch Zugabe von Hyaluronsäure (HA) erhöht, und mittels Ringerlösung (RS) wurde die Ionenkonzentration an die natürlichen Verhältnisse angepasst. Da die Zusammensetzung von NCS von Lot zu Lot variiert, wurde NCS durch die Rinderserumproteine Albumin (BSA) und Globulin (IgG) ersetzt und mit Phospholipiden (PL) ergänzt.

Die tribologischen Eigenschaften der künstlichen Gelenkflüssigkeiten wurden anhand der Gleitpaarung mit Pins aus ultrahochmolekularem Polyethylen (UHMWPE) gegenüber CoCrMo getestet. Der Reibungskoeffizient wurde bei Geschwindigkeiten von 1 – 20 mm/s (lineare 10 mm Bewegung und 1 N Last) und der Abrieb auf dem OrthoPOD¹ getestet.

Erwartungsgemäss war die Reibung bei höheren Geschwindigkeiten kleiner, vor allem bei den hochviskosen Testflüssigkeiten mit HA. Durch den Ersatz des NCS mit den einzelnen Proteinen stieg die Reibung leicht an; auch die Zugabe der Phospholipide änderte nichts daran. Folglich muss ein Teil der zahlreichen weiteren Proteine im NCS gute Schmiereigenschaften aufweisen. Der Abrieb war im Vergleich zur HiSi durch die Zugabe von HA 20 % tiefer und mit HA + RS wieder etwa gleich. Durch die Verwendung von BSA sank der Abrieb um 40 %, während bei den IgG-haltigen Testflüssigkeiten der Abrieb leicht höher ausfiel.

Die herkömmliche Testflüssigkeit kann somit durch eine realistischere künstliche Gelenkflüssigkeit bestehend aus HA, RS, BSA, IgG und PL ersetzt werden. Dies würde dank Standardprodukten eine erhöhte Reproduzierbarkeit bei etwa gleichbleibenden Kosten gewährleisten.

¹ Details im Bericht «Verschleissreduktion durch Kavitäten», Seite 12.

The test fluids for the tribological testing of materials for artificial joints vary strongly and are quite different from the real synovial fluid. Therefore an artificial synovial test fluid was developed in a step by step approach starting

with the existing test fluid for the hip simulator (HiSi) based on newborn calf serum (NCS) based. First, hyaluronic acid (HA) was added in order to increase the viscosity. With respect to the ion level in the body, ringer solution (RS) was used instead of deionized water. Because the proteins in serum vary from lot to lot, the pure proteins albumin (BSA, bovine) and immunoglobulin G (IgG) were added instead of the NCS. Finally phospholipids (PL) were added since they are known as boundary lubricants.

The viscosity of the test fluids and their tribological properties lubricating γ -irradiated ultra-high-molecular-weight polyethylene (UHMWPE) pins on CoCrMo discs were tested. The friction coefficient was determined on a reciprocal tribometer applying different sliding speeds ranging from 1 to 20 mm/s (10 mm @ 1 N load). The wear was investigated on an OrthoPOD device¹.

The higher the sliding speed, the lower was the resulting friction, especially with the test fluids containing the highly-viscous HA. Substituting the NCS by the single proteins led to an increase of the friction forces, surprisingly also in the presence of the phospholipids. Thus some of the additional proteins in NCS must exhibit excellent lubrication properties. Compared to the HiSi, the wear was 20 % lower adding HA but about the same adding salts (RS) to the solution. Using albumin only led to a drop of the wear by 40 % while in the presence of the globulin the wear was slightly higher.

In this work it was shown that the existing test fluids can be replaced by more realistic synovial-like test fluids consisting of HA, RS, BSA, IgG and PL. Thanks to standardized products this would allow at the same costs a higher reproducibility and to compare the results of different laboratories.

¹ see report «Wear reduction due to cavities», page 12.

R. Heuberger

E. Bortel

J. Krieg

J. Sague

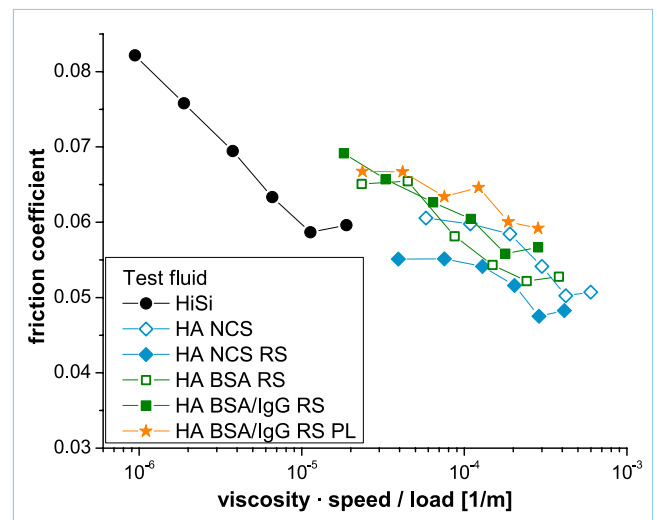


Abbildung:
Reibungskoeffizient von UHMWPE Pins vs. CoCrMo-Scheiben in verschiedenen Testflüssigkeiten.

Figure:
Friction coefficient of UHMWPE pins vs. CoCrMo discs in different test fluids.

Machbarkeitsstudie: Wasserstrahlstrukturierte Oberflächen

Feasibility study: structuring of surfaces using a waterjet

L. Eschbach
R. Heuberger
O. Loeffel
F. Pude

in collaboration with
W. Maurer, Micro-
waterjet AG, Aarwangen

Die Rauheit von Implantatoberflächen stellt ein wichtiges Merkmal mit grossem Einfluss auf die biologische Reaktion im Körper dar. So wird eine gezielte Strukturierung der Oberfläche bei Metallen eingesetzt, um das Anwachsen von Knochengewebe zu fördern. Metalle werden dazu oft durch Strahlprozesse mit keramischen Partikeln aufgeraut. Dies hat aber zur Folge, dass Strahlmittelrückstände die Oberfläche kontaminieren. Zudem ist bei keramischen Werkstoffen diese Art der Strukturierung kaum möglich.

In dieser externen Studie wurde die Machbarkeit von Strukturierungen mittels partikel-freiem Hochdruckwasserstrahl auf Metallen und Keramiken untersucht. Dazu wurde ein Wasserstrahl in stumpfem Winkel einfach oder gekreuzt über die Oberfläche gezogen. Auf Probepfättchen aus einer Titanlegierung konnten damit Rauheiten in der gleichen Grössen-

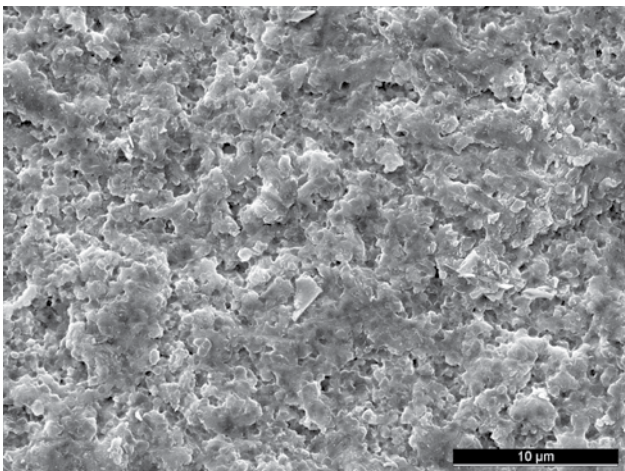
ordnung erzielt werden wie mit einem Strahlprozess mit Partikeln. Bei den gekreuzten Spuren war die resultierende Rauheit sogar grösser. Bei Pfättchen aus spröder Keramik (Al_2O_3) führte die Bearbeitung mit dem Wasser-

strahl zu grösseren Abplatzungen und damit zu einer Zerstörung der Oberflächen. Die Anwendung auf weniger spröde Mischkeramiken erwies sich hingegen als durchführbar: Hier führte die Wasserstrahlbearbeitung zu einer homogenen Strukturierung.

Damit konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass sich ein partikelfreier Wasserstrahl zur Strukturierung von Implantaten eignet und damit eine kontaminationsfreie Oberfläche entsteht. Zudem bietet das Verfahren Möglichkeiten zur Aufrattung von Keramikoberflächen, was ein direktes Einwachsen in den Knochen begünstigen und damit für das Design von Implantatsystemen neue Perspektiven eröffnen könnte.

The roughness of implant surfaces represents an important feature and has significant influence on the biological reaction in the human body. Therefore, a specific structuring of the metal surfaces is utilized to promote ongrowth of bony tissue. For this purpose, metals are often treated by grit blasting processes using ceramic particles to roughen the surface. The consequences are residual blasting media and a contamination of the surface. Additionally, these processes will not work well on ceramic surfaces.

In this external study, the feasibility of structuring metal and ceramic surfaces by particle free high pressure waterjet treatment was investigated. For this purpose, a waterjet was dragged in an obtuse angle in single and crossed paths over the surface. On sample plates made of a titanium alloy, it was possible to produce roughnesses in the same order than



Abbildungen:

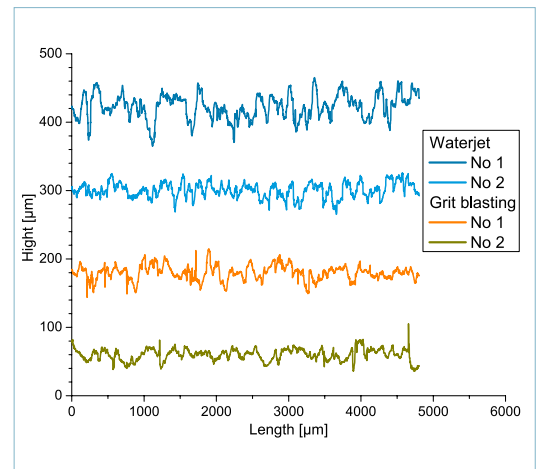
Rechts: Topographien von wasserstrahlstrukturierten und partikelgestrahlten Titanoberflächen.

Links: Oberflächenstruktur einer mit Wasserstrahl bearbeiteten Keramik (ATZ Mischkeramik).

Figures:

Right: Topographies of waterjet structured and grit blasted titanium alloy surfaces.

Left: Surface structure of a waterjet treated ceramic (alumina toughened zirconia).



with blasting using particles. For the crossed paths, the resulting roughness was even higher. Using plates of brittle ceramic (Al_2O_3) lead to substantial chipping and therefore to a destruction of the surface. The application to less brittle dispersion ceramics showed to be viable: Here, the waterjet treatment lead to a homogeneous structuring.

The conclusion of this study is that a particle free waterjet can successfully be used to structure an implant surface without any particle contamination. Additionally, this process offers the possibility to roughen ceramic surfaces, which could enable a direct ingrowth in the bone and hence open up new perspectives for the design of future implant systems.

Gewebeschonende Eigenschaften abgerundeter Weichteilheber

Tissue preserving properties of rounded retractors

Weichteil- oder Knochenheber dienen in der Chirurgie dazu, während einer Operation das Operationsfeld offen zu halten und eine gute Sicht zu gewährleisten. Die hierbei konventionell zur Anwendung kommenden Hebel können das Gewebe durch ihre kantigen Querschnittsgeometrien in erheblichem Masse schädigen, insbesondere bei lang andauernden chirurgischen Eingriffen. Mögliche Folgen sind irreversible Nekrosen durch Quetschen des Gewebes und eine erhöhte Infektionsgefahr.

Ziel dieses Projektes war es, im Rahmen einer Finite-Elemente-Analyse die Gewebebeanspruchung verschiedener Querschnittsprofile zu quantifizieren. Die Vorstudie beinhaltet ein vereinfachtes, 2-dimensionales Modell für eine erste Beurteilung der Designmerkmale. Hierzu wurden flache, elliptische und abgerundete Profile in fünf verschiedenen Breiten hinsichtlich der maximalen im Gewebe auftretenden Vergleichsspannungen untersucht. Bei einer Gewebeverschiebung von 11 mm ergab sich im Fall des abgerundeten Profils für alle berechneten Breiten eine Reduktion der maximalen Vergleichsspannung um 50 % gegenüber dem flachen Profil.

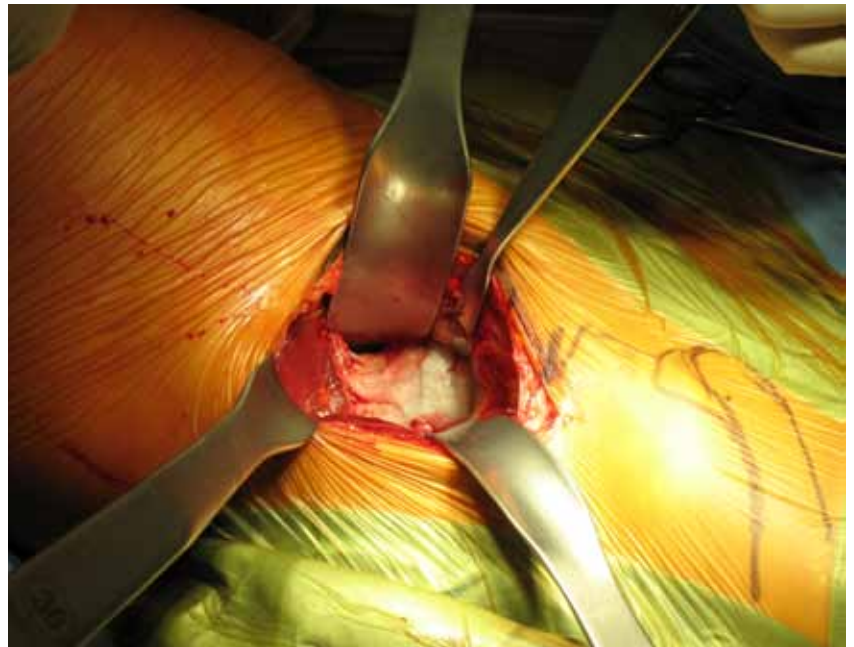
Anhand dieser Ergebnisse konnte der nicht zu vernachlässigende Einfluss der Querschnittsgeometrie von Weichteilhebeln aufgezeigt und in einem vereinfachten Modell quantifiziert werden. Die abgerundeten Hebelprofile ergaben bezüglich gewebeschonender Eigenschaften die besten Ergebnisse.

Tissue or bone retractors are designed to keep the region of interest accessible during surgery and allow visual inspection. In many cases, conventionally used retractors can inflict severe damage on the surrounding tissue due to their edged cross sectional profile, especially during extensive surgeries. As a consequence, irreversible necroses due to overly squeezed tissue and an elevated risk of infections may arise.

The aim of this project was the quantification of the stresses induced in the tissue by retractors of different cross sectional designs by means of a finite element analysis. The pre-study was

C. May
Y. Loosli
S. Honold
A. Butscher

in collaboration with
J. Küffer, Accuratus AG,
Bern, and R. Ganz, Bern



based on a simplified, 2-dimensional model used for a first assessment of design features.

To that end, flat, elliptic and round profiles of five different widths were compared with respect to the maximum von Mises stress generated in the tissue. At a surface displacement of 11 mm, the rounded profile yielded a von Mises stress reduction of 50 % compared to the flat profile for all retractor widths taken into account.

We concluded that the cross sectional profile of tissue retractors has a significant influence on inflicted tissue damages, which we quantified within a simplified model. The rounded profile showed the most tissue preserving qualities.

Abbildungen:

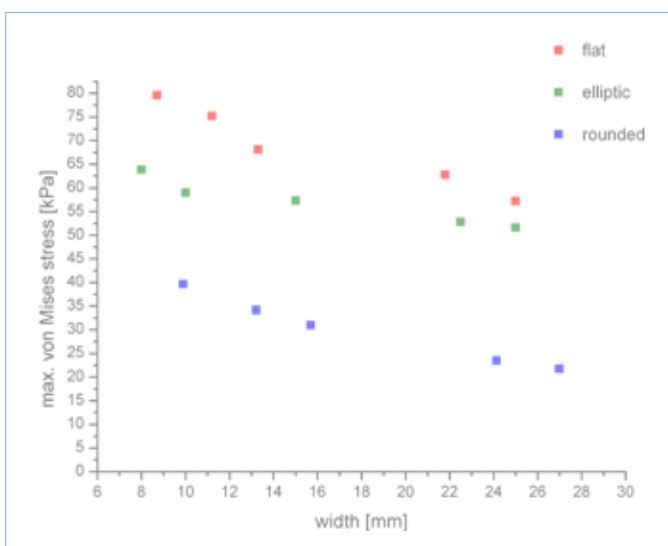
Oben: Abgerundete Weichteilheber während einer Operation (hier: Subtilis®).

Links: Maximale im Gewebe induzierte Vergleichsspannung für verschiedene Querschnittsgeometrien in Abhängigkeit der Hebelbreite.

Figures:

Top: Rounded retractors used during surgery (here: Subtilis®).

Left: Maximum von Mises stress calculated in the tissue for different cross sections as a function of retractor width.



Neue Erkenntnisse über den Mechanismus der initialen Zelladhäsion Novel insights in the mechanism of initial cellular adhesion

Y. Loosli
R. Luginbühl

*in collaboration with
J. G. Snedeker, Institute
for Biomechanics, ETH
Zurich, as well as C. La-
bouesse and B. Vianay,
Laboratory of Cell Bio-
physics, EPF Lausanne*

Zellen als kleinste Einheiten des Lebens interagieren auf effiziente Weise mit ihrer Umgebung und sind die Bausteine für Gewebe und Organe. Eine fundamentale Interaktion stellt die mechanische Kopplung des Zytoskeletts mit seiner Umgebung durch fokale Adhäsion dar. Der Mechanismus, über den Zellen eine langlebige Adhäsion aufbauen und stabile Zytoskelett-Elemente (stabile Aktinbündel) bilden, wird jedoch noch nicht verstanden.

Neuere numerische Untersuchungen legen einen neuartigen Prozess nahe, in dem Zellen auf Kontraktion reagieren und damit eine Stabilisierung der Aktinbündel und der Adhäsion auslösen. Dieser Mechanismus beruht auf einem Aktinfilament, das an der Zellwand ausgerichtet ist und in Abhängigkeit seiner Länge lamelläre Kräfte kumuliert. Wenn die Länge des Filaments einen Grenzwert überschreitet, sind genügend Kräfte kumuliert, um die Stabilisierung des Bündels auszulösen und den Adhäsionsprozess abzuschliessen. Das in diesem Projekt theoretisch hergeleitete Modell wird experimentell mit 3T3-Fibroblasten auf adhäsiven Fibronectin-Mikromustern validiert.

Die scheibenförmigen Muster beinhalten nicht adhäsive Bereiche verschiedener Breite, die mittels Fluoreszenz-Bildgebung zusammen mit den Aktin-Filamenten sichtbar gemacht werden können. Gemäss Annahme sollten sich Aktinbündel stabilisieren, sobald die Breite der Lücke einen Schwellwert überschreitet. Interessanterweise treten stabile Aktinbündel auf allen Strukturen auf, einschliesslich

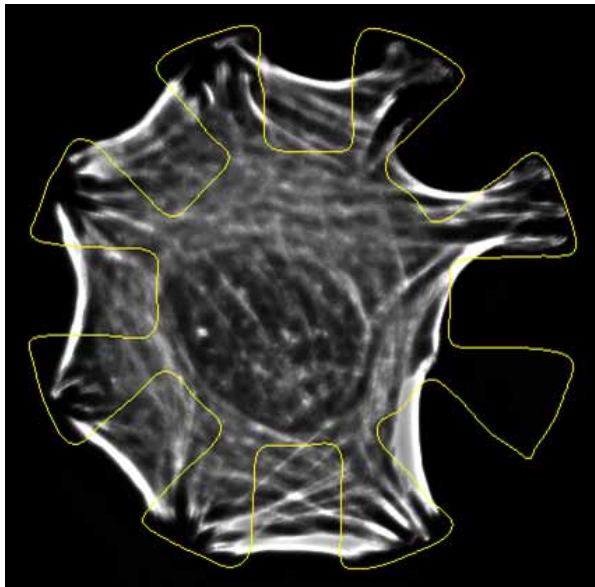


Abbildung:
Aktin-Zytoskelett einer Zelle
auf einem 10 µm-Muster
(gelbe Linie) mit stabilen
Aktinbündeln.

Figure:
Actin cytoskeleton of a cell
spread on 10 µm pattern
(yellow line) with stable
actin bundles.

derjenigen mit schmalen, nicht adhäsiven Bereichen. Die Längen der auch auf den kleinen Mustern nachgewiesenen Bündel sind jedoch alle über 4 µm und stehen daher nicht im Widerspruch zur vorgeschlagenen Grenzwert-Hypothese. Diese wird weiter durch einen drastischen Anstieg stabiler Aktinbündel auf Muster mit nicht adhäsiven Bereichen, die breiter als 6 µm sind, untermauert. Somit legen auch die Experimente die Existenz des numerisch gezeigten Stabilisierungsprozesses nahe.

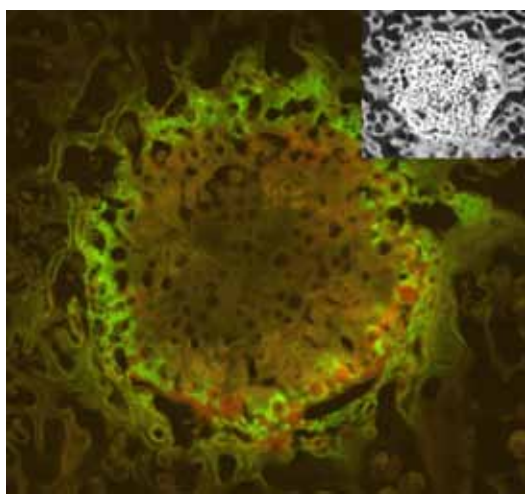
Cells, the smallest units of life, interact very efficiently with their surroundings and are the building blocks for tissues and organs. One essential interaction occurs through the mechanical coupling of the cytoskeleton with its environment via focal adhesions. The mechanisms by which cells establish long lasting adhesion sites and form stable cytoskeleton elements (stable actin bundle) is only poorly understood.

Recent numerical investigations have suggested a novel process, in which cells respond to contraction by stabilizing actin bundles and adhesions. This mechanism relies on an actin filament that is aligned with the cell boundary and cumulates lamellar forces as a function of its length. If this filament exceeds a threshold length, sufficient forces are accumulated to trigger the stabilization of the bundle and its terminating adhesions. The theoretical model derived in this project is validated experimentally with 3T3 fibroblasts seeded on adhesive fibronectin micropatterns. The patterns are circular with non adhesive gaps of various widths. Fluorescence imaging reveals actin filaments and adhesion sites layouts. According to the assumption, actin bundles are expected to become stable once a threshold gap width is exceeded. Interestingly such stable actin bundles occur on all patterns including the ones with limited non-adhesive gap widths. However, the lengths of the bundles, detected on the small patterns, are all above 4 µm reconciling the presented experiments with the proposed thresholding aspect. This is further supported by a radical increase of the stable actin bundles on patterns with gaps wider than 6 µm. These experiments support the existence of the stabilization process revealed by the numerical model.

Tierstudie mit β -TCP und DCPA-Granulaten

Animal study with β -TCP and DCPA granules

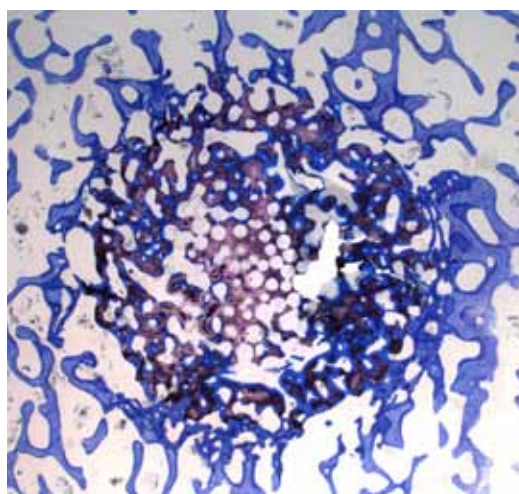
Um die Heilung von Knochendefekten zu beschleunigen, werden viele Materialien verwendet. In der praktischen Anwendung wird ein Knochenersatzmaterial in den Defekt implantiert, wo es von Knochen umwachsen wird. Kalziumphosphat-Keramiken sind dazu besonders geeignet, da sie eine schnelle Heilung ermöglichen ohne negative Reaktionen im Körper hervorzurufen. Es gibt jedoch noch zahlreiche offene Fragen in Bezug auf die Anwendung und das biologische Verhalten von Kalziumphosphaten. So ist zum Beispiel bekannt, dass ein Zusammenhang zwischen



der Bildung von neuem Knochen und der Abbaurate des Implantats besteht, aber die zugrundeliegenden Mechanismen sind noch wenig erforscht. Antworten auf diese offenen Fragen können Tierstudien liefern.

Die hier vorgestellte Studie soll (i) Möglichkeiten zeigen, um die Knochenheilung weiter zu beschleunigen, und (ii) dazu beitragen, dass wir die Zusammenhänge zwischen Eigenschaften des Knochenersatzmaterials und der Heilung besser verstehen. Dazu wurden 8 zylindrische oder granulare Proben während 3 verschiedenen Zeiträumen (2, 4 und 8 Wochen) an 8 verschiedenen Stellen in Schafe implantiert. Pro Schaf wurden 8 Defekte erzeugt, und jedes Material wurde 6-mal implantiert, was insgesamt 18 Schafe erforderte. Umfangreiche Untersuchungen wurden vor, während und nach der Implantation durchgeführt. Von besonderem Interesse war eine präzise Analyse der 3D-Struktur der Proben mittels «micro-computed tomography» (μ CT). Die Studie wurde erfolgreich abgeschlossen. Zurzeit werden die Daten ausgewertet und in Form einer wissenschaftlichen Publikation veröffentlicht.

Many materials can be used to accelerate the healing of bone defects. Practically, the material (= bone graft substitute) is implanted into the defect and bone grows on top of the material. Calcium phosphate ceramics are particularly interesting because they allow fast bone healing without adverse reactions. However, there are still many questions relative to the use and performance of calcium phosphate ceramics. For example, it is likely that bone formation is influenced by the rate of degradation of the implanted material, but little is known about this relationship. There-



fore, it is very important to perform new animal studies and specifically address some of the open questions.

The present project aims at (i) finding a way to accelerate bone healing and (ii) better understanding the link between bone graft substitute properties and healing. For that purpose, 8 cylindrical or granular materials were implanted for 3 different durations (2, 4, and 8 weeks) in 8 different locations in sheep. Since 8 defects were created in each sheep and since each material was implanted 6 times, 18 sheep were used. Extensive characterizations were performed prior, during and after implantation. A large emphasis was set on a precise 3D morphological analysis of the scaffolds using a technique called micro-computed tomography (μ CT). The study was completed successfully. Currently, data is analyzed and summarized in the form of a scientific publication.

M. Bohner
S. Grünenfelder
L. Galea
N. Döbelin
P. Brotschi

in collaboration with
B. von Rechenberg,
MSRU, University Zurich,
and R. Müller, Institute
for Biomechanics, ETH
Zurich

Abbildungen:

Links: Histologischer Querschnitt eines Implantats (runde farbige Zone im Zentrum) unter fluoreszierendem Licht, 8 Wochen nach Implantation. Neu gebildeter Knochen nach 2, 4 und 8 Wochen ist jeweils grün, rot und gelb dargestellt. Der Ausschnitt (oben rechts) zeigt ein Röntgenbild der gleichen Stelle.

Rechts (gleicher Ausschnitt wie links, aber unter weissem Licht): Die Probe wurde mit Toluidin-Blau eingefärbt. Das keramische Implantat erscheint rosa/braun.

Figures:

Left: Histological section of an implant (spherical colored zone in the middle) under fluorescence light after 8 weeks of implantation. Bone formed at 2, 4 and 8 weeks is colored in green, red and yellow, respectively. The insert (on the top right corner of the image) is the x-ray image of this histological section.

Right (same image as figure left but under white light): Staining was done with toluidine blue. Bone is coloured in blue. The ceramic implant is coloured in purple/brown.

Rekristallisation von amorphisiertem α -TCP

Recrystallization of amorphized α -TCP

N. Döbelin
M. Bohner
L. Galea

in collaboration with U. Eggenberger, Institute of Geological Sciences, University of Berne

Kalziumphosphat-Zemente werden schon seit Jahrzehnten als Knochenersatzmaterial verwendet. Eine bekannte Aushärtereaktion basiert auf der Hydratation von α -TCP zu Ca-defizitärem Hydroxylapatit (CDHA), wenn es mit Wasser gemischt wird. Für die Herstellung von reaktivem α -TCP-Pulver werden oft mehrere Mahl- und Kalzinierungsprozesse (thermische Behandlung) nacheinander durchgeführt, um ein feinkörniges aber dennoch kristallines Pulver zu erhalten. Die optimale Kalzinierungszeit und -temperatur zu finden ist kritisch, da bei zu tiefer Temperatur keine Rekristallisation stattfindet und bei zu hoher Temperatur ein Kristallwachstum auftritt und eine Umwandlung des metastabilen α -TCPs in das stabile β -TCP droht. In dieser Studie wurde die Rekristallisation von amorphem α -TCP als Funktion der Kalzinierungszeit, -temperatur sowie der vorhergehenden Mahlintensität untersucht.

Diese Studie hat aufgezeigt, dass teilweise amorphisiertes α -TCP ohne massive Umwandlung in β -TCP rekristallisiert werden kann. Die Kalzinierungsbedingungen müssen allerdings sorgfältig gewählt und der vorherigen Bearbeitung (z. B. Mahlung) des Materials angepasst werden.

Calcium phosphate cements have been used for bone substitution for several decades. A common setting reaction is based on the hydration of α -TCP to Ca-deficient hydroxyapatite (CDHA) when mixed with water. Preparation of the reactive α -TCP powder often involves combined milling and calcination (thermal treatment) procedures to obtain a fine-grained but crystalline material. Finding the optimum calcination temperature and time is critical, because too low temperatures are not effective, and too high temperatures cause crystal growth and transformation of the metastable α -TCP to the stable β -TCP phase. This study analyzed the recrystallization reaction of partially amorphous α -TCP as a function of calcination time and temperature, as well as milling intensity.

Phase-pure α -TCP powder was milled using a high-energy planetary mill to obtain a partially amorphous material. Calcination at temperatures between 350 and 600 °C was employed to recrystallize the powder, while the phase composition as a function of calcination time and temperature was determined *in situ* using high-temperature X-ray diffraction (XRD) equipment. It was found that at all temperatures the amorphous fraction recrystallized mainly to α -TCP, with only small amounts of β -TCP being formed. At low temperatures (≤ 450 °C), a stable composition with 85 wt-% α -TCP was found. For temperatures > 450 °C a slow transformation to β -TCP was observed after reaching full crystallinity. The transformation rate to β -TCP depended on the calcination temperature and milling intensity (figure).

This study has shown that it is possible to recrystallize partially amorphous α -TCP with only minor formation of β -TCP, provided the calcination temperature and time are chosen carefully. The optimum calcination time and temperature strongly depend on the processing of the powder, namely on milling procedures.

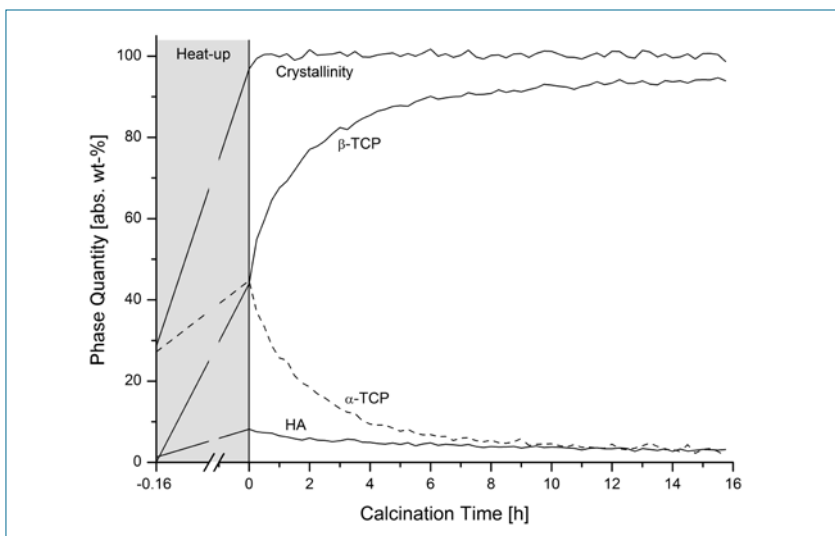


Abbildung:

Ein intensiv gemahltes und teilweise amorphes α -TCP-Pulver rekristallisiert vollständig, bis die Zieltemperatur (hier 600 °C) erreicht ist. Anschliessend findet eine schnelle Umwandlung in β -TCP statt.

Figure:

An intensely milled partially amorphous α -TCP powder recrystallizes completely before reaching the target temperature (here 600°C). Afterwards it is rapidly transformed to β -TCP.

α -TCP Pulver wurde in einer Planetenmühle gemahlen, um partiell amorphes Material zu erhalten. Dieses wurde bei Temperaturen zwischen 350 und 600 °C kalzinieren, und die Phasenentwicklung wurde mittels *in situ* Hochtemperatur-XRD als Funktion der Temperatur und Zeit beobachtet. Bei allen Temperaturen rekristallisierte der amorphe Anteil mehrheitlich zu α -TCP, bei nur geringer Bildung von β -TCP. Bei tiefen Temperaturen (≤ 450 °C) stellte sich eine stabile Zusammensetzung mit 85 wt-% α -TCP ein. Bei Temperaturen > 450 °C wurde nach der Rekristallisation eine langsame Umwandlung in β -TCP beobachtet. Die Umwandlungsrate war abhängig von der Kalzinierungstemperatur und der Intensität der Mahlung (Abbildung).

Röntgenbeugung unter simulierten physiologischen Bedingungen

X-ray diffraction under simulated physiological conditions

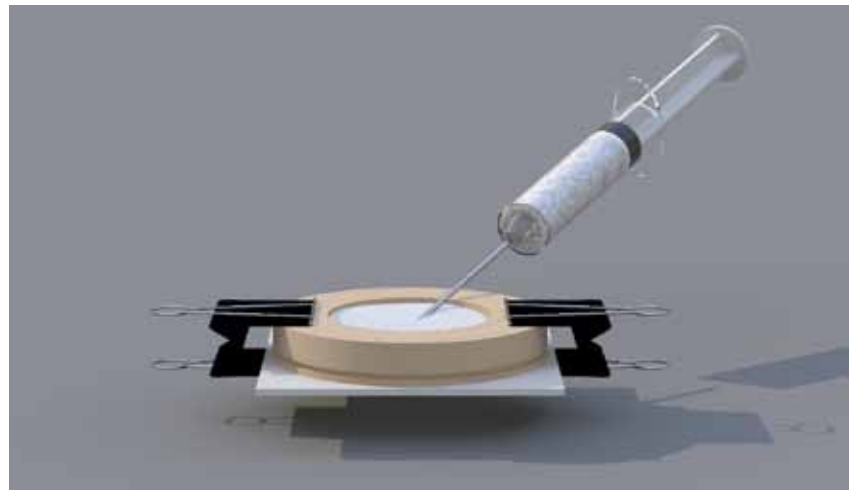
Seit einigen Jahren schon werden Zemente auf der Basis von Kalziumphosphaten zum Füllen von Knochendefekten verwendet. Eine Möglichkeit, selbsthärtende Zementpasten herzustellen, basiert auf Mischungen von MCPM (Monokalziumphosphat Monohydrat) und β -TCP Pulvern, die unter Zugabe von Wasser zu DCPD (Brushit) oder DCP (Monetite) aushärten. Welche dieser beiden Phasen sich bildet, hängt unter anderem von den Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit) während der Aushärtereaktion ab. Gemessen wird die Phasenzusammensetzung mittels Röntgenbeugung (XRD).

Um überprüfen zu können, welche der beiden Phasen sich nach der Implantation *in vivo* bildet, musste eine Möglichkeit gefunden werden, eine Zementprobe unter physiologischen Bedingungen aushärten zu lassen und die Zusammensetzung ohne Trocknung und Mahlung der Probe messen zu können. Dazu wurde ein spezieller Probenhalter entwickelt, der es ermöglicht, die Zementprobe in einer temperierten Phosphat-Pufferlösung zu inkubieren und anschliessend in nassem Zustand zu messen (Abbildung). Die Inkubationslösung kann so gewählt werden, dass Zusammensetzung und Temperatur möglichst genau die Situation im Körper simulieren. Der Zement wird in den ringförmigen Probenhalter gespritzt, der fest auf eine Grundplatte geklemmt ist. Nach initialer Aushärtung wird die Probe mitsamt der Grundplatte in die vorgewärmte Inkubationslösung gelegt und zur Messung wieder entnommen. Da eine Oberfläche abgedeckt ist, die andere hingegen in freiem Austausch mit der Inkubationslösung steht, können sowohl Flächen in Kontakt mit Knochen als auch frei umspülte Oberflächen des Implantats simuliert und analysiert werden. Die zerstörungsfreie Messung erlaubt zudem, an einer Probe durch mehrfache, zeitlich aufgelöste Messungen den Fortschritt der Aushärtereaktion zu analysieren. Experimente haben gezeigt, dass eine Probe nach konventioneller Aufbereitung (trocknen, mahlen) grosse Anteile DCP enthielt. Die gleiche Probe enthielt ausschliesslich DCPD, wenn sie mit der Inkubationsmethode präpariert worden war.

Cements based on calcium phosphates have been used for several years to fill bone defects. One possibility to obtain a self-hardening cement paste is based on a mixture of MCPM (monocalcium phosphate monohydrate) and

β -TCP powder, which reacts and sets to DCPD (brushite) or DCP (monetite) when mixed with water. Which of the two phases forms largely depends on the conditions (temperature, humidity) in the proximity of the cement body during the setting reaction. The final phase composition is normally determined by X-ray diffraction (XRD).

In order to be able to predict the phase composition *in vivo* after implantation, namely the formation of DCPD or DCP, a sample preparation technique was developed that lets the cement cure under simulated physiological conditions. After curing, the sample is analyzed in wet condition in order to avoid altering of the phase composition by drying and milling. For this purpose, a new sample holder was developed, allowing to incubate the cement in a tempered phosphate buffer solution and



to subsequently measure the phase composition on the wet sample (figure). Temperature and composition of the incubation solution can be chosen to match the *in vivo* situation as closely as possible. The cement is injected into the ring-shaped sample holder, which itself is clamped to a base plate. After initial setting, the entire sample is submerged in the tempered solution. The covered and the open surfaces allow to simulate surfaces in direct contact with the surrounding bone, as well as surfaces in open contact with body fluid and hence possibly washed out. The non-destructive analysis furthermore allows to perform multiple, time-resolved analyses on one sample, and thus monitor the progress of the setting reaction. Experiments have shown that conventionally prepared samples (dried and milled) contained large amounts of DCP, whereas the same sample prepared with the incubation method only contained DCPD.

N. Döbelin
M. Bohner
P. Brotschi

in collaboration with U. Eggenberger, Institute of Geological Sciences, University of Berne, and M. Fisch, Holcim (Schweiz) AG, Würenlingen

Abbildung:

Der Zement wird in einen ringförmigen Probenhalter gespritzt und anschliessend in einer wässrigen Lösung bei 37 °C inkubiert.

Figure:

The cement is injected into the ring-shaped sample holder, and subsequently immersed in aqueous solution tempered at 37 °C.

Synthese von β -Tricalciumphosphat-Nanoplättchen

Synthesis of β -tricalcium phosphate nano-platelets

L. Galea
M. Bohner
S. Grünenfelder
O. Loeffel

in collaboration with T. Graule, EMPA, Dübendorf, and M. Niederberger, ETH Zurich

Synthetische Knochenersatzmaterialien sind Alternativen zu Auto- und Allografts, die wesentliche Nachteile haben. Derzeit bietet kein Knochenersatzmaterial die Kombination von Bioresorbierbarkeit, Biokompatibilität und lasttragenden Eigenschaften, die erforderlich wären, um temporär Knochen ohne zusätzliche Verstärkung (Schrauben, Platten) zu ersetzen. Ziel dieses Projektes ist die Herstellung einer bioinspirierten Kompositstruktur aus mineralischen Plättchen. Um ein starkes und zähes, bioresorbierbares Material zu erzeugen, sollen die Plättchen wie in Perlmutter durch dünne Schichten organischen Materials zusammengehalten werden.

Insbesondere wurden die Reaktionskinetik, der Einfluss der Kalzium- und Phosphat-Konzentration, das molare Ca/P-Verhältnis, die Reaktionstemperatur sowie Verunreinigungen (Mg-Ionen) untersucht. Es gelang, Plättchen mit 900 nm Durchmesser, 160 nm Dicke und damit einem Seitenverhältnis von 6 herzustellen. Die Streuung der Grösse lag unter 10 %, womit die Plättchen beinahe monodispers sind.

Synthetic bone graft substitutes are alternatives to bone auto- and allografts which have important drawbacks. However, presently, no material offers the combination of bioresorbability, biocompatibility and load-bearing properties that would be required to temporarily replace bone without additional reinforcement (screws, metal plates). The aim of this project is to create a bio-inspired composite structure made of ceramic platelets glued together by thin layers of organic material, like in nacre, in order to get a strong and tough bioresorbable material.

Calcium phosphates (CaP) have a chemical composition close to that of the mineral part of bone, making them attractive as bone substitutes. β -tricalcium phosphate (β -TCP) is of particular interest because it is actively degraded by osteoclasts. It is thus the preferred choice for the ceramic part of the composite material.

In order to be able to build well organized layer structures with high ceramic fractions, it is necessary to use non-agglomerated, monodisperse platelets with well-defined shape and size. Unfortunately, no commercial CaP material is presently available in this form. Only Tao et al.¹ reported the precipitation of hexagonal β -TCP platelets in ethylene glycol (hot injection technique). In our study, their method was adapted to improve the size, aspect ratio and amount of platelets produced. In particular, the reaction kinetics, the influence of calcium and phosphate concentration, Ca/P molar ratio, reaction temperature and presence of impurities like magnesium ions were investigated. About 900 nm wide and 160 nm thick hexagonal platelets were produced. So, the aspect ratio was close to 6. The size dispersion was smaller than 10 %, i.e. nearly monodisperse particles were produced.

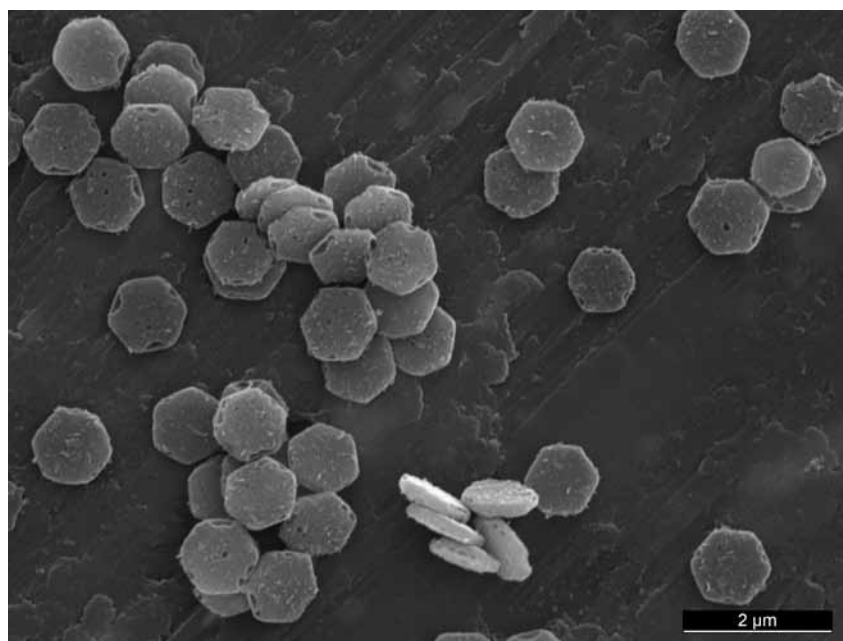


Abbildung:
 β -TCP-Plättchen hergestellt durch Ausfällung in Ethylenglykol.

Figure:
 β -TCP platelets obtained by precipitation in ethylene glycol.

Kalziumphosphate (CaP) sind chemisch dem mineralischen Anteil von Knochen sehr ähnlich, weshalb sie als Knochenersatz geeignet sind. β -Tricalciumphosphat (β -TCP) ist von besonderem Interesse, da es von Osteoklasten aktiv abgebaut wird. Es ist deshalb als keramischer Anteil in Kompositmaterialien besonders geeignet.

Eine organisierte Schichtstruktur mit hohem keramischem Anteil wird durch die Verwendung von nicht-agglomerierten, monodispersen Plättchen in definierter Form und Grösse erreicht. Zurzeit ist kein CaP-Material kommerziell erhältlich, das alle Anforderungen erfüllt. Einzig Tao et al.¹ haben eine Methode publiziert, um hexagonale β -TCP-Plättchen in Ethylenglykol auszufällen. In unserer Studie wurde diese Methode weiter optimiert, um die Grösse, das Seitenverhältnis und die Menge der hergestellten Plättchen zu verbessern.

¹ Tao J. et al.; *Crystal growth and design*. 8(7), 2227-2234, 2008.

Potenzielle Anwendungen von pHEMA-Hydrogelen in der Orthopädie

Potential pHEMA hydrogel application in orthopedics

Das menschliche Skelettsystem erleidet im Laufe des Lebens immer wieder diverse Verletzungen. Während viele dieser Verletzungen vom Körper selbst geheilt werden können, bedürfen andere einer medizinischen Behandlung. Eine Herausforderung sind trotz intensiver Forschung bis heute Verletzungen des Gelenkknorpels. Beschädigtes Knorpelgewebe tendiert dazu, im Laufe der Zeit immer mehr zu degenerieren. Bei betroffenen Patienten besteht daher eine erhöhte Gefahr der Osteoarthritis, die einen totalen Gelenkersatz nötig machen kann.

Idealerweise könnte ein solcher Eingriff durch Verhinderung des Knorpelabbaus vermieden werden. In der RMS wird ein neues Implantat entwickelt, welches diese Funktion indirekt durch einen Dämpfungseffekt übernehmen könnte und mechanische Last ähnlich einem Knorpel oder Meniskus absorbiert und verteilt. Potenzielle Materialien hierfür sind Hydrogel-Polymere. Die entwickelten Materialien können wie der Knorpel grosse Mengen an Wasser absorbieren. Ihre mechanischen Eigenschaften können durch Änderung der molekularen Bestandteile gezielt variiert werden; dies ermöglicht einen Gradienten der mechanischen Eigenschaften im Implantat, das dadurch ein verbessertes Aufprallabsorptionsverhalten aufweisen soll.

Eine wichtige Eigenschaft bei der Entwicklung dieses Materials ist das tribologische Verhalten gegenüber Knorpel. Die von uns entwickelten Materialien weisen um ein vielfaches kleinere Reibungskoeffizienten auf als andere in der Orthopädie etablierten Materialien (Abbildung).

Implantate aus diesem Material besitzen das Potenzial, als innovative Lösung beschädigtes natives Knorpelmaterial im Patienten für mehrere Jahre zu schützen – vorausgesetzt, die für 2012 geplanten Ermüdungstests des Implantats werden erfolgreich absolviert.

Our skeletal system is exposed to many injuries with different degrees of severity during lifetime. Many of these injuries are repaired by the body itself, while others require medical intervention. Despite intense research, there are still injuries, which cannot successfully heal, i.e. injuries of the articular cartilage. Injured cartilage tends to degenerate over time. Patients suffering from this condition are more likely to develop osteoarthritis, being candidates for total joint replacement procedures.

Ideally, such procedures could be delayed if the degeneration of the cartilage is avoided. At the RMS, we are developing a new implant that could fulfill such a function through a cushioning effect. This implant might be able to achieve an analogous function in the body to the cartilage and the meniscus, absorbing and uniformly distributing the mechanical load in the articulation. As potential implant materials we have chosen hydrogel polymers. The hydrogels under development can absorb a high amount of water, similar to cartilage tissue, and their mechanical properties can be tuned by varying their molecular components. This is of vital importance, because the implant is intended to possess a gradient of mechanical properties across its body in order to increase its shock absorption performance.

An important feature of the material is its tribological behavior when articulating versus cartilage. The new material blends show friction coefficient values that are several times lower than already established materials used in the orthopedic field (figure). Implant design optimization and fatigue tests on the new implant are planned to begin in 2012. If these tests are successful, this implant might represent an innovative solution to protect a damaged native cartilage tissue in patients for several years.

J. Sague
B. Andreatta
C. Wälti
Y. Loosli
C. May
R. Luginbühl

in collaboration with
J. Vogt, PolyPhysConsult,
Flüh

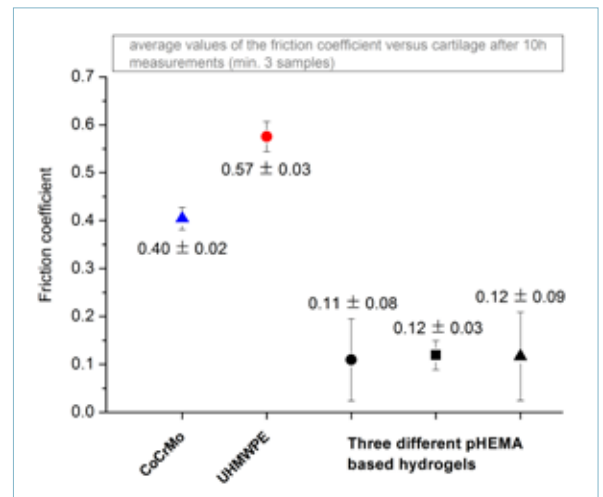


Abbildung:
Reibungskoeffizienten von pHEMA-basierten Hydrogelen, UHMWPE und CoCrMo gegen Knorpel (Ergebnisse einer in vitro Studie der RMS).

Figure:
Friction coefficient values of pHEMA based hydrogels, UHMWPE and CoCrMo alloy versus cartilage (results from an in vitro study performed at RMS).

Auswirkungen von Nanofasern auf das Skelettgewebe Effect of nanofibers on skeletal tissues

E. Mulky
R. Luginbühl

*in collaboration with
K. Maniura, EMPA, St.
Gallen, and W. Hof-
stetter, Department Clinical
Research, University
of Berne*

Kalziumphosphate (CaP) werden seit Anfang des 20. Jahrhunderts als körperverträgliche und knochenwachstumsfördernde Materialien verwendet. Der zunehmende Fortschritt der Chirurgie in den letzten Jahren und die zunehmende Nachfrage nach künstlichen Knochenersatzmaterialien hat den CaPs erhöhte Aufmerksamkeit beschert.

Aktuell beschränkt sich der Einsatz dieser Materialien auf nichtlasttragende Anwendungsgebiete. Der Grund dafür ist, dass diese Materialien eine geringe Zähigkeit und Bruchfestigkeit sowie kurze kritische Rissfortpflanzungslänge besitzen; Eigenschaften, welche alle mineralischen und keramischen Kalziumphosphate teilen. Es ist zu erwarten, dass nanostrukturierte Keramiken, insbesondere nanofaserverstärkte Verbundwerkstoffe (FRC) in Zukunft eine grosse Rolle spielen werden, unter anderem weil sie verbesserte thermische, mechanische und Abriebeigenschaften aufweisen. Die Addition von künstlichen und natürlichen Fasern bietet jedoch nicht nur Chancen, sondern kann auch

Calcium phosphates (CaP) compounds have been used as osteoconductive materials since the early 20th century, but they have received more attention only with advances in surgical techniques and the increased demand for synthetic bone substitute materials in recent years. The application of such materials is limited to non-load-bearing situations since these porous materials exhibit low strength, fracture toughness, and short critical crack propagation length, which is common to all mineral and ceramic CaP materials. It is expected that nano-structured ceramics, in particular nanocomposites reinforced with fibers, will play an important role in the future since they are known to exhibit unusual properties such as creep resistance, improved thermomechanical or wear behaviour, or superplasticity. The addition of synthetic and natural fibers may, however, not only represent opportunities for material engineers, but may also entail high risks for the organism as they could have properties similar to asbestos, a fact which became apparent when aramid or carbon fibers were

Abbildungen:

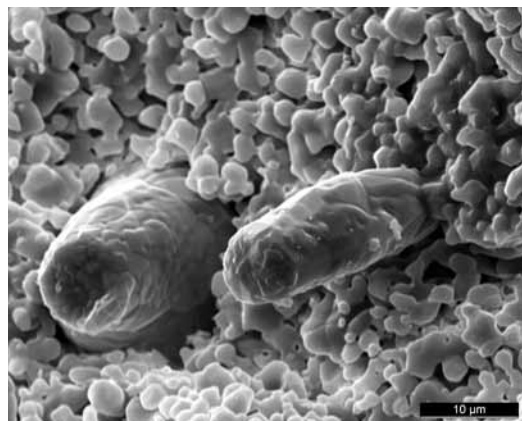
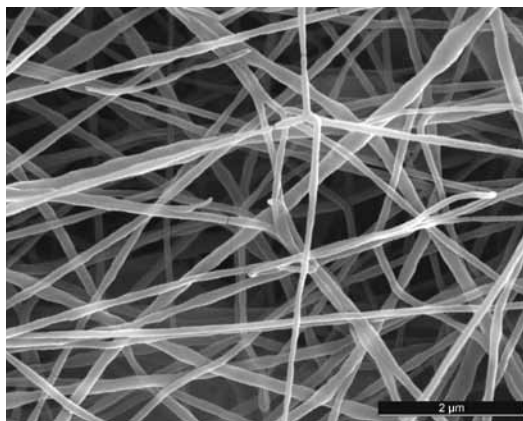
Links: Elektronenmikroskopaufnahme von Poly- ϵ -Caprolactone Faserbündeln, die zur Verstärkung von Kalziumphosphaten verwendet werden können. Diese Fasern können vom menschlichen Körper abgebaut werden.

Rechts: Querschnitt von Glasfasern, die in einer Kalziumphosphatmatrix eingebettet sind. Diese Kombination ist ein Beispiel eines faserverstärkten Verbundwerkstoffes.

Figures:

Left: Electron microscope image of poly- ϵ -caprolactone fiber bundles that can be used to reinforce calcium phosphates. The human body can absorb these fibers.

Right: Cross section of glass fibers, embedded in a calcium phosphate matrix. This combination is an example of a fiber reinforced composite.



grosse Risiken für den Organismus bergen, wenn sie ähnliche Eigenschaften wie Asbest aufweisen. Dieses Risiko wurde sichtbar, als Aramid- und Kohlefaserverbundwerkstoffe als Asbestersatz in industriellen Anwendungen eingesetzt wurden. Es ist das Ziel dieses Projektes, durch Herstellung solcher Materialien die Möglichkeiten von FRCs zu untersuchen, aber auch die Risiken auf das Skelettgewebe mittels fortgeschrittener Zell- und Tierstudien abzuschätzen. Dieses Projekt wird durch NFP 64 unterstützt und ist eine Zusammenarbeit zwischen der RMS, der EMPA St. Gallen und der Universität Bern.

used as asbestos substitutes in industrial applications. It is the aim of this project to elucidate the possibilities of nano-fibre reinforcement by engineering model nano-composites and assess the risks on skeletal tissues in advanced in vitro and in vivo studies. This project is supported by the NRP 64 and is a collaboration between RMS, EMPA St Gallen and the University of Bern.

Biomimetisches Reaktorsystem für Knorpelgewebe

Physiological Robot Reactor System (PRRS) for cartilage tissue

Erfolge im Züchten von künstlichem Knorpel und in der Reparatur von Knorpeldefekten basieren auf der Bildung von hyalinem Knorpelgewebe. Hierbei spielen die Wechselwirkung zwischen Zellen, Trägerstrukturen, biochemischen und biomechanischen Faktoren eine entscheidende Rolle. Um aussagekräftige Laboruntersuchungen im Bereich der Knorpeltherapie machen zu können, müssen Experimente unter ähnlich herausfordernden Bedingungen durchgeführt werden, wie sie in realen Gelenken auch anzutreffen sind.

Um eine solche Umgebung simulieren zu können, wurde in Zusammenarbeit mit der Berner Fachhochschule in Biel ein biomimetisches Reaktorsystem entwickelt. Eine mechanische Stimulationseinheit mit drei orthogonalen Achsen und einem rotatorischen Freiheitsgrad (um die z-Achse) erlaubt die Übertragung von Lasten bis zu 500 N über einen anatomisch geformten Stempel auf die in Probenhaltern befestigten Gewebeprouben. Die Bewegungen und erzeugten Kräfte werden kontinuierlich in Echtzeit gemessen und überwacht. Ein integriertes Probenkarussell bietet Platz für 24 Probenhalter, welche individuell mit verschiedenen Stimulationsmustern angesteuert werden können. Das System ist in einen Inkubator integriert, in welchem Feuchtigkeit, Temperatur, und Gaszusammensetzung (O_2 , CO_2) aktiv gesteuert werden. Darüber hinaus ist eine automatisierte Kulturflüssigkeitsaustauschstation in das System eingebaut, so dass eine kontinuierliche Kultivierung von Gewebeprouben über mehrere Wochen möglich ist. Der modulare Aufbau des Reaktorsystems erlaubt eine grosse Flexibilität und ermöglicht auch die Stimulation anderer Gewebeprouben unter Berücksichtigung der entsprechenden mechanischen und Umgebungsparameter.

Success in cartilage tissue engineering and cartilage repair strategies depends on the formation of a hyaline cartilage tissue. The interplay of cells, scaffold/matrix, biochemical, and biomechanical factors is of utmost importance to induce or maintain the cells in a chondrocytic phenotype (which is a prerequisite to form hyaline-like cartilage tissue).

Any noteworthy *in vitro* assessment has to be performed under the harsh conditions encountered *in vivo* within synovial joints.

To address near physiological testing and cultivation conditions, a Physiological Robot Reactor System (PRRS) was designed in collaboration with the Bern University of Applied Sciences, Biel. The mechanical stimulation unit (MSU) is designed with three linear (orthogonal axes) and one rotational degree of freedom (around z-axis). Loads of up to 500 N generated by the MSU are transferred via an anatomically shaped plunger on a sample tissue placed in a sample holder. The motion systems and the highly accurate force-feedback are controlled by ultra-fast Field Programmable Gate Array (FPGA) and real-time components which continuously monitor all system

R. Luginbühl

R. Egli

in collaboration with Veit Schmid, Jörn Justiz, Microtechnology, BFH-TI, Biel, and A. Tekari, Department Clinical Research, University of Berne



parameters. An integrated sample carousel provides space for 24 sample holders, each of it individually addressable with its own stimulation pattern. The system is integrated in an environment in which humidity, temperature, and gas composition (O_2 , CO_2) are actively controlled. In addition, an automated media exchange unit is implemented in the system, which enables a prolonged uninterrupted cultivation of sample tissues. The PRRS is designed modularly, thus it is a very flexible system that may also be used for the stimulation of tissues samples other than cartilage, with much different mechanical and environmental parameters.

Abbildungen:

Das Reaktorsystem mit mechanischer Stimulationseinheit (links) und Karussell (oben; vergrößerter Ausschnitt), integriert in einen Inkubator.

Figures:

The reactor system with the mechanical stimulation unit (left) and the carousel (top; magnified section) integrated in an environmental control box.

Zellen und Trägerstrukturen für die Knorpeltherapie

Cells and scaffolds for cartilage repair

R. Egli
J. Sague
B. Andreatta
R. Luginbühl

in collaboration with
W. Hofstetter, Department
Clinical Research,
University of Berne

Isolierte Verletzungen des Gelenkknorpels treten meist als Folge von Unfällen auf. Wegen fehlender Selbstheilung degeneriert der geschädigte Knorpel bis hin zum Endstadium der Arthrose. Um dies zu verhindern oder zumindest das Fortschreiten der Erkrankung einzudämmen, ist es notwendig, Defekte in einem frühen Stadium zu behandeln. Ein Therapiekonzept, welches durch die RMS Foundation verfolgt wird, ist die Versorgung des Defektes und das Einbringen eines geeigneten Trägermaterials in einem einzigen operativen Eingriff mit oder ohne vorgängiger Zellbesiedelung. Von besonderem Interesse als potenzielle Zellquellen sind aus einer Knorpel-

Derzeit wird in der RMS Foundation eine polymere Trägerstruktur entwickelt, welche zur Knorpelreparatur verwendet werden soll. Mehrere Parameter sind hierbei von besonderem Interesse, wie strukturelle Organisation, chemische Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften. Das Potenzial dieser Träger zur Unterstützung der Bildung von Knorpelgewebe wird mit Hilfe der oben beschriebenen Zellen im Bioreaktorsystem¹ untersucht werden.

¹ Details im Bericht Seite 23.

Damage to articular cartilage may arise from traumatic injuries and leads to further degeneration with development of osteoarthritis, since cartilage has limited self-healing potential. Therefore, it is necessary to treat defects in an early stage to prevent or delay progression to osteoarthritis. One of several repair strategies, which is closely followed by the RMS Foundation, includes filling the defect with an appropriate scaffold either with or without cells in a single operation (single stage procedure). Of significant interest as a potential cell source are articular chondrocytes and bone marrow derived mesenchymal stem cells. A prerequisite for a successful application of such cells is their potency to produce a cartilaginous matrix. However, upon the necessary expansion to increase cell number, they lose their capacity to differentiate towards or maintain chondrocyte phenotype. Therefore, both cell types have to be characterized in detail in order to be able to predict cell behavior and standardize future experiments on cartilage repair strategies. Of particular interest are the determination of their phenotype after the expansion phase and their ability to form a cartilage-like tissue. For that purpose, molecular biology techniques such as real-time PCR, ELISA (Enzyme-linked immunosorbent Assay) and flow cytometry, as well as histology, are applied.

Currently, the RMS Foundation is developing scaffolds based on polymers intended to be used for cartilage repair. Several parameters of particular interest are investigated, such as structural organization, chemical composition and physical characteristics. The potential of these scaffolds to support formation of a cartilaginous tissue will be investigated using the cells described above within the physiologic robot reactor system¹.

¹ see report page 23.

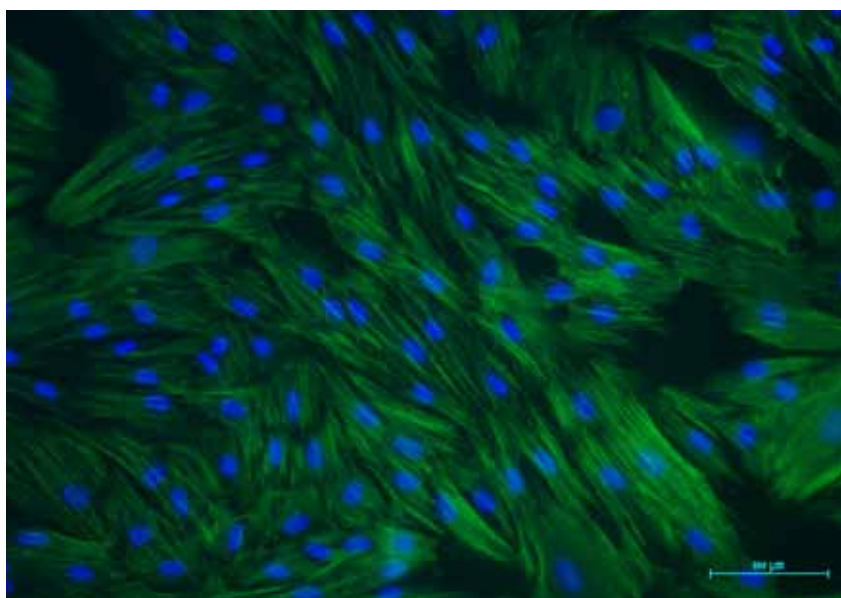


Abbildung:
Humane mesenchymale Stammzellen wurden auf 2D-Polymeren kultiviert, um den Einfluss der chemischen und mechanischen Eigenschaften auf das Wachstum und die Differenzierung der Zellen zu untersuchen. Immunfluoreszenzmikroskopie (Aktin: grün, Zellkern: blau).

Figure:
Human mesenchymal stem cells are cultured on 2D polymers to investigate the effect of chemical and mechanical properties on growth and differentiation of the cells. Immunofluorescence microscopy (actin: green, nucleus: blue).

biopsie gewonnene Knorpelzellen sowie aus dem Knochenmark angereicherte mesenchymale Stammzellen. Eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung solcher Zellen ist ihre Fähigkeit, eine Knorpelsubstanz zu produzieren. Um genügend Zellen zu erhalten, müssen diese in einer Zellkultur vervielfacht werden. Dies bringt jedoch den Nachteil mit sich, dass die Fähigkeit zur Bildung von Knorpelgewebe reduziert wird. Um das Verhalten solcher Zellen vorherzusagen, sowie zur Standardisierung von zukünftigen Experimenten, werden diese beiden Zelltypen im Detail charakterisiert. Von besonderem Interesse sind die Bestimmung ihrer Funktion nach der Zellvermehrung und ihre Fähigkeit zur Bildung eines knorpelähnlichen Gewebes. Hierzu werden molekularbiologische Techniken wie PCR, ELISA (Enzyme-linked immunosorbent Assay) und Durchflusszytometrie sowie Histologie angewendet.

Publikationen Publications

2010

- Bohner M.; Resorbable biomaterials as bone graft substitutes. *Materials Today*, 13(1), 24-30, 2010.
- Bohner M., Gasser B., Baroud G.; Critical aspects in the use of injectable calcium phosphates in spinal surgery. *Biomaterials*, 31(16), 4609-11, 2010.
- Bohner M.; Design of ceramic-based cements and putties for bone graft substitution. *European Cells & Materials Journal*, 20, 1-12, 2010.
- Doebelin N., Luginbuehl R., Bohner M.; Synthetic calcium phosphate ceramics healing bone fractures. *Chimia*, 64(10), 1-7, 2010.
- Doebelin N., Brunner T. J., Stark W. J., Fisch M., Conforto E., Bohner M.; Thermal treatment of flame-synthesized amorphous tricalcium phosphate nanoparticles. *Journal of the American Ceramic Society*, 93(10), 3455-63, 2010.
- Eschbach L., Heuberger R., Loeffel O.; Warum sich medizinische Zangen bei der Reinigung dunkelgrau verfärben. *Oberflächen Polysurfaces*, 6, 14-16, 2010.
- Habib M., Baroud G., Gitzhofer F., Bohner M.; Mechanisms underlying the limited injectability of hydraulic calcium phosphate paste. Part II: particle separation study. *Acta Biomaterialia*, 6, 250-256, 2010.
- Körner L., Sonnenfeld A., Heuberger R., Waller J. H., Leterrier Y., Manson J. A. E., von Rohr, P. R.; Oxygen permeation, mechanical and structural properties of multilayer diffusion barrier coatings on polypropylene. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 43(11), article no 115301, 2010.
- Loosli Y., Luginbuehl R., Snedeker J. G.; Cytoskeleton reorganization of spreading cells on micro-patterned islands: a functional model. *Philosophical Transactions of the Royal Society, A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 368, 2629-2652, 2010.
- Slenters T. V., Sagué J. L., Brunetto P. S., Zuber S., Fleury A., Mirolo L., Robin A. Y., Meuwly M., Gordon O., Landmann R., Daniels A. U., Fromm K. M.; Of chains and rings: synthetic strategies and theoretical investigations for tuning the structure of silver coordination compounds and their applications (review). *Materials*, 3(5), 3407-3429, 2010.
- Stähli C., Bohner M., Bashoor Zadeh M., Doebelin N., Baroud G.; Aqueous impregnation of porous β -tricalcium phosphate scaffolds. *Acta Biomaterialia*, 6(6), 2760-72, 2010.
- Wandrey C., Bohner M., Richards G.; The 22nd European Conference on Biomaterials - Retrospective view, facts and figures. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 21, 843-845, 2010.

2011

- Bohner M., Loosli Y., Baroud G., Lacroix D.; Deciphering the link between architecture and biological response of a bone graft substitute. *Acta Biomaterialia*, 7 (2), 478-484, 2011.
- Bruinink A., Luginbuehl R.; Evaluation of biocompatibility using *in vitro* methods: Interpretation and limitations. In: *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology – Tissue Engineering III: Cell – Surface Interactions for Tissue Culture*, Editors: Cornelia Kasper, Frank Witte, Ralf Pörtner, 2011.
- Butscher A., Bohner M., Hoffmann S., Gauckler L., Müller R.; Structural and material approaches to bone tissue engineering in powder-based three-dimensional printing. *Acta Biomaterialia*, 7, 907-920, 2011.
- Butscher A., Bohner M., Roth C., Ernstberger A., Heuberger R., Doebelin N., Rudolf von Rohr P., Müller R.; Printability of calcium phosphate powders for three-dimensional printing of tissue engineering scaffolds. *Acta Biomaterialia*, doi:10.1016/j.act-bio.2011.08.027, 2011.
- Egli R. J., Gruenenfelder S., Doebelin N., Hofstetter W., Luginbuehl R., Bohner M.; Thermal treatments of calcium phosphate biomaterials to tune the physico-chemical properties and modify the *in vitro* osteoclast response. *Advanced Engineering Materials*, 13(3), B102-B107, 2011.
- Egli R. J., Wernike E., Grad S., Luginbuehl R.; Physiological Cartilage Tissue Engineering: Effect of Oxygen and Biomechanics. *International Review of Cell and Molecular Biology*, 289, 37-87, 2011.

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

2010

- Bashoor-Zadeh M., Baroud G., Bohner M.; Geometric analysis of porous bone substitutes using micro-computed tomography and fuzzy distance transform. *Acta Biomaterialia*, 6, 864-875, 2010.
- Bastian J. D., Egli R. J., Ganz R., Hofstetter W., Leunig M.; Chondrocyte function after osteochondral transfer: Comparison of concave and plane punches. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 130(3), 341-346, 2010.

- Bastian J. D., Egli R. J., Ganz R., Hofstetter W., Leunig M.; Chondrocytes within osteochondral grafts are more resistant than osteoblasts to tissue culture at 37°C. *Journal of Investigative Surgery*, ePub, 2010.
- Baumgartner D.; Optimisation of fixation techniques for proximal humeral fractures. ETH diss. no. 18744, 2010.
- Clauss M., Trampuz A., Borens O., Bohner M., Ilchmann T.; Biofilm formation on bone grafts and bone graft substitutes: comparison of different materials by a standard *in vitro* test and microcalorimetry. *Acta Biomaterialia*, 6, 3791-3797, 2010.
- Janicki P., Kasten P., Kleinschmidt K., Luginbuehl R., Richter W.; Chondrogenic pre-induction of human mesenchymal stem cells on β -TCP: enhanced bone quality by endochondral heterotopic bone formation. *Acta Biomaterialia*, 6(8), 3292-3301, 2010.
- Kasten P., Beyen I., Bormann D., Luginbuehl R., Plöger F., Richter W.; The effect of two point mutations in GDF-5 on ectopic bone formation in a β -tricalciumphosphate scaffold. *Biomaterials*, 31, 3878-3884, 2010.
- Mohamed R., Silbermann C., Ahmari A., Bohner M., Becker S., Baroud G.; Cement filling control and bone marrow removal in vertebral body augmentation by unipedicular aspiration technique: an experimental study using leakage model. *Spine*, 35(3), 353-360, 2010.
- Niemeyer P., Szalay K., Luginbuehl R., Südkamp N. P., Kasten P.; Transplantation of human mesenchymal stem cells in a non-autogenous setting for bone regeneration in a rabbit critical-size defect model. *Acta Biomaterialia*, 6, 900-908, 2010.
- Nijs S.; The rotator cuff insufficient shoulder in trauma patients. Katholieke Universiteit Leuven, Doctoral thesis in Biomedical Sciences, 2010.

2011

- Bashoor-Zadeh M., Baroud G., Bohner M.; Simulation of the *in vivo* resorption rate of four β -tricalcium phosphate bone graft substitutes implanted in a sheep model. *Biomaterials*, 32 (27), 6362-6373, 2011.
- Bashoor-Zadeh M., Baroud G., Bohner M.; Effect of subvoxel process on non-destructive characterization of bone substitutes. *Acta Biomaterialia*, 7(11), 4045-56, 2011.
- Baumgartner D., Nolan B. M., Mathys R., Lorenzetti S. R., Stüssi E.; Review of fixation techniques for the four-part fractured proximal humerus in hemiarthroplasty. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 6, 36, 2011.
- Bretin P., O'Loughlin P. F., Suero E. M., Kendoff D., Ostermeier S., Hüfner T., Krettek C., Citak M.; Influence of femoral malrotation on knee joint alignment and intra-articular contract pressures. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 131 (8), 1115-1120, 2011.
- Frère J., Göpfert B., Nüesch C., Huber C., Fischer M., Wirz D., Friederich N. F.; Kinematical and EMG-classification of a fencing attack. *International Journal of Sports Medicine*, 32, 28-34, 2011.
- Lopez-Heredia M. A., Bohner M., Zhou W., Winnubst L. A. J. A., Wolke J. G. C., Jansen J. A.; The effect of ball milling grinding pathways on the bulk and reactivity properties of calcium phosphate cements. *Journal of Biomedical Materials Research*, 98B(1), 68-79, 2011.
- Mohn D., Doebelin N., Tadier S., Bernabei R. E., Luechinger N. A., Stark W. J., Bohner M.; Reactivity of calcium phosphate nanoparticles prepared by flame spray synthesis as precursors for calcium phosphate cements. *Journal of Materials Chemistry*, 21, 13963-72, 2011.
- Osterhoff G., Baumgartner D., Favre P., Wanner G. A., Gerber H., Simmen H., Werner C. M. L.; Medial support by fibula bone graft in angular stable plate fixation of proximal humeral fractures: an *in vitro* study with synthetic bone. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 20 (5), 740-746, 2011.
- Stufkens S. A., van Bergen C. J., Blankevoort L., van Dijk C. N., Hintermann B., Knupp M.; The role of the fibula in varus and valgus deformity for the tibia. *Journal of Bone and Joint Surgery (British Volume)*, 93-B, 1232-9, 2011.
- Thimm B. W., Wüst S., Hofmann S., Hagenmüller H., Müller R.; Initial cell pre-cultivation can maximize ECM mineralization by human mesenchymal stem cells on silk fibroin scaffolds. *Acta Biomaterialia* 7, 2218-2228, 2011.
- Yachouh J., Domergue S., Loosli Y., Goudot P.; Correlation of images: technique for mandible biomechanics analysis. *Journal of Craniofacial Surgery*, 22 (5), 1893-1997, 2011.

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

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

2010

- Bashoor Zadeh M., Bohner M., Baroud G.; (V) Resorption simulation of porous substitutes for repair. GRIBOI 2010, Turin, Italy, 25. – 27.3.2010.
- Bashoor Zadeh M., Stähli C., Doebelin N., Bohner M., Baroud G.; (V) Characterization of porous calcium phosphate substitutes using micro-computed tomography and fuzzy image processing methods. GRIBOI 2010, Turin, Italy, 25. – 27.3.2010.
- Bohner M., Stähli C., Bashoor-Zadeh M., Doebelin N., Baroud G.; (V) Aqueous impregnation of porous β -tricalcium phosphate scaffolds. TERMIS 2010, Galway, Ireland, 13. – 17.6.2010.

- Bohner M., Stähli C., Bashoor-Zadeh M., Doebelin N., Baroud G.; (V) Aqueous impregnation of porous β -tricalcium phosphate scaffolds. ESBIomat 2010, Tampere, Finland, 11. – 15.9.2010.
- Butscher A., Hirsiger W., Doebelin N., Bohner M., Müller R.; (V) Printability of tricalcium phosphate powder for bone tissue engineering scaffolds. GRIBOI 2010, Turin, Italy, 25. – 27.3.2010.
- Butscher A., Hirsiger W., Doebelin N., Bohner M., Müller R.; (P) Printability of tricalcium phosphate powder for bone tissue engineering scaffolds. ESBIomech 2010, Edinburgh, Scotland, 5. – 8.7.2010.
- Clauss M., Bohner M., Borens O., Trampuz A., Ilchmann T.; (V) Infection – Implant infection. 11th EFORT Congress, Madrid, Spain, 2.6. – 5.6.2010.
- Clauss M., Bohner M., Borens O., Trampuz A., Ilchmann Th.; (V) Real-time quantitative monitoring of staphylococcal biofilm formation on bone grafts and bone substitutes. A comparison between microcalorimetry and a standard method. 11th EFORT Congress, Madrid, Spain, 2. – 5.6.2010.
- Clauss M., Bohner M., Borens O., Trampuz A., Ilchmann Th.; (P) *In vitro* testing of biofilm formation on injected bone grafts and bone substitutes. 70. Jahreskongress der Schweizerischen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie, St. Gallen, Switzerland, Swiss Medical Weekly 140 (Suppl 181), 41S, 30.6. – 2.7.2010.
- Doebelin N., Bohner M.; (P) Brushite cement samples for XRD phase analysis prepared under simulated physiological conditions. SSB 2010, Dübendorf, Switzerland, 5.5.2010.
- Doebelin N., Bohner M.; (V) Detection limit of XRD phase quantification. CIMTEC 2010, Montecatini Terme, Italy, 13. – 18.6.2010.
- Doebelin N., Bohner M.; (P) Formation of monetite in brushite cements in aqueous environments. ESBIomat 2010, Tampere, Finland, 11. – 15.9.2010.
- Egli R. J., Gruenenfelder S., Doebelin N., Hofstetter W., Luginbuehl R., Bohner M.; (V) Dead-burning calcium phosphate bone substitutes: a physical approach to tune chemical and biological properties. EORS, Davos, Switzerland, 30.6. – 2.7.2010.
- Galea L., Habib M., Baroud G., Bohner M.; (V) Influence of sintering temperature, sintering type and Ca/P ratio on injectability of CaP-based pastes. GRIBOI 2010, Turin, Italy, 25. – 27.3.2010.
- Galea L., Habib M., Baroud G., Bohner M.; (P) Influence of particle size distribution on injectability of CaP based pastes. SSBiomat 2010, Dübendorf, Switzerland, 5.5.2010.
- Galea L., Baroud G., Bohner M.; (V) Influence of sintering temperature, sintering type and CaP ratio on injectability of CaP-based pastes. ESBIomat 2010, Tampere, Finland, 11. – 15.9.2010.
- Habib M., Gitzhofer F., Bohner M., Baroud G.; (V) Investigating the effect of the permeability on the injectability of calcium phosphate powder. GRIBOI 2010, Turin, Italy, 25. – 27.3.2010.
- Janicki P., Kasten P., Kleinschmidt K., Luginbuehl R., Richter W.; (P) Chondrogenic pre-induction of human mesenchymal stem cells on β -TCP: enhanced bone quality by endochondral heterotopic bone formation. Orthopedic Research Society Conference, New Orleans, USA, 6. – 9.3.2010.
- Loosli Y., Luginbuehl R., Snedeker J. G.; (P) A predictive model of cytoskeleton reorganization during initial cell adhesion to bioactive substrate. Orthopedic Research Society Conference, New Orleans, USA, 6. – 9.3.2010.
- Loosli Y., Luginbuehl R., Snedeker J. G.; (V) Predicting cell morphology and cytoskeletal organization of cells adhering on different patterned substrates. 6th World Congress of Biomechanics, Singapore 1. – 6.8.2010.
- Loosli Y., Luginbuehl R., Snedeker J. G.; (V) An integrative approach using numerical models to bridge spatiotemporal interactions of subcellular processes: cell spreading. Gordon Research Conference, Biointerface Science, Les Diablerets, Suisse, 5. – 10.9.2010.
- Luginbuehl R., Al-Bataineh S. A., Kuehl R., Sigrist H., Textor M., Landmann R.; (P) Loss of antimicrobial effect of covalently immobilized furanones on implant surfaces. Orthopedic Research Society Conference, New Orleans, USA, 6. – 9.3.2010.
- Luginbuehl R., Textor M., Sigrist H., Hofstetter W., Landmann R.; (V) Antimicrobial implant coatings based on immobilized furanones: good tissue integration but loss of bacteriostatic properties. EORS 2010, Davos, Switzerland, 30.6. – 2.7.2010.
- Luginbuehl R., Textor M., Sigrist H., Hofstetter W., Landmann R.; (P) The importance of understanding the mechanistic action: surface bound furanones lose their bacteriostatic properties. Biointerface Science, Les Diablerets, Suisse, 5. – 10.9.2010.
- Millar J., Clarke S. A., Nelson J., Dunne N., Bohner M., Buchanan F.; (V) Cell mediated bioresorption of calcium phosphate bone substitutes. 6th Bioengineering in Ireland Conference, Malahide, Ireland, 22. – 23.1.2010.
- Sague J., Luginbuehl R., Honold S., Loosli Y., Vogt J.; (P) Modulating the properties of poly(HEMA-co-MMA) materials and their potential use as meniscal substitutes. EORS, Davos, Switzerland, 30.6. – 2.7.2010.
- Sague J., Luginbuehl R., Loosli Y., Honold S., Vogt J., Egli R.; (P) Tribological and mechanical properties of poly(Hema-Co-MMA) materials as meniscus substitutes. International Cartilage Repair Society, Barcelona, Spain, 26. – 29.9.2010.
- Schmid V., Egli R. J., Luginbuehl R., Justiz J.; (P) A physiologic robot reactor system to simulate *in vivo* conditions. 11th European Cells and Materials conference, Davos, Switzerland, 28. – 30.6.2010.
- Schmid V., Egli R. J., Luginbuehl R., Justiz J.; (V) Cartilage tissue engineering using a novel physiologic robot reactor system to simulate *in vivo* conditions. BMT 2010, Rostock, Germany, 5. – 8.10.2010.
- Wüthrich A., Siegrist M., Montjovent M. O., Siegrist H., Luginbuehl R., Hofstetter W.; (V) Osseointegration of model implants with antibacterial surfaces. Swiss Bone and Mineral Society Meeting, Davos, 17.3.2010.

2011

- Bashoor-Zadeh M., Baroud G., M. Bohner M.; (P) Simulation of the cell-mediated resorption of bone substitutes. GRIBOI 2011, Boston, USA, 5. – 7.4.2011.
- Bernstein A., Südkamp N., Bohner M., Mayr H. O.; (V) Investigation on bone integration of a microporous β -tricalcium phosphate scaffold. ESBIomat 2011, Dublin, Ireland, 4. – 9.9.2011.
- Bernstein A., Südkamp N., Bohner M., Mayr H. O.; (V) Histological and histomorphometric investigation on bone integration of a microporous β -tricalcium phosphate scaffolds. BMT 2011, Freiburg, Germany, 27. – 30.9.2011.
- Bohner M.; (V) Ion-substituted calcium phosphates: a difficult path to bioinorganics. ESBIomat 2011, Dublin, Ireland, 4. – 9.9.2011.
- Doebelin N., Galea L., Eggenberger U., Bohner M., Ferreira J.; (V) Recrystallization of amorphized α -TCP. Bioceramics 23, Istanbul, 6. – 9.11.2011.
- Döbelin N., Bohner M., Fisch M., Eggenberger U.; (V) XRD unter simulierten physiologischen Bedingungen. Fraunhofer ITC Workshop «Zeit- und temperaturaufgelöste Röntgen-Pulver-Diffraktometrie (X) – In-situ-Untersuchungen und moderne Auswertverfahren», Pfanztal, Deutschland, 10. – 11.11.2011.
- Galea L., Doebelin N., Bohner M.; (V) Effect of sintering conditions on physical properties of TCP ceramics. SSBiomat 2011, Yverdon, 4.5.2011.
- Galea L., Doebelin N., Bohner M.; (P) Effect of sintering conditions on physical properties of TCP ceramics. ESBIomat 2011, Dublin, Ireland, 4. – 9.9.2011.
- Galea L., Niederberger M., Graule Th., Bohner M.; (V) Hydrothermal treatment to improve the mechanical properties of CaP ceramics. Biofuture 2011, Ghent, Belgium, 16. – 18.11.2011.
- Habib M., Bohner M., Baroud G.; (P) Novel sonication to improve the delivery of calcium phosphate cements and putties for bone grafting procedures. GRIBOI 2011, Boston, USA, 5. – 7.4.2011.
- Loosli Y., Luginbuehl R., Snedeker J.; (P) An integrative approach using numerical models to bridge spatiotemporal interactions of subcellular processes: cell spreading. Biophysical Society 55th Annual Meeting, Baltimore, USA, 5. – 9.3.2011.
- Bartalena G., Loosli Y., Zambelli T., Muff R., Snedeker J.; (P) Tensile mechanical characterization of cell stiffness improves correlation to metastatic potential in models of osteosarcoma. Biophysical Society 55th Annual Meeting, Baltimore, USA, 5. – 9.3.2011.
- Loosli Y., Ganz R., Küffer J., Gasser B.; (P) Retractors with rounded profile preserve soft tissues from excessive loading during surgical exposure. 71. Jahreskongress der Schweizerischen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie, Lausanne, 22. – 24.6.2011.
- Luginbuehl R., Acikgöz C., Klenke F., Khanna N., Charnley M., Griesser H., Hofstetter W., Textor M., Landmann R.; (P) Fighting implant associated infections: review and outlook of concepts based on natural antimicrobials and silver coatings. ISTA Bruges, Belgium, 21. – 23.9.2011.
- Luginbuehl R., Spiegelberg S.; (V) Cleanliness: How clean is clean enough – guidance for industry. Meet the Expert: Material- und Oberflächentechnologie für Implantate, Interlaken, Schweiz, 12.4. 2011.
- Mayr H. O., Südkamp N. P., Bohner M., Klehm J., Bernstein A.; (P) Microporous β -tricalcium phosphate scaffolds populated with autologous chondrocytes for osteochondral reconstruction. ISAKOS 2011, Rio de Janeiro, Brazil, 15. – 19.5.2011.
- Millar J., Clarke S. A., Nelson J., Dunne N., Galea L., Descamps M., Bohner M., Hofstetter W., Buchanan F.; (V) A Comparison of osteoclast resorption on calcined and non-calcined β -TCP. ESBIomat 2011, Dublin, Ireland, 4. – 9.9.2011.
- Mohn D., Doebelin N., Tadier S., Bernabei R. E., Luechinger N. A., Stark W. J., Bohner M.; (V) Reactivity of calcium phosphate nanoparticles prepared by flame spray synthesis as precursors for calcium phosphate cements. Bioceramics 23, Istanbul, 6. – 9.11.2011.
- Mulky E., Luginbuehl R., Maniura K., Hofstetter W.; (P) Absorbable nanofiber reinforced bone substitutes. EMPA, Dübendorf, Switzerland, 20.9.2011.
- Sague J., Andreatta B., Egli R., Luginbuehl R., Vogt J.; (V) Material properties of crosslinked HEMA-MMA hydrogels as potential meniscal substitutes. ISTA Bruges, Belgium, 21. – 23.9.2011.
- Schmid V., Egli R.J., Tekari A., Luginbühl R., Justiz J.; (P) A physiologic robot reactor system to simulate in vivo conditions. OARSI, San Diego, CA, USA, 15. – 18.9.2011.
- Tadier S., Galea L., Gruenenfelder S., Bohner M.; (V) Investigation of the phase separation occurring during the injection of β -tricalcium phosphate – water – glass beads pastes. Bioceramics 23, Istanbul, 6. – 9.11.2011.
- Tekari A., Dolder S., Luginbuehl R., Hofstetter W., Egli R. J.; (P) Persistence of intracellular collagen type II expression in monolayer cultures of bovine articular chondrocytes. Day of Clinical Research, University of Bern, Bern, Switzerland, 2.11.2011.
- Thimm B. W., Hofmann S., Wechsler O., Bohner M., Gasser B., Müller R.; (P) Histomorphometric analysis of tricalcium phosphate scaffolds for bone tissue engineering: comparison of histological vs. micro-computed tomographical analysis. ESBIomat 2011, Dublin, Ireland, 4. – 9.9.2011.
- Thimm B. W., Hofmann S., Wechsler O., Bohner M., Gasser B., Müller R.; (P) Monitoring of ECM mineralization on tricalcium phosphate scaffolds by means of micro-computed tomography. ESBIomat 2011, Dublin, Ireland, 4. – 9.9.2011.

Externe Vorträge durch RMS-Mitarbeitende

External presentations by RMS staff

2010

- Bohner M.; Synthetic bone substitutes: failures and hopes. EORS 2010, Davos, Switzerland, 30.6. – 2.7.2010.
- Bohner M.; Nanodefects to tune the chemical and biological properties of calcium phosphate biomaterials. NanoBio 2010, Zurich, Switzerland, 24. – 27.8.2010.
- Bohner M.; Knochenersatz mittels synthetischer CaP-Keramik. 48. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für plastische und Wiederherstellungschirurgie (DGPW), Leipzig, Deutschland, 8. – 11.9.2010.
- Bohner M.; Reactivity of calcium phosphates. BiomMedD 2010, Bucharest, Romania, 23. – 25.9.2010.
- Bohner M.; Materials science approaches in biomaterials. Symposium S «Bio-Medical Materials», IUMRS-ICA 2010, Qingdao, China, 25. – 28.9.2010.
- Bohner M.; Calcium phosphates as bone graft substitutes. Shanghai Institute of Ceramics, Shanghai, China, 29.9.2010.
- Bohner M.; Calcium phosphates as bone graft substitutes: where do we stand? University of Pittsburgh, Pittsburgh, USA, 19.10.2010.
- Gasser B.; Die RMS – ihre Forschungstätigkeiten und Zusammenarbeiten mit der ETH Zürich. Gastvorlesung «Biomechanik IV» FS10 (Dr. H. Gerber), ETH Zürich-Hönggerberg, Schweiz, 27.4.2010.
- Heuberger R.; Implantatoberflächen – Charakterisierung mit XPS und REM/EDX. Medical Cluster: Insight KKS Ultraschall AG, Steinen, Schweiz, 4.11.2010.
- Luginbühl R.; How will the new ASTM «standard for reporting and assessment of residuals on implants» impact Synthes? Synthes GmbH Hägendorf, Schweiz, 9.6.2010.

2011

- Bohner M.; Ceramic-based bone graft substitutes. GRIBOI 2011, Boston, USA, 5. – 7.4.2011.
- Bohner M.; Calcium phosphate bone graft substitutes: failures and hopes. 12th Conference of the European Ceramic Society, Stockholm, Sweden, 19. – 23.6.2011.
- Bohner M.; Can a physical change of the surface of a calcium phosphate bone graft substitute modify its chemical and biological properties? 8th International Workshop on Interfaces, Santiago de Compostela, Spain, 26. – 30.6.2011.
- Bohner M.; A career in Biomaterials: scientific curiosity as drive. DGBM, Giessen, Germany, 11. – 12.11.2011.
- Bohner M.; Sind In-vitro-Testmethoden geeignet für die Vorhersage des In-vivo-Verhaltens von Biokeramiken? Zwei Beispiele: «Bioaktivität» und «Zellkulturversuche». Jahrestreffen des Arbeitskreises Biokeramik der DGM und DKG, Seefeld (München), Deutschland, 18.11.2011.
- Döbelin N.; Synthetic bone substitutes. Seminar am GeoZentrum Nordbayern, Erlangen, Germany, 10.10.2011.
- Gasser B.; My Journey with Marcus across Titanium Surfaces. Farewell Symposium «Light metals to biointerfaces: Marcus Textor at the ETH», ETH Zürich, Switzerland, 11.3.2011.
- Gasser B.; Die RMS – ihre Forschungstätigkeiten und Zusammenarbeiten mit der ETH Zürich. Gastvorlesung «Biomechanik IV», FS11, ETH Zürich-Hönggerberg, Schweiz, 12.4.2011.
- Gasser B.; Biomechanics from a non-academic perspective – History, achievements and wishes. Mini-Symposium, 50 Years of Biomechanics at ETH Zürich, ETH Zürich-Hönggerberg, Switzerland, 17.6.2011.
- Gasser B.; Materialprüfung. Veranstaltung des Präzisionsclusters mit Betriebsbesichtigung der Firma Imoberdorf AG, Oensingen, Schweiz, 13.9.2011.
- Luginbuehl R.; Nanofibres reinforced bone substitute materials: effect of delayed fibre degradation on cells and tissues. NFP64-Tagung, Nottwil, Switzerland, 4.3.2011.
- Luginbuehl R.; Perspectives of bone and cartilage tissue engineering in an industrial or clinical setting. EMPA, St. Gallen, Switzerland, 1.4.2011.
- Luginbuehl R.; Exploiting natural antimicrobial compounds for the prevention of implant-associated infection. CCMX Annual Meeting, Bern, Switzerland, 5.4.2011.
- Luginbuehl R.; Antimikrobielle Oberflächen in der Medizintechnik: Konzepte, Anwendungen und Limitierung bei Implantaten. SVMT Biomaterial-Tagung «Beschichtungen und Schichtsysteme für medizinische Anwendungen», Olten, Schweiz, 25.10.2011.

Seminarvorträge in der RMS

Seminary talks at the RMS

2010

- 19.01.2010 Jakob Kübler; Labor für Hochleistungskeramik, EMPA, Dübendorf: Bruchmechanik spröder Werkstoffe (Keramik).
- 27.02.2010 Ralf Schumacher; Institut für Medizinal- und Analysetechnik, Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz: Rapid Prototyping in der Medizinaltechnik.
- 17.02.2010 Daniel Baumgartner; Institut für Biomechanik, ETH Zürich: Eine biomechanische Simulation der humanen Schulter zur Analyse bestehender und neuartiger Techniken der Frakturfixierung am Oberarm.
- 18.02.2010 Dr. Sandra Hofman; Institut für Biomechanik, ETH Zürich: Seide als Trägermaterial und als Drug Delivery System.
- 29.07.2010 Prof. Dr. André Studart; Complex Materials, Department of Materials, ETH Zürich: Tailor the structure of porous materials.
- 01.09.2010 Prof. Jose Maria Ferreira; Ceramic and Glass Engineering Department, University Aveiro, Portugal: Research activities on biomaterials – an overview.

2011

- 02.02.2011 Prof. Dr. Patrik Schmuki; Universität Erlangen-Nürnberg, Deutschland: Self-ordered anodic TiO₂ nanotube layers: formation, properties and potential biomedical use.
- 02.02.2011 Dr. Tuli Dey; Universität Erlangen-Nürnberg, Deutschland: Highly ordered mesoporous titania coatings and some biorelevant aspects.
- 28.03.2011 Detlef Heinen, Tamaris Bucher, Dr. Florian Bielefeldt; BOHEST AG, Patentanwaltskanzlei, Basel: Von der Erfindung zum Patent – in der Schweiz, in Europa und im Rest der Welt.
- 06.04.2011 Dr. Markus Stöckli; Novartis Institutes for BioMedical Research, Basel: Label-free molecular imaging using mass spectrometry.
- 28.04.2011 Benjamin Thimm; Institut für Biomechanik, ETH Zürich: PhD-Arbeit: The importance of multi-modality imaging for the assessment of combined bone and vascular tissue engineering.
- 25.05.2011 Dr. Zhidao Xia; Centre for Nanohealth, Institute of Life Science, School of Medicine, Swansea, UK: Macrophage mediated degradation of implantable biomaterials.
- 25.05.2011 Roger Mathys; Institute for Surgical Technology and Biomechanics, Universität Bern: Simulation of the effects of different pilot helmets on the neck during «air combat».
- 29.08.2011 Dr. Johan Foster; Adolph Merkle Institute, Universität Fribourg: Bio-inspired mechanically-adaptive polymer – cellulose nanofiber nanocomposites.
- 23.09.2011 Dr. Paul Bowen; Powder Technology Laboratory, EPF Lausanne: Particle size measurement – from nanometers to millimeters and from rods to platelets.
- 16.12.2011 Dr. med. Shahram Ghanaati; Institute of Pathology, repairLab, Johannes Gutenberg Universität, Mainz, Deutschland: The influence of physico-chemical characteristics of a substitute material on hosts cellular inflammatory response.

Lehrtätigkeiten

Teaching activities

2010

- Bohner M., Gasser B., Luginbuehl R.; Osteosynthesis, Orthopaedics, Dental Implants, Surfaces, Testing, Workshop (16 Lektionen). Modul 13: Medical Devices, Masterstudiengang in Medicinal and Industrial Pharmaceutical Sciences (Koordinator: Bohner M.), Dept. of Chemistry and Applied Biosciences, ETH Zürich-Hönggerberg, Mai 2010.
- Gasser B.; Orthopädische Implantate (12 Lektionen). Nachdiplomstudium CAS Medizin-Technik, Berner Fachhochschule – Technik und Informatik, Medical Technology Center – Managementzentrum, Bern, November 2009 – Januar 2010.
- Gasser B.; Orthopädische Implantate (29 Lektionen). Vertiefung Medizinaltechnik 2, BSc-Studiengang Mikrotechnik und Medizintechnik, Berner Fachhochschule – Technik und Informatik, Biel, Februar 2010 – Mai 2010.
- Gasser B.; Orthopädische Implantate (12 Lektionen). Nachdiplomstudium DAS/MAS Medical Technology Management, Berner Fachhochschule – Technik und Informatik, Medical Technology Center – Managementzentrum, Bern, Oktober 2010 – Januar 2011.

2011

- Gasser B.; Orthopädische Implantate (23 Lektionen). Vertiefung Medizinaltechnik 2, BSc-Studiengang Mikrotechnik und Medizintechnik, Berner Fachhochschule – Technik und Informatik, Biel, Februar 2011 – April 2011.
- Gasser B.; Orthopädische Implantate (12 Lektionen). Nachdiplomstudium DAS/MAS Medizin-Technik, Berner Fachhochschule – Technik und Informatik, Medical Technology Center – Managementzentrum, Bern, Oktober 2011 – Dezember 2011.
- Luginbuehl R., Bohner M., Eschbach L., Heuberger Sague J.; Applied Biomaterials (26 Lektionen). Vorlesung für das Biomedical Engineering Masterprogramm der Universität Bern (Koordinator: Luginbuehl R.), Herbstsemester 2011.

Patente

Patents

- PCT-Anmeldung: PCT/EP99/00684 (1713/PCT; A00G053)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung und Stratec Medical
Titel: Implant comprising calcium cement and hydrophobic liquid (chronOS block)
Kanada: Erteilung / granting 20.04.2010 (No 2361847)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH 2004/00134 (2112/PCT; A04G009)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung
Titel: Hydraulic cement based on calcium phosphate for surgical use (ACP)
USA: Erteilung / granting 02.03.2010 (US 7'670'419 B2)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH07/000181 (2322/PCT; A08_0268)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung
Titel: Method for producing pyrogene-free calcium phosphate
Japan: Application No 2010-502397; publication number No 2010-523232
USA: Veröffentlichung / publication 04.03.2010 (US 2010/0055018)
- PCT-Anmeldung: PCT/EP2009/058431 (P35549EP00; S09_0009)
Erfinder / Eigentümer: R. Luginbühl, J. Vogt, R. Mathys, B. Gasser, Y. Loosli
Titel: Implant Device
PCT: Veröffentlichung / publication 07.01.2010 (WO 2010/000844)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH09/000976 (2500/CH; S09_0052)
Erfinder / Eigentümer: R. Mathys, D. Baumgartner, B. Gasser / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung
Titel: Vorrichtung zur Führung und Fixierung zweier sich kreuzender Kabel
Deutschland: Offenlegung / publication 09.06.2010 (Nr. 10 2010 023 146.0)
Schweiz: Veröffentlichung / publication 31.12.2010 (CH701346 A2)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH2010/000063 (2596/PCT; A10_1505)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner, R. Luginbühl / Mathys AG Bettlach
Titel: Bone graft substitute
PCT: Anmeldung / application 09.03.2010
- PCT-Anmeldung: PCT/CH01/00210 (1864/PCT; S09_0003)
Erfinder / Eigentümer: V. Frauchiger, F. Schlottig, M. Textor, B. Gasser / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung und Stratec Medical
Titel: Bioaktive Oberflächenschicht, insbesondere für medizinische Implantate und Prothesen (APC)
Kanada: Erteilung / granting 04.01.2011 (CA 2442582)
- PCT-Anmeldung: PCT/CH08/000200 (2425/PCT; S09_0031)
Erfinder / Eigentümer: M. Bohner / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung
Titel: Calcium phosphate particles and hydraulic cements based thereon
Europa: Veröffentlichung / publication 12.01.2011 (EP 2'271'585 A1)
USA: Veröffentlichung / publication 24.01.2011 (US 2011/0041735 A1)
Japan: Veröffentlichung / publication 27.07.2011 (JP 2011-506544)
- CH-Anmeldung: CH20090000976 (2500/CH; S09_0052)
Erfinder / Eigentümer: R. Mathys, D. Baumgartner, B. Gasser / Dr. h. c. Robert Mathys Stiftung
Titel: Vorrichtung zur Führung und Fixierung zweier sich kreuzender Kabel
Deutschland: Offenlegung / publication 10.02.2011 (DE 10 2010 023 146 A1)

Personal Personnel

Stiftungsrat / Board of Trustees

Mathys Robert; Präsident / President
Dr. Kaiser Urs, Mathys Lisbeth / Mathys Gabriela, Mathys Reinhold, Stuber Urs

Wissenschaftlicher Rat / Scientific Board

Bamert Peter	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., dipl. Ing. ETH, Geschäftsführer / PhD, Engineer, 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., dipl. lic. phil. nat., Leiter Gruppe Chemie & Biologie / PhD Head of the Chemistry & Biology Group	01.10.2001
Lüthi-Studer Beatrice	Leiterin Finanzen, Leiterin Q-Management / Head of Finances, Head of 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	Versuchsmechanik / Prototype mechanic	01.06.2006
Bucher Patrick	Leiter Informatik / Head of IT	01.03.2002
Butscher André	Dipl. Ing. ETH / Mechanical engineer	01.05.2001
Däster Philippe	Physikalaborant in technischer Richtung / Physics laboratory technician	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 / PhD, mineralogist	01.01.2006
Egli Rainer	Dr. med. et phil. nat. / MD-PhD	01.04.2008
Erzer Anita	Rechnungswesen / Accounting	01.12.2006
Fan Xiaou	MSc ETH Mat. Sc.	01.01.2009 – 31.07.2010
Flury Jean-Pierre	Laborant / Laboratory technician	01.12.2000
Galea Laëtitiia	MSc ETH Mat. Sc.	21.01.2008
Gergs Myriam	Dipl.-Ing. (FH), Verantwortliche Materialografie/Produktschäden / Manager materialography / Product failure analysis	01.05.2010
Grünenfelder Sonja	Laborantin / Laboratory technician	20.01.2003
Haldi Cornelia	Sekretärin / Secretary	01.10.2011
Heuberger Roman	Dr. sc., dipl. Werkstoff-Ing. ETH / PhD, MSc ETH	01.11.2007
Himmer Marina	Metallografen / Metallographer	05.05.1997
Hirsiger Werner	Chemielaborant / Laboratory technician for chemistry	01.02.1987 – 30.06.2010
Honold Sibylle	Dipl.-Ing. (FH) / BSc Bioengineering	19.10.2009 – 31.03.2011
Jedrinovic Lucija	Reinigungsfachfrau / Charwoman	01.10.2008
Krieg Jeannine	Dipl.-Ing. (FH), Verantwortliche Werkstoffe / Dipl.-Ing. Materials Science (FH), Project leader materials	14.06.2010
Kruklis Samuel	Netzwerk- und Systemingenieur / IT Systems engineer	01.12.2007
Lau Alexandra	Laborantin Metallografie und Analytik / Laboratory technician	01.02.2011
Loeffel Oliver	XPS-Spezialist / XPS-operator	01.11.2006
Loosli Yannick	Dipl. Ing. ETH / Mechanical engineer	12.10.2005
May Christian	Dr. sc. ETH, Dipl.-Phys. / Dr. sc. ETH, Physicist (Dipl.-Phys.)	09.05.2011
Meister Eva	Sachbearbeiterin Marketing & Verkauf / Assistant Marketing & Sales	12.04.2011
Meister Josiane	Leiterin Adm. & Personal, Assistentin GF / Head of Adm. & HR, assistant to Managing Director	05.04.1988
Mettan Heidi	Laborantin / Laboratory technician	01.07.1999 – 22.03.2011
Niggemann Lotti	Sekretärin / Secretary	01.07.1998 – 31.05.2010
Radacic Ljubisa	Laborant / Laboratory technician	16.02.2009
Sague Jorge	Dr. phil. nat., Chemiker / PhD chemist	16.04.2009
Tadier Solène	Dr. / PhD, MSc Materials Science	20.09.2010 – 30.09.2011
Wälti Christian	Testmechaniker / Testing mechanic	21.04.1987
Wingeier Hans-Rudolf	Produktschäden / Failure analysis specialist	27.02.1984 – 31.07.2010

Gastforscher, Studenten / Guest scientists, students

Bonnard Alexandre	Werkstoffingenieur / MSc ETH Mat. Sc., ETH Lausanne	09.08.2010 – 11.02.2010
Bortel Emely Lea	Studentin (Spezialisierung Medizinalingenieurwesen / Medical Engineering), TU Hamburg-Harburg	04.04.2011 – 31.08.2011
Clauss Martin	Dr. med. / MD (Orthopaedic Surgery), Kantonsspital Liestal	01.04.2009 – 31.03.2010
Ernstberger Annika	Studentin (Bio- und Umweltingenieurwissenschaft / Environmental Engineering), University Bayreuth	18.10.2010 – 04.03.2011
Hiltpold Patrick	Student (Bewegungswissenschaften), ETH Zürich	06.04.2010 – 09.07.2010
Knittel Charlotte	Studentin (Chemie / Chemistry), University Aachen	31.05.2010 – 03.09.2010
Moser Lukas	Student (Maschineningenieurwissenschaften, Mechanical Engineering), ETH Zürich	21.02.2011 – 10.05.2011
Mouser Vivian	Studentin, (Biomedical Engineering), Technical University Eindhoven	16.08.2011 – 17.11.2011
Mulky Elias	MSc ETH, Doktorand / PhD student	01.08.2011
Olsson Mirja	Studentin, University Uppsala	12.09.2011
Phuntsok Nyima	Student (Sport- und Bewegungswissenschaften), ETH Zürich	14.06.2011 – 09.09.2011
Pude Frank	Dr.-Ing.	16.11.2009 – 31.03.2010