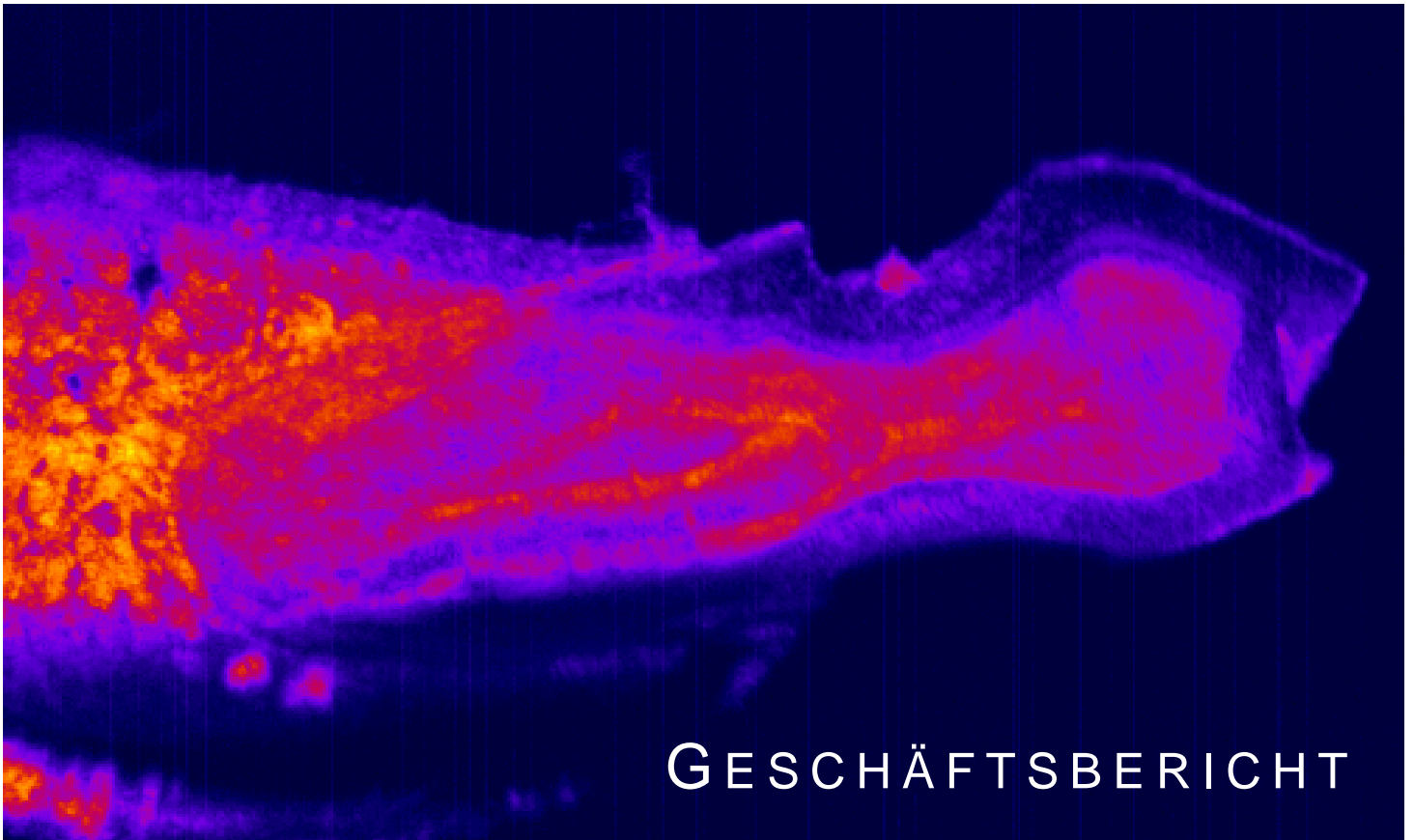


2010



GESCHÄFTSBERICHT

Inhaltsverzeichnis

1) Das Projekt.....	4
2) Die Teilprojekte / Ergebnisbericht 2010.....	6
2.1) THEMENFELD I.....	6
Boss 1: Weichgewebemechanik	6
Boss 2: Gefäßmechanik – Biomechanische Modellierung anisotroper Materialien	8
Boss 3: 3D-Geometrie und Biomechanik des Herzens.....	10
Boss 4: Tumormechanik	12
Boss 5: Knorpelmechanik (The Application of defined mechanical loading to cells and tissues)	14
Boss 6: Mechanik der Zahn-Kiefer Interaktion.....	23
Boss 7: Kniegelenks-Materialien	25
Boss 8: Zellmechanik – Zelluläre Reaktionen auf mechanische Belastung.....	27
Boss 9: Mensch-Modelle (Boss-Models)	28
2.2) THEMENFELD II.....	32
BI ² 1: Neuro-mechanische Interaktion beim Stehen, Gehen und Laufen	32
BI ² 2: Mechanische Interaktion beim Sitzen	34
BI ² 3: Biomechanische Optimierung einer Knieprothese (Frankfurter Inlay).....	36
BI ² 4: Simulation von Kräfteinwirkungen auf Stents im Bereich der Unterschenkelarterien.....	38
BI ² 5: Optimierung der Implantation vaskulärer stentgestützter Endoprothesen	40
BI ² 6: Biomechanische Optimierung dentaler Implantate	41
BI ² 7: Wachstumsdynamik von Aorten-Aneurysmen	42
BI ² 8: Optimierung der Rhythmizität des Herzens	44
ME 1: Nicht-klassische Materialgesetze für Materialien mit ausgeprägter Mikrostruktur	45
ME 2: Analyse sonographischer Daten	47
3) Die Projektteilnehmer und Partner	48
3.1) Mitarbeiter	48
3.2) assoziierte Mitarbeiter	50
3.3) wissenschaftlicher Beirat.....	50
3.4) Gastforscher.....	53
3.5) Partner aus außeruniversitären Forschungseinrichtungen.....	53

INHALTSVERZEICHNIS

3.6)	Partner aus der Wirtschaft.....	54
3.7)	Erweiterung des Schwerpunktes.....	54
4)	Veranstaltungen und Seminare.....	55
4.1)	Veranstaltungen des LOEWE- Schwerpunktes.....	55
4.2)	Seminare des LOEWE- Schwerpunktes.....	55
4.3)	Veranstaltungen außerhalb des LOEWE Schwerpunktes.....	57
4.4)	ausgewählte Vorträge.....	58
5)	Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.....	61
5.1)	Doktorarbeiten.....	61
5.2)	Veranstaltungen.....	61
5.3)	Graduiertenkolleg.....	61
6)	Publikationen und Öffentlichkeitsarbeit.....	62
6.1)	Wissenschaftliche Publikationen.....	62
6.1.1)	Publikationen in nationalen und internationalen Fachzeitschriften.....	62
6.1.2)	Poster Sessions.....	63
6.1.3)	Abschlussarbeiten / Studienprojekte 2010.....	65
6.2)	Nicht-wissenschaftliche Publikationen.....	65
6.3)	Erstellte Medien zur Darstellung in der Öffentlichkeit.....	67
6.3.1)	Homepage.....	67
6.3.2)	Flyer.....	67
7)	Struktur des Schwerpunktes.....	68
7.1)	Geschäftsstelle.....	68
7.2)	Koordinierungsausschuss.....	69
7.3)	Mitgliederversammlung.....	69

1) Das Projekt

Vom 1. Jan 2010 bis zum 31.12. 2012 fördert das Land Hessen im Rahmen des Forschungsförderprogramms LOEWE - Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz das Verbundprojekt ‚Präventive Biomechanik – PräBionik‘ der Fachhochschule Frankfurt am Main (Koordinatorin), der Goethe-Universität Frankfurt am Main, der Philipps-Universität Marburg, sowie der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mosbach.

21 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, sowie 4 assoziierte Projektpartner mit ihrer Expertise in Biologie, wie Zellbiologie, Tumorbilogie und Biochemie, in Sportwissenschaften, Medizin, wie Chirurgie und Radiologie, sowie in Ingenieurwissenschaften arbeiten in 14 Teilprojekten innerhalb dieses stark anwendungsbezogenen Kompetenz-Clusters an der biomechanischen Charakterisierung humaner Weichgewebe, Knorpel und Knochen. Des Weiteren werden deren Veränderungen unter pathologischen Bedingungen (z.B. Aneurysmenbildung, Herzmuskelinsuffizienz, Gelenkdeformation), sowie durch den Einfluss von Stützelementen (z.B. Stents in Blutgefäßen, Sitzkonstruktionen) und Implantaten (Zahnimplantate, Knieprothetik) messtechnisch erfasst und kontinuumsmechanisch modelliert.

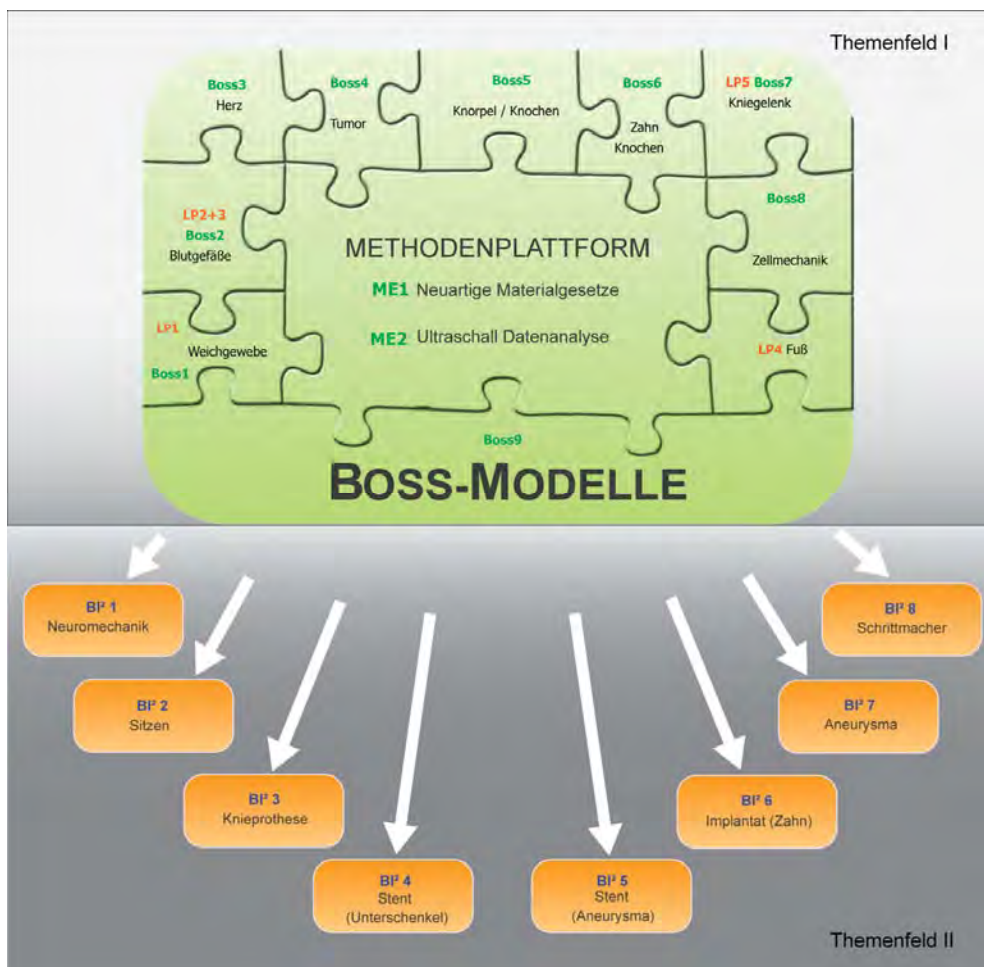
Dies wird zum Verständnis pathophysiologischer Prozesse beitragen und die gezielte Stimulation von Organen im Rahmen von Rehabilitationsmaßnahmen erleichtern. Es bestehen Möglichkeiten zur Entnahme menschlichen Gewebes bzw. zur Implantierung von Prothetik und nicht-invasiven Meßmethoden über bildgebende Verfahren (z.B. CT, MRT, Ultraschall (-mikroskopie)). Elastizitätsmessungen wurden bereits an Einzelzellen, Blutgefäßen, Tumoren und anderen Weichgeweben mit Hilfe Ultraschall-basierter Verfahren durchgeführt. Für weitere Elastizitätsversuche stehen an der Fachhochschule Zug-, Druck- und Scherversuchsvorrichtungen zur Verfügung. Ziel der Erhebung der experimentellen Daten ist die Erstellung von mechanischen 3D-Modellen als Grundlage zur *in silico* Darstellung der Wechselwirkung menschlicher Gewebe mit Stützelementen. Aus diesem Arbeitsprogramm ergeben sich die folgenden Teilprojekte (Seite 5), die wiederum **zwei Themenfeldern** zugeordnet sind:

1. Entwicklung digitaler mechanischer Mensch-Modelle (**BOSS-** Modelle; **Body Optimization and Stimulation System**) mit komplexer Anatomie (s. Seite 6 ff)

Aus diesen Modellen ergeben sich die Arbeitsgebiete für das zweite Themenfeld

2. Mechanische Interaktion zwischen Geweberegionen und Stützstrukturen
(Simulation von Lastszenarien, **BI²**: **Body Interface Interaction**, s. Seite 31 ff)

Diesen Themenfeldern übergeordnet sind zwei Methodenplattformen, die der technischen Unterstützung aller Partner bei der Lösung physikalischer Probleme dienen.



Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit und Verständnis für die jeweilige andere Disziplin soll dieser Schwerpunkt nicht nur regional, sondern auch überregional und international zu einem ausgedehnten Netzwerk ausgebaut werden.

2) Die Teilprojekte / Ergebnisbericht 2010

2.1) THEMENFELD I

Boss 1: Weichgewebemechanik

Projektleiter: Prof. Dr. G. Silber, Prof. Dr. J. Vogl

Institut für Materialwissenschaften (ifm), Fachhochschule Frankfurt am Main; Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Goethe Universität, Frankfurt/M

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

Erhebung realistischer mechanischer Eigenschaften von relevanten Weichgeweberegionen (Rücken, Gesäß, Bein und Fuß) auf Basis von *in vivo* Messungen an Probanden

PROJEKTFORTSCHRITT

Auf Basis von MRT-Schnitten im Upright-MRT (Kooperationspartner Köln) von drei Probanden wurden über die aus drei Schritten bestehende CAD-Kette „3D-Rekonstruktion (Flächenrückführung) – Oberflächen-Vernetzung - FE-Modell-Generierung“ drei Mensch-Modelle für die sitzende Position entwickelt, wobei die äußeren Körperkonturen jeweils mittels eines 3D-Gesamtkörper-Laser-Scans (Firma VITRONIC, Wiesbaden) erzeugt wurden. Insbesondere wurden jeweils diejenigen für die Sitzposition relevanten anatomischen Strukturen der Gesäß- und Lumbalregion erfasst. Die mechanische Charakterisierung der *in vivo* Weichgewebeeigenschaften (Fett-, Binde- und (passives) Muskelgewebe) der Gluteusregion erfolgt in Kürze. Ferner wurden die Anatomien eines jeweils bereits vorhandenen weiblichen und männlichen Mensch-Modells in liegender Position für weitere Untersuchungen dahingehend überarbeitet, als dass deren jeweiligen Originalanatomie implementiert wurde, wobei die Identifikation der Materialparameter ebenfalls noch aussteht.

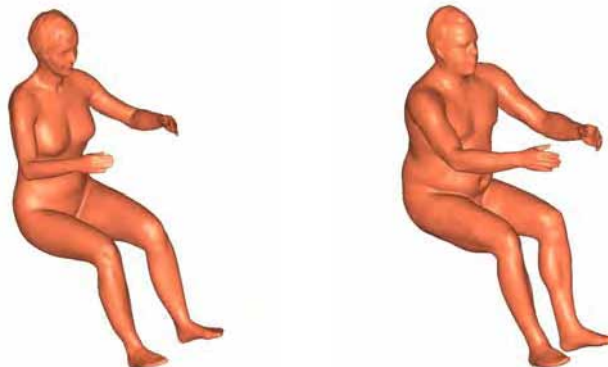


Abb.1: Oberflächenmodell eines weiblichen und männlichen Probanden jeweils im Sitzen

KOOPERATIONEN

- Boss 9, BI²1 bis BI²8
- Privatpraxis für Upright-Kernspintomographie, Köln
- Firma VITRONIC, Wiesbaden
- Universität Heidelberg, Orthopädische Universitätsklinik, Ganganalyselabor
- TECOSIM (Rüsselsheim) im Rahmen von ZIM („Entwicklung eines Mensch-Modell basierten Verfahrens zur Komfortoptimierung von Fahrzeugsitzen unter Berücksichtigung der Crashesicherheit“, 2009)
- Biodyn (Ermengerst) im Rahmen von ZIM („Biodynamische Optimierung einer spiraldynamischen Funktions-Schuh-Einlage“, 2010)

KOOPERATIONSVERTRAG

- Daimler AG Stuttgart

Boss 2: Gefäßmechanik – Biomechanische Modellierung anisotroper Materialien**Projektleiter: Dr. phil. nat. C. Blase**

Institut für Zellbiologie und Neurowissenschaften, Goethe Universität, Frankfurt/M

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

1. Beschreibung des komplexen Materialverhaltens von gesunden und pathologisch veränderten Blutgefäßen auf Basis der Struktur und Wechselwirkung aller Komponenten
2. Anwendung der mikromechanischen Messungen zur Validierung sonographischer Daten von kardiovaskulärem Gewebe

PROJEKTFORTSCHRITT

Der Schwerpunkt der Arbeiten im Projekt lag auf der Konstruktion und Fertigung des Versuchsstands zur Druck-Verformungsanalyse von Blutgefäßen. Diese Arbeiten sind weitgehend abgeschlossen: Es wurde ein temperierbares Becken, Probenhalterungen und Druckmessung installiert, sowie eine Integration des Ultraschall-Katheters vorgenommen (Abb. 1). In Erweiterung der ursprünglichen Planung soll der Versuchsstand eine Torsion der Probe ermöglichen, um komplexe Materialmodelle determinieren zu können. Die Konstruktion hierfür ist abgeschlossen und die Bauteile werden momentan gefertigt. Der erweiterte Versuchsstand wird im 1. Quartal 2011 fertig gestellt sein.



Abb. 2: Setting zur Druck-Verformungsanalyse von Blutgefäßen.

Parallel hierzu fanden Uniaxialversuche an tierischen und humanen Arterien statt (Aorta und Oberschenkelarterie). Hierbei konnte bei den humanen Proben eine altersabhängige Zunahme der Steifigkeit beobachtet werden. Weiterhin wurden ein anisotropes und ein isotropes Materialgesetz für Blutgefäße anhand dieser Daten verglichen, wobei sich zeigte, dass auf Basis von je zwei Uniaxialversuchen kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Modellen besteht (Benderoth et al., eingereicht).

Der Einfluss von fibrillären Matrixproteinen der Gefäßwand wurde in mechanischen Tests an Schweine-Aorten aus denen spezifisch Kollagen bzw. Elastin entfernt wurde untersucht. Hier konnte ein signifikant unterschiedliches Materialverhalten gezeigt

werden: Aorten ohne Elastin wiesen eine hohe, nicht-lineare Steifigkeit auf, wohingegen Aorten ohne Kollagen eine geringere, lineare Steifigkeit zeigten.

KOOPERATIONEN

- **Boss 3 (Vogt/Moosdorf):** Lieferung von Gewebeproben der Aorta ascendens aus Aneurysma-Operationen zur mechanischen Charakterisierung *in vitro*. Gemeinschaftliche 3D / 4D Ultraschall-Messungen an der Aorta ascendens und Ao. abdominalis *in vivo*.
- **BI² 4 (Vogl/Balzer):** Gemeinschaftliche 2D Ultraschall-Messungen der Beinarterien (A. femoralis und A. poplitea) zur Bestimmung der pulsatilen Durchmesseränderungen und der Flussgeschwindigkeit des Blutstroms *in vivo*.
- **BI² 5 (Schmitz-Rixen):** Lieferung von Gewebeproben der Aorta abdominalis aus Aneurysma-Operationen zur mechanischen Charakterisierung *in vitro*.
- Prof. Dr. W. Grill, Uni Leipzig, Ultraschall-Messungen von Blutgefäßen
Entwicklung einer neuen Messtechnik auf der Basis von US-Scherwellen zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Blutgefäßen. Die Durchführung der Messungen findet in Leipzig statt.
- Dr.-Ing. S. Brand, Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik Halle (IWMH),
Ultraschallmikroskopie
Weiterentwicklung des Analyseprogramms für das US-Mikroskop.
Messungen an Blutgefäßen mit unterschiedlichen Transducern (15-150 MHz).

Boss 3: 3D-Geometrie und Biomechanik des Herzens**Projektleiter: Prof. Dr. R. Moosdorf, Prof. Dr. S. Vogt**

Klinik für Herz- und thorakale Gefäßchirurgie, Philipps Universität, Marburg

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

1. funktionelle morphometrische Beschreibung von Aortensegmenten und der dabei notwendigen Beschreibung der zyklischen Elastizitätsveränderungen in der Aortenwand
2. Vermessung der Ventrikel-Kinetik und dadurch möglichen Optimierung der synchronen Kontraktion
3. Analyse der Gewebs-Morphologie und Aufarbeitung der Signalqualität des Untersuchungsschalls

PROJEKTFORTSCHRITT

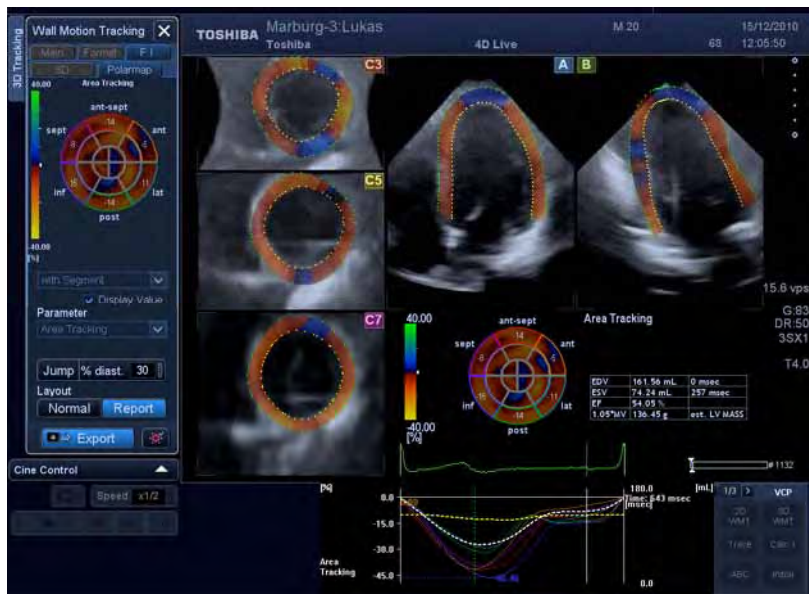
Für diese Untersuchungen ist die Anschaffung eines Hochleistungs-Echokardiographie- Gerätes unerlässlich. Die notwendigen Verhandlungen mit verschiedenen Firmen sind abgeschlossen. Unsere Arbeitsgruppe hat sich für das System der Firma Toshiba entschieden. Zunächst wurde, um den Fortgang unseres Projektes zu forcieren, ein Gerät gemietet. Der anschließende Kauf, zum Nutzen unserer Partner, vereinbart. Zusätzlich traten eine Reihe von Kooperationsvereinbarungen mit der Firma Toshiba in Kraft, so dass wir den notwendigen Zugang zur firmeneigenen Software (Workstation eingeschlossen) erhielten und dabei von Experten des Forschungszentrums in Holland unterstützt werden. Des Weiteren traten Umbaumaßnahmen in dem Bereich der Klinik in Kraft, so dass eine Synergie zwischen Patienten- Evaluation, weiterer Datenanalyse und -verarbeitung zur System-Modellierung gewährleistet ist. Die ersten kompletten Datensätze, welche an gesunden Probanden gewonnen wurden, stehen zur Systemmodellierung zur Verfügung. Damit ist die erste Etappe, entsprechend des Rahmenabkommens, erreicht.

KOOPERATIONEN

- Fa. Toshiba (Holland, wiss. Entwicklungszentrum)

KOOPERATIONSVERTRÄGE

- Disclosure Vereinbarung für den Zugang zur firmeneigenen Software, Kooperationsvereinbarung für die Zusammenarbeit bei der funktionellen Morphometrie

**Abb.3**

3D Sonographie-Aufnahme über Aortenmobilität.

Boss 4: Tumormechanik**Projektleiter: Dr. phil. nat. M. Hofmann**

Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Goethe Universität, Frankfurt/M

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM SCHWERPUNKT

Optimierung der Zytostatika Verfügbarkeit in Tumoren unterschiedlichen interstitiellen Druckes nach sonographischer Messung

PROJEKTFORTSCHRITT

Im Rahmen des Projektteils „Entwicklung einer sonographischen Methode zur Bestimmung des interstitiellen Flüssigkeitsdrucks eines Tumors (Tumor interstitial fluid pressure, TIFP) mittels der 3D-Sonographie“ wurden in einem ersten Arbeitsschritt verschiedene Phantommodelle (Schlauchsysteme mit unterschiedlichen Materialeigenschaften) entwickelt, an denen die Messung des interstitiellen Flüssigkeitsdrucks mittels Ultraschallmikroskopie (30 MHz und 100 MHz) simuliert wurde. Die Untersuchungen an den Phantommodellen dienen zum einen der präzisen Einstellung des Ultraschallmikroskops im Hinblick auf die späteren Messreihen an Tumorgewebe. Des Weiteren soll an den Phantommodellen, die Messung des interstitiellen Flüssigkeitsdruck erprobt und validiert werden. Durch das Induzieren eines bekannten Flüssigkeitsdrucks in das Phantommodell, kann man ein definiertes Ultraschallsignal generieren. Die Arbeiten an den Phantommodellen befinden sich aktuell in fortgeschrittenen Projektphasen, so dass aktuell erste Messungen des TIFP an exzidierten experimentellen Tumoren mittels Ultraschallmikroskopie durchgeführt wurden. Die ersten vorläufigen Ergebnisse dieser Messungen weisen darauf hin, dass der TIFP eine durch Ultraschallmikroskopie darstellbare Messgröße ist. Die Messergebnisse werden mit der Methoden der „wick-in-needle“ abgeglichen und validiert werden. Um die Validität der Messergebnisse zu erhöhen wurde von Projektmitteln ein APT300 Flüssigkeitsdruck-Transducer erworben. Dieses Gerät wird auch in den laufenden Untersuchungen zur Verbesserung der Aufnahme von Makromolekülen in TIFP-reduzierte Tumore als Messinstrument eingesetzt und steht anderen Gruppen, z. B. Boss 2, innerhalb des LOEWE-Verbundes zur kooperativen Nutzung zur Verfügung. Derzeit laufen die Vorbereitungen für *in vivo* Messungen des interstitiellen Druck in Tumoren mit Hilfe der Ultraschallmikroskopie. Des Weiteren ist die Aufnahme der Modellierung der Fluidodynamik im komplexen Gefäßsystem des Tumors in Zusammenarbeit mit BOSS 9 vorgesehen.

KOOPERATIONEN

- Prof. Dr. Helge Wiig, Dept. of Biomedicine, University of Bergen, Norway
- Fa. Merck KGaA (Darmstadt)

Boss 5: Knorpelmechanik (The Application of defined mechanical loading to cells and tissues)

Projektleiter: Prof. Dr. D. Jones

Dept. Experimental Orthopaedics and Biomechanics, Philipps Universität, Marburg

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM SCHWERPUNKT

Im Fokus des Projektes „Chondros“ steht die Entwicklung eines Gerätesystems zur präzisen kontrollierten mechanischen Kompressionsbelastung von Organkulturen unter physiologischen Bedingungen. Abb. 4 zeigt schematisch das Systemkonzept.

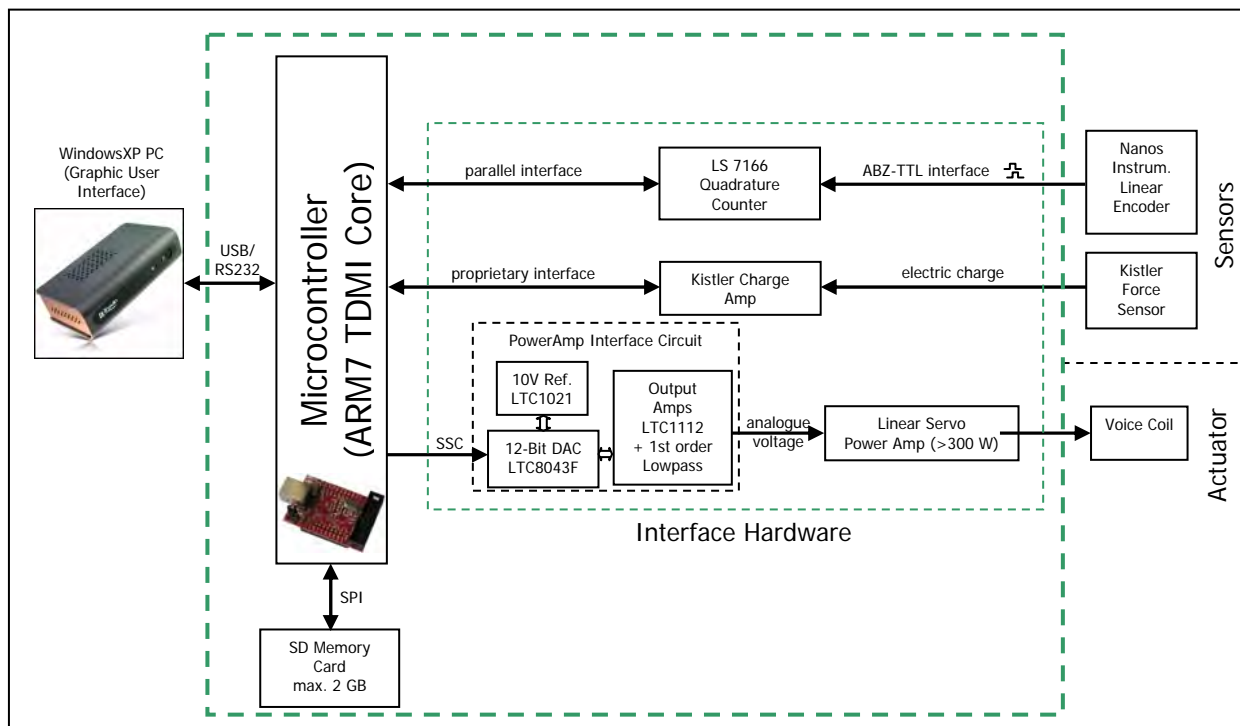


Abb. 4: Gerätesystem „Chondros“ (schematisch), äußerer grüner Rahmen = Steuerelektronik

Die Hauptkomponenten des Systems sind eine Tauchspulenaktuator (Voice Coil, Fa. BEI Kimco), ein magnetischer inkrementeller Weggeber (Fa. Nanos Instruments, Hamburg) und ein piezoelektrischer Kraftaufnehmer (Fa. Kistler, CH).

PROJEKTFORTSCHRITT / ENTWURFSERGEBNISSE

1) Mechanik

Abb. 5 zeigt einen Prototyp der Messmechanik. Mit dem Aufbau sollen die geeignete Führung der Spule sowie die Anordnung der Sensoren untersucht und erste Messungen durchgeführt werden. Während der Kraftsensor unterhalb der Messkammer mit der darin befindlichen Probe angebracht ist, wird die Verschiebung auf Höhe der Kammer gemessen. Die ursprüngliche berührungslose Anordnung der beiden Wegsensorbestandteile (Magnet-Encoderstab und Sensorplatine) hat sich aufgrund zu hoher Anforderungen an die Positioniergenauigkeit beider Komponenten zueinander als zu unverlässlich erwiesen. Ein Ausfall der Wegmessung führt zum

Kontrollverlust über den Tauchspulenaktor. Daher dient nun eine Polymergleitlagerführung (Fa. igus, Köln) zur elastischen und damit spielfreien Lagerung des Wegsensors.



Abb. 5: Chondros Prototyp, ohne Messkammer (links), mit eingesetzter Messkammer (rechts)

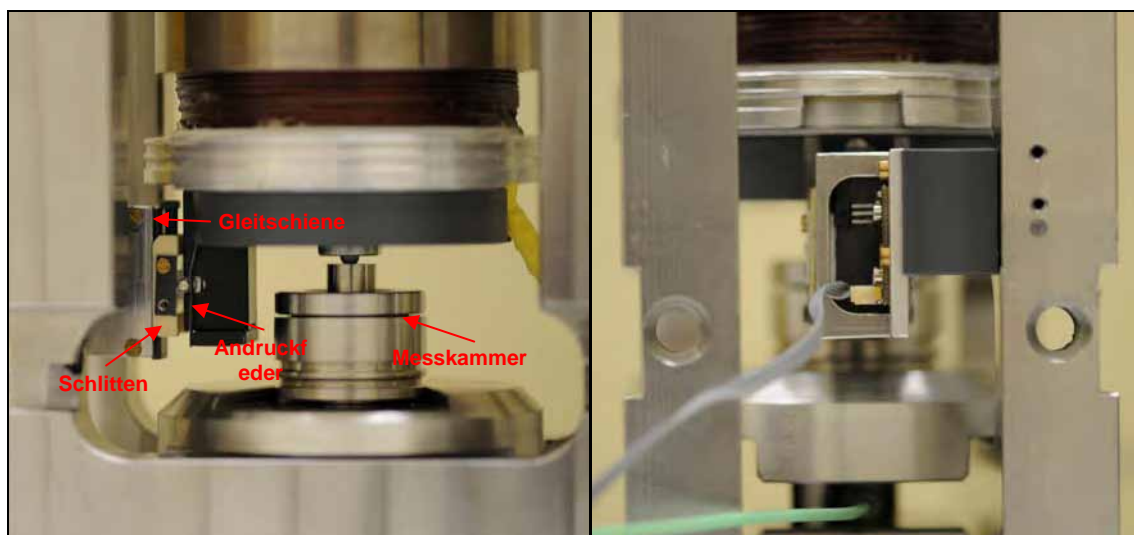


Abb. 6: Wegsensoraufhängung; links: federnd gelagerter Schlitten mit Polymer-Gleitlagerkufen, rechts: Seitenansicht mit Sensorplatine

2) Steuerung

Die Steuerung des Messablaufes soll entsprechend der vorgesehenen Sensorik zwei Betriebsarten unterstützen:

- Kraftgesteuerte Messung: Vorgabe und Applikation eines Kraftsignals bei gleichzeitiger Messung des zurückgelegten Weges
- Weggesteuerte Messung: Vorgabe und Applikation eines Wegsignals bei gleichzeitiger Messung der Kraft

Dabei gewährleisten Regelalgorithmen das präzise Einhalten der vorgegebenen Referenzsignale. In Abb. 7 ist die Steuerung des Messablaufes schematisch dargestellt.

Regelungsentwurf

Für den Entwurf der Regelungen sind Vorversuche zur Charakterisierung des dynamischen Systemverhaltens notwendig. Dazu wurden, soweit möglich, im Bereich bis zu 200 Hz Frequenzgänge (Amplitude und Phase) aufgenommen. Die Beschaffenheit der zu messenden Probe trägt ebenfalls zum dynamischen Verhalten bei, so dass ein Frequenzgang nur für den jeweils verwendeten Probenkörper gilt. Einige beispielhafte Frequenzgänge finden sich in Abb. 8 und Abb. 9. Als Eingangssignal dienen Sinussignale, die direkt (open loop) über den DA-Wandler (DAC in Abb. 4) übermittelt werden. Das Ausgangssignal wird am Weg-/Kraftsensorausgang aufgezeichnet. Jeder Amplitudengang ist auf den jeweiligen Maximalwert normiert.

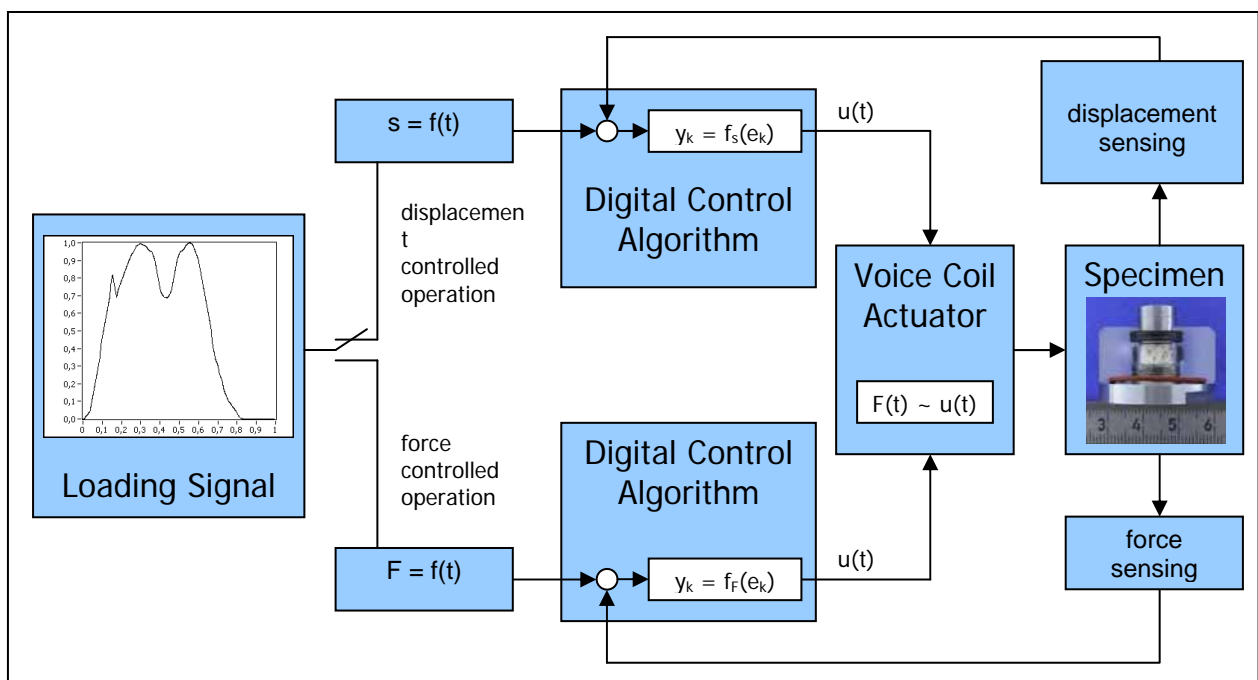


Abb. 7: Schematische Steuerung des Messablaufes

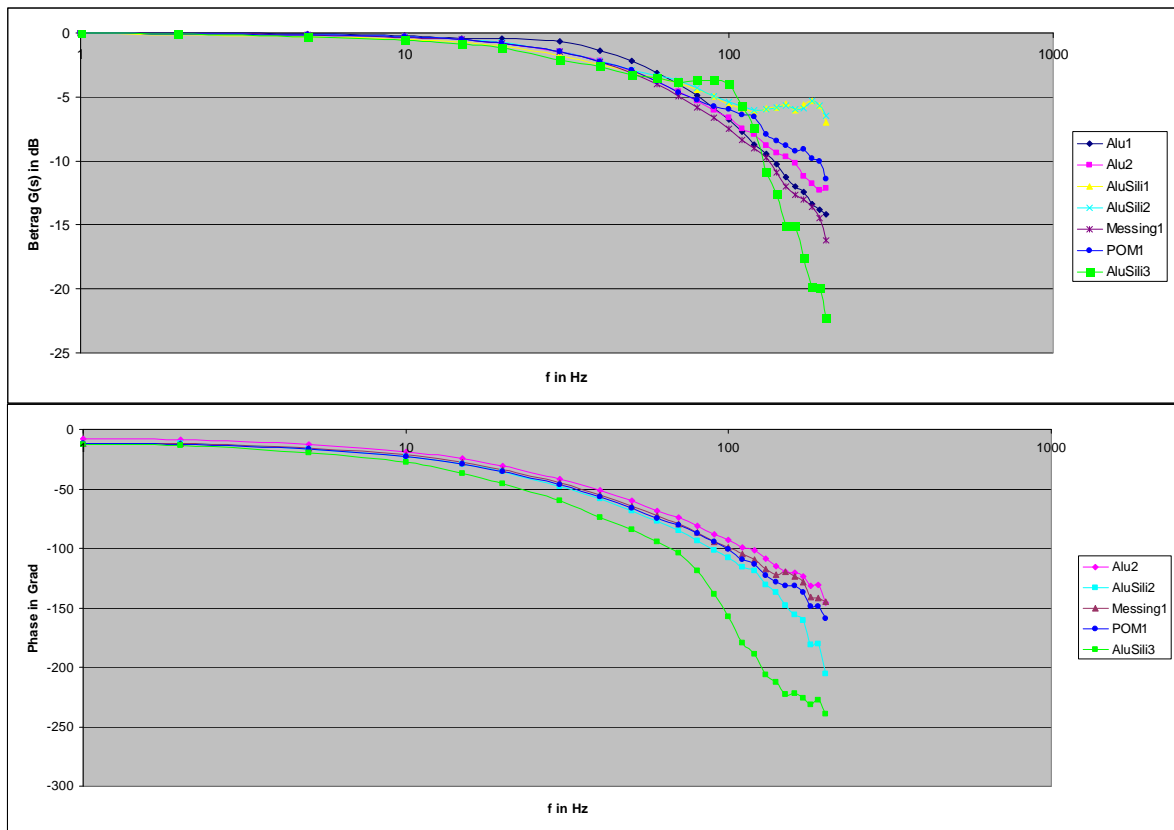


Abb. 8: Amplituden- und Phasengang bei Messung der Kraft. Eingangssignal: Sinusspannung, Ausgangssignal: gemessenes Kraftsignal. Bezeichnung der Probenkörper: Alu = Aluminium, AluSiliX = Aluminium mit 2 mm (X=1;2) / 4 mm (X=3) Silikonfolie, POM = Polyoxymethylen.

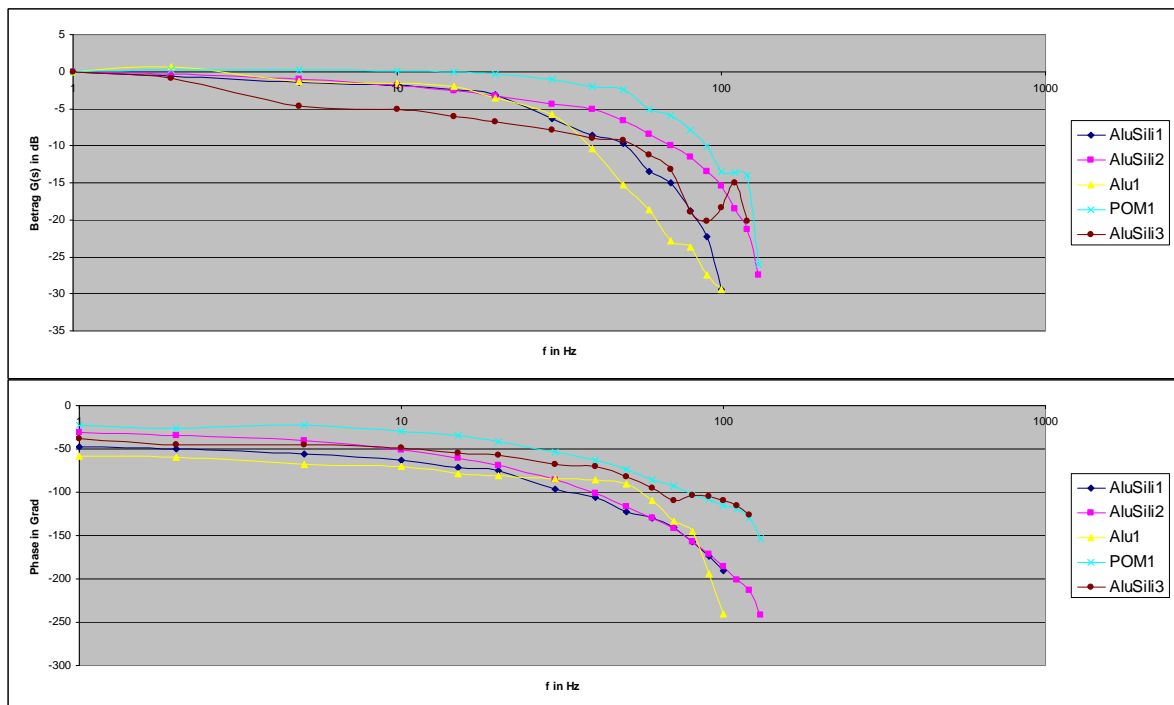


Abb. 9: Amplituden- und Phasengang bei Messung des Weges. Eingangssignal: Sinusspannung, Ausgangssignal: gemessenes Wegsignal. Probenkörper: Alu = Aluminium, AluSiliX = Aluminium mit 2 mm (X=1) / 4 mm (X=2) / 1 mm (X=3) Silikonfolie, POM = Polyoxymethylen.

Gelingt es, die aufgenommenen Frequenzgänge durch regelungstheoretische Modelle nachzubilden, ist der Entwurf einer zeitkontinuierlichen Regelung mit einer Simulationssoftware (hier: Matlab/Simulink) möglich. Die Transferfunktion des Reglers muss abschließend in den zeitdiskreten Bereich transformiert werden (Padé-Approximation), um den Algorithmus auf einem Mikrocontroller ausführen zu können.

Die Frequenzgänge verdeutlichen insbesondere im Fall der Transferfunktion vom Ansteuersignal des Spulenaktors zum gemessenen Weg (Abb. 9) eine starke Abhängigkeit vom zu messenden Material. Eine für ein einzelnes Material optimale Regelung kann daher bei einer Messung an einer anderen Probe zu einer verschlechterten Bandbreite oder sogar instabilem Verhalten führen. Dies endet unter Umständen in einem unbegrenzten Wachsen des Ausgangssignals bis hin zur automatischen Abschaltung wegen Überschreiten der maximal zulässigen Kraft. Die Messung würde unbrauchbare Werte liefern oder im Hinblick auf Messungen an Organkulturen die Probe zerstören.

Die Lösung der Wahl ist eine adaptive Regelung, die ihr dynamisches Verhalten unter Nutzung verschiedener Ansätze dem zu messendem Material im Idealfall automatisch zur Laufzeit anpasst. Deren Entwurf ist allerdings nicht trivial und erfordert je nach Verfahren einigen Arbeitsaufwand.

Beispielmessungen

Zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit der Steuerungssoftware wurden mit Hilfe der Modellierung und Simulation in Matlab/Simulink auf einzelne Materialien zugeschnittene Regelalgorithmen entworfen und parametrisiert. Abb. 10 und Abb. 11 zeigen verschiedene Signalverläufe für kraftgesteuerten Betrieb mit einer Aluminiumprobe. In Abb. 12 ist das Ergebnis einer Messung an einer Aluminiumprobe mit einer aufgelegten 1 mm starken Silikonfolie dargestellt. Die Signale für Gehen und Laufen stammen aus Bodenreaktionskraftmessungen und sollen bei den geplanten Untersuchungen an Organkulturen für physiologische Belastungsbedingungen sorgen.

Insbesondere beim Vergleich von Abb. 10 und Abb. 12 fällt die in der verwendeten Reglerkonfiguration unterlegene Bandbreite der Wegregelung gegenüber der Kraftsteuerung auf. Während letztere auch die aus dem Aufsetzen der Ferse resultierende Spitze (heel-strike) im Gangsignal sauber abbilden kann, reicht die Dynamik in Abb. 12 trotz geringerer Wiederholrate für solch hochfrequente Spektralanteile (noch) nicht aus. Abgesehen von diesen bandbreitenbedingten Schwächen zeigt sich jedoch in beiden Betriebsarten eine sehr gute Regelgenauigkeit.

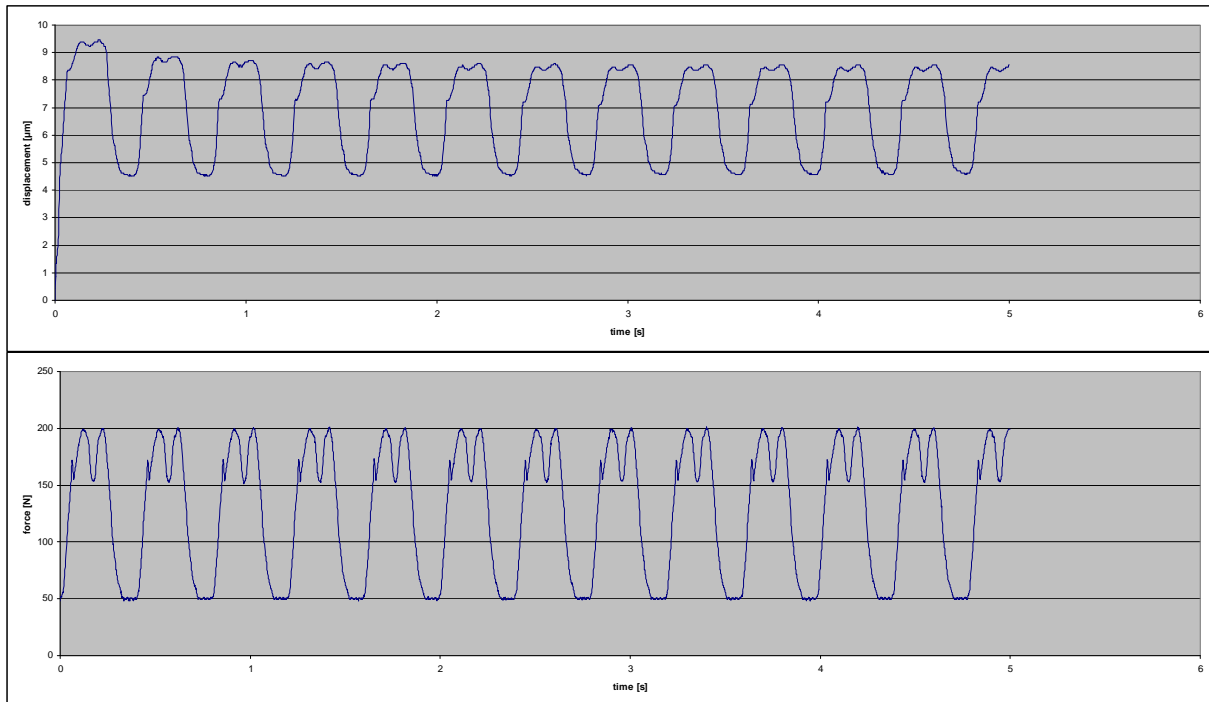


Abb. 10: Weg- (oben) und Kraftsignal im **kraftgesteuerten** Betrieb: Aluminiumprobe, Gangsignal bei 2,5 Hz Wiederholrate, 50 N konstante Vorlast + 150 N maximale Signallast

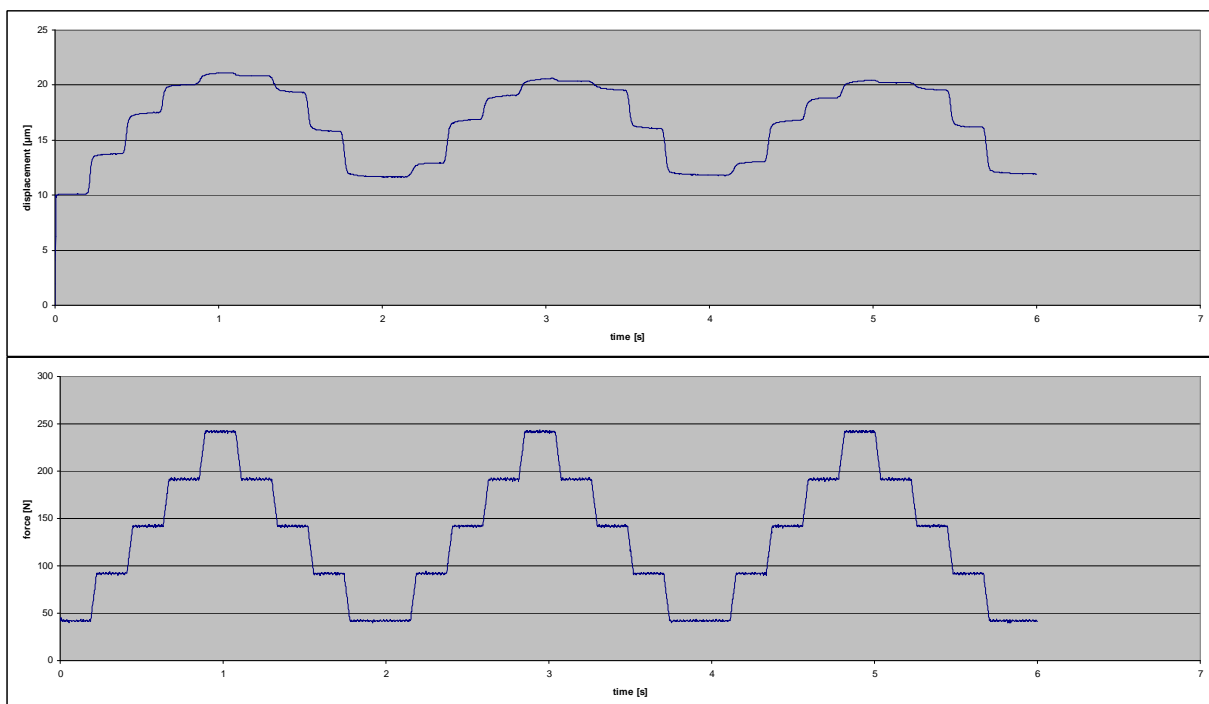


Abb. 11: Weg- (oben) und Kraftsignal im **kraftgesteuerten** Betrieb: Aluminiumprobe, Treppensignal, 42 N konstante Vorlast + 200 N maximale Signallast

Generell positiv ist sowohl die Genauigkeit als auch die Auflösung der Wegmessung zu vermerken, zumal es sich bei der Messung in Abb. 10 um eine relativ harte Aluminiumprobe handelt und man Amplituden von lediglich ca. 4 µm ohne sichtbare Störungen wie z. B. Rauschen oder Hysterese- Effekte erhält.

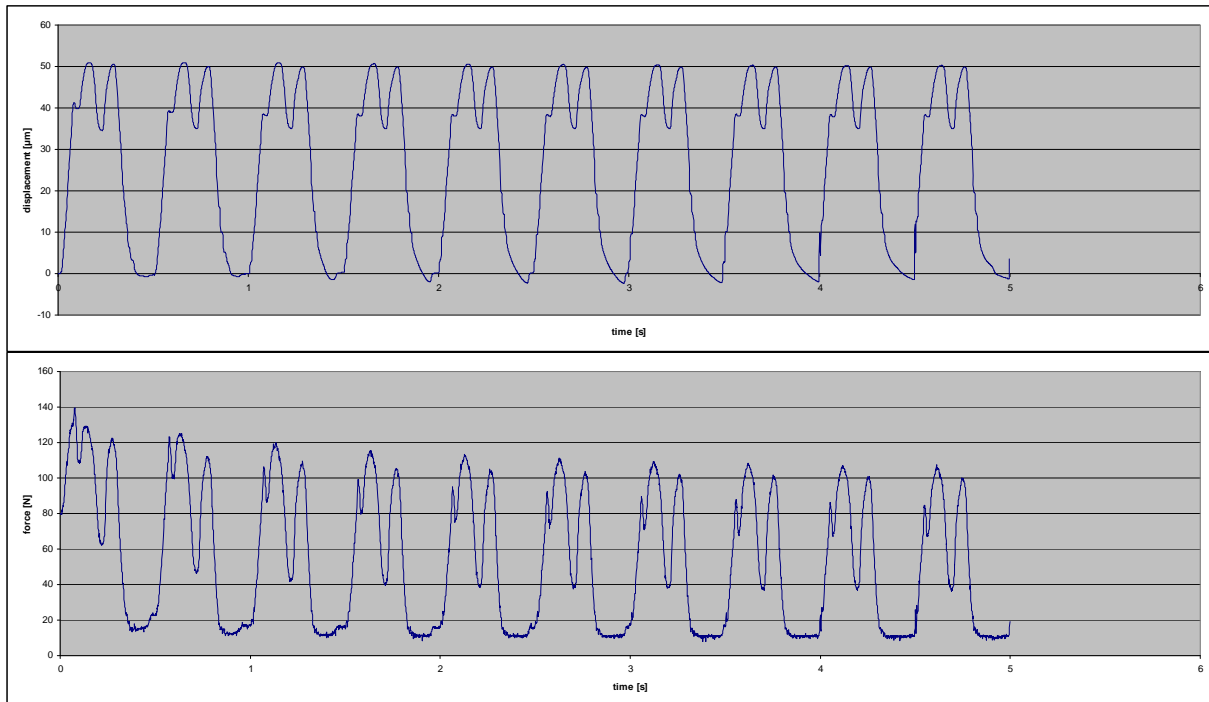


Abb. 12: Weg- (oben) und Kraftsignal im **weggesteuerten** Betrieb: Aluminiumprobe mit 1 mm Silikonfolie, Gangsignal bei 2 Hz Wiederholrate, 80 N Vorlast, 50 µm Signalamplitude

3) PC-Software

Zur möglichst benutzerfreundlichen und flexiblen Durchführung von Experimenten dient eine eigens entwickelte LabVIEW-basierte grafische Oberfläche (Abb. 13), die dem Nutzer das Erstellen von Messszenarien und die Handhabung von Messergebnissen ermöglicht. Ihre Funktionalitäten umfassen im Einzelnen:

- Abfrage des Gerätestatus
- Konfigurieren von Messungen (Dauer, Signal, Betriebsart, ...)
- Start/Abbruch von Messungen
- Zugriff auf im Gerät gespeicherte Messergebnisse inkl. Anzeige und Export-Möglichkeit

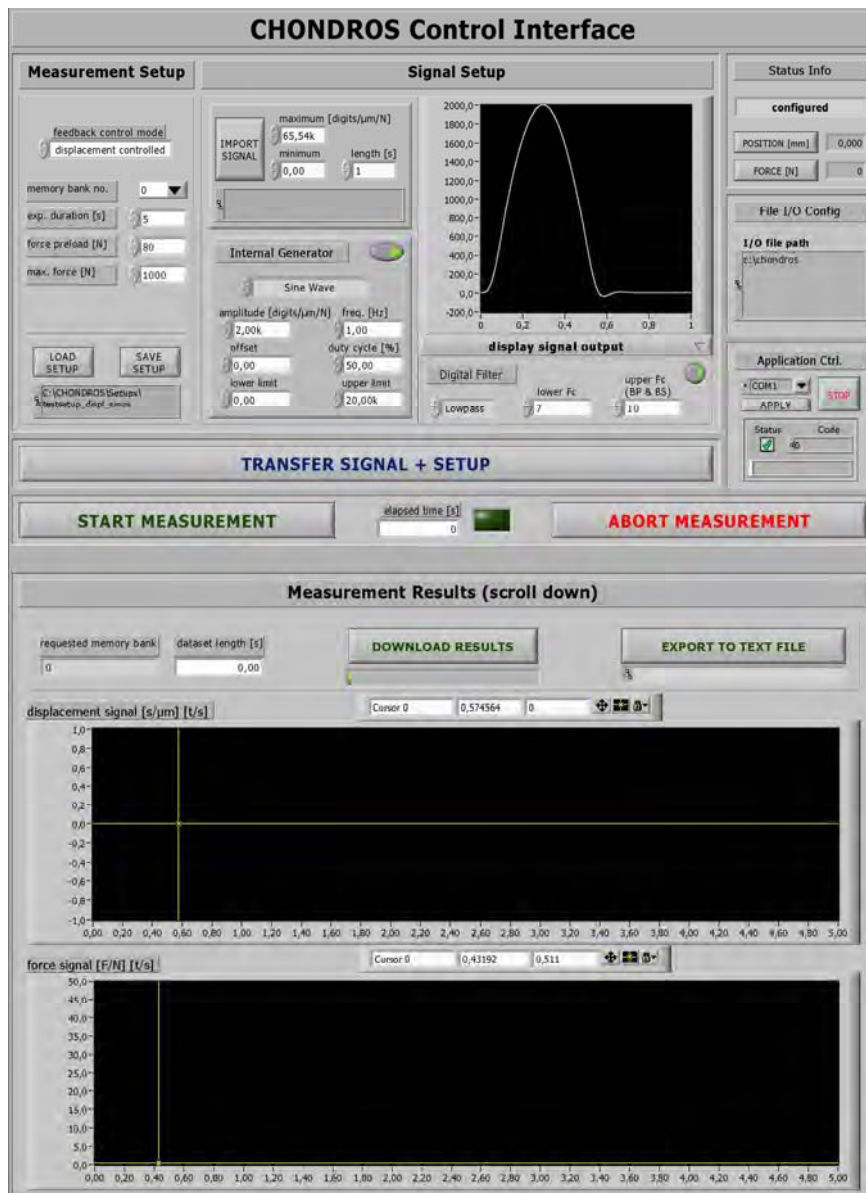


Abb. 13: Grafische Bedienoberfläche

Ausblick

Zur Weiterentwicklung des Chondros-Messsystems sind folgende Schritte geplant:

- Weiterentwicklung der Regelalgorithmen
 Insbesondere bei Messungen an biologischem Material (Organkulturen) sind die mechanischen Parameter zu Versuchbeginn unbekannt und verändern sich sogar über den Versuchsablauf. Eine vorangehende Bestimmung des Frequenzganges (s. 2) Steuerung), die zur Auslegung der Regelung notwendig wäre, ist damit ausgeschlossen. Nur eine sich an die Beschaffenheit der Messprobe anpassende adaptive Regelung funktioniert unter diesen Bedingungen optimal. Für deren Entwicklung sind allerdings entsprechende Anschaffungen im Bereich der Entwurfssoftware (Matlab-Toolbox) sowie der PC-Hardware nötig.

– Entwurf und Fertigung geeigneter Messkammern

Mit den momentan verwendeten Messkammern sind Experimente an Materialproben durchführbar, die Voraussetzungen für Messungen mit lebenden Organkulturen (Abb. 14) sind hierbei aber nicht gegeben. Geeignete Kammern müssen die Ernährung der Zellen ermöglichen, absolut dicht sein und dabei die zur Messung notwendige Auslenkung von bis zu 2 mm zulassen.



Abb. 14: Organkulturen (Knorpelimplantat mit Knochen)

– Software-Optimierung

Im Hinblick auf eine verbesserte Nutzbarkeit muss die Stabilität der Kommunikation zwischen der grafischen Bedienoberfläche und der Geräte-Firmware verbessert werden. Häufige Verbindungsabbrüche verursachen bislang störende Unterbrechungen der Experimente.

KOOPERATIONEN

- Prof. Dr. Steffen Ruchholtz, Direktor der Klinik für Unfall-, Hand und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg
- Prof. Dr. Martin Hofmann, Lehrstuhl für Photonik und Terahertztechnologie, Ruhr Universität Bochum

Boss 6: Mechanik der Zahn-Kiefer Interaktion**Projektleiter: Prof. Dr. Dr. R. Sader, PD Dr. Dr. C. Landes**

Klinik und Poliklinik für Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie, Goethe Universität, Frankfurt/M

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

Hauptziel ist die Erweiterung der Darstellungsmöglichkeiten existierender Ultraschallmikroskope um die dreidimensionale Darstellung von elastischen Eigenschaften biologischen Gewebes. Es soll eine Methode entwickelt werden, die mit einem Raster-Ultraschall-Mikroskop erzeugte Bild-Datensätze von biologischem Material medizinisch relevant interpretieren lässt. Diese Arbeiten bilden den Grundstein für eine Analyse der biomechanischen Interaktionen zwischen Kiefer und Implantat (s. TP BI²6) zur verbesserten implantologischen Versorgung. Für das Verständnis und die genaue Darstellung der komplexen biomechanischen Abläufe ist ein entsprechendes verifiziertes mathematisch-mechanisches Modell der prä-implantären Situation erforderlich.

PROJEKTFORTSCHRITT

In der experimentellen Untersuchung von Knochen, besteht zum Zeitpunkt unser Hauptanliegen in der Erfassung seines strukturellen Aufbaus auf mikroskopischer Ebene sowie der Beurteilung seiner funktionellen und mechanischen Eigenschaften. Im Zuge dessen erfolgten erste Versuche der Knochendarstellung mit Ultraschallmikroskop anhand von unbehandelten Tierpräparaten (Huhn- Femur mit Gelenkanteil, Maus- Mandibula+Zahn). Ein Segment des menschlichen Mandibularpräparates befindet sich gerade in der Vorbereitungsphase. Aufgrund limitierter Platzverhältnisse für Objektuntersuchung wird das Mandibularpräparat vor der Zuschneidung (Ausschnitt Kompakta/Spongiosa+ Zahn) einer Entkalkung unterzogen. Die Problematik in der Erfassung der elastischen Eigenschaften liegt neben der Größe des zu untersuchenden Präparates, in der Vielfalt der Faktoren, die zusammen die Biomechanik des Knochens bestimmen, wie Mineralisationsgehalt und das Verhältnis zwischen Spongiosa und Kompakta.

Die Biomechanik des Knochens wird wesentlich durch den großen Volumenanteil an Hohlräumen und Spongiosabälkchen bestimmt. Des Weiteren gilt das Interesse der Verbundstruktur aus Knochen und Implantat und seiner mechanischen Beanspruchung, welches an einem Modell anhand der Finite-Elemente-Methode untersucht wird. Die bereits anhand von Leichen-Präparaten mit Hilfe von Finite-

Elemente-Methode erstellte Knochendarstellung erlaubt ausgezeichnete Beurteilung in seinen Einzelkomponenten.

Der nächste Schritt gilt der physiologischen Beanspruchungssimulation zwischen Knochen und Implantat, sowie Implantat-Abutment Verbindung, beide gelten als Schlüsselfaktoren für die Langlebigkeit eines Zahnimplantates. Des Weiteren gilt unser Bestreben der Knochendarstellung mit einem MikroCT, als Rechengrundlage für die Finite-Elemente-Methode.

KOOPERATIONEN

- Dipl.-Ing. Michael Mularczyk, Technische Universität Darmstadt
- Firma Camlog (Wimsheim)
- Firma KSI Ultraschallmikroskope „Kraemer Sonic Industries“ GmbH (Herborn)
- PVA Tepla (Aalen)

Boss 7: Kniegelenks-Materialien**Projektleiter: Prof. Dr. A. Kurth, Prof. Dr. H.-R. Ludwig**

Orthopädische Klinik und Poliklinik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz; Institut für Interdisziplinäre Technik, Fachhochschule Frankfurt am Main

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG

1. Entwicklung eines virtuellen Prototyps eines künstlichen Kniegelenks zwecks Implementierung in das Mensch-Modell, sowie Identifizierung der mechanischen Eigenschaften aller am später zu entwickelnden künstlichen Kniegelenk (BI²3: FRANKFURTER INLAY) beteiligten Materialien
2. Bestimmung optimaler Werkstoffparameter für den Einsatz nachgiebiger Endoprothesen aus künstlichen und biologisch-ähnlichen Materialien

PROJEKTFORTSCHRITT

Zunächst wurde mit der CNC-gestützten Herstellung der Komponenten des Kniesimulationsprüfstandes begonnen: Dies beinhaltete die Planung und die Programmierung der Fertigungsstrategie für die Eigenfertigungsteile.

Im Anschluss wurde der Prüfstand gemäß den Vorgaben ISO 14243 zur Ermittlung des Verschleißverhaltens von Knieendoprothesen umgesetzt. Es folgte eine Analyse der Bewegungszyklen mit dem Ziel der Ermittlung von mathematischen Funktionen, die die vorgegebenen Femurbeugung und Tibiarotation je Zyklus beschreiben. Basierend auf den entwickelten Funktionen und definierten geometrischen Vorgaben wurde eine computergestützte Simulation durchgeführt, mit dem Ziel der Ermittlung einer Steuerungsplanungstabelle. Diese Tabelle beinhaltet die zur Steuerung des Prüfstandes relevanten Kenndaten. Im Einzelnen wurden die zu realisierenden Sollpositionen, -geschwindigkeiten und -beschleunigungen der Antriebe in Schritten zu 0,01 Sec ermittelt.

Neben der Darstellung der definierten Bewegungszyklen wurde mit der Umsetzung der Belastungsvorgabe des Gelenks gemäß ISO 14243 begonnen. Die Vorgaben umfassen die Analyse eines Belastungs-Zeit-Zyklus. Daraus werden dann mathematische Funktionen ermittelt, die den Belastungs-Zeit-Zyklus beschreiben.

In Zusammenarbeit mit der Firma Beckhoff Automation GmbH und dem Labor für Automatisierungstechnik wurde eine Komplettlösung zur Ansteuerung des Simulationsprüfstands erarbeitet und anhand der vorher ermittelten Kenndaten programmiert. Die Herausforderung in der Realisierung der Steuerung, sowie der Regelung des Simulationsprüfstandes beinhaltet die zeitliche Synchronisierung der

Bewegungszyklen und des Belastungszyklus gemäß ISO 14243. Im Rahmen der ISO 14243 stehen die Femurbeugung, die Tibiarotation und die Belastungsvorgabe in einem definierten raum-zeitlichen Verhältnis.

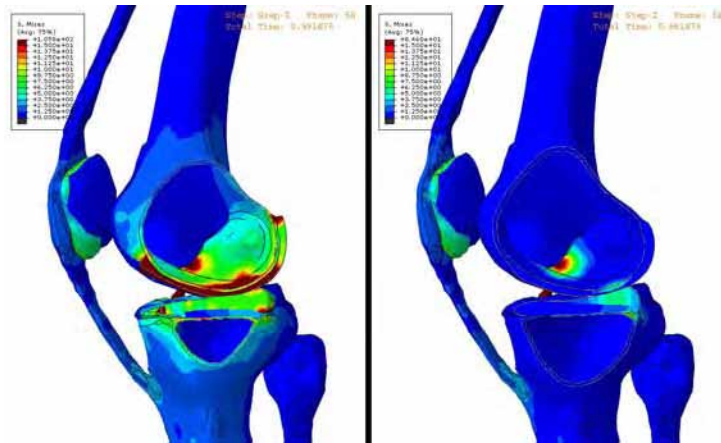


Abb. 15: Screenshot der von MISES-Spannungen während der Kniebewegung mit Inlay (links) und ohne (rechts) (Abb. generiert von AG Prof. Dr.-Ing. G. Silber)

KOOPERATIONEN

- Firma Beckhoff Automation GmbH (Frankfurt am Main)
- OS Orthopedic Services GmbH (Mainhausen)
- Orthopädische Klinik und Poliklinik der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz (Mainz)

Boss 8: Zellmechanik – Zelluläre Reaktionen auf mechanische Belastung**Projektleiter: Dr. phil. nat. C. Blase**

Institut für Zellbiologie und Neurowissenschaft, Goethe Universität, Frankfurt/M

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

1. Untersuchung der unmittelbaren und mittelfristigen Reaktion von Endothelzellen auf mechanische Belastungen, die in Blutgefäßen auftreten (Zug- und Scherspannungen)
2. Als Zellmodelle für Arteriosklerose bzw. Aneurysmen sollen seneszente und durch oxidativen Stress geschädigte Zellen untersucht werden.

PROJEKTFORTSCHRITT

Zunächst wurden die für Zellen der Blutgefäßwand relevanten mechanischen Belastungen identifiziert: Scherung und Dehnung. Als Zellmodell stehen humane Endothelzellen (HUVEC) und glatte Muskelzellen der Gefäßwand zur Verfügung, vorerst wird mit HUVEC gearbeitet. Zur Realisierung der mechanischen Belastungen wird eine spezielle Kammer für die Kultivierung von Zellen gefertigt, die die gleichzeitige Scherung (Flüssigkeitsströmung) und Dehnung (flexible Substrate) ermöglichen. Diese Kammer wird noch konstruiert und steht wahrscheinlich ab Ende des 1. Quartal 2011 zur Verfügung.

Die mikroskopische Analyse (Ultraschall) von Zellen im Gewebe (Blutgefäßwand) erfolgte in einem Frequenzbereich von 15 - 100 MHz. Der histologische Aufbau der Gefäßwand war ab 30 MHz gut darstellbar: bei tierischen und humanen Aorten konnten die elastischen Lamellen differenziert werden. Die Veränderung der Schallgeschwindigkeit konnte in Abhängigkeit von der Dehnung für den Gewebeverband gemessen werden. Die Schallgeschwindigkeit kann als Mittelwert über die Gefäßwand bestimmt werden und beträgt ca. 1570 m/s im ungedehnten und ca. 1600 m/s bei einer 20 %igen Dehnung des Gewebes.

KOOPERATIONEN

- Prof. Dr. W. Grill, Uni Leipzig, Ultraschall-Messungen von Blutgefäßen
- Dr.-Ing. S. Brand, Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik Halle (IWMH), Ultraschallmikroskopie

Boss 9: Mensch-Modelle (Boss-Models)

Projektleiter: Prof. Dr. G. Silber

Institut für Materialwissenschaften (ifm), Fachhochschule Frankfurt am Main

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

Basierend auf den Teil-Projekten **Boss1** bis **Boss8** sollen virtuelle mechanische Mensch-Modelle (**BOSS-MODELS**) mit sämtlichen für die Teilprojekte des **THEMENFELDES II** relevanten anatomischen Strukturen und Fragestellungen entwickelt werden.

PROJEKTFORTSCHRITT

Durchführung von Arbeiten für Teilprojekt BI²1:

Auf Basis kompletter Ganganalysen (Video-High-Speed-Daten, Human Motion Capture-Daten (HMC), Bodenreaktionskräfte, EMG, Kontaktdrücke zwischen Fuß und Schuh mittels Sensor-Einlegesohlen) und MRT-Schnitten erfolgte die Entwicklung der FE-Modelle eines weiblichen und eines männlichen Probanden insbesondere von deren kompletten Beinanatomie mit Fokus auf die Achilles-Sehne, um die Bein- und Fußkinematik beim Abrollvorgang des Gehens und Laufens (Rennen) zu beschreiben. Die Identifikation der dynamischen *in vivo* Materialparameter der Fersenpolster befindet sich in der Entwicklung (*Anmerkung*: Die hier aufgeführten Aktivitäten werden über das begleitende, vom BMBF Programm FHprofUnt geförderte Projekt „Biomechanische Optimierung von Gesundheits- und Sportschuhen (BiOS)“ finanziert).

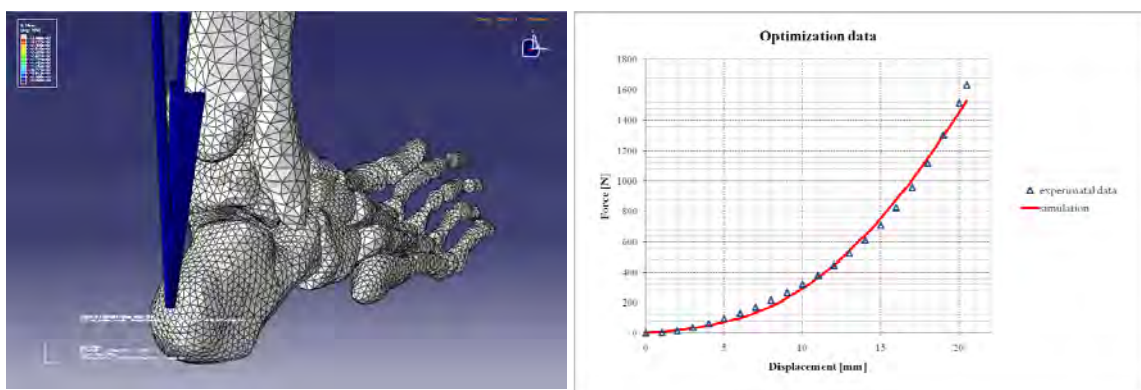


Abb. 16: FE-Fußmodell mit Muskelgruppe und Achillessehne (links) und deren Kraft-Verschiebungs-Verhalten (rechts)

Durchführung von Arbeiten für Teilprojekt BI²3:

Mit Hilfe von MRT-Schnitten mit geringer Dicke (etwa 2mm) erfolgte die Generierung eines männlichen Knies mit kompletter Anatomie (Knochenstrukturen, Knorpel, Bänder). Auf Basis von Ganganalysedaten (Video-High-Speed-Daten, Human Motion Capture-Daten (HMC), Bodenreaktionskräfte, EMG, Kontaktdrücke zwischen Fuß und Schuh mittels Sensor-Einlegesohlen) wurde der Gleit-Roll-Vorgang der Kniebewegung und zwar ohne und mit Frankfurter Inlay (Arbeitsgruppe Prof. Ludwig) beschrieben und die Spannungs- und Verformungsverläufe in der Knorpelschicht an ausgewählten Knotenpfaden im Rahmen eines ersten Überblickes einander gegenübergestellt. Als erstes Ergebnis zeigten sich erwartungsgemäß infolge des (virtuell) implantierten Inlays höhere Spannungen in der Knorpelschicht als im Kniegelenk ohne Inlay. Nach Auskunft von Orthopäden sind diese erhöhten Belastungen jedoch im Rahmen der Patientenbehandlung für einige Jahre tolerierbar.

Durchführung von Arbeiten für Teilprojekt BI²4 und BI²5:

Auf Basis von Video-High-Speed-Daten und Human Motion Capture-Daten (HMC) wurde eine komplette Ganganalyse analysiert, um folgende Parameter zu erheben: Bodenreaktionskräfte, Kontaktdrücke zwischen Fuß und Schuh mittels Sensor-Einlegesohlen. Aufgrund dieser Voraussetzungen wurde ein Zyklogramm (Kniewinkel über Hüftwinkel) erzeugt, auf dessen Basis sechs die Standphase repräsentierende Beinstellungen für eine Verformungsanalyse der Arteria Femoralis Superficialis (AFS) ausgewählt wurden. Diese Stellungen dienten als charakteristisches Belastungskollektiv für die Verformungen der AFS im Hinblick auf die Simulation der Interaktion eines Stents mit der Arterienwand und umgebendem Weichgewebe. Eine mechanische Charakterisierung der die AFS beeinflussenden Ober- bzw. Unterschenkelmuskulatur wird derzeit (infolge der leichteren Separation einzelner Muskeln) zunächst am Oberarmbizeps untersucht. Die Materialidentifikation von Gefäßwänden erfolgte bislang über Zugversuche an humanem und tierischem (Schwein) *ex vivo* Material der AFS sowie der Bauchorta und intra-operativ entnommenen humanen Aneurysmen-Streifen sowie mit Hilfe kontinuumsmechanischer Materialgesetze vom Ogden- und Holzapfel-Gasser-Ogden-Typ. Erste Simulationen zur Interaktion zwischen Stents mit pseudo-

elastischem Materialverhalten, Arterienwand und umgebendem Weichgewebe (des Oberschenkels) sind in Arbeit.

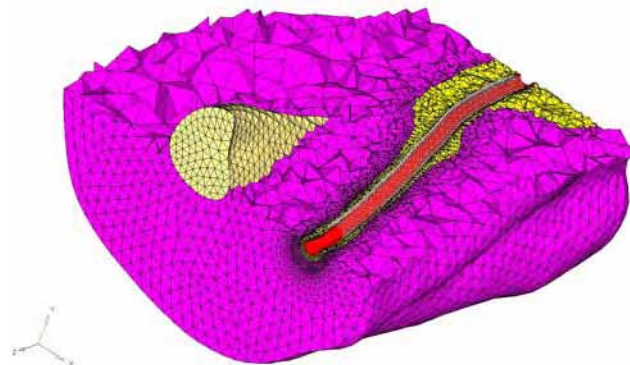


Abb. 17: Oberschenkel-FE-Modell im Schnitt mit AFS, Stent und umgebenden Weichgeweberegionen

Durchführung von Arbeiten für Teilprojekt BI² 6:

Im Hinblick auf die Simulationen des Implantat-Gewebe-Interface etwa beim Bissverhalten nach Implantation dentaler Implantate wurde auf Basis von MRT-Schnitten als Pilotstudie ein kompletter menschlicher Schädel 3D-rekonstruiert und dessen FE-Modell insbesondere mit den Fettgewebe-Muskelverbänden der Wangenregion (Gelenkköpfchen etc.) generiert. Für diesen Bereich erfolgt derzeit die Materialidentifikation und Separation der Fettgewebe- und Muskelanteile, wobei die *in vivo* Messungen infolge Unstimmigkeiten zwischen den experimentellen Daten und der Simulation wiederholt werden müssen.

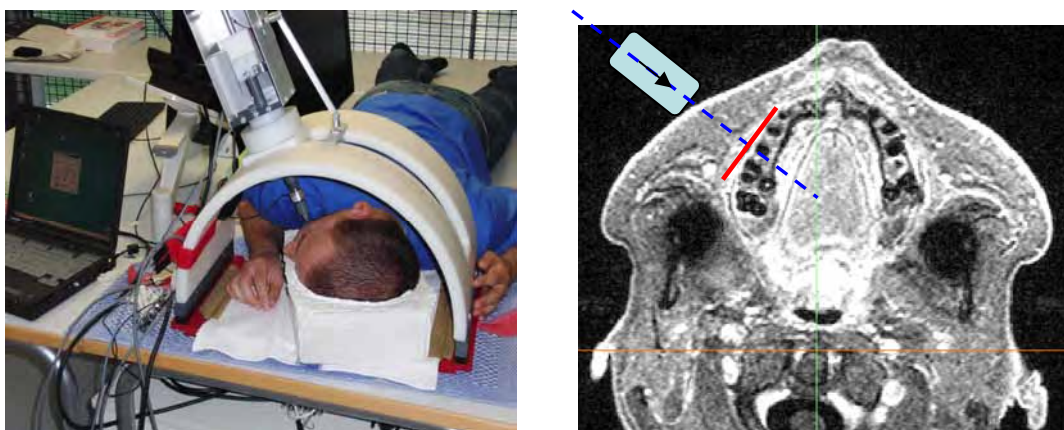


Abb. 18: Mechanische Charakterisierung von Fett- und Muskelgewebe im Wangenbereich, Proband in Versuchsvorrichtung (links) und MRT-Schnitt mit „Gegenlager“ einer Zahnreihe (rechts)

KOOPERATIONEN

- **Boss 1 bis Boss 8, BI²1 bis BI²5**
- FHprofUnt gefördertes Projekt „Biomechanische Optimierung von Gesundheits- und Sportschuhen (BiOS)“ (mit PUMA AG (Herzogenaurach) und biodyn GmbH (Ermengerst) als Kooperationspartner)
- Privatpraxis für Upright-kernspintomographie Köln
- Firma VITRONIC, Wiesbaden
- Universität Heidelberg, Orthopädische Universitätsklinik, Ganganalyselabor
- TECOSIM (Rüsselsheim) im Rahmen von ZIM („Entwicklung eines Mensch-Modell basierten Verfahrens zur Komfortoptimierung von Fahrzeugsitzen unter Berücksichtigung der Crashesicherheit“, 2009)
- Biodyn (Ermengerst) im Rahmen von ZIM („Biodynamische Optimierung einer spiraldynamischen Funktions-Schuh-Einlage“, 2010)

KOOPERATIONSVERTRAG

- Daimler AG Stuttgart

2.2) THEMENFELD II

Bl² 1: Neuro-mechanische Interaktion beim Stehen, Gehen und Laufen

Projektleiter: Prof. Dr. C. Haas, Prof. Dr. D. Schmidtbleicher
Institut für Sportwissenschaften, Goethe Universität, Frankfurt/M

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSTELLUNG:

Die Identifikation neuromechanischer Interaktionen beim Stehen (posturale Kontrolle, Gleichgewichtsregulation) Gehen und Laufen.

PROJEKTFORTSCHRITT

Im Jahr 2010 stand die posturale Kontrolle im Focus des Forschungsinteresses. Zunächst erfolgte die Auswahl geeigneter Untersuchungsdesigns und Beschreibungsgrößen. Generell wird von Gleichgewichtsmessungen verlangt, dass sie eine valide (Risiko-) Abschätzung der Gleichgewichtsregulation unter Alltagsbedingungen und assoziierten Sturzrisiken ermöglichen. Im Gegensatz zur Laborsituation oder klinischen Untersuchungen ist der Alltag allerdings durch eine große Anzahl von Situationen gekennzeichnet, in denen bedeutende Anforderungen an die Gleichgewichtsregulation gestellt werden. Die Zielstellung bestand zunächst darin, verschiedenen Situationen zu identifizieren bzw. zu simulieren, um die jeweiligen neuromechanischen Regulationsparameter zu beschreiben, und somit ein Varianzspektrum im Verhalten abschätzen zu können. In einem Untersuchungsansatz wurden verschiedene alltagsrelevante Standsituationen (Stehen auf einer Stufe, Stehen auf einer schiefen Ebene etc.) simuliert und überprüft. Hierbei zeigte sich, dass die Gleichgewichtsregulation beim Stehen auf höheren Stufen markant von den anderen Anforderungssituationen abweicht (stärkere totale Schwankungen, größere bilaterale Differenz in der Belastungsverteilung), wodurch ein größeres Sturzrisiko beim Stehen auf Stufen vermutet werden könnte. Diese Vermutung deckt sich mit der Erkenntnis, dass das Stehen auf einer Rolltreppe (ein Fuß oben und ein Fuß unten) mit einer hohen Unfallrate verbunden ist. Die folgende Zielstellung ist die Absicherungen der Daten in einer großen Personenstichprobe (mit unterschiedlichen Altersgruppen und Pathologien) und die Identifikation von weiteren Merkmalen und Merkmalskombinationen, die zu einer Veränderung (Phasensprung) in der Gleichgewichtsregulation im Hinblick auf Schwankungsumfang aber auch -muster führen. Die Untersuchungsdesigns sind bereits definiert. Neben bekannten linearen Beschreibungsgrößen sollen auch verstärkt nichtlineare Methoden (z.B.

approximated Entropy, Sample Entropy, Detrended Fluctuation Analysis) zum Einsatz kommen, um „verborgene“ Informationen identifizieren zu können.

Eine weitere Untersuchung bestand in der Analyse der beim Bus- und Bahn- Fahren auftretenden biomechanischen „Störsignale des Gleichgewichts“ und der Vergleich mit typischen Gleichgewichtsmesssituationen im Labor bzw. im klinischen Kontext. Der Hintergrund dieses Ansatzes besteht u.a. darin, dass die Nutzung dieser öffentlichen Verkehrsmittel zwar insgesamt sicher ist, allerdings gerade bei älteren und sturzgefährdeten Personen mit einer erheblichen Häufigkeit von schweren Unfällen (Sturz) verbunden ist. Die Untersuchungen (Beschleunigungsmessungen) zeigen, dass sich verschiedenen Prototypen der Anfahr- und Anhaltesituationen identifizieren lassen. Die biomechanischen Merkmale (z. B. Beschleunigungsdauer) dieser Situationen weichen allerdings erheblich von den Laborsituationen ab, so dass angenommen werden muss, dass auf der Basis der üblichen Gleichgewichtsmessungen keine Aussagen über die Gleichgewichtsregulation in Bus oder Bahn und assoziierte Sturzrisiken getroffen werden können. Aus diesem Grund müssen die Versuchsbedingungen den realen Situationen angepasst werden, d.h. unter Realbelastungen und –Situationen stattfinden. Deshalb sollen physiologische bzw. motorische Reaktionen bei standardisierten Anfahr- und Anhaltesituationen bei einer größeren Personenstichprobe (ältere Personen) beschrieben werden. Eine Kooperation mit dem Landesverband hessischer Omnibusunternehmer besteht bereits.

Für 2011 sind neben den bereits skizzierten Gleichgewichtsmessungen auch Analysen zum Gang vorgesehen.

KOOPERATIONEN

- Hochschule Fresenius, Bundesarbeitsgemeinschaft für Haltungs- und Bewegungsförderung
- Landesverband Hessischer Omnibusunternehmer LHO e.V.

BI² 2: Mechanische Interaktion beim Sitzen**Projektleiter: Prof. Dr. G. Silber**

Institut für Materialwissenschaften (ifm), Fachhochschule Frankfurt am Main

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

Untersuchung des interagierenden Person/Sitz-Systems während des Einsitzvorganges auf Basis eines geeigneten **BOSS-MODELS** (Teil-Projekt **Boss 9**) für unterschiedliche Sitzpositionen und Analyse der orts- und zeitabhängigen Spannungsverteilung innerhalb des menschlichen Gesäßes und des Rückens. Berücksichtigung der Fluid-Struktur-Kopplung in der Beinarterie (Arteria Femoralis Superficialis gemäß Teil-Projekt **BI² 5**) für den Bereich der Flugzeugsitze (Thrombosegefahr bei Langstreckenflügen).

PROJEKTFORTSCHRITT

Im Hinblick auf die Simulation und Berechnung der Interaktion sitzender Personen mit Kfz-Sitzen erfolgte auf Basis der vom Kooperationspartner DAIMLER zur Verfügung gestellten CAD-Daten eines Kfz-Sitzes der E-Klasse die Generierung des FE-Modells. Die für die Interaktion relevanten Sitzmaterialien von Sitzkissen und Lehne (polymere Weichschaumstoffe) wurden auf Basis von Druckversuchen (Platten- und Indenterversuche) mechanisch charakterisiert und mittels kontinuumsmechanischer Stoffgesetze vom Hill-Ogden-Typ identifiziert. Die Auswertung des viskoelastischen Materialverhaltens wird demnächst in Angriff genommen.

**Abb. 19:** Weibliches BOSS-Modell mit Kfz-Sitz

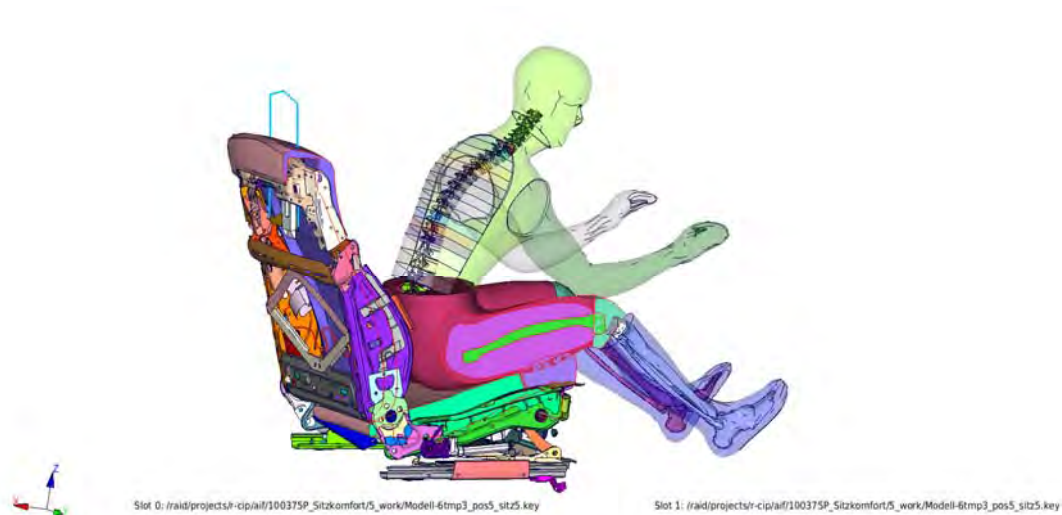


Abb. 20: Männliches BOSS-Modell in Crash-Situation

KOOPERATIONEN

- Boss 9, BI²1, BI²4
- Privatpraxis für Upright-Kernspintomographie, Köln
- Firma VITRONIC, Wiesbaden

KOOPERATIONSVERTRAG

- Daimler AG Stuttgart

BI²3: Biomechanische Optimierung einer Knieprothese (Frankfurter Inlay)**Projektleiter: Prof. Dr. H.-R. Ludwig, Prof. Dr. A. Kurth**

Institut für Interdisziplinäre Technik, Fachhochschule Frankfurt am Main; Orthopädische Klinik und Poliklinik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

Entwicklung einer lokalen individuellen kleinstmöglichen Prothese des menschlichen Knies (**FRANKFURTER INLAY**) für den lokalen und individuellen Ersatz des durch arthrotische Erkrankung verschlissenen Knorpels. Biomechanische Optimierung des **FRANKFURTER INLAY** unter Berücksichtigung des Abrollvorganges auf Basis des **BOSS-MODELS**.

PROJEKTFORTSCHRITT

Derzeit arbeiten wir an der Entwicklung eines alternativen Verfahrens zur konstruktiven Generierung des „Frankfurter Inlays“. Hierbei steht vor allem die Optimierung der patientenindividuellen Formgebung des Knies im Mittelpunkt, welche mit Hilfe eines Straks, einer an die darstellende Geometrie angelehnte zeichnerische Darstellungsart, abgebildet wird. Ein Körpervolumen, hier das Knie, wird mittels dieses Verfahrens durch einzelne ebene Querschnitte erzeugt, wodurch dann eine hoch definierte Anpassung des Implantates an die patientenindividuelle Ausprägung der femoralen Kondyle und des angrenzenden Gelenkknorpels ermöglicht wird.

Die Anwendbarkeit des „Frankfurt-Inlays“ ist in der Medizin noch nicht bekannt, da keine vergleichbare Methode zur Versorgung von Knorpeldefekten existiert. Im Frühjahr 2011 wird in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern des Universitätsklinikums in Mainz eine tierexperimentelle Studie zur Erprobung des „Frankfurter Inlays“ durchgeführt. Mit diesem Versuch werden die Funktionsfähigkeit, Strukturkompatibilität, sowie die mechanischen Eigenschaften des „Frankfurter Inlays“ erstmalig *in vivo* untersucht.

Derzeit wird an der Identifizierung der EWG konforme In-Verkehrbringung gearbeitet, da die Kombination aus dem hohen „Patienten-Individual-Anteil“ in der Ausführung/Generierung des „Frankfurter Inlays“ und der dazu gehörige Einsatzzweck eine eindeutige Festlegung nicht ermöglicht haben.

In Zusammenarbeit mit der OS GmbH konnte das „Frankfurter-Inlay“ eindeutig in den Kontext des Medizin-Produkte-Gesetzes (MPG) bzw. der EWG-Richtlinien eingeordnet werden: Beim „Frankfurt Inlay“ handelt es sich demnach um eine

Sonderanfertigung gemäß der Richtlinie 93/42/EWG des Rates vom 14. Juni 1993 bzw. des aktuellen MPG's (in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. August 2002, zuletzt geändert durch Artikel 12 des Gesetzes vom 24. Juli 2010). ,Sonderanfertigungen werden als solche gekennzeichnet und zusätzlich mit einer Erklärung versehen, die beinhaltet dass das Produkt den –im Anhang I der EWG-Richtlinie (93/42/EWG)– genannten Grundlegenden Anforderungen entspricht.'

KOOPERATIONEN

- OS Orthopedic Services GmbH, Mainhausen
- Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Mainz

BI² 4: Simulation von Kraffteinwirkungen auf Stents im Bereich der Unterschenkelarterien

Projektleiter: Prof. Dr. T. Vogl, PD Dr. J. Balzer

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Goethe Universität, Frankfurt/M; Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin, Katholisches Klinikum Mainz

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

Biomechanische Optimierung von auf die Belastungszustände in den Unterschenkelarterien zugeschnittenen NiTi- und CoCr-Stent-Systemen sowie medikamentenbeschichteten Stents und Überführung des Modells in die standardisierte industrielle Fertigung.

PROJEKTFORTSCHRITT

In diesem Teilprojekt wird mit Hilfe von Simulation die Kraffteinwirkung auf Stents im Bereich der Unterschenkelarterien untersucht.

Somit werden auf lange Sicht die biomechanische Optimierung, von NiTi- und CoCr-Stent-Systemen, die speziell auf die Belastungszustände in den Unterschenkelarterien zugeschnitten sind, erfolgen.

Zunächst wurde mit Hilfe von ingenieurwissenschaftlichen Mitarbeitern [Herrn Frank Hübner (Dipl.-Ing. Medizintechnik) und Herrn Babak Bazrafshan (Physiker)] die Form der Datenakquisition festgelegt: Die Unterschenkel sollten während der Bewegung mittels bildgebender Verfahren abgebildet werden, um die Belastung und Verformung der Unterschenkelarterien in Echtzeit darstellen zu können.

Dabei ergaben sich in der Auswahl der Bildgebung folgende Einschränkungen:

- Auf Röntgenstrahlung bei den „proof- of – principle“ Untersuchungen an gesunden Probanden musste aufgrund der gesetzlichen RöV verzichtet werden, d.h. es stehen nur bildgebende Verfahren wie zum Beispiel die Sonographie(US) oder Magnetresonanztomographie (MRT) zur Verfügung.
- Auf die Gabe von Kontrastmittel in bildgebenden Methoden (z. B. US oder MRT) muss bei gesunden Probanden aus ethischen Gründen aufgrund der Invasivität dieser Technik verzichtet werden.

Aus diesen beiden Gründen wurde die Arbeit mit MRT-Sequenzen, die eine nativdiagnostische Darstellung der Unterschenkelgefäße ermöglichen verfolgt. Somit ergab sich die Notwendigkeit die erforderlichen Sequenzen für das Projekt zu erwerben.

Des Weiteren sollen Bewegungen realistisch aufgenommen werden, um den Weichteilmantel sowie die Unterschenkelgefäße genau abbilden zu können. Aus diesen Daten kann dann eine Segmentierung und Erstellung eines FE-gestützten Modells erfolgen.

Generell konnte bezüglich der Bildakquisition von Bewegungen durch eine Kooperation mit dem Max-Planck Institut in Göttingen ein bedeutender Fortschritt erzielt werden: Die noch nicht kommerziell erhältliche MRT-Sequenz (radial FLASH) wird durch einen Kooperationsvertrag mit Siemens als WIP- (Work in Progress) Paket bereits vorab zur Verfügung gestellt.

Während erster Versuche in einem MRT-Scanner war es nicht möglich komplette Bewegungsabläufe von Extremitäten beim Gehen im MRT abzubilden, da der Innendurchmesser (maximal 70 cm) des Kernspintomographen den Spielraum für Bewegungen einschränkt.

Aktuell konnten erste Messungen bzw. Scans mit den nativen Sequenzen zur Gefäßdarstellung erfolgen, jedoch steht die Implementierung der radial FLASH Sequenz noch an, so dass bisher lediglich Testscans mit den radialen FLASH-Sequenzen im Max-Planck-Institut in Göttingen durchgeführt wurden.

Die Installation des WIP Pakets seitens Siemens ist für Januar 2011 geplant, so dass weitere funktionelle Messungen für das erste Quartal 2011 angesetzt sind.

KOOPERATIONEN

- Max Planck Institut Göttingen
- Medtronic /Invatec: Medtronic GmbH (Meerbusch)

KOOPERATIONSVERTRAG

- Siemens AG, Medical Solutions (Erlangen)

BI² 5: Optimierung der Implantation vaskulärer stentgestützter Endoprothesen**Projektleiter: Prof. Dr. T. Schmitz-Rixen**

Klinik für Allgemein- und Gefäßchirurgie, Goethe Universität, Frankfurt/M

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

Designoptimierung vasculärer stentgestützter Endoprothesen unter Berücksichtigung der mechanischen Interaktion zwischen Prothese und Gefäß sowie der umgebenden Gewebematerialien und –strukturen und der Blutströmung (Fluid-Struktur-Kopplung).

PROJEKTFORTSCHRITT

Zunächst wurde am Teilprojekt BI²7 gearbeitet. Aus diesem Grund wird das Aufbauprojekt über Optimierung der Implantation vaskulärer stentgestützter Endoprothesen im nächsten Jahr beginnen.

BI² 6: Biomechanische Optimierung dentaler Implantate**Projektleiter: Prof. Dr. Dr. R. Sader**

Klinik und Poliklinik für Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie, Goethe Universität, Frankfurt/M

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

Mittels Raster-Ultraschalltomographie sollen die biomechanischen Interaktionen zwischen periimplantärem Weichgewebe und Implantat realitätsnah in einer dreidimensionalen Simulation dargestellt werden. Dadurch sollen spätere mögliche kritische Spannungen/Verformungen im Implantat-Gewebe-Interface frühzeitig erkannt werden, um so in der Folge schwerwiegende Komplikationen, wie eine überbelastungsinduzierte Periimplantitis, zu vermeiden

PROJEKTFORTSCHRITT

Die Biomechanik des Knochens wird wesentlich durch den großen Volumenanteil an Hohlräumen und Spongiosabälkchen bestimmt. Des Weiteren gilt das Interesse der Verbundstruktur aus Knochen und Implantat und seiner mechanischen Beanspruchung, welches an einem Modell anhand der Finite-Elemente-Methode untersucht wird. Die bereits anhand von Leichen-Präparaten mit Hilfe von Finite-Elemente-Methode erstellte Knochendarstellung erlaubt ausgezeichnete Beurteilung in seinen Einzelkomponenten.

Der nächste Schritt gilt der physiologischen Beanspruchungssimulation zwischen Knochen und Implantat, sowie Implantat-Abutment Verbindung, beide gelten als Schlüsselfaktoren für die Langlebigkeit eines Zahnimplantates. Des Weiteren gilt unser Bestreben der Knochendarstellung mit einem MikroCT, als Rechengrundlage für die Finite-Elemente-Methode.

KOOPERATIONEN

- Dipl.-Ing. Michael Mularczyk, Technische Universität Darmstadt
- Firma Camlog (Wimsheim)
- Firma KSI Ultraschallmikroskope „Kraemer Sonic Industries“ GmbH (Herborn)
- PVA Tepla (Aalen)

BI² 7: Wachstumsdynamik von Aorten-Aneurysmen**Projektleiter: Prof. Dr. T. Schmitz-Rixen**

Klinik für Allgemein- und Gefäßchirurgie, Goethe Universität, Frankfurt/M

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

Entwicklung einer Methodik für die Generierung biomechanischer Prädiktoren zur frühzeitigen Erkennung des Aneurysmawachstums und Rupturrisikos.

PROJEKTFORTSCHRITT

Primär wurde sich auf die Einflussgrößen zum Rupturrisiko eines Aneurysmas konzentriert: Das Rupturrisiko steigt, wenn die Spannungskraft größer ist als die Zugfestigkeit des Gewebes. Sowohl Spannung als auch Zugfestigkeit sind im Aneurysma unregelmäßig verteilt. Daher müssen die lokalen Werte dieser Parameter für alle einzelnen Punkte der 3-dimensionalen Struktur des Aneurysmas berechnet werden.

Hierfür wurde zunächst die 3D-Verteilung der Spannung im Aortenaneurysma berechnet. Des Weiteren wurde durch Bestimmung von Blutdruck und Geometrie des Aneurysmas die Verteilung der Wandspannung mit Hilfe von mathematischen Modellen indirekt berechnet. Aus diesem Grund wurden Patienten mit Bauchortenaneurysma mittels Computertomographie (CT) untersucht und die Aufnahmen mit Finite-Elemente-Methode bearbeitet. Die Ergebnisse zeigen, dass von non-invasiven CT-Aufnahmen mit der Finite-Elemente-Methode genaue Modelle des Aortenaneurysmas für weitere Spannungsberechnungen abgebildet werden können. Außer durch Geometrie und Blutdruck wird die Wandspannung auch durch andere Faktoren wie Blutströmung und Thrombus im Aneurysma beeinflusst. Mit Hilfe der Arbeitsgruppe von Prof. Janoske (Bergische Universität Wuppertal) konnten unsere statischen Modelle auch mit Strömungsrechnungen ergänzt, und somit die dynamischen Blutdruckveränderungen während der Blutströmung betrachtet werden.

Im nächsten Schritt wird nun ein Modell generiert, das die Geometrie des Gefäßes, die Blutströmung und auch die Geometrie des Thrombus berücksichtigt.

Das Rupturrisiko wird, wie anfangs erläutert, aber auch von der Zugfestigkeit des Gewebes beeinflusst. Die Bestimmung der Zugfestigkeit ist sehr komplex. Zugfestigkeit und andere Materialeigenschaften können mit Zugversuchen getestet werden. Daher haben wir von Patienten während der Operation von

Bauchaortenaneurysmen Gewebeproben entnommen und mit diesen Zugversuche durchgeführt. Bei der Einstellung der Messung mussten mehrere methodische Probleme gelöst werden:

- Die Gewebeproben müssen innerhalb von einer Stunde getestet werden, um Veränderungen des Gewebes zu vermeiden.
- Die 3D Geometrie des Gewebestückes muss für die Berechnungen modelliert werden.
- Die Fixierung der Probe schädigt das Gewebe und hat somit in unmittelbarer Nähe zur Fixierung ein verändertes mechanisches Verhalten zur Folge, dies wiederum kann Artefakte verursachen.
- Bei der Berechnung der Materialeigenschaften müssen die viskoelastische Eigenschaften des biologischen Materials berücksichtigt werden.

Die ersten Ergebnisse zeigen, dass all diese logistischen und methodologischen Probleme gelöst werden konnten und die Messungen gut reproduzierbar sind. Des Weiteren zeigen die Ergebnisse der Zugmessungen unterschiedliche Zugfestigkeit bei gleichem exponentiellem Kurvenverlauf.

Das nächste Ziel ist die Bestimmung der Verteilung der Zugkräfte mit non-invasiven Methoden. Aus diesem Grund wird ein anderer relevanter Parameter für Materialeigenschaften, das elastische Modulus, entweder mit 3D Ultraschall Speckle Tracking oder mit MR-Elastographie gemessen. Bei beiden Methoden werden die Verformungen durch den diastolischen bzw. systolischen Druck des Herzen bestimmt.

Im Anschluss werden sich die Arbeitsschritte auf folgende Punkte konzentrieren:

- 1 Berechnung der Verteilung des elastischen Modulus mit non-invasiven Methoden
- 2 Bestimmung des Verhältnisses zwischen Zugfestigkeit und elastischem Modulus aus den Zugversuchen
- 3 Und Berechnung der Spannung- und Zugfestigkeitsverteilungen des Aneurysmas anhand dieser Zusammenhänge, sowie der Spannungsmessungen

Mit diesen Daten wäre es schließlich möglich die mechanischen Eigenschaften bzw. das Ruptur-Risiko eines Bauchaortenaneurysmas ausschließlich aus Daten von bildgebenden Verfahren zu bestimmen.

KOOPERATIONEN

- Prof. Dr.-Ing. Uwe Janoske, Bergische Universität Wuppertal

BI² 8: Optimierung der Rhythmizität des Herzens**Projektleiter: Prof. Dr. R. Moosdorf, Prof. Dr. S. Vogt**

Klinik für Herz- und thorakale Gefäßchirurgie, Philipps Universität, Marburg

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

Verbesserung der postoperativen Herzfunktion durch Unterdrückung eines Vorhofflimmers sowie Optimierung der Pumpfunktion und Verbesserung der Rekonvaleszenz der Patienten. Reduzierung postoperativer Komplikationen und Verminderung der in diesem Zusammenhang auftretenden Verteuerungen durch längere Krankenhausaufenthalte

PROJEKTFORTSCHRITT

Daten werden im Jahr 2011 erwartet.

KOOPERATION

- Fa. Toshiba (Holland, wissenschaftliches Entwicklungszentrum)

METHODENPLATTFORM**ME 1: Nicht-klassische Materialgesetze für Materialien mit ausgeprägter Mikrostruktur**

Projektleiter: Prof. Dr. G. Silber, Assistant Prof. Dr. M. Alizadeh
 Institut für Materialwissenschaften (ifm), Fachhochschule Frankfurt am Main

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

Generierung kontinuumsmechanischer Materialgleichungen aus einer Gradiententheorie vom Grade zwei zur Beschreibung mechanischer Eigenschaften von Materialien mit ausgeprägter Mikrostruktur (polymere Weichschaumstoffe, menschliche Weich- und Hartgewebe wie Fettgewebe, Muskel und Knorpel-Knochen-Verbünde)

PROJEKTFORTSCHRITT

Auf Basis einer von Silber (1986, 2007) und Alizadeh (2001) entwickelten Gradiententheorie vom Grade drei für Fluide, sowie von Sievert & Kiyak (2005) entwickelten elasto-plastischen Gradiententheorie wurde eine Theorie vom Grade zwei für Festkörper zunächst theoretisch inklusive Randbedingungen formuliert und anschließend über die Programmierung einer UMat-Schnittstelle in den FE-Code ABAQUS implementiert. Die Determinierung (nicht-lineare numerische Optimierung) der insgesamt sechs Materialparameter des zweistufigen Gesamt-Spannungstensors in PIOLA-KIRCHHOFFscher Form

$$\begin{aligned} \mathbf{P}_{\Sigma}^{II} = & [2\phi_1(Sp\mathbf{C} - 3) - 2\phi_3\Delta Sp\mathbf{C} - \phi_4\nabla \cdot (\nabla \cdot \mathbf{C}) - \phi_2]\mathbf{I} + \phi_2\mathbf{C} - 2\phi_5\Delta\mathbf{C} - \\ & - \phi_4\nabla\nabla Sp\mathbf{C} - \phi_6[\nabla(\nabla \cdot \mathbf{C}) + (\nabla \cdot \mathbf{C})\nabla] + \dots \end{aligned}$$

auf Basis von Indenter-Druckversuchen (mit unterschiedlichen im Verhältnis zur Porengröße der Schaumstoffe extrem kleinen Druckkopfdurchmessern) anhand unterschiedlicher polymerer Weichschäume ist derzeit in Arbeit. Im nächsten Schritt soll damit die Beschreibung menschlicher Weichgewebe (Binde- bzw. Fett- und Muskelgewebe) vollzogen werden, um die dafür bis dato zum Einsatz gekommenen Stoffgesetze nach Ogden (1972) und Holzapfel & Gasser & Ogden (2000), mittels derer insbesondere gewisse lokale Krümmungen der mittels in vivo-Experimenten gemessenen Kraft-Verschiebungs-Daten nicht zufriedenstellend abgebildet werden können, ersetzen zu können. Im Falle erfolgreicher Determinierungen steht das neue

Materialgesetz für die Teilprojekte **Boss1** bis **Boss9** sowie die entsprechenden **BI²**-Teilprojekte zur Verfügung.

KOOPERATION

- **Boss 1** bis **Boss 9**

ME 2: Analyse sonographischer Daten**Projektleiter: Prof. Dr. J. Bereiter-Hahn**

Institut für Zellbiologie und Neurowissenschaften, Goethe Universität, Frankfurt/M

WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG IM LOEWE-SCHWERPUNKT

In den Teil-Projekten **Boss2** bis **Boss4**, **Boss8** und **BI²7** fallen sonographische Daten an. Neue Transducer-Anordnungen sollen bei den Teil-Projekten **Boss2**, **Boss4** und **Boss6** zur Anwendung kommen. Die Analyse der Signale und deren Umsetzung in eine mechanische Charakterisierung der jeweiligen Strukturen soll im Rahmen der Plattform geleistet werden.

PROJEKTFORTSCHRITT

Die Mitarbeiterstelle konnte wegen Ihrer sehr spezifischen Anforderung erst 2011 besetzt werden. Durch einen Alexander von Humboldt - Stipendiaten wurden jedoch erste Arbeiten zur Charakterisierung der Übertragungsfunktionen des akustischen Mikroskops bei 30 MHz erbracht, des Weiteren wurden erste Berechnungen der Änderung akustischer Parameter von Phantompräparaten in verschiedenen Spannungszuständen durchgeführt. Wissenschaftliche Ergebnisse sind im zweiten Jahr zu erwarten.

KOOPERATIONEN

- PVA Tepla (Aalen)

3) Die Projektteilnehmer und Partner

3.1) Mitarbeiter

Tarifbeschäftigte:	34
davon in 2010 neu eingestellt:	18 (im Zuge der Gleichstellung davon 6 weibliche Mitarbeiter)
davon Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen:	17 (davon einer an der Technischen Universität Darmstadt)
Professoren:	14 (von den 34 Tarifbeschäftigten)
davon neue Professuren	1
administrative Mitarbeiter/innen:	2 (von den 34 Tarifbeschäftigten)

Die durch LOEWE neu geschaffenen Projektstellen wurden nach internationaler Ausschreibung durch wissenschaftlichen Nachwuchs (Doktoranden und PostDocs) besetzt.

PROJEKTLEITER

PROJEKTMITARBEITER UND -MITARBEITERINNEN

Prof. Dr. Jürgen Bereiter-Hahn
Goethe Universität FFM



Dr. Amit Shelke



Dr. Christopher Blase
Goethe Universität FFM



Dipl.-Ing. (FH)
Andreas Wittek



Prof. Dr. Christian Haas
Goethe Universität FFM



Marietta Tillmann
Tobias Getrost
Patric Schubert



Dr. Matthias Hofmann
Klinikum Goethe Universität FFM



Dipl.-Biol. Ralph Pflanze



Prof. Dr. David Jones
Philipps Universität Marburg



Marita Kratz
Marian Steinert
Konrad Schneider



Prof. Dr. Hans-Reiner Ludwig
 Fachhochschule FFM



Dipl.-Ing. (FH) Simon Betz



Dipl.-Ing. (FH)
 Peter Weimar



Prof. Dr. Rainer Moosdorf



Dr. Thet Htar Nwe



Prof. Dr. Sebastian Vogt
 Klinikum Philipps Universität Marburg



Prof. Dr. Dr. Robert Sader



Oksana Petruchin



PD Dr. Dr. Constantin Landes
 Klinikum Goethe Universität FFM



Dipl.-Ing. Michael
 Mularczyk



Prof. Dr. Dietmar Schmidtbleicher
 Goethe Universität FFM



Christoph Mickel

Prof. Dr. Thomas Schmitz-Rixen
 Klinikum Goethe Universität FFM



Dr. Peter Bihari

Prof. Dr. Gerhard Silber
 Fachhochschule FFM



M.Eng. Dipl.-Ing. (FH) Christophe
 Then

Dipl.-Ing. (FH)
 Majid Kardeh



Dipl.-Ing. (FH) Andreas Schmidt

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Wittek

Prof. Dr. Thomas Vogl
 Klinikum der Goethe Universität FFM



Christina Larson
 Petra Siebenhandl

3.2) assoziierte Mitarbeiter**Herr PD Dr. Jörn Balzer**

Katholisches Klinikum Mainz
Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin

**Prof. Dr.-Ing. Uwe Janoske**

Bergische Universität Wuppertal (BUW)
Fachbereich D: Maschinenbau

**Herr Prof. Andreas Kurth**

Johannes Gutenberg - Universität Mainz
Orthopädische Klinik und Poliklinik



Durch die Berufung von Herrn Prof. Janoske an die BUW, wurde die Professorenstelle im Bereich ‚Virtual Engineering‘ der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mosbach durch

Prof. Andreas Reichert

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mosbach
Fachbereich Virtual Engineering



neu besetzt.

Aus diesem Grund hat sich die Zahl der assoziierten Mitglieder auf vier erweitert.

3.3) wissenschaftlicher Beirat

Seit dem 1. Jan. 2011 finden sich folgende Mitglieder zur Unterstützung und wissenschaftlichen Beratung des Schwerpunktes im Amt:

Frau Prof. Dr. rer. nat. Cornelia Kober

*Arbeitsbereich ‚Technische Mechanik und Biomechanik‘
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg*

Cornelia Kober promovierte 1997 an der Technischen Universität München mit dem Thema ‚Verbundwerkstoffe mit Formgedächtnismaterial Modellierung als Schicht-Aufbau und numerische Simulation‘. Frau Prof. Kober beschäftigt sich u.a. mit der Dreidimensionalen Finite-Element Modellierung der Kiefermuskulatur zur Simulation realistischer Belastungszustände.



Derzeit arbeitet sie im Lehrbereich ‚Technische Mechanik und Biomechanik‘ an der HAW Hamburg. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Zahnheilkunde.

Hier ist vor allem das DFG gestützte Projekt der ‚Mechanischen Charakterisierung des Parodontalligaments *in vivo* über die initiale Zahnbewegung durch einen Vergleich von Experiment und Simulation‘ hervorzuheben. In der Kieferorthopädie weist das Parodontalligament eine besondere Bedeutung auf, da es als Verbindungselement zwischen Zahnwurzel und Alveolarknochen die Auslenkung eines Zahnes als direkte Reaktion auf die an der Zahnkrone angreifenden Kräfte und Momente bestimmt. Ziel dieses Projektes ist die Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften des Parodontalligaments *in vivo* durch einen direkten Vergleich von Experiment und Simulation.

Frau Prof. Kobers wissenschaftliches Interesse liegt in folgenden Bereich:

- Mechanische Konstruktionsprinzipien
- Biomechanik von Gelenken, der Wirbelsäule und deformierbarer Körper
- Strukturen und Materialeigenschaften im Becken-Bein-Skelett
- Anwendung von CAD in der Implantattechnik
- Endoprothetik
- Berechnungsmethoden und Beanspruchungen von Elementen des Beckenbeinskeletts
- Moderne Technik in der Chirurgie

Herr Prof. Dr.-Ing. Herbert Oertel

2010 Emeritierung vom Technologischen Institut Karlsruhe

Herbert Oertel, studierter Physiker, promovierte 1974 mit dem Thema ‚Berechnungen und Messungen der Dissoziationsrelaxation hinter schief reflektierten Stößen in Sauer-



stoff‘ zum Dr.-Ing. an der Universität Karlsruhe (TH) und habilitierte 1979 im Bereich ‚Thermische Zellularkonvektion‘. Nach seiner Habilitation wurde er zum Direktor des Instituts für Theoretische Strömungsmechanik der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt Göttingen berufen. 1989 erhielt er den Ruf auf den Lehrstuhl von Hermann Schlichting der Technischen Universität Braunschweig und leitete das Institut für Strömungsmechanik bis 1994. Es folgte der Ruf als Professor für Strömungslehre und Ordinarius der Universität Karlsruhe (TH), wo er das Institut für Strömungslehre bis zu seiner Emeritierung 2010 leitete.

Seine wissenschaftlichen Arbeiten umfassen folgende Teilgebiete der

Strömungsmechanik:

- Aerodynamik
- Aerothermodynamik
- Bioströmungsmechanik
- Gasdynamik
- Grenzschichtströmungen
- Konvektionsströmungen
- gaskinetische und kontinuumsmechanische Methoden der numerischen Strömungsmechanik
- optische Strömungsmesstechnik

Herr Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Müller

*Lehrstuhl für Kontinuumsmechanik und Materialtheorie
Institut für Mechanik, Technische Universität Berlin*



Wolfgang Müller erhielt 1982 sein Physik-Diplom und promovierte 1986 in den physikalischen Ingenieurwissenschaften mit dem Thema ‚Quantitative Modelle zur Beschreibung der Phasenumwandlung und der Erhöhung des Bruchwiderstandes in zirkondioxidhaltigen Keramiken‘ an der Technischen Universität Berlin. 1998 erschien seine Habilitationsschrift im VDI-Verlag mit dem Titel ‚Zur Simulation des Mikroverhaltens thermo-mechanisch fehlangepaßter Verbundwerkstoffe‘, die er an der Universität Paderborn angefertigt hat. Herr Prof. Wolfgang Müller bewegt sich im Fachgebiet für theoretische Ingenieur- und Materialwissenschaften und hat sich hierin auf folgende Gebiete spezialisiert:

- Kontinuumstheorie und Modellierung zum Aufbau und Verhalten von modernen/hochentwickelten Materialien, sowie technischer Strukturen
- Bruch- und Schädigungsmechanik, v.a. im Bereich "Bruchelektronik" („fracture electronics")
- Numerische Mathematik und Computersimulation
- Mechanik und Thermomechanik von modernen Materialien (Verbundwerkstoffen, Keramik, Brillen, Lötmitteln, Stahl, Metalllegierungen)
- Experimentelle Bestimmung mikro-mechanischer Parameter
- Thermodynamik und Materialtheorie

3.4) Gastforscher

Bereich „Acoustic Microscopy“

Alexander von Humboldt Preisträger:

Prof. Dr. Tribikram Kundu

University of Arizona, Tucson, USA

1. Aug. - 15. Okt.2010



Alexander von Humboldt Stipendiat:

MSc Amit Shelke

University of Arizona, Tucson, USA

1. Aug.- 15. Okt.2010



Bereich „Human Modelling“

Assistant Prof. Dr.-Ing. Mansour Alizadeh

Iran University of Science & Technology, Tehran, Iran

1.Juni - 30.Sept.2010



3.5) Partner aus außeruniversitären Forschungseinrichtungen

- **Dr.-Ing. Stephan Brand**

Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik , Institutsteil Haale/Saale (IWMH), Bereich
Ultraschallmikroskopie

- **Prof. Dr. Christian Haas**

Hochschule Fresenius in Idstein, Fachbereich Gesundheit

- eine Staatlich anerkannte Hochschule in privater Trägerschaft

Max Planck Institut Göttingen;

3.6) Partner aus der Wirtschaft

- Firma Merck KGaA, Darmstadt
- Bundesarbeitsgemeinschaft für Haltungs- und Bewegungsförderung, Landesverband Hessischer Omnibusunternehmer LHO e.V.
- OS Orthopedic Services GmbH, Mainhausen
- PVA Tepla, Aalen
- Firma Camlog, Wimsheim
- Firma KSI Ultraschallmikroskope „Kraemer Sonic Industries“ GmbH, Herborn
- TECOSIM, Rüsselsheim
- Biodyn, Ermengerst
- Daimler AG Stuttgart
- Medtronic /Invatec, Fraunfeld, Schweiz
- Privatpraxis für Upright-Kernspintomographie, Köln
- PUMA AG, Herzogenaurach

3.7) Erweiterung des Schwerpunktes

Zentrale Aufgabe der Wissenschaft-Praxis-Kooperation ist es, Forschungsergebnissen in die Praxis zu transportieren, sowie umgekehrt die Anforderungen aus der Praxis in die Wissenschaft zu vermitteln. Aus diesem Grund wird stetig die Kontaktdatenbank mit Kontakten aus Wissenschaft und Praxis erweitert. Zur Erweiterung unseres Netzwerks und zum Ausbau dieses Schwerpunktes sind wir für neue Kooperationspartner offen. Durch regelmäßige Teilnahme und Vorstellung von Ergebnissen der einzelnen Gruppen des Schwerpunktes auf Tagungen, Workshops, Summer Schools und Kongressen erhoffen wir uns einen Zuwachs an Kooperationen. Des Weiteren haben wir im Internationalen Newsletter der Fachhochschule Frankfurt am Main auf internationaler Ebene bereits im Mai 2010 den LOEWE-Schwerpunkt Präventive Biomechanik – PräBionik vorgestellt.

4) Veranstaltungen und Seminare

4.1) Veranstaltungen des LOEWE- Schwerpunktes

- **8. und 9. Okt. 2010 Erstes Berichtskolloquium Schlosshotel Weilburg**
Das erste Berichtskolloquium des LOEWE-Schwerpunktes "Präventive Biomechanik" hat vom 8. bis 9. Okt. 2010 im Schlosshotel Weilburg stattgefunden. Projektleiter und Mitarbeiter aller Teilprojekte haben anhand eines Vortrags die Weiterentwicklung und erste Ergebnisse Ihrer Projekte dargestellt.
- **5. und 6. März 2010 Kick-off Meeting Schloss Rauischholzhausen**
Das Kick-off Meeting wurde zur besseren Vernetzung der einzelnen Projektleiter und -mitarbeiter durchgeführt, sowie um einen Überblick über bereits bis dato geleistete Vorarbeiten zu erhalten. Des Weiteren wurde ein Überblick über die derzeitigen Forschungen und verfügbaren Methoden der einzelnen Projektgruppen geboten, um auf diese Weise die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Projektgruppen zu verstärken.
- **16. März 2010 Besetzungskolloquium**
Leitung: Dr. Matthias Hofmann
Goethe University Hospital Frankfurt am Main, Department of Dermatology and Venerology
- **18. Januar 2010 Besetzungskolloquium**
Leitung: Prof. Dr. Jürgen Bereiter-Hahn
Goethe University Frankfurt am Main

4.2) Seminare des LOEWE- Schwerpunktes

Während des Semesters treffen sich die Mitglieder des LOEWE- Schwerpunktes „Präventive Biomechanik - PräBionik“ jeden 3. Montag im Monat zu einem gemeinschaftlichen Seminar. Innerhalb dieses Seminars werden im Wechsel

- von Nachwuchswissenschaftlern der Fortschritt ihrer Projektarbeit oder eine in ihrem Gebiet wichtige wissenschaftliche Publikation vorgestellt
- und international renommierte Wissenschaftler zu einer Präsentation ihrer wissenschaftlichen Arbeiten begrüßt.

In 2010 wurden folgende Vorträge im Rahmen des PräBionik- Seminars gehalten:

13. Dez. 2010 Progress Reports and Journal Club
Dr. Thet Htar Nwe
Phillips Universität Marburg
"Cardiac and Aortic Modelling by Echocardiographic Speckle Tracking"
- Dipl.-Ing. Michael Mularczyk
Technical University Darmstadt
"FE-Simulation des menschlichen Unterkiefers"
17. Nov. 2010 Guest speaker
Prof. Dr. Antonius F.W. van der Steen, PhD
Head of Thorax Biomedical Engineering Civil Engineering
Erasmus University Rotterdam
"Biomechanics of blood vessels, atherosclerotic plaques and blood flow"
17. Nov. 2010 PräBionik - Seminar für Nachwuchswissenschaftler
Fördermöglichkeiten für die Karriereentwicklung
Mareike Schmitt
EU-Referentin der Goethe Universität und der FH FFM
Goethe Graduate Academy – GRADE
Dr. Beate Firla
20. Okt. 2010 Progress Report
Dr. Christopher Blase & Amit Shelke
Goethe University Frankfurt am Main
"Quantitative in vivo assessment of tissue properties using ultrasound"
22. Sept. 2010 Guest speaker
Alexander von Humboldt - Preisträger: Prof. T. Kundu, PhD
Department of Civil Engineering and Engineering Mechanics
University of Arizona, Tuscon, US
"Acoustic Microscopy for the characterization of biological material"
5. Aug. 2010 Guest speaker
Dr. Shou Zhang
Biomedizinische NMR Forschungs-GmbH am Max Planck Institut für
biophysikalische Chemie
"Magnetic Resonance Imageing in Real-Time"

24. Juni 2010 Guest speaker
 Dr. Sebastian Krittian
 University of Oxford, Computing Laboratory
 "Modellierung der kardialen Strömungs-Struktur-Wechselwirkung"
16. Juni 2010 Progress Report and Journal Club
 Dipl.-Ing. (FH) Andreas Wittek
 Fachhochschule Frankfurt am Main
 "In vivo deformation analysis of the AFS during walking"
- PD Dr. Jörn Balzer
 Katholisches Klinikum Mainz
21. April 2010 Progress Report and Journal Club
 AG Prof. Dr. Christian Haas
 Marietta Tillman, Tobias Getrost und Patric Schubert
 Goethe University Frankfurt am Main
 Institute of sport science
 "Preventive aspects of walking and standing"
- Dipl.-Biol. Ralph Pflanze
 Goethe University Hospital
 Department of Dermatology and Venerology

4.3) Veranstaltungen außerhalb des LOEWE Schwerpunktes

- **Prof. Dr. Jürgen Bereiter-Hahn**

Seminare zur Forschungscoordination, Goethe Universität Frankfurt am Main
 16.Nov. 2010 und 10.Dez. 2010

- **Prof. Dr. Christian Haas**

Diskussionsforum bei der Umsetzung der UN-Behindertenkonvention auf Einladung
 des BMAS, Berlin
 4. November 2010

- **Prof. Dr. Jürgen Bereiter-Hahn**

Seminare mit Projektbeteiligten des Schwerpunktes zu Anwendungsdetails der
 akustischen Mikroskopie und Echocardiographie, Marburg
 4.Aug. 2010, 9.Aug. 2010, 22.Sept. 2010, 26.Okt. 2010

- **Dipl.-Ing. (FH) Peter Weimar, Dipl.-Ing. (FH) Simon Betz**

Technische Dokumentation von Medizinprodukten, FORUM- Institut für Management GmbH / VDE- Institut, Frankfurt am Main / Offenbach, 29. Juni 2010

- **Marita Kratz**

O14: Comparison Of Optical Coherence Tomography, Micro Computed Tomography And Histology At A Three-Dimensionally Imaged Bone Sample, 7th International Workshop on Musculoskeletal and Neuronal Interactions, Bergisch Gladbach

20. -23. Mai 2010

- **Prof. Dr. Christian Haas et al.**

“Deviance-based gait training in multiple sclerosis” Conference of European Interdisciplinary Society for Clinical and Sports Application, Saint Etienne (F)

20.-21.Mai 2010

- **Dipl.-Ing. (FH) Peter Weimar, Dipl.-Ing. (FH) Simon Betz, Prof. Dr.-Ing. H.-R. Ludwig**

Seminar: Implantate : Materialien, Beschichtungen und Anwendungen, OTTI – Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V., Bayreuth

19. / 20. Mai 2010

- **Dipl.-Ing. (FH) Peter Weimar, Dipl.-Ing. (FH) Simon Betz**

Medizinprodukte für Einsteiger FORUM- Institut für Management GmbH, Frankfurt / Offenbach

20.Jan. 2010

- **Prof. Dr. Christian Haas et al.**

Interdisciplinary Journal Club & Seminar “Healthy ageing” Hochschule Fresenius Masterprogramm Therapiewissenschaften, fortlaufend

4.4) ausgewählte Vorträge

- **Prof. Dr.-Ing. Gerhard Silber**

„Präventive Biomechanik“ (invited Speaker), 3rd GAMM Seminar on Continuum Biomechanics, Freudenstadt-Lauterbad

24.-26. November 2010

- **Prof. Dr. Christian Haas**

„Stochastic Resonance Therapy“ Mittweidaer Wissenschaftlichen TAGE –
Biokinetische Medizin Technik

28. Okt. 2010

- **Dr. Matthias Hofmann**

“Overcoming tumour interstitial fluid pressure – a new strategy to transport
therapeutic macromolecules into tumours”

Dept. of Molecular Biology and Biochemistry, Okayama University, Japan

17. Sept. 2010

- **Prof. Dr. David Jones**

“Cytomechanics of osteoblasts and osteoblast like cells – is there a gravisensor?”

6th World Congress on Biomechanics, Singapur

01.Aug.-6.Aug.2010

- **Prof. Dr. Christian Haas**

„Die Effekte von Vibrationseinwirkungen“ BANSS Symposium 2010 Defizite der
Mobilität und Kognition im Alter - Pathophysiologie, Diagnostik und Therapie

14. Juni 2010

- **Prof. Dr. David Jones**

“Made for Space, for Use on Earth - A light robust energy efficient microscope design
for space turns out to be a useful tool for diagnostics in the field on Earth” Advances
in BioDetection Technologies Conference, Dublin, Ireland

25.-26. Mai 2010

- **Prof. Dr. Christian Haas & J. Taeymans**

“The development of bipedal walking and running and its consequences in modern
society”

State of the Art Session, Conference of European Interdisciplinary Society for Clinical
and Sports Application, Saint Etienne (F)

20.-21. Mai 2010

- **Prof. Dr.-Ing. Uwe Janoske**

“Center Centre for Biomedical Engineering-A collaboration of engineers and
physicians”, University Oxford Computing Laboratory

10. Mai 2010

- **Dipl.-Ing. (FH) Simon Betz**

„Biomechanische Optimierung einer patienten-individuellen Knieprothese (Frankfurter Inlay)“ Die Entwicklung von Medizinprodukten an hessischen Hochschulen, Workshop & Expertenbefragung, Fachhochschule Gießen-Friedberg, 26. April 2010

- **Prof. Dr.-Ing. Gerhard Silber**

„Neue technische Möglichkeiten zur Dekubitus-Prävention“, Interdisziplinärer Shunt- und Wundkongress Rhein Main (invited Speaker), Rastatt
15.-16. April 2010

- **Prof. Dr.-Ing. Uwe Janoske**

“Implicit Fluid-Structure Interaction – From biomedical engineering to waste water treatment”, German-Chinese Conference on Mathematics and Industry, Academy of Science, Beijing, China
16. März 2010

- **Prof. Dr.-Ing. Gerhard Silber**

„Boss-Mensch-Modelle in der Produktentwicklung“, Workshop „Simulationen in der Produktentwicklung“ (invited Speaker), Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau VDMA, Frankfurt am Main
9. März 2010

- **K. Siebertz, Prof. Dr.-Ing. Gerhard Silber**

“Seat Pressure Distribution and Internal Loads of the Human Body” (invited lecture)
5th Annual International Conference Innovative Seating, Frankfurt am Main
8.-10. Februar 2010

- **Prof. Dr. David Jones**

“Chondros“ and Biomedical Optics

- Boston University - Prof. M. Dembo
- University of California Davis - Prof. H. Reddi
- University Campus Suffolk, Ipswich - Prof. B. Noble, Head of School of Health, Science and Social Care
- University of Oxford - Prof. J. T. Triffitt

5) Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

5.1) Doktorarbeiten

Derzeit arbeiten 10 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Bereichen der Ingenieurwissenschaften, der Sportwissenschaften, der Biologie und der Medizin an Ihrer Dissertation.

Des Weiteren bauen zwei Nachwuchswissenschaftler (PhD seit Nov. 2007 und 2009) ihre eigene Arbeitsgruppe auf.

5.2) Veranstaltungen

Eine besondere Aufgabe dieses Schwerpunktes ist die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, aus diesem Grund liegt die Organisation der internen PräBionik-Seminare in ihren Händen. Der Progress Report and Journal Club schult nicht nur inhaltlich, sondern auch den Vortragsstil und die Diskussionsführung. Am 17. Nov. 2010 wurde für den wissenschaftlichen Nachwuchs ein Seminar zur Karriereentwicklung im In- und Ausland organisiert, um den Blickwinkel ‚über den Tellerrand hinaus‘ der PhD-Studenten und PostDocs zu erweitern. Unter anderem wurden Fördermöglichkeiten, sowie der mögliche Vorteil eines Auslandsaufenthaltes – für die Karriere, aber auch für die eigene Persönlichkeit - diskutiert.

5.3) Graduiertenkolleg

Des Weiteren hat sich Herr Prof. Bereiter-Hahn für eine Aufnahme der Doktoranden des Schwerpunktes in die GRADE – Goethe Graduate Academy eingesetzt. Auch die Doktoranden der Ingenieurwissenschaften, die einen Fachhochschulabschluss haben, können nach Anmeldung Ihrer Doktorarbeit an einer Universität das breite Programm des Graduiertenkollegs in den Bereichen Soft Skills, Inter- and Transdisciplinary Skills und Disciplinary Skills nutzen.

6) Publikationen und Öffentlichkeitsarbeit

6.1) Wissenschaftliche Publikationen

PUBLIKATIONEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHZEITSCHRIFTEN

M. Alizadeh, G. Silber, A. Ghasemi Nejad

“A Continuum Mechanical Gradient Theory with Application to Fully Developed Turbulent Flows”

Journal of Dispersion Science and Technology (accepted 2010)

G. Benderoth, A. Wittek, G. Silber, C. Blase

“A Method to Determine Mechanical Parameters of an Anisotropic Constitutive Equation from Uniaxial Tests for Blood Vessels”

Biomechanics and Modeling in Mechanobiology (submitted)

C.T. Haas S. Kersten, C. Lutz und M. Schwed

“Deviance-based gait training in multiple sclerosis”

Isokinetics and Exercise Science, Vol. 2, 82-83 (2010)

S. Krittian, T. Schenkel, U. Janoske und H. Oertel

“Partitioned fluid-solid coupling for cardiovascular blood flow - pressure-driven fluid-domain deformation”

Annals of Biomedical Engineering, Vol. 38/8, pp. 2676-2689, 2010

S. Krittian, U. Janoske, H. Oertel und T. Boelke

“Implicit fluid-solid coupling for cardiovascular blood flow - left-ventricular fluid mechanics”

Annals of Biomedical Engineering (accepted)

C. Kasseck, M. Kratz, A. Torcasio, N. C. Gerhardt, G. H. van Lenthe, T. K. Hoffmann, D. B. Jones, M. R. Hofmann

Paper of the month: “Comparison of optical coherence tomography, microcomputed tomography, and histology at a three-dimensionally imaged trabecular bone sample”

J. Biomed. Opt., Vol. 15, 046019, 2010

C. Mickel, D. Schmidtbleicher

„Treadmill versus Overground walking - an EMG-Study“

Isokinetics and Exercise Science Vol. 18, pp. 83-84, 2010

G. Silber, A. Aghajani Koopaie, M. Alizadeh

“Effects of Changing Nitinol Wire Stent Geometrical Parameters on the Superelastic Behaviour”

Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering (submitted)

G. Silber, M. Alizadeh

“Finite-Element Modelling and Material Identification for Anisotropic Hyperelastic Behaviour of Arteries”

International Journal of Energy & Technology Vol. 2 (11), pp. 1–6, 2010

G. Silber, M. Alizadeh, M. Salimi

“Large Deformation Analysis for Soft Foams based on Hyperelasticity”

Journal of Mechanics, Vol. 26 (3), 2010

G. Silber, T. Vogl, C. Then

“Methoden der präventiven Biomechanik: Dekubitus-Prävention“

Praxis Ergotherapie, Vol.6, Sept. 2010

T. Vogl, C. Then, N.N. Naguib, N.E. Nour-Eldin, M. Larson, S. Zangos, G. Silber

“Mechanical Soft Tissue Property Validation in Tissue Engineering Using Magnetic Resonance Imaging: Experimental Research”

Academic Radiology Vol. 12, pp. 1486-91, (2010)

G. Silber, M. Alizadeh, A. Aghajani Koopaie

“Finite element analysis for the design of self-expandable nitinol stent in an artery”

International

Journal of Energy & Technology Vol. 2 (19), pp. 1–7, 2010

POSTER SESSIONS

M. Hofmann, E. McCormack, H. Wiig, S. Kippenberger

Time domain optical imaging validates uptake of therapeutic macromolecules after lowering of tumor interstitial fluid pressure in a xenograft tumor model

World Molecular Imaging Congress, Kyoto, Japan, September 2010

Gewinner des Posterpreises in der Kategorie: Drug and/or Radiation Therapy & Imaging Molecular and/or Cellular Processes

Ralph Pflanze, Jürgen Bereiter-Hahn, Robert Sader, Helge Wiig, Matthias Hofmann

Tumor Interstitial Fluid Pressure: Comparing different techniques for measuring TIFP

2nd UCT Science Day, Frankfurt, September 2010

[C. Haas & J. Taeymans](#)

The development of bipedal walking and running and its consequences in modern society Conference Booklet, *Conference of the European Interdisciplinary Society for Clinical and Sports Application, Saint Etienne (F), Mai 2010*

[M.K. Tillmann et. al.](#)

Pattern analysis of perturbations in public transport

VII IAGG European Congress - *HEALTHY AND ACTIVE AGEING FOR ALL EUROPEANS*, in press

[C. Haas](#)

„Stochastic Resonance Therapy“

Mittweidaer Wissenschaftlichen TAGE – Biokinetische Medizin Technik, Published online: www.IMM-akademie.de, 2010

[Marian Steinert, David Jones](#)

P04: Chondros, An Advanced Bioreactor For Mechanical Stimulation And Mechanical Property Measurements

7th International Workshop on Musculoskeletal and Neuronal Interactions, Bergisch Gladbach, Mai 2010

[David Jones](#)

P10: If Astronauts Don't Lose Bone Why Take Counter Measures?

7th International Workshop on Musculoskeletal and Neuronal Interactions, Bergisch Gladbach, Mai 2010

[Marian Steinert, Marita Kratz, David Jones](#)

PD12: Chondros- Mechanical stimulation of cartilage

6th World Congress on Biomechanics, Singapore, Suntec Convention Centre, August 2010

[Marita Kratz, M. Hofmann, D. Jones](#)

PD146: Comparison Of Optical Coherence Tomography, Micro Computed Tomography And Histology At A Three-Dimensionally Imaged Bone Sample

6th World Congress on Biomechanics, Singapore, Suntec Convention Centre, August 2010

ABSCHLUSSARBEITEN / STUDIENPROJEKTE 2010

BEI PROF. DR.-ING. H.-R. LUDWIG

- **Andre Seidenschwann** : Gestaltungsmerkmale des „Frankfurter Inlays“
- **Daniel Linder** : Auswahl eines Knorpelersatzmaterials
- **Patrick Kiekhäfen** : MRT-Geräteparameter zur Darstellung der Grenzfläche zwischen Gelenkknorpel und Knochen
- **Christopher Halfen** : Oberflächenspezifikation von Lasergesinterten Implantaten
- **Jan Marcus** : Kraftregelung, Konzeption und Spezifikation des Knie- Simulations- Prüfstandes
- **Triyato Muji Sumarto** : Regelung der Bewegungszyklen am Knie- Simulationsprüfstand
- **David Tocü** : Vergleichende Evaluierung von Software zur Visualisierung und Verarbeitung medizinischer Bilddaten im Rahmen des Projektes „Frankfurter Inlay“
- **Jan Philip Mährle** : Darstellung der Verfahrenskette MRT/CT-IP-FE mit dem Softwareprodukt Simpleware
- **Isabelle Brunner** : Knorpelersatztechniken unter Verwendung von Biomaterialien
- **Maximilian Schwager** : Mechanische Eigenschaften von humanen Knorpelgewebe
- **Simon Unverzagt** : Aufbau des tribologischen Versuchstandes zur Erprobung individueller Endoprothesen im Kniegelenk (Frankfurter Inlay)

6.2) Nicht-wissenschaftliche Publikationen

- **H.-R. Ludwig**
Frankfurter Inlay: Frankfurter Forscher modellieren individuell angepasste Stützkonstruktionen
Frankfurter Rundschau, Nr. 255 vom 02. November 2010, S.24
- **G. Silber, C. Then, M. Kardeh, M. Küssner**
Die Simulation des menschlichen Körpers – Neue Einblicke in die Biomechanik mit Abaqus Unified FEM von Simulia

Digital Engineering Magazin, Zeitschrift für integrierte Produkte (2010)

- [G. Silber](#)
Präventive Biomechanik optimiert den Autositz
VDI Nachrichten Nr. 26/27 (2010)
- [G. Silber](#)
Simulieren geht über probieren –Präventive Biomechanik: Computer simuliert den Körperkontakt
Medizin & Technik –Ingenieurwissen für die Medizintechnik (2010)
- [G. Silber](#)
Simulieren ausdrücklich erwünscht
Impulse (2010)
- [G. Silber, J. Bereiter-Hahn](#)
Präventive Biomechanik – der zweite neue LOEWE-Förderschwerpunkt:
Aortenstents, Aneurysmen, Autositze, UniReport der Goethe-Universität (2010)

6.3) Erstellte Medien zur Darstellung in der Öffentlichkeit

HOMEPAGE

Am 22. Jan. 2010 startete die deutsche Version der Homepage des LOEWE-Schwerpunktes Präventive Biomechanik – PräBionik. Diese Website informiert zum einen über das Projekt, sowie die Teilprojekte und deren Projektfortschritt. Außerdem wird unter der Rubrik „Aktuelle Termine“ stets zum neusten Seminar eingeladen. Im „Archiv“ und unter „Termine 2010“ findet man eine Liste aller bereits durchgeführten Veranstaltungen im Schwerpunkt, sowie Programme der internen Kolloquien.

Derzeit arbeiten wir an der Englisch-sprachigen Homepage, welche in Kürze öffentlich zugänglich gemacht wird, um auch internationales Publikum zu erreichen.



FLYER

Im September 2010 wurde zur Information und zur Erweiterung des Netzwerkes für Industriepartner und Behörden ein Flyer veröffentlicht.



7) Struktur des Schwerpunktes

7.1) Geschäftsstelle

LOEWE-Schwerpunkt "Präventive Biomechanik - PräBionik"

Dr. rer. nat. Elke V. Ziegler

c/o Fachhochschule Frankfurt am Main -

University of Applied Sciences

Abt. Forschung Weiterbildung Transfer

Nibelungenplatz 1

60318 Frankfurt am Main 1

Tel.: +49 (0) 69 - 1533 2636

Fax +49 (0) 69 - 1533 2165

eziegler@preventive-biomechanics.eu

GESCHÄFTSFÜHRENDER KOORDINATOR

Prof. Dr. phil. nat. habil. Jürgen Bereiter-Hahn

c/o Fachhochschule Frankfurt am Main -

University of Applied Sciences

Nibelungenplatz 1

60318 Frankfurt am Main

Tel. +49 (0) 170 - 451 8717

Fax +49 (0) 69 - 1533 2165

bereiter-hahn@preventive-biomechanics.eu

WISSENSCHAFTLICHER LEITER

Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Silber

Fachhochschule Frankfurt am Main -

University of Applied Sciences

Fachbereich 2: Informatik und Ingenieurwissenschaften

Institut für Materialwissenschaften – IfM

Nibelungenplatz 1

60318 Frankfurt am Main

Tel. +49 (0) 69 - 1533 3035

Fax +49 (0) 69 - 1533 3030

silber@preventive-biomechanics.eu

7.2) Koordinierungsausschuss

Der Koordinierungsausschuss setzt sich aus folgenden 5 Mitgliedern zusammen:

- Aufgrund seiner Funktion als wissenschaftlicher Leiter, **Herr Prof. Dr.-Ing. Gerhard Silber**,
- zwei in der Mitgliederversammlung gewählten Mitgliedern: dem Geschäftsführenden Koordinator, **Herrn Prof. Dr. Jürgen Bereiter-Hahn** (Vorsitz) und **Herrn Prof. Dr. med. Rainer Moosdorf**

als *stimmberechtigte* Koordinatoren,

- sowie dem Abteilungsleiter „Forschung Weiterbildung Transfer“ der Fachhochschule Frankfurt am Main, **Herrn Peter Sulzbach**, und **Frau Dr. Elke Ziegler**

als *beratende* Mitglieder.

Der Koordinierungsausschuss (KA) trifft sich nach Absprache im 2-monatigen Rhythmus und vertritt den LOEWE-Schwerpunkt nach Außen.

Der KA ist für die Qualitätssicherung des Schwerpunktes verantwortlich; dies beinhaltet Projektcontrolling und Weiterentwicklung der Projektstrategie. Des Weiteren entwickelt und unterstützt er Verwertungsstrategien von im Rahmen des Projektes erzielten Ergebnissen. Außerdem koordiniert und stützt er Aktivitäten zur Einwerbung von Drittmitteln und leitet Informationen über projektrelevante Förderprogramme weiter. Überdies unterstützt und fördert der KA projektinternen Informations- und Erfahrungsaustausch durch regelmäßige Treffen aller LOEWE-Mitarbeiter. Er ist für die Förderungs- und haushaltstechnische Abwicklung des Gesamtprojektes, sowie für die Erstellung der zentralen Projektberichte in Zusammenarbeit mit der Geschäftsstelle verantwortlich. Der KA plant und koordiniert zentrale Veranstaltungen und widmet sich auch der zentralen Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.

7.3) Mitgliederversammlung

Zur Mitgliederversammlung (MV) gehören alle Projektleiter des Schwerpunktes, ordentliche Mitglieder, alle assoziierten Partner, assoziierte Mitglieder, alle wissenschaftlichen Mitarbeiter des LOEWE-Schwerpunktes, sowie der Leiter der Abteilung „Forschung Weiterbildung Transfer“ der Fachhochschule Frankfurt am Main, Peter Sulzbach.

Im Rahmen der Mitgliederversammlung wurde die Geschäftsordnung des LOEWE-Schwerpunktes Präventive Biomechanik – PräBionik beschlossen. Die Wahl der

Mitglieder des Koordinierungsausschusses, des geschäftsführenden Koordinators, sowie der Verteilung der Fördermittel wurde in der MV durchgeführt. Der wissenschaftliche Beirat wurde durch die MV ausgewählt und berufen. Neue Mitglieder können innerhalb der MV aufgenommen werden. Die MV stimmt auf Vorschlag des Koordinierungsausschusses über die Aufnahme oder Beendigung von Projekten ab. Des Weiteren werden in der MV Projektstrategien diskutiert und weiterentwickelt.

Bei Abstimmung haben ein Stimmrecht alle ordentlichen Mitglieder der Mitgliederversammlung, vier gewählte wissenschaftliche Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen und der Leiter der Abteilung „Forschung Weiterbildung Transfer“ der Fachhochschule Frankfurt am Main, Peter Sulzbach. Alle anderen Mitglieder haben uneingeschränktes Rede- und Antragsrecht (ohne Stimmrecht).

Die MV tagt zweimal jährlich auf Einladung des geschäftsführenden Koordinators, Prof. Dr. Jürgen Bereiter Hahn. Die Einladungen unter Vorlage einer Tagesordnung müssen mindestens 10 Arbeitstage vor dem Sitzungstermin vorgenommen werden, um eine Beschlussfähigkeit für die MV zu erhalten. Sie entscheidet mit einfacher Mehrheit der jeweils anwesenden stimmberechtigten Mitglieder. Eine Vertretung der ordentlichen Mitglieder ist nicht möglich.



Projektleiter der Teilprojekte: (v.l.) Prof. Dr. med. S. Vogt, Prof. Dr. med. T. Vogl, Prof. Dr.-Ing. G. Silber, Prof. Dr.-Ing. U. Janoske, Dr. phil. nat. M. Hofmann, Prof. Dr. D. Jones, Dr.-Ing. Buchholz, PD Dr. med. Dr. med. dent. C. Landes, Prof. Dr. phil. nat. J. Bereiter-Hahn, Dr. phil. nat. C. Blase, Prof. Dr. phil. D. Schmidtbleicher, Prof. Dr. med. R. Moosdorf, PD Dr. med. Jörn Balzer, Prof. Dr. med. T. Schmitz-Rixen, Prof. Dr. phil. C. Haas