



# LOEWE

## ABSCHLUSSBERICHT



**LOEWE-Schwerpunkt  
PräBionik – Präventive Biomechanik**

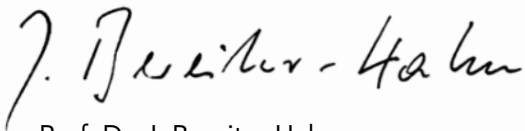
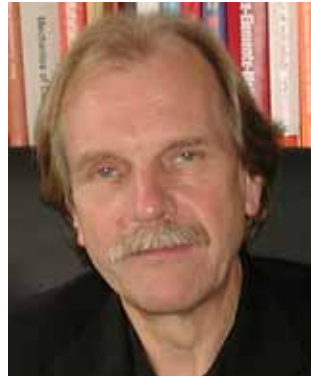
# Inhalt

- 2 Statement der Koordinatoren
- 3 Projektinhalte
- 3 Wissenschaftlich-technische Ausgangslage
- 3 Im Rahmen des LOEWE-Projekts erreichte Erkenntnisse und getätigte Entwicklungen
- 5 Erreichte Strukturentwicklung
- 6 Erreichte Bedeutung/Stellung im Themen-/Forschungsfeld
- 7 Wichtigste Meilensteine des Projekts
- 8 Weitere Informationsmöglichkeiten
- 9 Zahlen und Fakten
- 10 Kurzvorstellung der beteiligten Hochschulen und Forschungsinstitute
- 12 Impressum

PräBionik vereinte die technische Kompetenz und Expertise in kontinuumsmechanischer Modellierung an der Frankfurt University of Applied Sciences mit den ausgezeichneten Darstellungsmethoden pathologisch veränderter Organe und Gewebe an den Universitätskliniken in Frankfurt und Marburg, ergänzt durch Expertise in Zellbiologie, experimenteller Orthopädie und Sportwissenschaften. Hierdurch wurden Erkenntnisse gewonnen, die keiner Gruppe allein möglich gewesen wären.



Prof. Dr. G. Silber  
Koordinator des LOEWE-Schwerpunkts PräBionik  
Frankfurt University of Applied Sciences



Prof. Dr. J. Bereiter-Hahn  
Koordinator des LOEWE-Schwerpunkts PräBionik  
Goethe-Universität Frankfurt am Main





*Simulation der mechanischen Spannungen im Gewebeerinneren infolge der Interaktion zwischen Autositz und Fahrer*



*Laser-Scan eines Schädelmodells für ein digitales Menschmodell im Labor von Herrn Prof. G. Silber (FRA-UAS)*

## Projekthalte

### Wissenschaftlich-technische Ausgangslage

Die Zunahme von Zivilisationskrankheiten wie Diabetes, Herz-Kreislauf- und Gefäßerkrankungen und Adipositas durch ungesunde Lebensweise und den demographischen Wandel erfordert einen erhöhten Einsatz medizinischer Hilfsmittel wie Orthesen, Dekubitus-Systeme, Stents und Prothesen (z. B. Zahnersatz, Knie- und Hüftgelenke). Solche Hilfsmittel wirken mechanisch auf die umliegenden Weichgewebe ein und können dort durch kritische Spannungen schwerwiegende Sekundärerkrankungen mit aufsummierten Folgekosten in Milliardenhöhe bedingen. Die Erforschung dieser Wechselwirkungen sowie krankhafter Gewebeveränderungen mit Folgen für die mechanische Belastbarkeit etwa von Blutgefäßen oder für die Resistenz von Tumoren gegenüber Chemotherapeutika war Gegenstand des LOEWE-Schwerpunkts PräBionik. Messungen der Gewebemechanik verbinden medizinische Fragestellung und Diagnostik mit ingenieurwissenschaftlichen Messverfahren, dem Auswerten und dem Erstellen mechanischer Modelle. Diese Verbindung von mechanischer Messmethode, mathematischer Modellierung der Verformungen und medizinischer Anwendung erfordert entweder einen großen Mitarbeiterstab innerhalb eines Instituts oder kann nur durch gemeinsame, disziplinübergreifende Anstrengung von Fachkräften aus Klinik, biomechanischer Grundlagenforschung und den Ingenieurwissenschaften geleistet werden. Der LOEWE-Schwerpunkt PräBionik vereinigte all diese Disziplinen in einer hes-

senweiten Kooperation zwischen den Universitätskliniken Frankfurt und Marburg, Biowissenschaften und Sportwissenschaften der Goethe-Universität Frankfurt und der Fachhochschule Frankfurt (heute: Frankfurt University of Applied Sciences FRA-UAS). Kondensationskeim war das bereits 2005 gegründete Center of BioMedical Engineering (CBME).

### Im Rahmen des LOEWE-Projekts erreichte Erkenntnisse und getätigte Entwicklungen

Zum Verständnis der mechanischen Wechselwirkung des menschlichen Körpers mit stützenden Strukturen, seien es Schuhe, Autositze, Matratzen, Orthesen und Prothesen, Stents oder Implantate, wurde an der FRA-UAS ein kontinuumsmechanisches Menschmodell weiterentwickelt (BOSS-Model: Body Optimization & Simulation System), das die mechanischen Wechselwirkungen nicht nur von Muskeln und Knochen sondern auch von Haut, Fettgewebe und Blutgefäßen einbezieht. Auf der Basis von numerischen Modellierungen nach umfangreichen Messungen konnten so Optimierungsvorschläge für die Gestaltung von Autositzen, Gesundheits- und Sportschuhen und Rasiervorgängen erarbeitet werden. Die erreichte Komplexität des Menschmodells, das auch Muskelkontraktionen einschließt, erwies sich als Voraussetzung für zuverlässige Crash-Simulationen. Entsprechende Modellierungen wurden auch für die Formveränderungen von Beinarterien (Ober- und Unterschenkel) durchgeführt, die Aussagen zur Beanspruchung von Stents durch die Beinbewegungen erlauben. Dies wurde durch Messungen nach einem

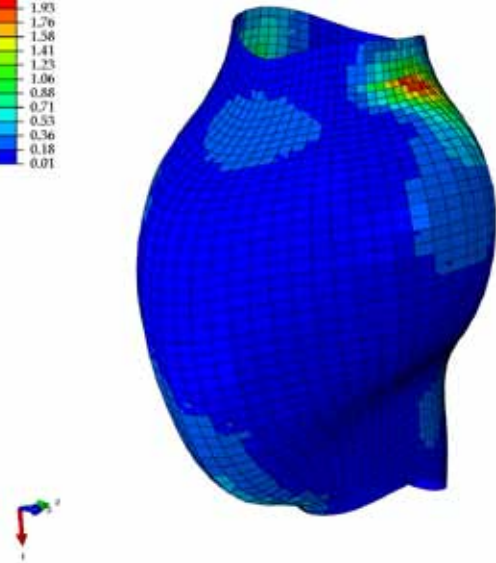


neuen Magnetresonanzverfahren am Institut für interventionelle und diagnostische Radiologie am Universitätsklinikum der Goethe-Universität möglich, das in kurzer Zeit 3D-Darstellungen von Blutgefäßen ohne vorherige Kontrastierung erlaubt. Da Stents bevorzugt älteren Personen eingesetzt werden, erfolgte auch ein Vergleich der bewegungsbedingten Verlagerung der Arterien bei jungen und älteren Probanden.

Die mechanischen Eigenschaften von Blutgefäßen und deren krankhafte Veränderungen standen im Fokus von umfangreichen Untersuchungen. Daran beteiligt waren die Klinik für Gefäßmechanik und Endovaskularchirurgie und das Institut für Zellbiologie an der Goethe-Universität in Frankfurt und die Klinik für Herz- und thorakale Gefäßchirurgie im Universitätsklinikum an der Philipps-Universität in Marburg. Für die erfolgreiche Arbeit war der Wechsel von den weitgehend statischen Bildgebungsmethoden CT und MRT für die 3D-Darstellung der Aorten zu Ultraschall hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung entscheidend. Verschiebungen in Länge und Durchmesser der Aorten treten mit jedem Herzschlag auf. Diese Verschiebungen im Rahmen der Blutdruckdynamik erlauben eine Bestimmung der mechanischen Parameter der Gefäßwand (Materialeigenschaften). Eine Weiterentwicklung der an der FRA-UAS etablierten Finite-Elemente-Methode zur Analyse der an verschiedenen Gefäßzonen oft recht unterschiedlichen Verschiebungen erlaubte die Zuordnung der mechanischen Kenngrößen zu verschiedenen Stellen einer Aorta. Diese wurden in einer umfangreichen Datenbank gesammelt, die intensiv weitergeführt wird. Auf diese Weise konnten reproduzierbar Unterschiede der Mechanik der Abdominalaorta für drei Gruppen von Personen zugeordnet werden: gesunde junge und gesunde ältere Probanden sowie Patienten mit Aneurysmen. Aneurysmen sind lokale Anschwellungen der Aorta, mit der Gefahr des Reißens unter dem Einfluss des Blutstromes. Die bisherigen Modellierungen erlauben bereits die Identifizierung von Stellen besonders hoher Spannungen in Aneurysmen. Ergänzend zu den Ultraschall-Untersuchungen werden biomechanische Belastungstests an Gewebeproben durchgeführt. Sie dienen der Validierung der Materialdaten, die mit der Finite-Elemente-Methode errechnet wurden.

S. Mises  
SNEEG, (fraction = 1.0)  
(Avg: 75%)

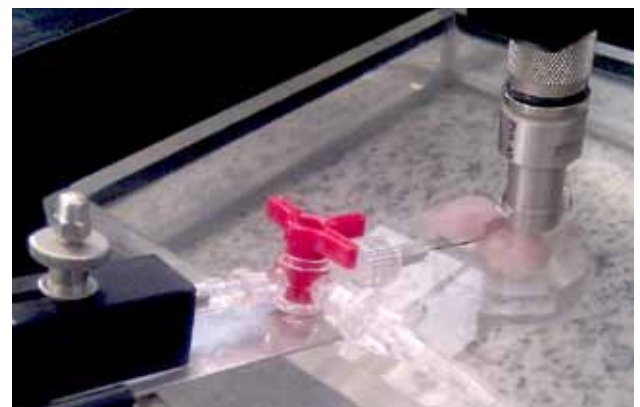
2.11
1.93
1.76
1.58
1.41
1.23
1.06
0.88
0.71
0.53
0.36
0.18
0.01



*Aneurysma mit Patienten-individueller Spannungsverteilung, berechnet auf Basis der zeitaufgelösten 3D-Ultraschalldaten. Rechts oben ist eine Zone besonders hoher Spannungsbelastung ersichtlic.*

Ein weiteres wichtiges Ergebnis dieser Untersuchungen ist ein besseres Verständnis auf welche Weise der herznahe Abschnitt der Aorta seine Druckausgleichfunktion (sog. Windkesselfunktion) erfüllt und welche Unterschiede der mechanischen Eigenschaften die unterschiedlichen Funktionen der Bauchaorta von den herznahen Abschnitten bedingen.

Messungen zum Innendruck von Tumoren sind ein weiteres Beispiel des Einsatzes von Ultraschall zur Messung medizinisch relevanter Größen. Der in einem Tumor entwickelte Gewebedruck verhindert das Eindringen von Therapeutika in den Tumor und schützt somit den Tumor vor Cytostatika. Über drei unterschiedliche experimentelle Ansätze wird dieses Pro-



*Bestimmung des Innendruckes eines isolierten Tumors durch vorsichtiges Einstechen einer Kanüle mit Messapparatur. Gleichzeitig wird die Reflexion von Ultraschall über eine Ultraschalllinse gemessen.*

blem angegangen: die Veränderung der Blutversorgung von Tumoren, die Ausbildung von Lymphgefäßen im Tumor und die Reduktion des Innendruckes durch einen erhöhten osmotischen Druck in der Umgebung. Insbesondere die beiden letztgenannten Methoden erwiesen sich als erfolgreich für die Reduktion des Tumordruckes. Die Verringerung des Druckes durch Erhöhung des osmotischen Druckes im Außenmediums für kurze Zeit wird ebenfalls gut übertragen und kann über fortlaufende Überwachung des Tumolvolumens über Ultraschall gut verfolgt werden.

Drei Projekte befassten sich mit festeren Geweben: Die Entwicklung eines Verfahrens zur Optimierung mechanischer Belastung von Knorpelgewebe am Institut für experimentelle Orthopädie der Philipps-Universität Marburg, die Entwicklung teilweisen Gelenkersatzes im Knie durch ein Implantat, das genau der Anatomie des jeweiligen Empfängers angepasst wird (Institut für Materialwissenschaften, FRA-UAS), sowie Messungen zur Festigkeit von Zähnen und deren Verankerung im Kiefer bzw. der Verankerung von Zahnimplantaten im Kiefer an der Klinik für Mund, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie, Goethe-Universität Frankfurt. Knorpel ist ein Gewebe, das nicht durchblutet wird. Den Stoffaustausch bewirken dort wechselnde Druckbelastungen. Diese haben Einfluss auf den gesamten Stoffwechsel und die Differenzierung der Knorpelzellen. Das Wissen darum ist erforderlich zur Produktion von Knorpel für Transplantationen. Dem jeweiligen Empfänger angepasste Knieimplantate (Frankfurter Inlay) sollen mit einem relativ kleinen Eingriff lange Stabilität gewährleisten, dies wurde im Tierversuch in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Mainz getestet. Ultraschallmessungen am menschlichen Kiefer zeigten, dass auch nichtinvasiv das Einheilen von Zahnimplantaten verfolgt werden kann. Messungen an Zähnen ermöglichten eine dreidimensionale Darstellung und Unterscheidung der verschiedenen Schichten (Zahnschmelz, Dentin und Pulpa und Kieferknochen).

Mit der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts von Menschen beschäftigt sich das Projekt „Biomechanik des Gehens, Stehens und Laufens“. Durch nichtlineare Analysen, die Einbeziehung verschiedener Untergründe, Standzeitdauer und Multitaskaufgaben wur-



Anordnung zur Messung der zum Stehen in einem fahrenden oder bremsenden Bus erforderlichen Kräfte.

de das Schwankungsverhalten unterschiedlicher Personengruppen umfangreich untersucht. Ferner wurden weltweit erstmalig die auftretenden Beanspruchungen bei stehenden Fahrgästen im öffentlichen Personennahverkehr untersucht. Die entwickelten Analyseverfahren eignen sich vor allem vor dem Hintergrund des demographischen Wandels zur Einordnung von Sturz- und damit verbundenen Verletzungsrisiken und bei Anwendung auf den Gang zur Früherkennung neurodegenerativer Krankheitsbilder (z. B. Parkinson).

## Erreichte Strukturentwicklung

Eine entscheidende Strukturentwicklung liegt in der gemeinsamen Lehre von Goethe-Universität und Frankfurt University of Applied Sciences: An der FRA-UAS konnte der Masterstudiengang „Präventive Biomechanik – PräBionik“ in Zusammenarbeit mit der Goethe-Universität etabliert werden. Dieser Studiengang wird inzwischen von den Studierenden gut angenommen.

Weitere Strukturentwicklungen sind die Berufungen von Mitgliedern des Schwerpunkts an andere Hochschulen, die über die Personen zu einer Verstärkung der Zusammenarbeit über die beteiligten Institutionen hinaus führen: Herr Prof. C. Haas wurde an die Hochschule Fresenius berufen. In Anbetracht des großen Potentials von nichtlinearen Analyseverfahren zur Beschreibung von Funktionsmechanismen in komplexen Systemen (PräBionik-Projekt von Herrn Prof. C. Haas und Herrn Prof. D. Schmidtbleicher) hat die Hochschule Fresenius das „Institut für komplexe Gesundheitsforschung“ gegründet, das von Prof. C. Haas geleitet wird.

Auf Grund der Arbeiten zur Tumormechanik innerhalb des LOEWE-Projektes wurde innerhalb der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie eine eigenständige Arbeitsgruppe „Tumormechanik“ etabliert. Der Leiter der Methodenplattform „Ultraschallanalysen“, Herr Dr. A. Shelke, wurde als Assistant-Professor an das Indian Institute of Technology Guwahati berufen.

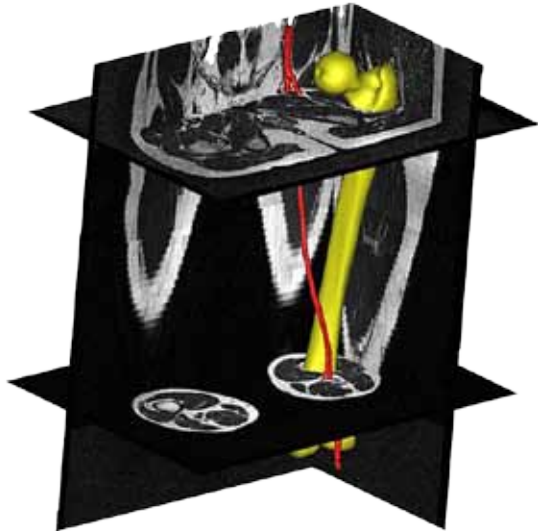
Die Verstärkung der wissenschaftlichen Arbeit zeigt sich in zahlreichen Drittmittel-geförderten Projekten, die aus dem LOEWE-Schwerpunkt entstanden sind, sowohl an der FRA-UAS als auch an der Goethe-Universität. Die Gruppe „Gefäßmechanik“ ist Teil eines europäischen Konsortiums zur Untersuchung von Aortenaneurysmen. Die wechselseitige Befruchtung zwischen den beteiligten Institutionen durch deren unterschiedliche Problemlösungsansätze wird auch langfristig eine sehr positive Wirkung entfalten. Die meisten Fortsetzungsprojekte sind Kooperationen mit Industrieunternehmen.

## Erreichte Bedeutung/Stellung im Themen-/Forschungsfeld

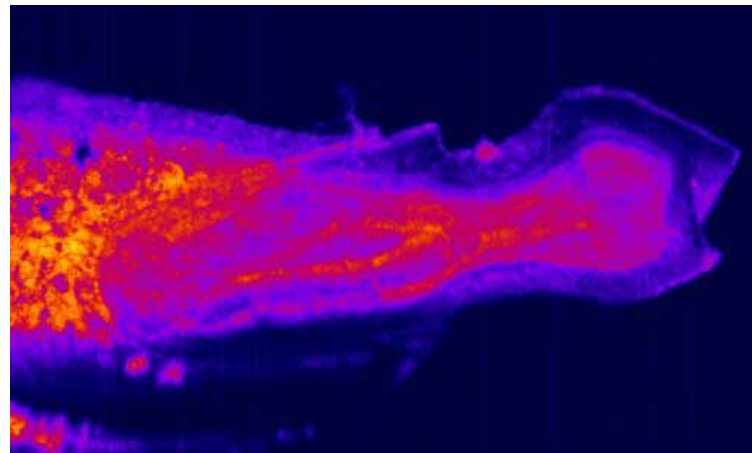
Die Bedeutung des Schwerpunkts für das Forschungsfeld zeigt sich in Einladungen von Mitgliedern zu Vorträgen bei zahlreichen Tagungen (z. B. Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau VDMA, Gesellschaften für Chirurgie, Dreiländertagung der Österreichischen, Deutschen und Schweizerischen Gesellschaften für Gefäßchirurgie, Deutsche Gesellschaft für Biomechanik, Computational Biomechanics, International Symposium on Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, International Conference on Computational Bioengineering, International Symposium on Biomechanics in Vascular Biology and Cardiovascular Disease und andere). Solche Einladungen sind eine Anerkennung der im Rahmen des Schwerpunkts erworbenen Expertise. Hinzu kommt die Sichtbarkeit durch Beteiligungen an den Hessentagen 2013 in Kassel und 2014 in Bensheim sowie an der Science Tour Hessen 2012.



## Wichtigste Meilensteine des Projekts



3-dimensionale Rekonstruktion des Verlaufs einer Oberschenkelarterie relativ zur Muskulatur und dem Oberschenkelknochen. Beinbewegungen verändern den Verlauf und die Lage der Arterie relativ zur Muskulatur, so entstehen Zonen besonderer Belastung bei eingesetzten Stents. Diese werden durch Berechnungen auf Grund der 3D-Daten ermittelt.



Ultraschallaufnahme des Schnittes durch einen menschlichen Zahn im Unterkiefer – Falschfarbenbild. Der Zahnschmelz (im Bild blau) ist deutlich vom Dentin (Magenta) abgegrenzt. Aus solchen Bildern können die mechanischen Eigenschaften der verschiedenen Zonen des Zahnes berechnet werden.



Die Beschaffung eines Artida Ultraschallgerätes der Firma Toshiba (im Bild rechts mit Frau Dr. T. Nwe) an der Philipps-Universität Marburg zur Darstellung von Aorten in Probandinnen, Probanden, Patientinnen und Patienten war ein entscheidender Meilenstein für die Gruppen, die über die Mechanik von Blutgefäßen arbeiten. Parallel zu den Untersuchungen am Menschen wurde die räumliche und zeitliche Auflösung der Methode an Modellpräparaten in der Klinik für Gefäßchirurgie bestimmt.



## Weitere Informationsmöglichkeiten

**Homepage des Schwerpunkts.** Er bietet eine Übersicht über die Projekte, die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und den wissenschaftlichen Beirat:

- <http://www.praeventive-biomechanik.eu/cms/>

**Berichte von ProLOEWE über den LOEWE-Schwerpunkt PräBionik:**

- [www.proloewe.de/de/loewe-vorhaben/vorhaben/praebionik.html](http://www.proloewe.de/de/loewe-vorhaben/vorhaben/praebionik.html)
- [http://hicforfair.de/fileadmin/user\\_upload/Hessentag.pdf](http://hicforfair.de/fileadmin/user_upload/Hessentag.pdf)

**Bericht in der Frankfurter Rundschau über die PräBionik-Aktivitäten an der FRA-UAS:**

- [http://www.genios.de/presse-archiv/artikel/FR/20130831/wo-der-schuh-drueckt/fr\\_FRDA\\_26270730FC5E6C1E3000.html](http://www.genios.de/presse-archiv/artikel/FR/20130831/wo-der-schuh-drueckt/fr_FRDA_26270730FC5E6C1E3000.html)

**Pressemitteilung der FRA-UAS:**

- <http://www.schattenblick.de/infopool/medizin/technik/m8en0959.html>

**Bericht der Philipps-Universität Marburg über den LOEWE-Schwerpunkt:**

- <https://www.uni-marburg.de/aktuelles/news/2009b/1116s>
- [www.ugmlc.de/index.php?id=185](http://www.ugmlc.de/index.php?id=185)

**Pressemitteilungen FRA-UAS über den LOEWE-Schwerpunkt:**

- [www.pressebox.de/thema/pruebionik](http://www.pressebox.de/thema/pruebionik)
- [http://www.unicheck.de/presse/p477433\\_LOEWE-Doktor\\_an\\_der\\_FH\\_Frankfurt.html](http://www.unicheck.de/presse/p477433_LOEWE-Doktor_an_der_FH_Frankfurt.html)

**Herr Prof. H.-R. Ludwig von der FRA-UAS „auf Science Tour“:**

- <http://www.sciencetour-hessen.de/Wissenschaftler/prof-dr-h-r-ludwig/>

**Homepage des Projektes Tumormechanik am Klinikum der Goethe-Universität:**

- <http://www.kgu.de/en/clinics-institutes-centers/einrichtungen-des-klinikums/kliniken/departments-of-dermatology-venereology-and-allergology/dermatologie-venereologie-und-allergologie/grundlagenforschung/forschungsgruppen/tumormechanik.html?type=98&Fsize=2&%3BFsize=2&%3BL=3>

**Bericht im Uni-Report der Goethe-Universität:**

- [https://www.uni-frankfurt.de/39249318/LOEWE\\_unireport-2010-03.pdf](https://www.uni-frankfurt.de/39249318/LOEWE_unireport-2010-03.pdf)

**Homepage von Herrn Prof. C. Haas an der Hochschule Fresenius:**

- [http://www.hs-fresenius.de/uploads/tx\\_szexperts/Expertenportfolios\\_haas\\_GuS.pdf](http://www.hs-fresenius.de/uploads/tx_szexperts/Expertenportfolios_haas_GuS.pdf)

**Publikationen zum Thema Präventive Biomechanik beim Springer-Verlag:**

- [http://www.deutschesfachbuch.de/Preventive\\_Biomechanics\\_9783642290022.html?snp=vt](http://www.deutschesfachbuch.de/Preventive_Biomechanics_9783642290022.html?snp=vt)
- <http://www.springerprofessional.de/fokus/Pr%C3%A4ventive%20Biomechanik?offset=00&search.media=default&search.media=default&search.shownavigators=true&search.shownavigators=true&query=Pr%C3%A4ventive+Biomechanik&query=Pr%C3%A4ventive+Biomechanik&search.ranking=news&search.ranking=news&view=asSearch&view=asSearch&searchall=true&searchall=true>

## Zahlen und Fakten

Förderzeitraum	01.01.2010 – 31.12.2013	Bemerkungen
bis Ende des Förderzeitraums verausgabte LOEWE-Mittel	4.250.600 Euro	
bis Ende des Förderzeitraums verausgabte Drittmittel	1.404.123 Euro	
eingeworbene Drittmittel	4.173.593 Euro	Bis 2016 (weitere Zuschüsse: 101.480 Euro)
Anzahl der beteiligten Personen	ProfessorInnen: 16 (15m/1w) Wiss. MitarbeiterInnen: 31 (26m/5w) ein technisch-admin. Mitarbeiter	
Anzahl an innerhalb des Förderzeitraums abgeschlossenen Promotionen	3 2 stehen unmittelbar bevor	
Anzahl an Veröffentlichungen in Fachzeitschriften innerhalb des Förderzeitraums	37	Zusätzlich 1 Buchveröffentlichung
Anzahl an Konferenzbeiträgen innerhalb des Förderzeitraums	über 30	
Anzahl an innerhalb des Förderzeitraums zugeteilten Patenten	keine	

## Kurzvorstellung der beteiligten Hochschulen und Forschungsinstitute

### Frankfurt University of Applied Sciences

<https://www.frankfurt-university.de/>

Angewandte Wissenschaft, hohe Internationalität und gelebte Vielfalt zeichnen die Frankfurt University of Applied Sciences (FRA-UAS) aus. Die Spezialisierung auf Anwendungsorientierung mit forschungsstarken Bereichen führt dazu, dass die Hochschule für verschiedenste Organisationen aus Wirtschaft und Gesellschaft ein wertvoller Entwicklungspartner für Innovationen ist. Es werden kontinuierlich Themen erschlossen, die für die gesellschaftliche Weiterentwicklung relevant sind. Durch Partnerschaften mit weltweit rund 140 Hochschulen ist die FRA-UAS in einer globalen Bildungswelt international gut vernetzt. Vier Großfachbereiche bieten ein breites Studienangebot mit 58 innovativen Studiengängen mit technischer, wirtschaftlich-rechtlicher und sozialer Ausrichtung an. Die enge Verknüpfung von Forschung und Lehre mit der Praxis qualifiziert die Studierenden für einen erfolgreichen Einstieg in attraktive Berufsfelder. Ein vielfältiges Weiterbildungsprogramm ermöglicht berufsbegleitendes und lebenslanges Lernen.



### Goethe-Universität Frankfurt am Main

<http://www.uni-frankfurt.de/>

Die Goethe-Universität ist eine forschungsstarke Hochschule in der europäischen Finanzmetropole Frankfurt. 1914 gegründet mit rein privaten Mitteln von freiheitlich orientierten Frankfurter Bürgerinnen und Bürgern fühlt sie sich als Bürgeruniversität bis heute dem Motto „Wissenschaft für die Gesellschaft“ in Forschung und Lehre verpflichtet. Viele der Frauen und Männer der ersten Stunde waren jüdische Stifter. In den letzten 100 Jahren hat die Goethe-Universität Pionierleistungen erbracht auf den Feldern der Sozial-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, Chemie, Quantenphysik, Hirnforschung und Arbeitsrecht. Am 1. Januar 2008 gewann sie mit der Rückkehr zu ihren historischen Wurzeln als Stiftungsuniversität ein einzigartiges Maß an Eigenständigkeit. Heute ist sie eine der zehn drittmittelstärksten und drei größten Universitäten Deutschlands mit drei Exzellenzclustern in Medizin, Lebenswissenschaften sowie Geisteswissenschaften.



## Philipps-Universität Marburg

<http://www.uni-marburg.de/>

Die Philipps-Universität Marburg versteht sich als klassische Volluniversität mit breitem Fächerspektrum. Sie wurde 1527 gegründet und ist Hessens traditionsreichste Hochschule. An den 16 Fachbereichen studieren rund 27.000 Studierende. Die Universität bietet etwa 100 Studiengänge, von Archäologie bis Zahnmedizin. Etwa 350 Professorinnen und Professoren lehren und forschen in Marburg. Bislang wurden 13 Marburger Forscherinnen und Forscher mit dem Leibniz-Preis ausgezeichnet. Als wissenschaftliche Schwerpunkte mit zahlreichen interdisziplinären Schnittstellen haben sich die Tumorforschung, die Synthetische Mikrobiologie, die Materialwissenschaften, die Neuro- und Sprachwissenschaften sowie die Konfliktforschung und die Nah- und Mitteloststudien etabliert.





HESSEN



Das Forschungsförderungsprogramm LOEWE ist eine Förderinitiative des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst.

## Impressum

### Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst  
Rheinstraße 23 – 25  
65185 Wiesbaden

### Inhalt:

LOEWE-Schwerpunkt PräBionik –  
Präventive Biomechanik

### Redaktion:

LOEWE-Geschäftsstelle im  
Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst

### Layout:

Christiane Freitag, Idstein

### Fotos:

LOEWE-Schwerpunkt PräBionik –  
Präventive Biomechanik