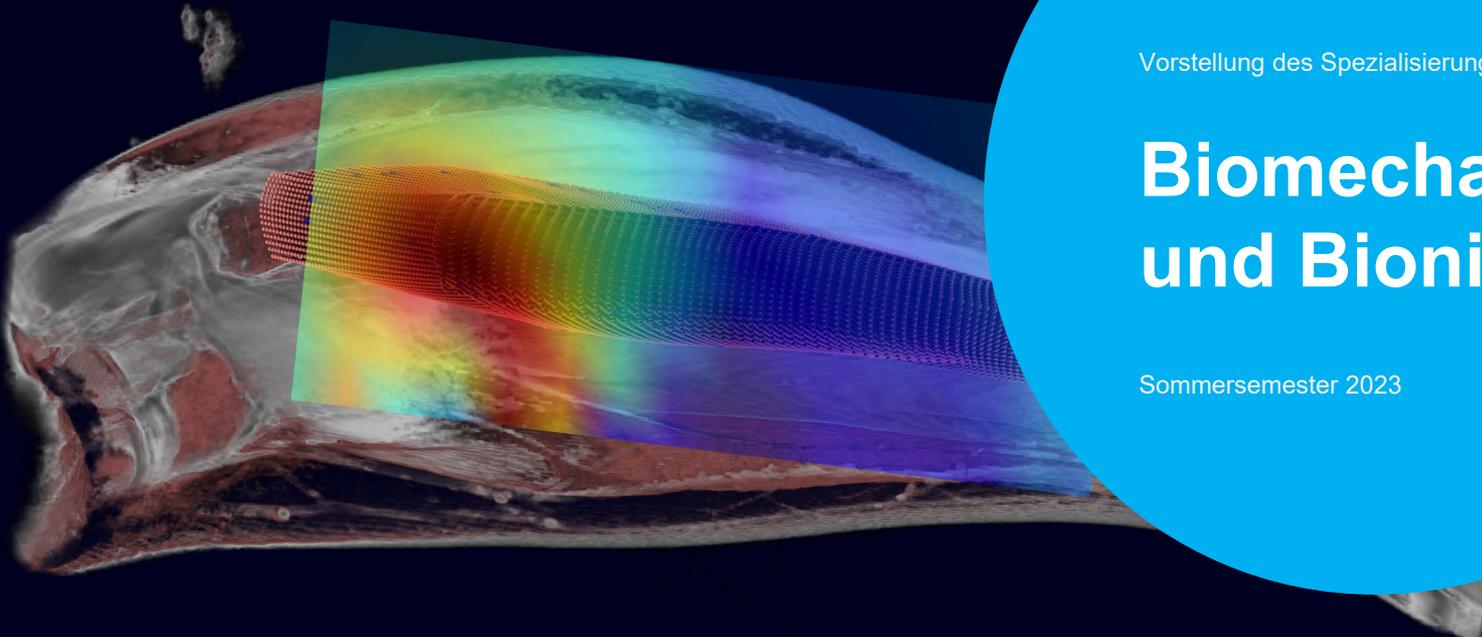




University of Stuttgart

Institute for Modelling and Simulation of Biomechanical Systems



Vorstellung des Spezialisierungsfaches

Biomechanik und Bionik

Sommersemester 2023

**Oliver
Röhrlé**



Vorstellung des Spezialisierungsfaches „Biomechanik und Bionik“

Master Medizintechnik

Prof. Oliver Röhrle, PhD

Universität Stuttgart

Fakultät Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

Institut für Modellierung und Simulation Biomechanischer Systeme

Abteilung für Kontinuumsbiomechanik und Mechanobiologie

Pfaffenwaldring 5a

70569 Stuttgart

Email: roehrle@simtech.uni-stuttgart.de

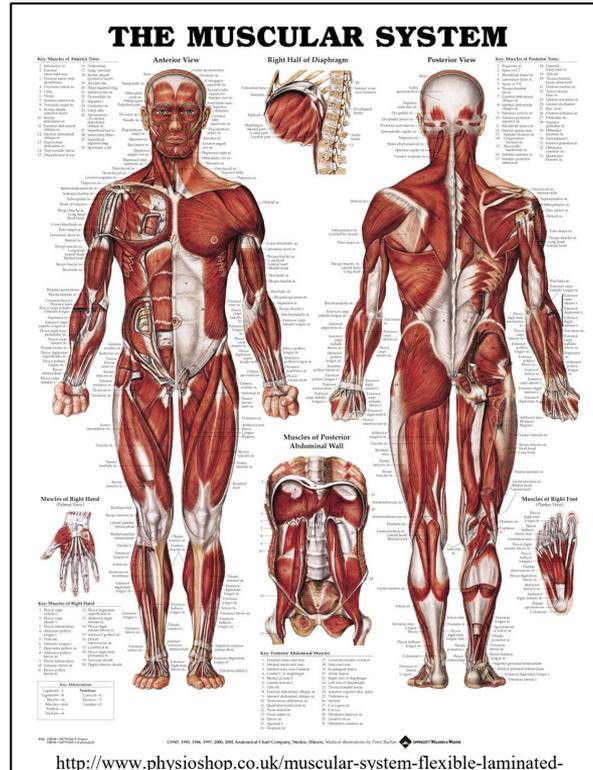
Telefon: 0711 / 685 66284

Web: <http://www.imsb.uni-stuttgart.de>



Vorstellung des Spezialisierungsfaches „Biomechanik und Bionik“

Biomechanik



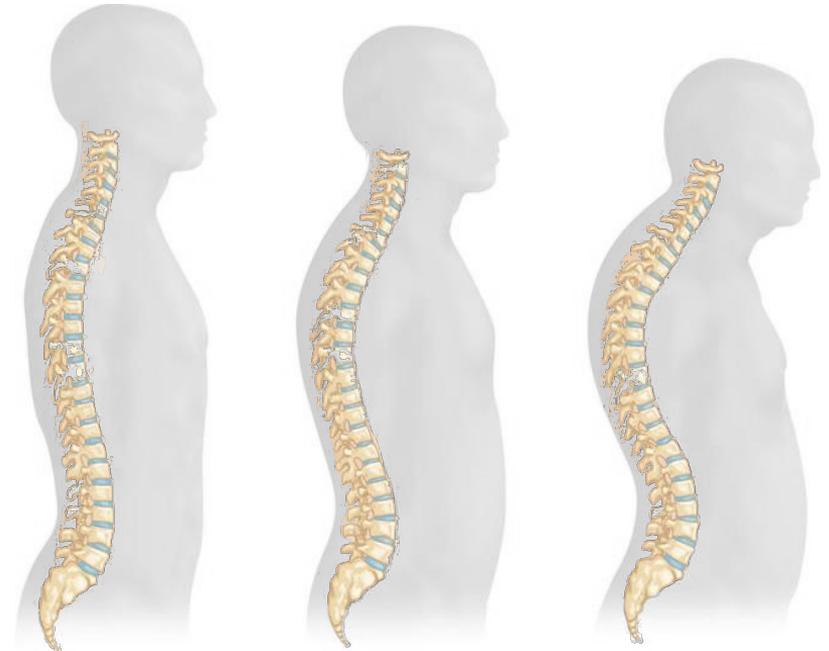
<http://www.physioshop.co.uk/muscular-system-flexible-laminated-chart.html>

Ein System
–
Verschiedene
Aufgaben



Osteoporose ist ein natürliches Alterungsphänomen

- Wenn wir älter werden, schwächen sich unsere Knochen ab.
- Wenn die Wirbel in der Wirbelsäule schwächer werden, können sie sich verengen und flacher werden.
- Dies kann ältere Personen kleiner machen und zu einem abgerundeten Rücken, einem Buckel oder einem "gebeugten Vorwärtsblick" auf die Wirbelsäule führen.

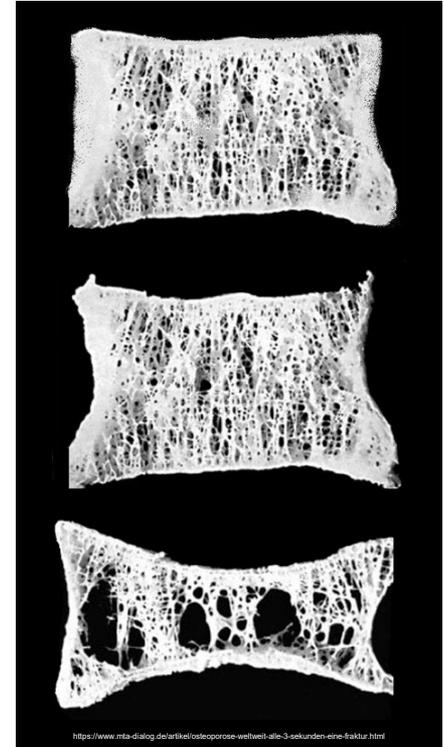


Osteoporose ist ein natürliches Alterungsphänomen

- Wenn wir älter werden, schwächen sich unsere Knochen ab.
- Wenn die Wirbel in der Wirbelsäule schwächer werden, können sie sich verengen und flacher werden.
- Dies kann ältere Personen kleiner machen und zu einem abgerundeten Rücken, einem Buckel oder einem "gebeugten Vorwärtsblick" auf die Wirbelsäule führen.



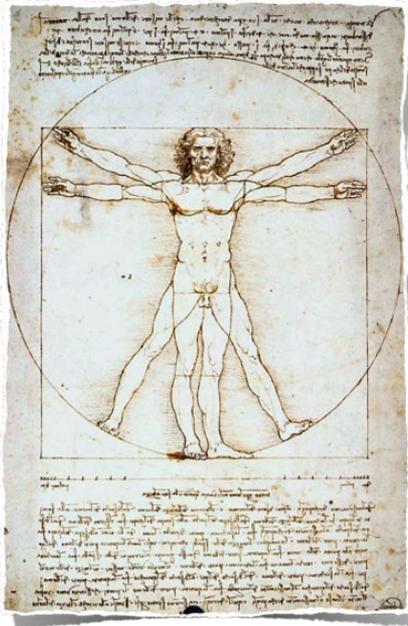
<https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases-conditions/osteoporosis-and-spinal-fractures/>



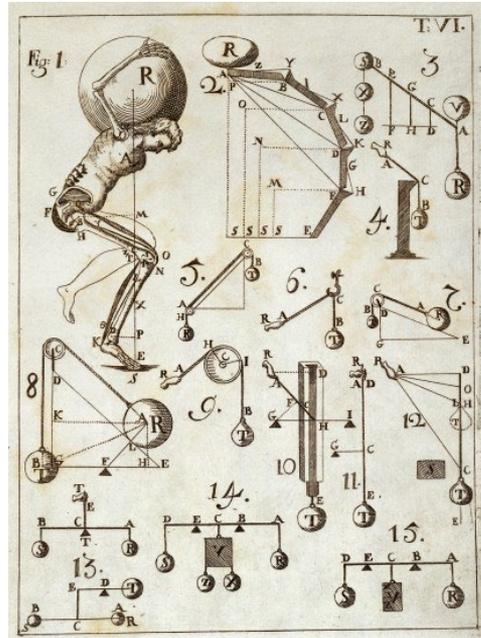
<https://www.mta-dialog.de/artikel/osteoporose-welkelt-alle-3-sekunden-eine-fraktur.html>

Ingenieurstechniken helfen den menschlichen Körper zu verstehen

Die Verknüpfung von Struktur und Funktion



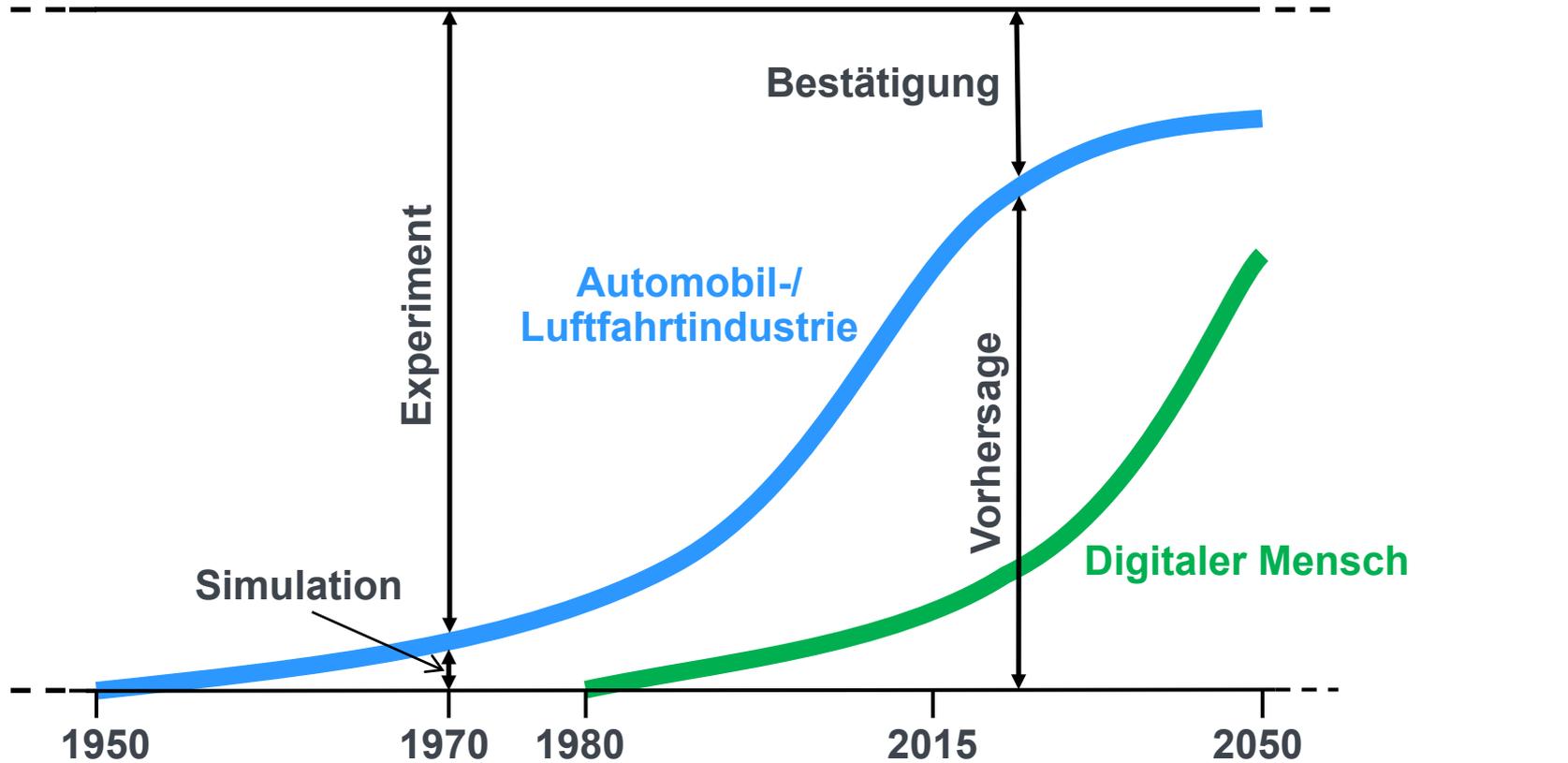
Leonardo da Vinci:
Der vitruvianische Mensch (1492)



Borelli, De motu animalium, 1680
Wellcome Library, London. Wellcome Images

- Engineering is “the branch of science and technology concerned with the design, building, and use of engines, machines, and structures.” (Oxford dictionary)
- Der menschliche Körper kann als komplexe Maschine mit unterschiedlichen Strukturen aufgefasst werden:
 - Motoren → Herz, Lunge, Magen...
 - Maschinen → Muskeln, ...
 - Strukturen → Knochen, Sehnen, ...
 - Sensoren → Augen, Haut,

Simulationstechnologie als Innovationstreiber in der Technik



Vorstellung des Spezialisierungsfaches „Biomechanik und Bionik“

Module: Biomechanik und Bionik	Modul.- Nr.	Fach	Turnus	ECTS	Sprache
Einführung in die Kontinuumsbiomechanik	47110	KF	WS	6	Dt
Bionik für die Medizintechnik	47140	KF	WS	6	Dt
Neurale Systeme	47290	EF	WS	6	Dt
Continuum Biomechanics	16140	EF	unreg.	6	Eng
Modellierung und Simulation in der Biomechanik	47130	EF	SS	6	Dt
Mechatronik in der Orthopädie	47120	EF	SS/WS	6	Dt
Leichtbau	14150	EF	SS	6	Dt
Methoden der Werkstoffsimulation	30400	EF	WS	6	Dt
Bioanalytik II für Medizintechnik	51600	EF	SS	6	Dt
Biorobotik	47300	EF	SS	6	Dt

Vorstellung des Spezialisierungsfaches „Biomechanik und Bionik“

Biomechanik für Medizintechnik	47100	EF	WS	6	Dt
Introduction to Neuromechanics <i>neu</i>		EF	SS	3	Eng
Funktionelle Morphologie	47310	EF	SS	3	Dt
Biomechanik der Zelle	47320	EF	WS	3	Dt
Bionisches Arbeiten	47330	EF	SS	3	Dt
Nanotechnologie I - Chemie und Physik der Nanomaterialien	40280	EF	WS+SS	3	Dt
Nanotechnologie II - Technische Prozesse und Anwendungen	40290	EF	WS	3	Dt
Bionik - Ausgewählte Beispiele für die Umsetzung biologisch inspirierter Entwicklungen in die Technik	47340	EF	SS/WS	3	Dt
Motorisches Lernen Modul ist platzbeschränkt	47350	EF	SS	3	Dt
Praktische Übungen Biomechanik und Bionik	47360	PÜ	SS	3	Dt
Praktische Übung - Bionische Produktentwicklung	56900	PÜ	SS	3	Dt

Einführung in die Kontinuumsbiomechanik

Vorstellung des Spezialisierungsfaches „Biomechanik und Bionik“

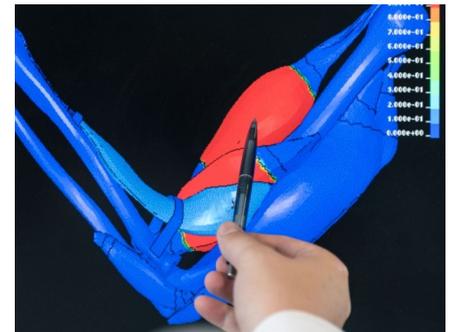
Inhalte: **Motivation:** Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion in verschiedenen biologischen Materialien

Grundlagen der Kontinuumsmechanik: Körper, Konfigurationen, Deformation, Verschiebung, Dehnung, Bewegung, Materialeigenschaften

Bilanzrelationen: Masse, Impuls, Drall, Energie und Entropie

Biomechanische Problemstellungen und Modellbildung:

- Blutfluss,
- Verteilung von Medikamenten,
- Muskelmodellierung



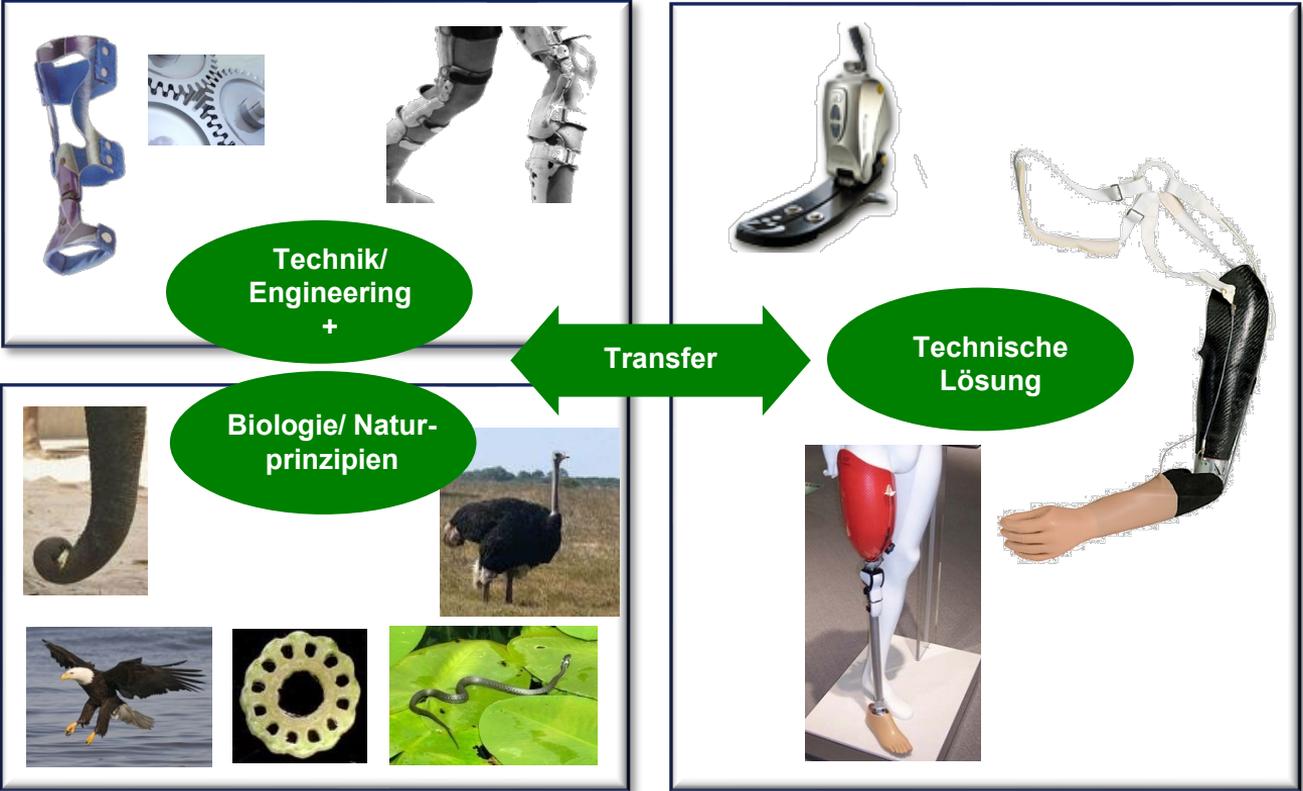
Bionik für die Medizintechnik

Wintersemester
2023/24



Was ist Bionik in der Medizintechnik?

Ersatz von Körperfunktionen
Energieeffizienz und Leichtbau
Schaffung neuer Materialeigenschaften...



Apl. Prof. Dr. rer. nat. Franz Brümmer

Abteilungsleiter

Biologisches Institut - Abteilung Zoologie



Schwerpunkte:

Biologie von Schwämmen: Ökologie, Taxonomie, Zellbiologie, Wirkstoffe, Phylogenie.

Limnologie heimischer Steh- und Fließgewässer, Biomaterialien, Biodiversität, scientific diving

Kompetenzzentrum Biotecmarin www.biotecmarin.de

Dr. rer. nat. MBA Oliver Schwarz

Gruppenleiter Bionische Medizintechnik

Abt. Biomechatronische Systeme

Fraunhofer IPA

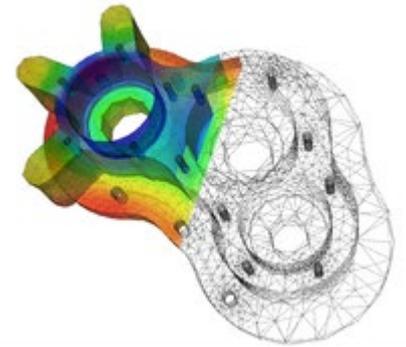
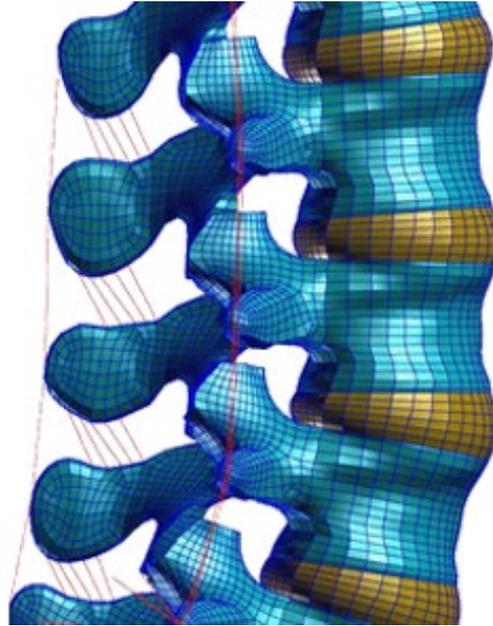
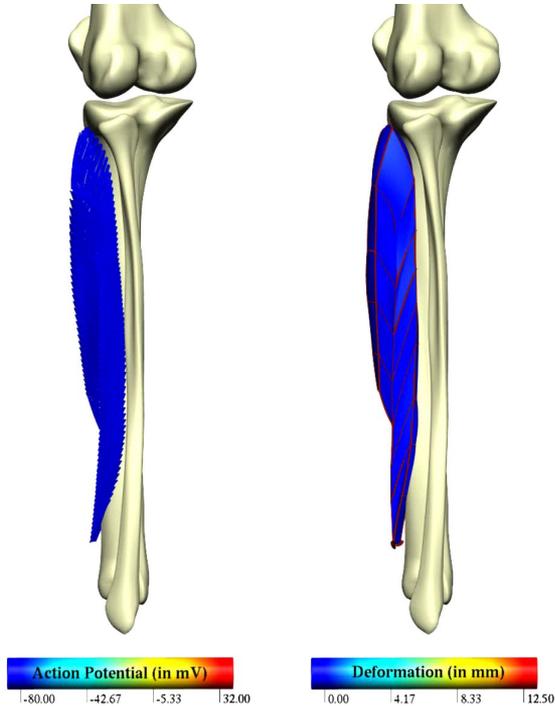


Mitglied des Fachberiatrs Bionik des vdi/vde; Leiter Fachgruppe Biomedizintechnik des BIONON (Bionik Kompetenz Netz), Leiter Arbeitsgruppe Bionik vdi Stuttgart, Mitglied Biomimetik-Netzwerk Baden-Württemberg

Einführung in die Kontinuumsbiomechanik

Vorstellung des Spezialisierungsfaches „Biomechanik und Bionik“

Wintersemester 2023/24

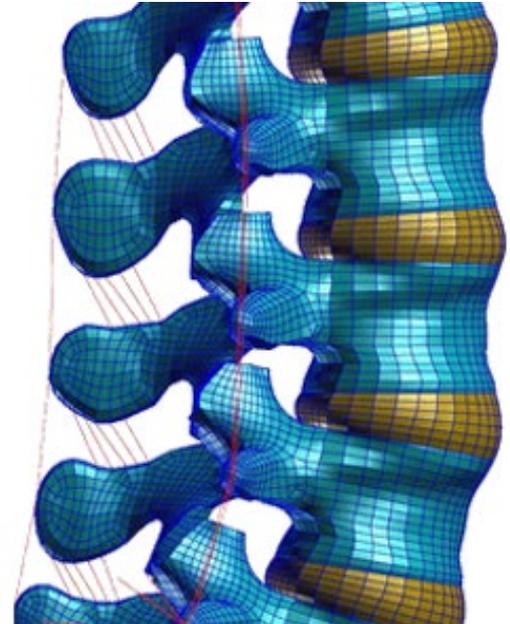


<http://www.fem-berechnung-simulation.de/Anwendungen.html>

Modellierung und Simulation n der Biomechanik

Sommersemester 2023

Inhalte: Einführung in die Numerik
 Fehlerschätzer
 Interpolation
 Numerische Integration
 Hodgkin-Huxley Modelle
 Löser für gewöhnliche Differentialgleichungen
 Finite Element Methode
 Lineare (iterative und direkt) Löser
 Lösungen für nichtlineare Probleme
 Programmierung von Algorithmen (Matlab)



<http://www.fem-berechnung-simulation.de/Anwendungen.html>

Biorobotik: Roboter als Forschungswerkzeug!

- **Forschungsziel:** wir wollen verstehen, wie sich Lebewesen bewegen.
- Wie wird die Bewegung erzeugt?
- Wie wird die Bewegung organisiert?
- Biorobotik ist ein Forschungswerkzeug, neben Theorie, numerischer Simulation und biologischen Experimenten.
- **Möglichkeiten:**
 - Man kann nur die Komponenten einbauen, deren Funktion man kennt.
 - Man kann die Größen messen, die man untersuchen will.
 - Es werden keine Lebewesen verletzt.
 - Reale physikalisch-technische Experimente mit Reibung, Rauschen, etc.



Lauffabor Jena Walker



Honda Asimo



Scuola Superiore Sant'Anna Octopus Arm

Vorlesung

Mechatronische Systeme in der Medizin

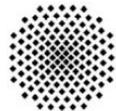
Anwendungen aus Orthopädie und Rehabilitation



Dr.med. Urs Schneider

Abteilungsleiter Orthopädie und Bewegungssysteme - Fraunhofer IPA

Seite 1



Universität Stuttgart



*Stuttgart Minneapolis
Rehab Research*



*A Fraunhofer IPA and Minneapolis Veteran Affairs
Medical Center Cooperation*

Mechatronische Systeme in der Medizintechnik

Inhalte:

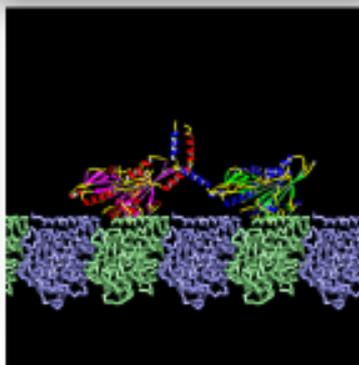
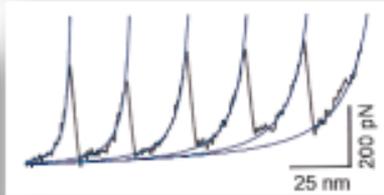
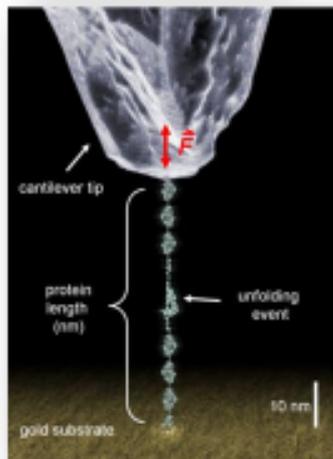
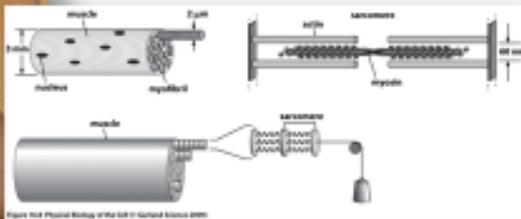
- Einführung in die Orthopädie
- Bewegungsanalyse
- Prothetik + Orthetik
- Natürliche und technische Sensorik
- Mechatronische Prothesen
- Mechatronik in Implantaten
- Navigation im orthopädischen OP
- Rehabilitation Engineering



Dr. med Urs Schneider
Abteilungsleiter
„Biomechatronische Systeme“
Fraunhofer IPA



Modul 47320 - Biomechanik der Zelle



Vorlesung Wintersemester
Mittwochs 8:00 – 9:30 Uhr
Pfaffenwaldring 57, Raum 9.120
Prof. Dr. Stephan Nußberger

Themen:

- + Molekulare Struktur und Funktion zellulärer Filamente und biologischer Membranen als semiflexible elastische Schalen
- + Prinzipien der Selbstorganisation, Phasenumwandlungen und Dynamik biologischer Membranen
- + Grundlagen der Elastizität von Filamenten und weicher Schalen
- + Molekulare Motoren
- + Methoden der Messung elastischer Konstanten von zellulären Filamenten und Membranen sowie der Leistung molekularer Motoren

Bionische Produktentwicklung

Durchführung des Praktikums

2 Wochen Blockpraktikum

Bearbeiten der einzelnen Phasen der Produktentwicklung

Beschränkte Teilnehmerzahl (ca. 14)



Mercedes-Benz Bionic Car, 2005

Lernziele

Durchgehen des Top-down-Prozesses der bionischen Material- und Bauteilentwicklung bestehend aus

- Ideenfindung/-bewertung
- bionische Recherchertools
- Analyse, Prinzipienfindung
- Analogie/Abstraktion
- Planung/Konzeption
- Konstruktion



Dr. rer. nat. MBA Oliver Schwarz

Neu ab Sommersemester 2023

Theoretical and practical aspects in experimental research

Prof. Oliver Röhrle und Dr. Filiz Ates

Biomechanik der menschlichen Bewegung

Prof. Tobias Siebert

!NEU!

Praktische Übungen: Biomechanik und Bionik

Beginn: immer im Sommersemester

Inhalte: Besuch von verschiedenen „Praktika“ mit Auswahl an:

- FEM Simulation mit einem kommerziellen Programm
- Morphologie
- Bionik
- HD-EMG Messungen und Signalverarbeitung
- Biorobotik
- Lauflabor
-

**Anmelden nicht
vergessen!**

Vorstellung des Spezialisierungsfaches „Biomechanik und Bionik“

Master Medizintechnik

Prof. Oliver Röhrle, PhD

Universität Stuttgart

Fakultät Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

Institut für Modellierung und Simulation Biomechanischer Systeme

Abteilung für Kontinuumsbiomechanik und Mechanobiologie

Pfaffenwaldring 5a

70569 Stuttgart

Email: roehrle@simtech.uni-stuttgart.de

Telefon: 0711 / 685 66284

Web: <http://www.imsb.uni-stuttgart.de>

