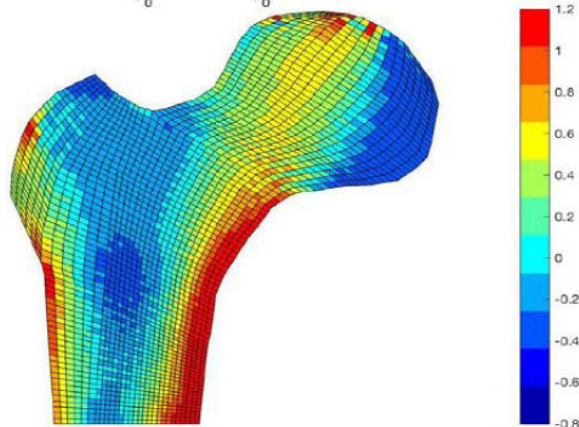



 $\Delta t = 0.2, \mu_{\psi_0}^* = 0.01, \sigma_{\psi_0}^* = 0, \text{step} = 250$ 


## OSTEO-MODEL

### EIN ERWEITERTES KONTINUUMSMODELL ZUR NUMERISCHEN ANALYSE VON KNOCHENUMBAUPROZESSEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG MECHANISCHER STIMULI SOWIE KNOCHENSTOFFWECHSELASPEKTEN

LAUFZEIT:01.01.19 - 31.12.19

**TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG**  
GEORG SIMON OHM



**STAEDTLER**  
STIFTUNG

Degenerative Knochenerkrankungen sind ein weitverbreitetes Phänomen in der Weltbevölkerung. Die zum Teil durch mechanische Belastung, Nährstoffmangel oder Hormonstörungen hervorgerufenen Krankheitsbilder, führen zu einem erhöhten Frakturrisiko. Computermodelle und -simulationen finden derzeit Anwendung in der Diagnostik und zur Bestimmung von Therapieansätzen. Zum einen kann mechanische Stimulation die Knochendichte verbessern. Zum anderen sind aber biochemische Faktoren, wie Nährstoffe und Vitamine, entscheidend. Ziel des Forschungsprojektes „OSTEO-MODEL - Ein erweitertes Kontinuumsmodell zur numerischen Analyse von Knochenumbauprozessen unter Berücksichtigung mechanischer Stimuli sowie Knochenstoffwechelaspekten“ ist die Modellierung und Simulation wesentlicher Prozesse des Knochenumbaus.

### Ausgangslage

Bisherige Modelle berücksichtigen nur physikalische Einwirkungen, physiologische hingegen fehlen meistens. Das Innere des Knochens, welches aus einem porösen, schwammartigen Gewebe besteht, findet mit seiner speziellen Struktur in vielen Simulationen keine besondere Beachtung. Diese Gewebe ist aus sogenannten Trabekeln zusammengesetzt, die durch ihre Orientierung und Dicke und die daraus resultierende Knochendichte entscheiden sind für die Stabilität des Knochens. Die Berücksichtigung des Stoffwechsels und des Hormonhaushaltes als physiologische Grundlage für den Gewebeumbau finden sich bisher nur für Weichgewebe, z.B. in der Arbeit von Comellas Sanfeliu, aber nicht für Knochen. In einem Vorlaufprojekt an der Technischen Hochschule Nürnberg konnte ein Modell entwickelt werden, welches durch stochastische Effekte die heterogene Struktur (Trabekel) der Knochendichte abbilden soll.

#### PROJEKTLEITER

Prof. Dr.-Ing. Areti Papastavrou  
Fakultät Maschinenbau und Versorgungstechnik

Technische Hochschule Nürnberg  
Georg Simon Ohm

#### ANSPRECHPARTNER

Prof. Dr.-Ing. Areti Papastavrou  
Tel.: +49.911.5880.1382  
Fax: +49.911.5880.5291  
aret.papastavrou@th-nuernberg.de  
www.th-nuernberg.de

### Projektaufbau

Durch ein zuvor erarbeitetes Verständnis für die Knochenstruktur, sowie biophysikalische Einflüsse auf den Knochenumbau, soll eine möglichst realitätsnahe Model-

lierung erfolgen. Im ersten Schritt erfolgt daher die Anpassung der Modelle zu Wachstum und Remodeling weicher biologischer Gewebe von Comellas Sanfeliu auf Knochen. Für den zweiten Schritt ist die Auswahl und Aufarbeitung von medizinischen Bilddaten zur späteren Verwendung in Finiten-Element-Simulationen geplant. Hierbei sollen Mitarbeiter des Klinikum Nürnbergs beraten. Die Finiten-Element-Modellierung einer Referenzgeometrie für einen ausgewählten Knochen mit der Definition von Lasten und Randbedingungen soll dann in Absprache mit Medizinern entwickelt und fertig gestellt werden. In Schritt drei erfolgt die Durchführung sowie anschließend eine eingehende Analyse und Bewertung der mechanischen Beanspruchung. Im vierten Schritt folgt die Validierung anhand von Literatur beziehungsweise durch den Austausch mit medizinischen Fachkollegen. Die Simulationsergebnisse sollen auf ihre quantitative und qualitative Übereinstimmung mit etablierten Methoden überprüft werden. Insbesondere ist ein Vergleich der Ergebnisse mit klinischen Befunden geplant. Im letzten Arbeitsschritt erfolgen Vergleiche durch Variation der Lasten und andere Parameterstudien. Auch sollen die Parameter des Stoffwechsels sowie Hormonhaushalt variiert auf ihre Einflüsse untersucht werden.

### Projektziel

Aufgrund des demographischen Wandels, ist es eine Herausforderung Kosten, insbesondere für die Knochengesundheit, in einem vertretbaren Rahmen zu halten. Das Projekt ermöglicht ein erweitertes Verständnis und einen neuen wissenschaftlichen Beitrag durch Modellierung und computergestützte Simulation des Knochenumbaus. Als Resultat stehen Prophylaxe, Therapieansätze zur Verbesserung der individuellen Knochenkonstitution und langfristige Prognosen der Knochenentwicklung im Fokus.



**TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG**  
GEORG SIMON OHM