

# Biomechanik des Knochens

D.H. PAHR

Assoc. Prof. für Numerische Biomechanik  
an der TU-Wien

<http://www.iisb.tuwien.ac.at>

Ohne Zustimmung des Authors ist die Verwendung des Vortrages, einzelner Folien  
oder Bilder nicht gestattet!



Ausbildungsseminar AKH Wien, 22.11.2013, Wien



D.H. PAHR

1

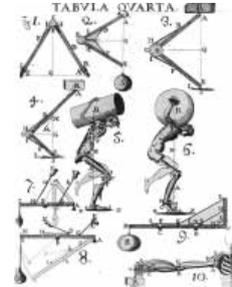
# Was ist Biomechanik?

## Mechanik

Bewegung von Körpern +  
ausgeübte Kräfte

## Biomechanik

Körper = biologisches System  
(Knochen, Muskel, Gelenk)



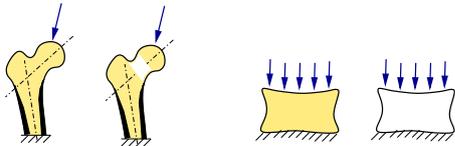
Borelli (1680). De Motu Animalium



D.H. PAHR

2

# Warum Biomechanik?



Unterschied 7%

Unterschied 80%



D.H. PAHR

3

# Inhalt

Biomechanisches Modell

Simulationsmodell

Ausgewählte Beispiele

Diskussion

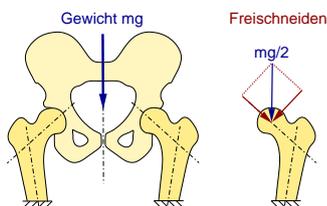


D.H. PAHR

4

# Modell Hüfte

Externe Belastung = Kraft

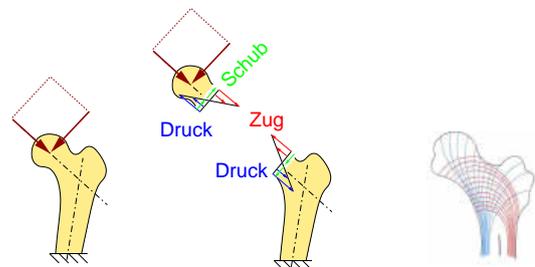


D.H. PAHR

5

# Interne Beanspruchung

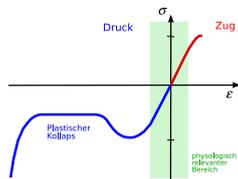
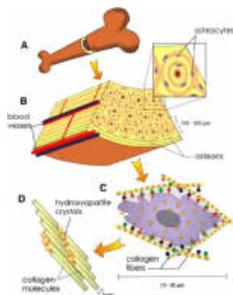
Interne Beanspruchung = Spannung



D.H. PAHR

6

## Materialeigenschaft



Beispiel: Spongiosa

## Fraktur

Spannung > Knochenfestigkeit



## Inhalt

Biomechanisches Modell

Simulationsmodell

Ausgewählte Beispiele

Diskussion

## Wozu Simulationen?

### Versuche

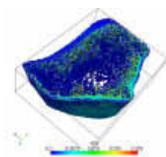
- methodische/ethische Probleme bei Versuchen
- Experimente verursachen erhebliche Kosten
- nur bestimmte Parameter in Versuchen meßbar



## Wozu Simulationen?

### FE Simulations

- Detaillierte Einsicht
- Parameterstudien möglich
- In-vivo Studien (follow-up)

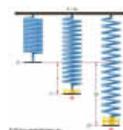


### Aber ...

- Validierung der Modelle → Experimente
- FE Know-How erforderlich, sonst "bunte Bilder"

## Finite Elemente Simulation

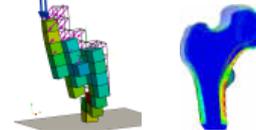
### Hook'sches Gesetz



Kraft proport. Verschiebung

$$F = K U$$

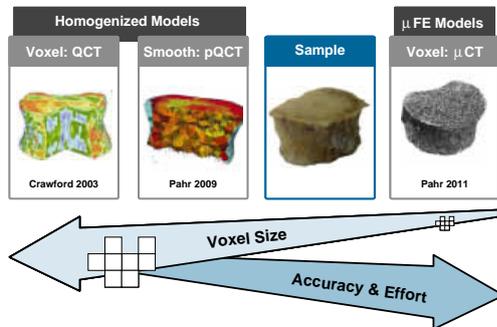
### FE-Modell



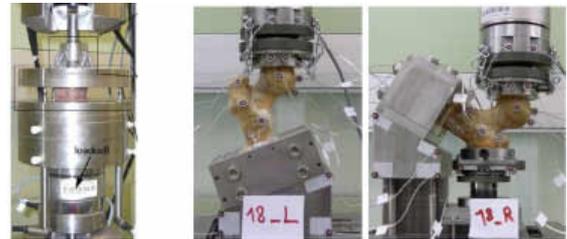
"Super Spring"

$$F = \underline{K} \cdot \underline{U}$$

## FE Modellarten



## Experimentelle Vergleiche



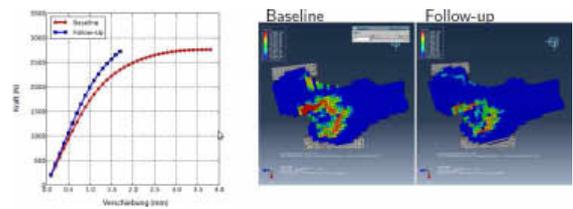
Wirbelkörper

Femur Stand/Fall

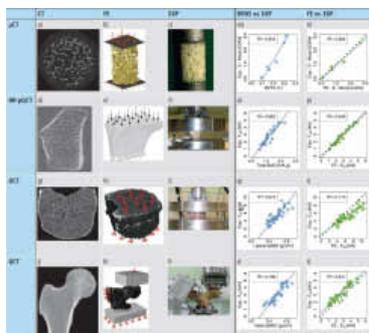
## Inhalt

- Biomechanisches Modell
- Simulationsmodell
- Ausgewählte Beispiele
- Diskussion

## Virtuelle Fraktur Femur

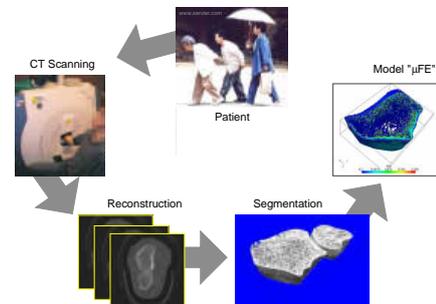


## Experiment vs BMD+Simulation



Pahr & Zysset: *Osteologie*, 2013

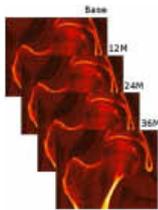
## Anwendung: Virtuelle Diagnose



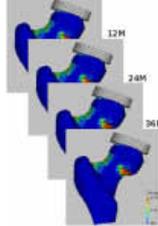
Varga, Baumbach, Pahr, Zysset: *J Biomech*, 2009, 42, 1726-1731.

## Follow-up Studie

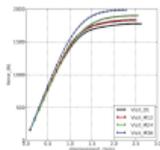
Clinical QCTs



FE Models



Results (strength)



Amgen Freedom Trial: Zysset, Pahr, Engelke, ... Poster ECTS 2013.

## Volare Plattenosteosynthese

Implantat



Bild mit Implantat



FE-Modell



Derzeitiges Forschungsprojekt

## Inhalt

Biomechanisches Modell

Simulationsmodell

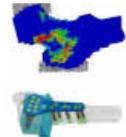
Ausgewählte Beispiele

Diskussion

## Zusammenfassung

Biomechanik von Knochen

- Einblicke und Verstehen,
- Entscheidungshilfe und pre-operative Planung,
- zukünftiger klinischer Begleiter!



## Danksagung

E. Dall'ara, P. Varga, M. Kinzl, T. Gross, P. Zysset



*Danke für die Aufmerksamkeit!*

## Partner

- AT: BHS, AKH, MUW, Uni Wien, BOKU, LBI
- CH: Universität Bern, ETH Zürich
- D: MPI Leipzig, LMU München, Charitee Berlin, Universität Erlangen
- UK: University of Cambridge, Sheffield, Kent, University College London
- ISL: Ben-Gurion University
- AU: University of Melbourne