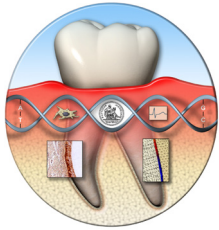


TP 5

Ursachen und Folgen von Parodontopathien – genetische, zellbiologische und biomechanische Aspekte



Entwicklung mathematischer Modelle und effizienter Algorithmen zur Simulation der Belastungsverhältnisse des Parodontiums in der dentalen Biomechanik

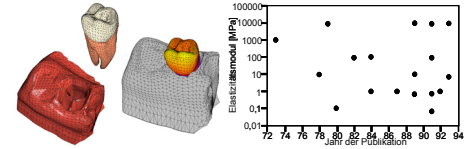
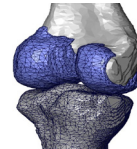
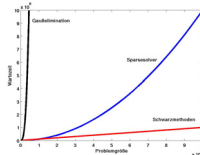
Christoph Bourauel und Rolf Krause

Stiftungsprofessur für Oralmedizinische Technologie und Institut für Numerische Simulation, Universität Bonn

Fragestellung und Ziele



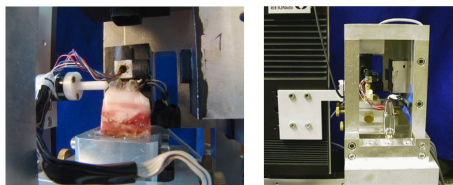
Im klinischen Alltag ist der Zahnhalteapparat unterschiedlichsten Belastungssituationen ausgesetzt. Diese variieren in ihrer Größe und auch in ihrem zeitlichen Ablauf. Bilder oben: kieferorthopädische Apparatur in-situ und Zahnbeweglichkeitsmessung.



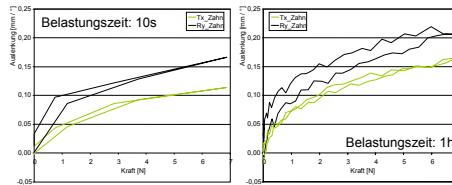
Mathematische Modellierung und numerische Simulation gestatten Einblicke und Vorhersagen, die experimentell nicht oder nur schwer zugänglich sind. Dies erfordert robuste und effiziente Diskretisierungen und Lösungsverfahren.

Ziel: Beschreibung des biomechanischen Verhaltens des Parodontiums bei verschiedenen Belastungen und unterschiedlichem Parodontalstatus mit Hilfe numerischer Modelle. Perspektive: Multiskalenmodell zur Verbindung von Zellebene und Mechanik.

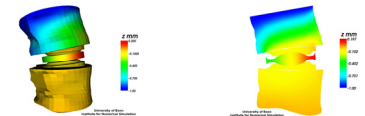
Wissenschaftlicher Hintergrund und eigene Vorarbeiten



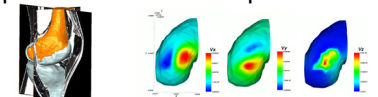
Eigene Messungen der Zahnbeweglichkeit an unterschiedlichen Präparaten zeigten ein nichtlineares und zeitabhängiges Last/Auslenkungsverhalten. Die Bilder zeigen Schweinekieferpräparate im Messaufbau.



Dieses Verhalten ist ein Hinweis auf die komplexe Struktur des Parodontalligaments. Die Flüssigkeitsphase ist für ein viskoelastisches Verhalten verantwortlich, während der Faserapparat die Nichtlinearität bewirkt.

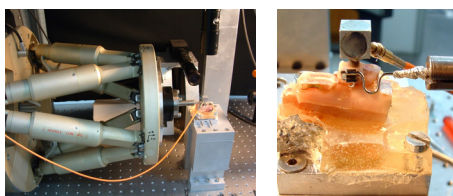


Flexible Diskretisierungen und Interfaceeffekte (Kontakt/Reibung) am Beispiel Bandscheibenimplantat.



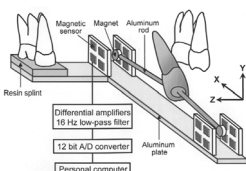
Simulation biphasischer Materialien mit nichtglatten Mehrgitterverfahren.

Arbeitsprogramm



In-vitro- und klinische Messungen

Messung von Kraft/Auslenkungskurven mit unterschiedlichen Lastgeschwindigkeiten mit bestehenden Messaufbauten (oben) und einem neu konstruierten Gerät für klinische Belastungsstudien.



Numerische Simulation

Auf numerischer und mathematischer Seite werden verschiedene aktuelle Ansätze und Methoden der angewandten Mathematik zur Simulation von *in-vitro* und *in-vivo*-Belastungen verwendet:

- Parallele hierarchische Strukturen
- Unabhängigkeit von Geometrie und Diskretisierung
- Nichtlineare Gebietszerlegungen
- Lokalisierung von Nichtlinearitäten
- Optimale Lösungsmethoden
- Parallelisierung
- Multiskalenansätze (Mehrgitterverfahren)

Mathematische Modellierung

- Nichtlineares und anisotropes Materialverhalten
- Biphase und mehrphasige Materialien
- Weichgewebemodellierung
- Oberflächeneffekte: Kontakt, Reibung, Verschleiß
- Gekoppelte Multiskalenmodelle
- Materialien mit "Historie"

Enge Kooperation mit anderen Teilprojekten

- TP 4 James Deschner
Dehnungsapparat, Simulation klinisch relevanter Dehnungsgrößen
- TP 7 Werner Götz, Birgit Rath-Deschner
Dehnungsapparat, experimentelle Zahnbewegung im Rattenmodell, Simulation klinisch relevanter Dehnungsgrößen