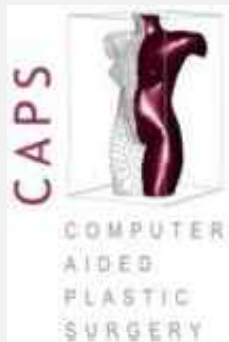


# Nutzen der FEM in der Medizin

L. Kovacs,

M. Eder, A. Volf, S. Raith, H. Pathak, F. Armbrecht, C. Müller



**Forschungsgruppe CAPS – Computer Aided Plastic Surgery**

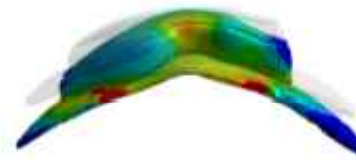
Klinik und Poliklinik für Plastische Chirurgie  
und Handchirurgie

Klinikum rechts der Isar

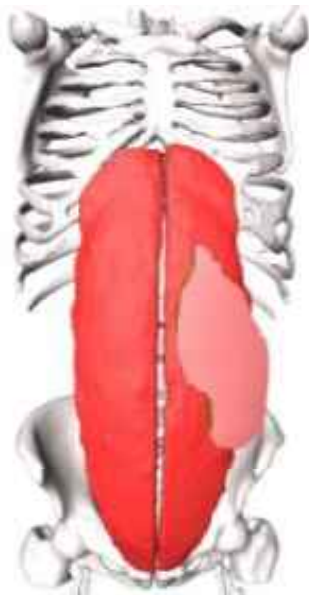
Technische Universität München



Klinikum rechts der Isar

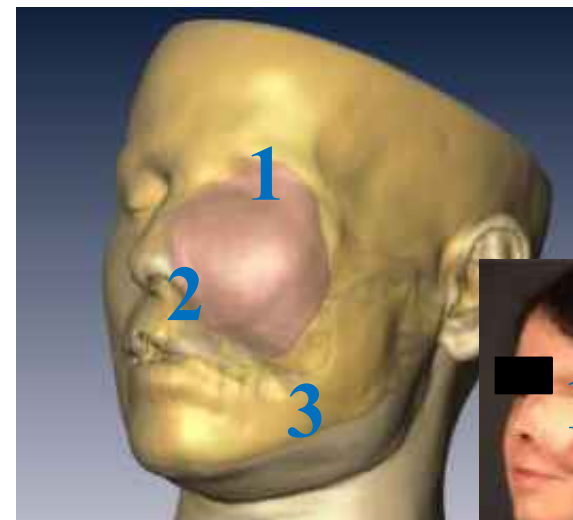


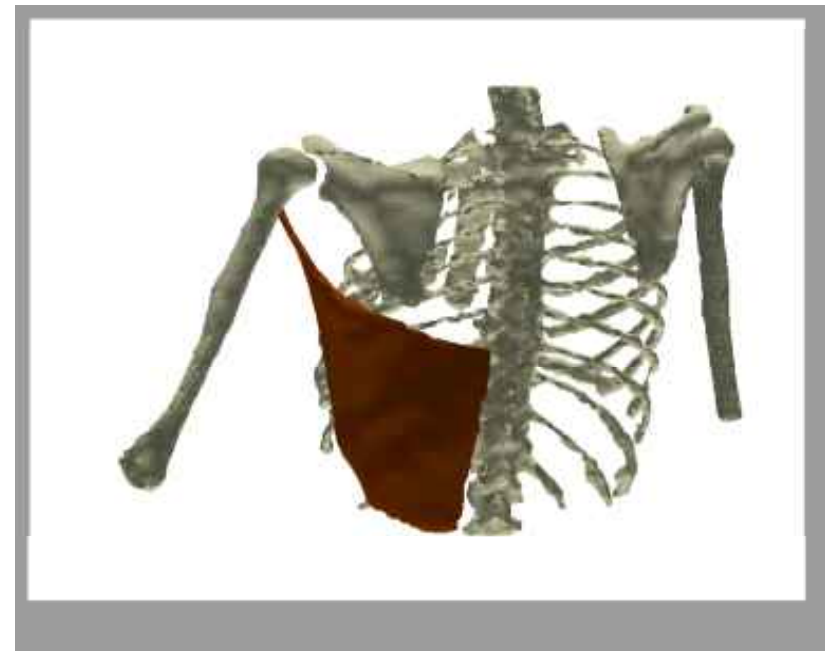
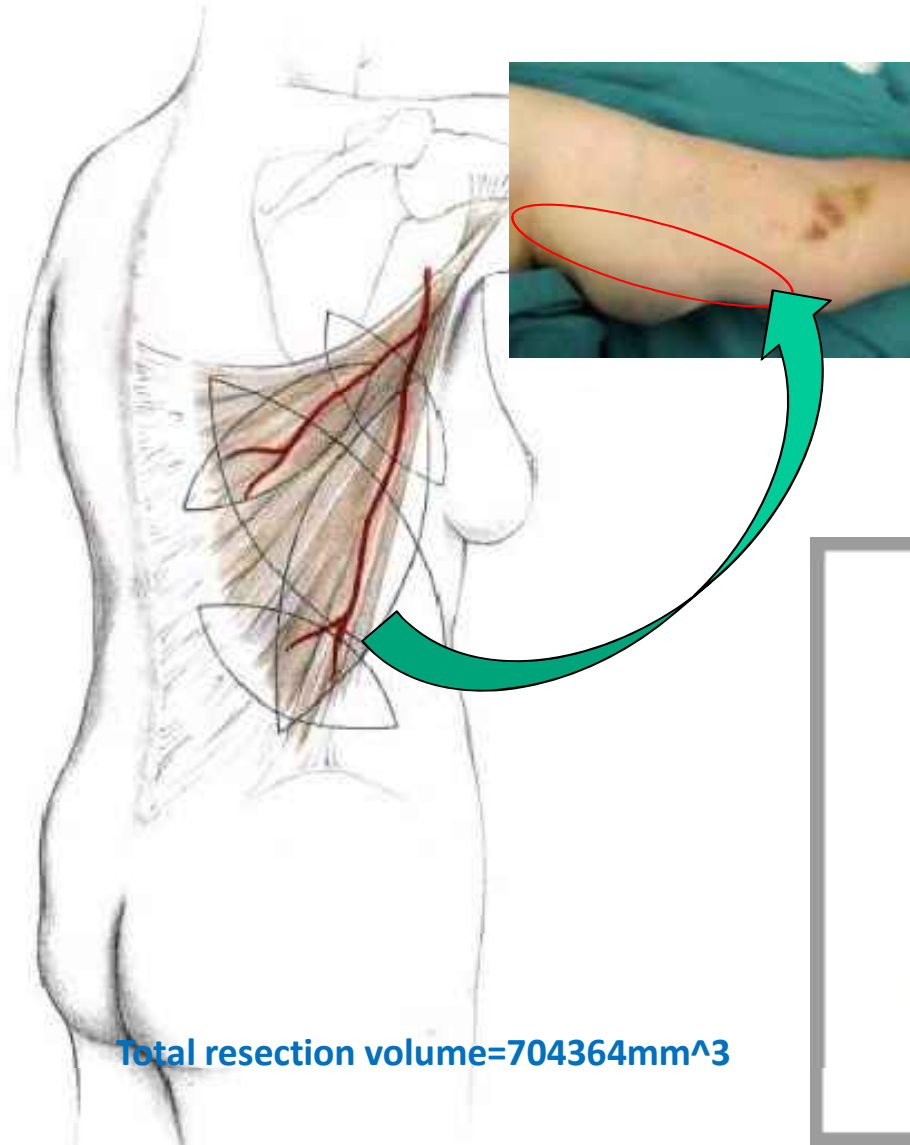
FEM Modell



Positionierung  
der Hautinsel:

- 1 – orbita
- 2 – nasal
- 3 – oral





Total resection volume=704364mm<sup>3</sup>

COMPUTER AIDED PLASTIC SURGERY

## CAPS

### Computer Aided Plastic Surgery

Leiter: Priv.-Doz. Dr. med. L. Kovacs  
Klinik und Poliklinik für Plastische Chirurgie und Handchirurgie,  
Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München  
(Klinikdirektor: Univ.-Prof. Dr. H.-G. Machens)

Dr. med. M. Eder      Dipl.-Ing. Univ. A. Vott  
Dipl.-Ing. Univ. M. Reicher      M.Sc. H. Patlak

Klinikum rechts der Isar

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

**Projekt EraSME Sinus I:**  
Das Vorhaben verfolgt die Entwicklung einer anwendungsfreundlichen Softwareplattform für die Plastische Chirurgie zur virtuellen OP-Planung, objektiven Quantifizierung, Dokumentation und Qualitätssicherung. Die etablierte industrielle Nutzung zur 3-D-Erfassung mittels optischer Scansysteme, haptischer Modellierung virtueller Objekte und die quantifizierte Analyse der Formveränderung wird auf definierte medizinische Fragestellungen am Menschen angewandt. Die Herausforderung des Projektes besteht darin, die technischen Methoden und Prozesse zur Anwendung in einem medizinischen Rahmen zu entwickeln, zu evaluieren und die Anwendung der 3-D-Technologie in der Zielgruppe des Projektes wissenschaftlich zu etablieren.

**Projekt InnoNet Sinus II:**  
Das Vorhaben beinhaltet für die Plastische Chirurgie eine patientenspezifische virtuelle Operationsplanung unter Verwendung der Finite-Elemente-Methode zur numerischen Weichteilsimulation zu entwickeln. Die industriell etablierte Finite-Elemente-Methode (FEM) zur numerischen Simulation wird auf medizinische Fragestellungen im Bereich der Weichteilsimulation auf dem Gebiet der Brustvergrößerung angewandt. Die Herausforderung des Projektes besteht darin, die technischen Methoden und Prozesse zur Anwendung am Menschen in einem medizinischen Rahmen zu entwickeln, zu evaluieren und die Anwendung der 3-D-Technologie in der Zielgruppe des Projektes wissenschaftlich zu etablieren. Das Gesamtprodukt, bestehend aus einem 3-D-Oberflächenscanner und einer Softwareplattform, ermöglicht es dem Operateur das operative Endergebnis mit Hilfe haptischer Schnittsteven zu modellieren und mittels FEM zu simulieren.

**Eingereichtes Projekt EraSME Sinus III:**  
Eine unmittelbare klinische Anschlussfähigkeit in der objektiven 3-D-Erfassung der Weichteilgeometrie und ihrer Deformierung in der präoperativen Operationsplanung und postoperativen Verlaufskontrolle zeigt sich auf dem Gebiet der rekonstruktiven Brustchirurgie bei Brustkrebs. Entwickelt wird ein Softwaremodul zur objektiven Operationsplanung und -simulation, sowie zur postoperativen Qualitätssicherung von brustrekonstruktiven Operationsmethoden nach Entfernung der Brust sein, welches als Modul „Mammarekonstruktion“ in das zu entwickelnde Gesamtprodukt von SINUS 2 implementiert wird. Besonderes Augenmerk soll hier auf die computerunterstützte patientenspezifische Planung verschiedener Operationsmethoden (freie und gestielte Lappenplastiken, Implantat und Expander) mit Hilfe moderner 3-D-Bildgebungsverfahren (3-D-Oberflächenscan und FEM-Simulation) unter Berücksichtigung der zu rekonstruierenden Defektgröße und des eventuell entstehenden Hebedefektes gelegt werden.

Projekträger:

www.caps.me.tum.de

COMPUTER AIDED PLASTIC SURGERY

## CAPS

### Computer Aided Plastic Surgery

Klinik und Poliklinik für Plastische Chirurgie und Handchirurgie,  
Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München

PD Dr. med. Laszlo Kovacs

Dr. med. Maximilian Bier  
Dipl.-Ing. Univ. Markus Pecher  
Dipl.-Ing. Univ. Alexander Volf  
M.Sc. Harald Patlak

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

**Das COPKO Projekt** hat die zentrale Zielsetzung des interdisziplinären Projektantrages verfolgt: die aktuell empirisch geprägte Vorgehensweise der Prothesenversorgung in der Orthopädie/Technik unter Berücksichtigung der patientenspezifischen Beschaffenheit des Amputationsstumpfes und Zuhilfenahme modernerer Bildgebungsverfahren und computerunterstützter Technologien zu optimieren. Das Vorhaben zielt darauf ab, die komplexen Vorgänge der Weichteilgewebeveränderungen während der prothetischen Versorgung, insbesondere die Auswirkung biomechanischer Änderungen bei Belastung innerhalb des zu versorgenden Amputationsstumpfes und die Interaktion mit dem Prothesenschaft, zu erfassen und zu simulieren. Mit Hilfe moderner Ganganalysen und Druckverteilungsmessungen werden die biomechanisch bedingten Gewebeveränderungen quantifiziert und fließen in die Erstellung eines physikalisch basierten virtuellen 3-D-Modells des zu versorgenden Amputationsstumpfes ein. Anhand patientenspezifischer 3-D-Modelle wird die dreidimensionale Darstellung, Quantifizierung und Simulation der individuellen biomechanisch bedingten Gewebeveränderungen im Amputationsstumpf im statischen Zustand als auch dynamisch während der Interaktion mit dem Prothesenschaft mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode erarbeitet. Die Visualisierung und virtuelle computerunterstützte Simulation des am Computer individuell geplanten Prothesenschaftmodells soll als Grundlage für eine reproduzierbare Herstellung individuell optimierter Schaftsysteme an exoskeletalen Prothesen dienen und eine computersimulierte „virtuelle“ Probe vor der Anfertigung der Prothese auch in Abwesenheit der Patienten ermöglichen.

**Projekträger:**

Bayerische Forschungstiftung

**Industrielle Kooperationspartner CAPS:**

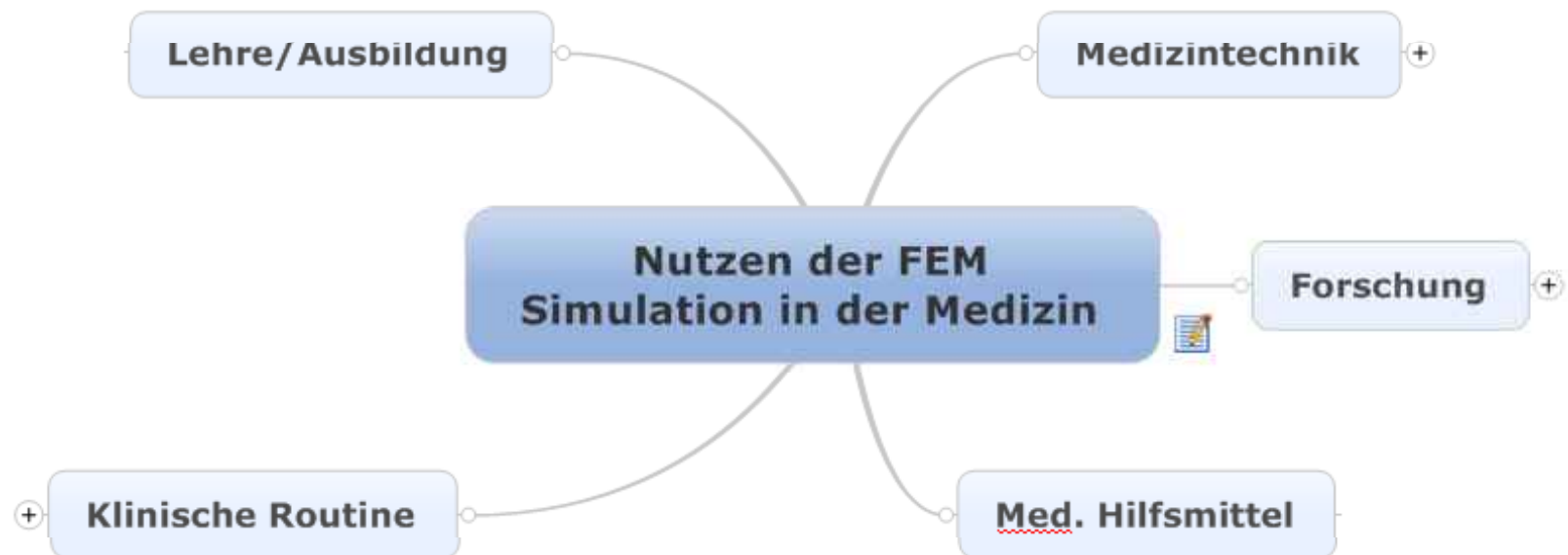
Projekträger:

www.caps.me.tum.de

Erfasster Bildschirmausschnitt: 04.11.2010, 07:03



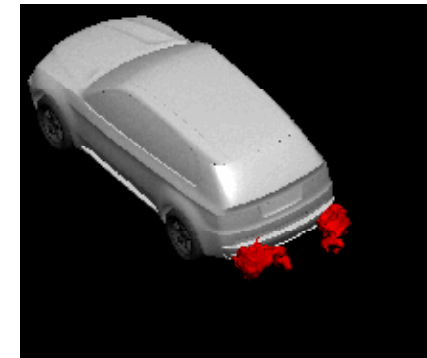
Erfasster Bildschirmausschnitt



... die Simulation in der Medizin ist dort,  
wo die Autoindustrie Mitte der achtziger Jahre war !



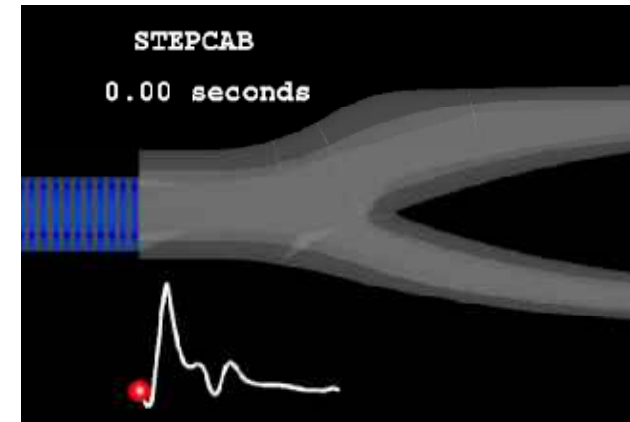
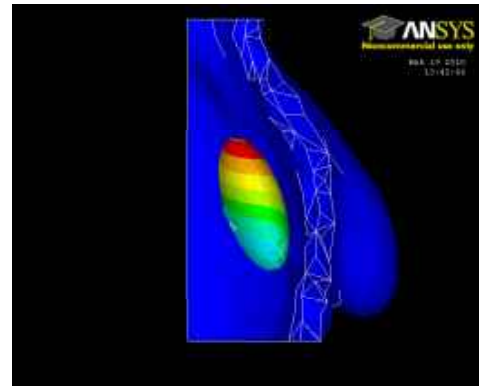
BMW - Beispiel Crash Simulation



BMW – Abgas Strömungssimulation

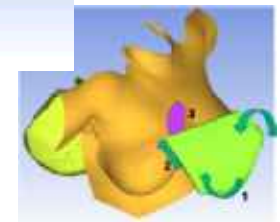
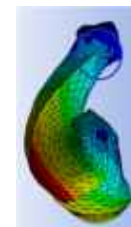
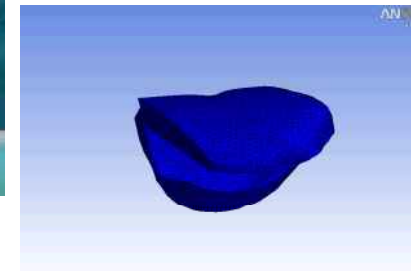
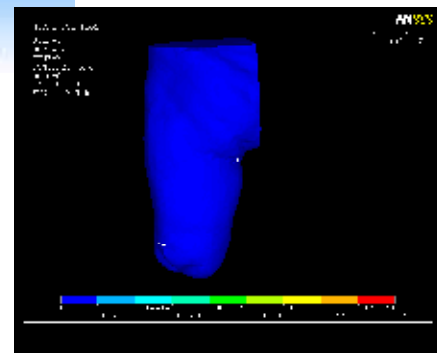


BMW - Beispiel Fertigungsplanung  
(Sitzeinbau)



Interaktion Prothese - Körper

Strömungssimulation



„Fertigungsplanung“

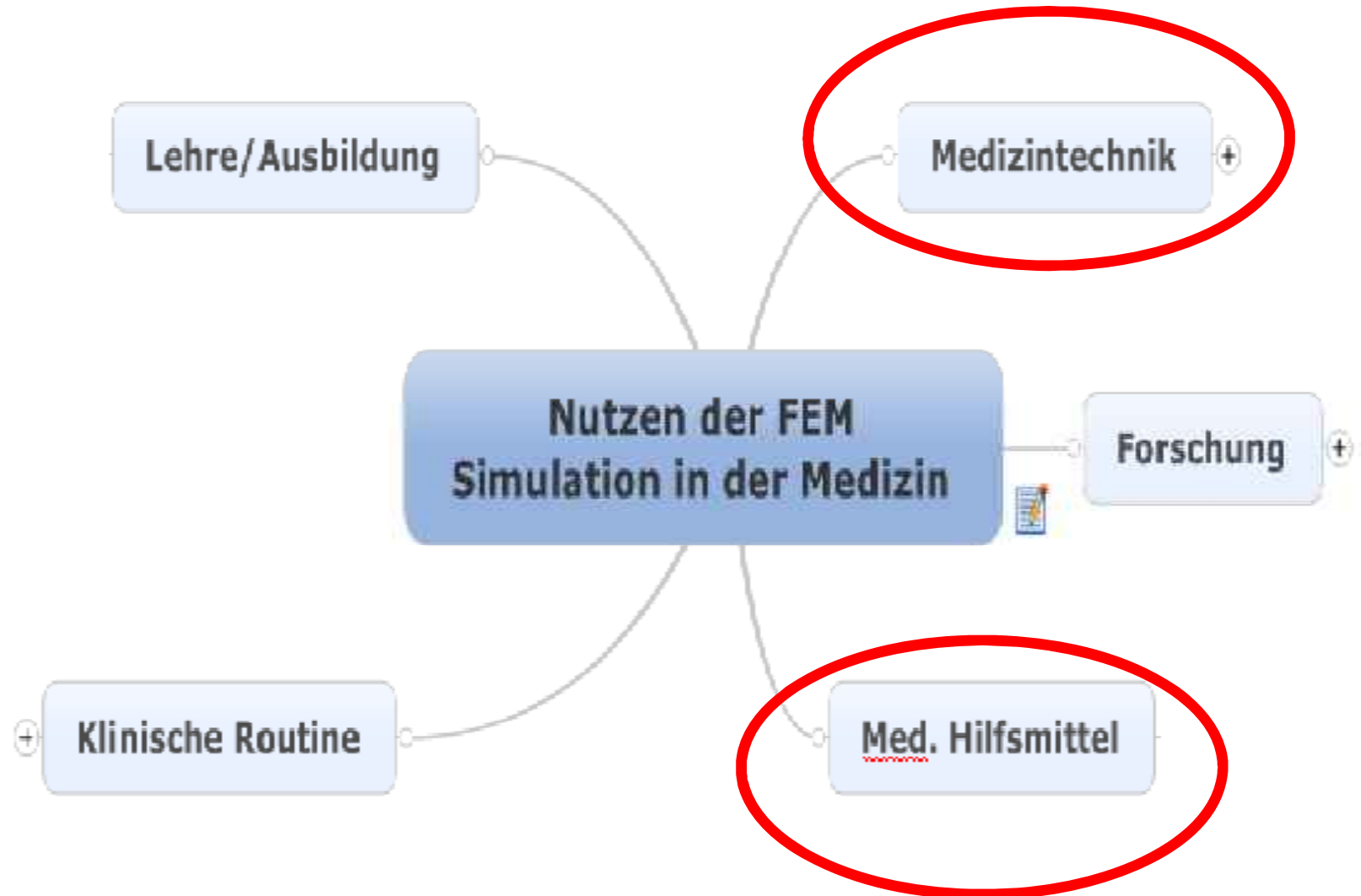


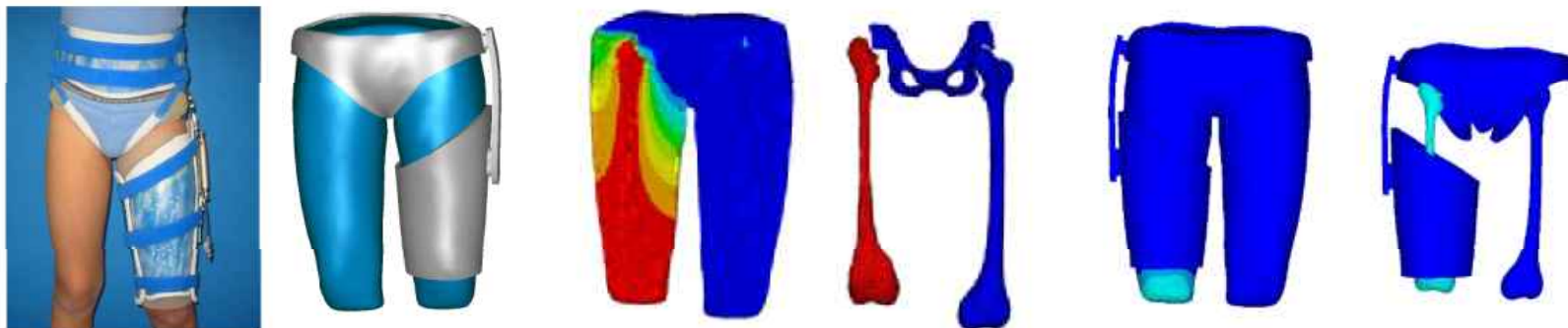
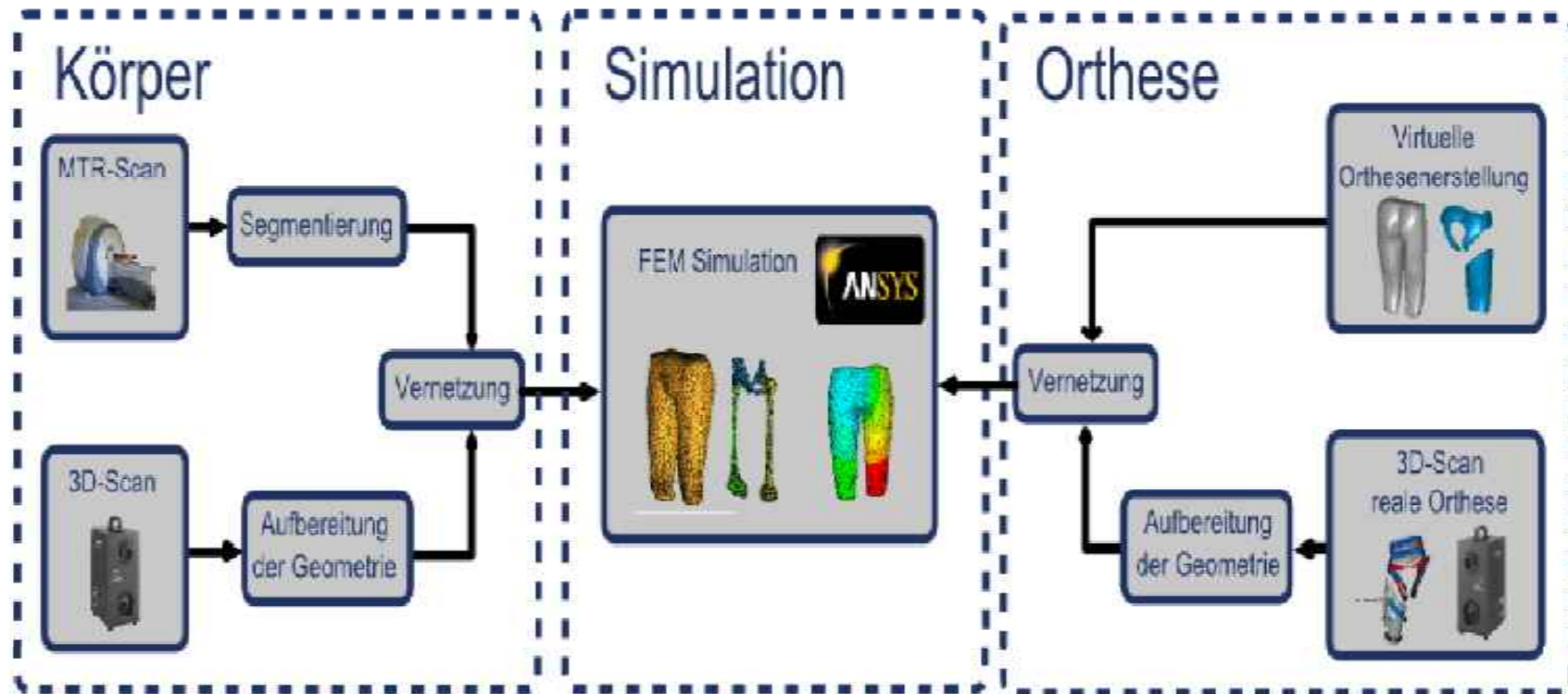
- hohen Anteil an „empirischen Erkenntnisse“
- Unterschiedliche Behandlungsstandards
- Inhomogenes Qualitätsmanagement
- Uneinheitliche Prozessstrukturen
- Prozesse durch hohe Individualität gekennzeichnet
- Prozessoptimierung in individualisierter Umgebung nur schwer anwendbar
- Gesetze des freien Marktes bedingt gültig

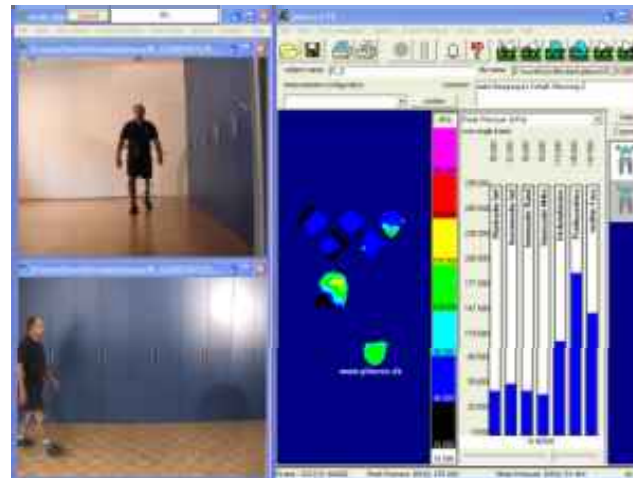
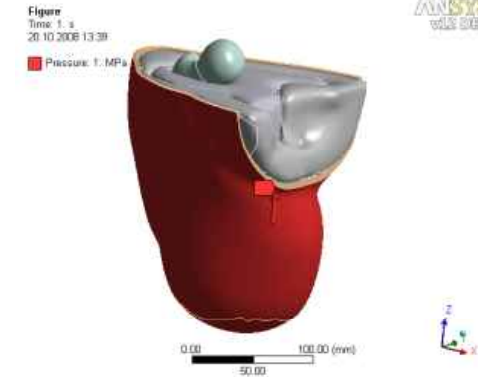
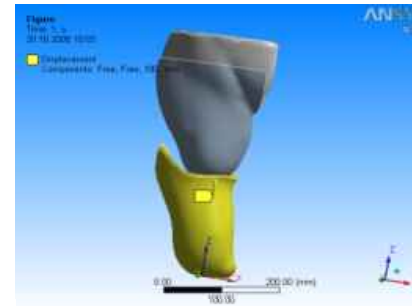


# „Die numerische Simulation ist in der Medizinbranche angekommen“

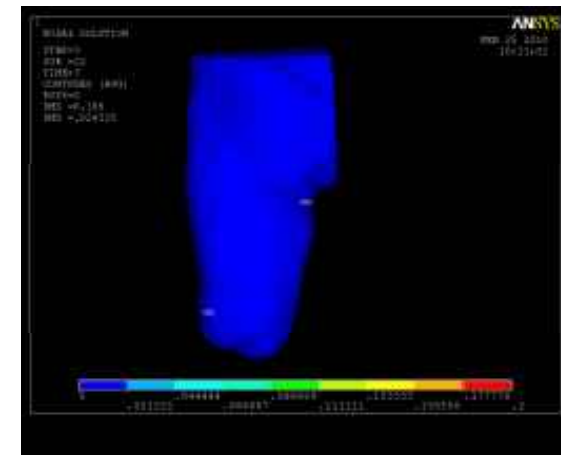
C. Müller – Infoplaner CADFEM 02/2010







© Novel







ca 90 % of Evidence obtained from ...

- Ia - meta-analysis of randomised controlled trials
- Ib - at least one randomised controlled trials
- IIa - at least one controlled study
- IIb - at least one quasy-experimental study
- III - non-experimental, comparative, correlational or case studies
- IV - expert committee reports, options/clinical experience of respected authorities



- Evaluation of the patient-related results of medical interventions
- Goal: to improve the informations available to make complex decisions

**Improved care is linked to better evidence**



Two different cases of Screw-arrangements are simulated.



Figure 4, Screw-arrangement 3/3 , 5/4

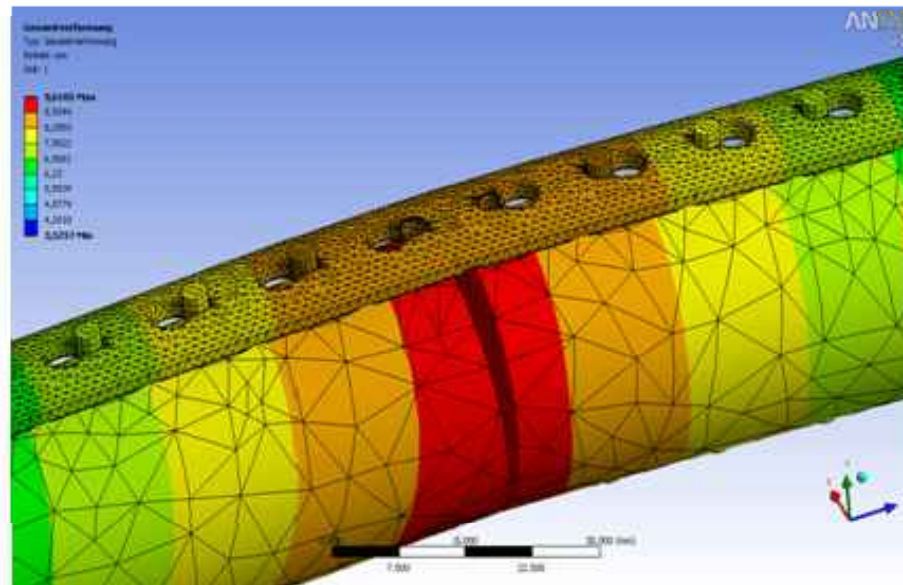
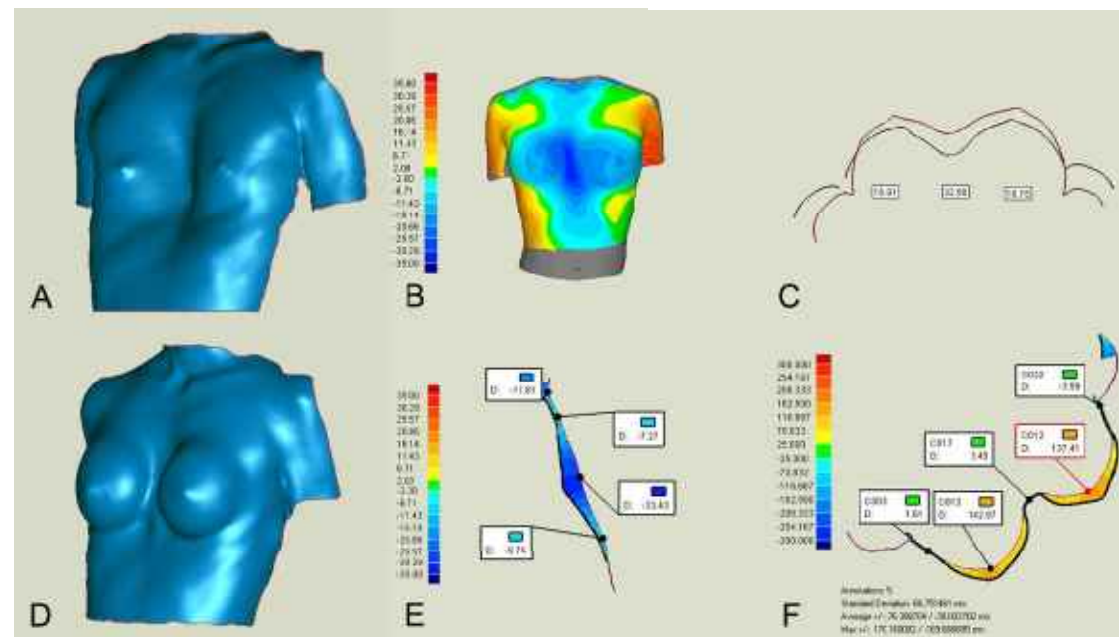
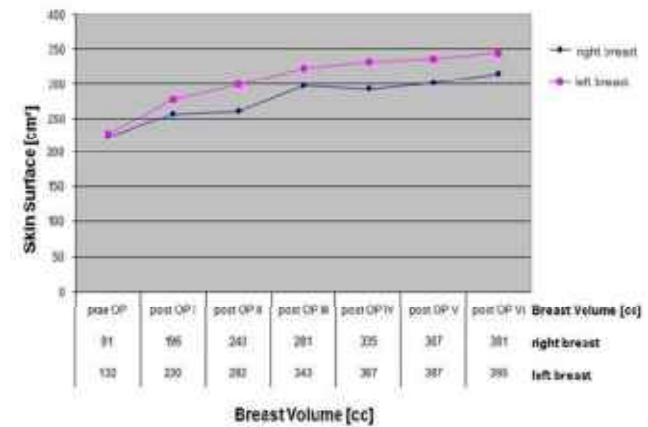
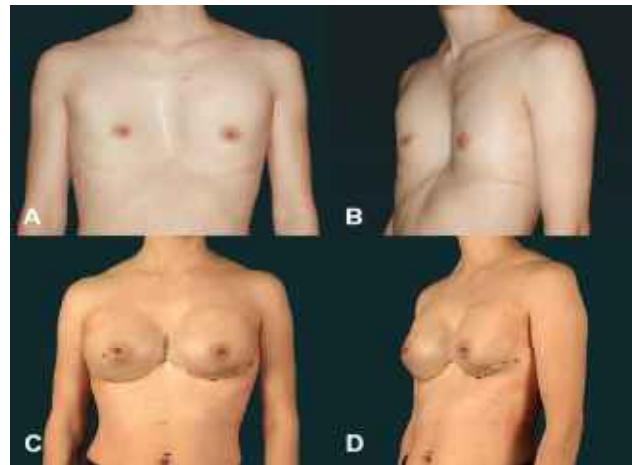
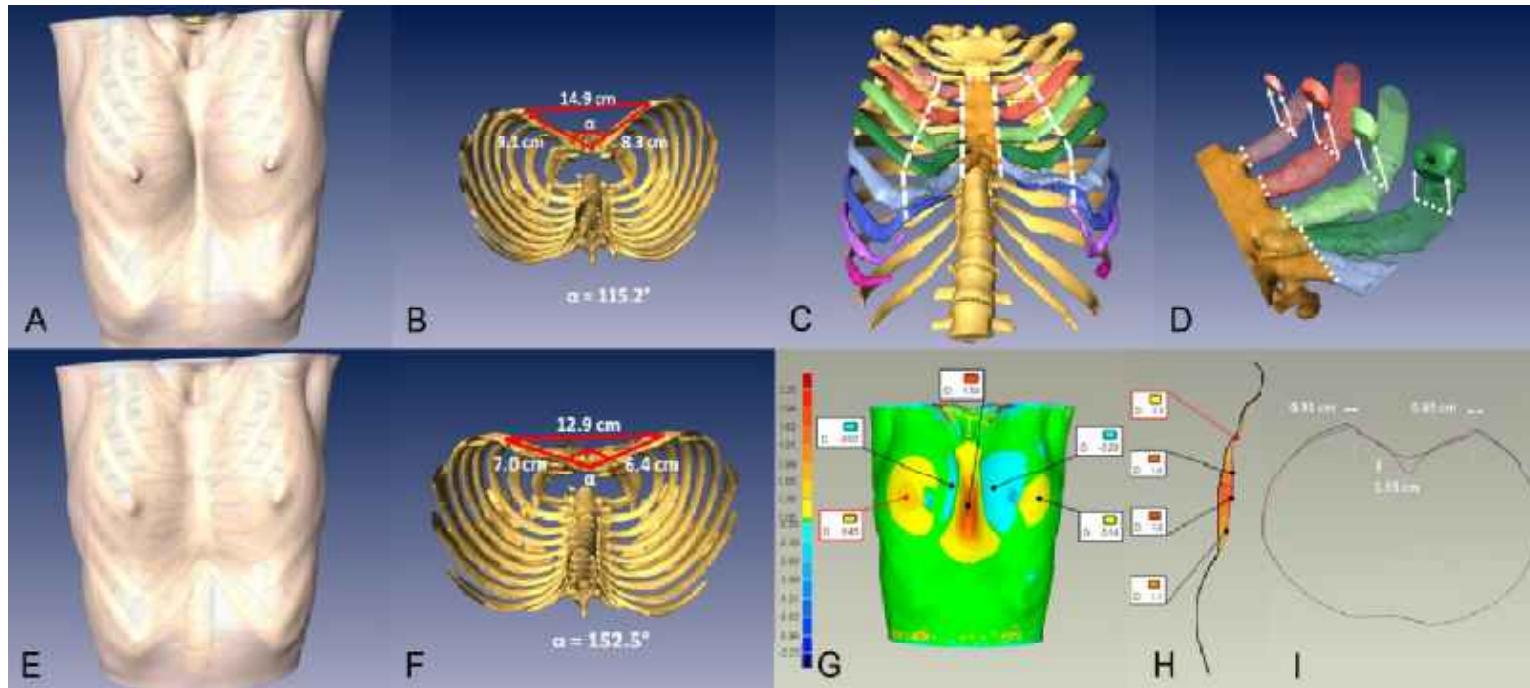
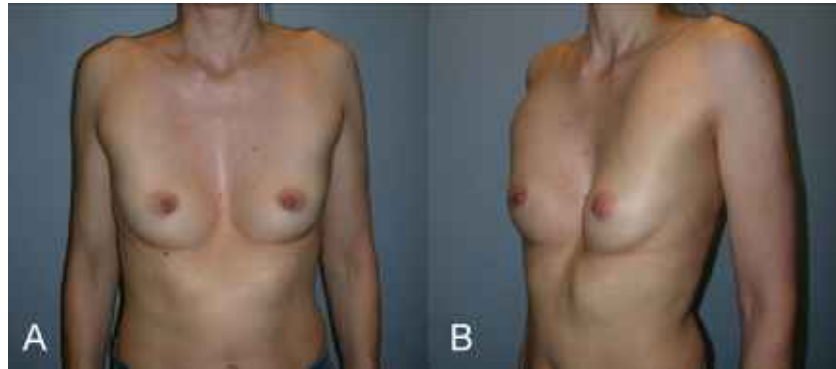


Figure 2; large deflection



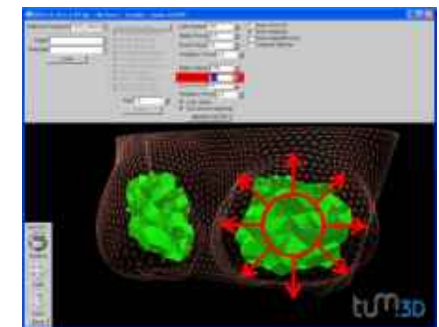
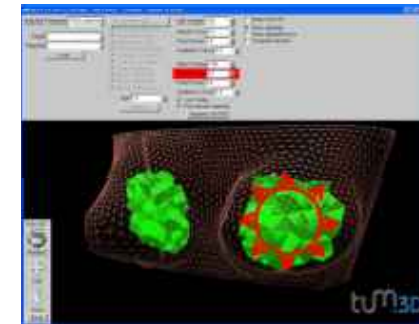
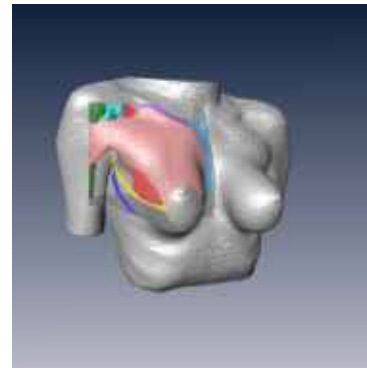




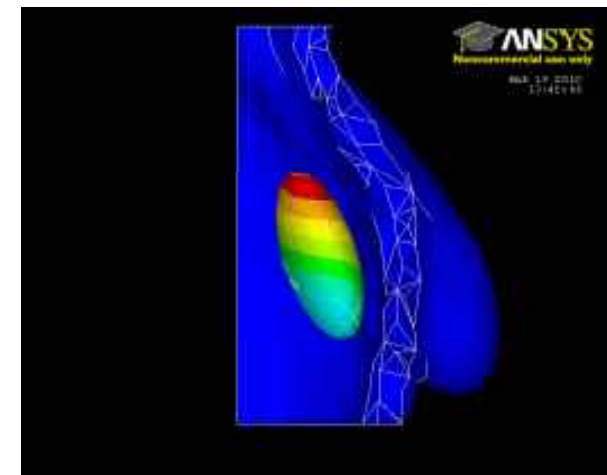
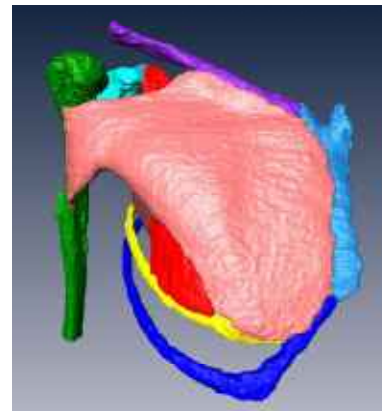


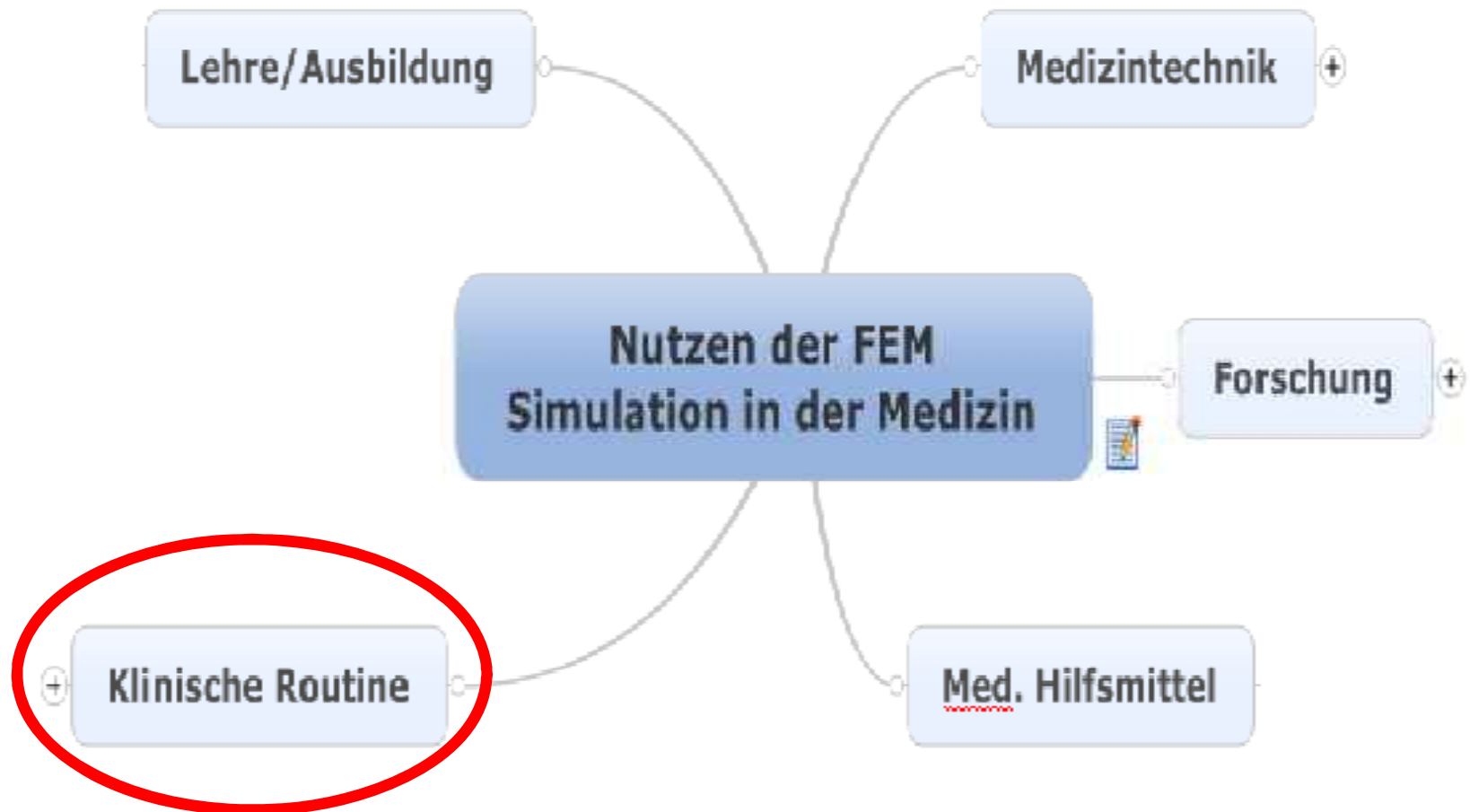


Prä - OP



Post - OP





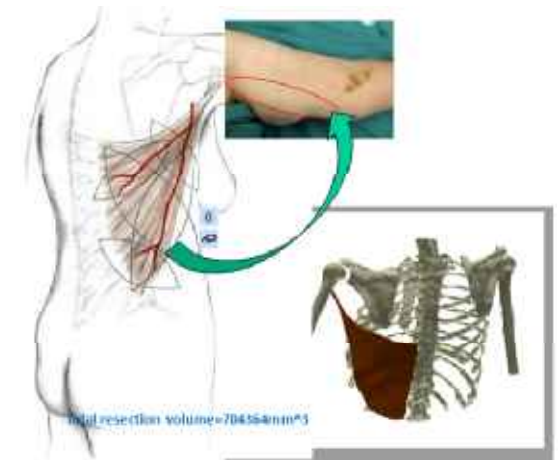
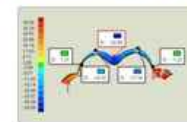
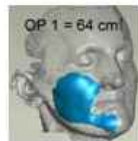
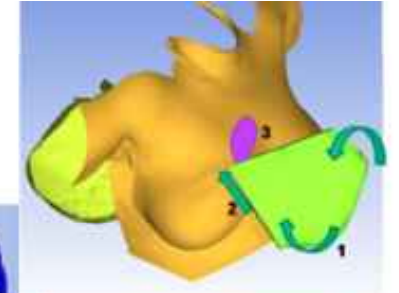
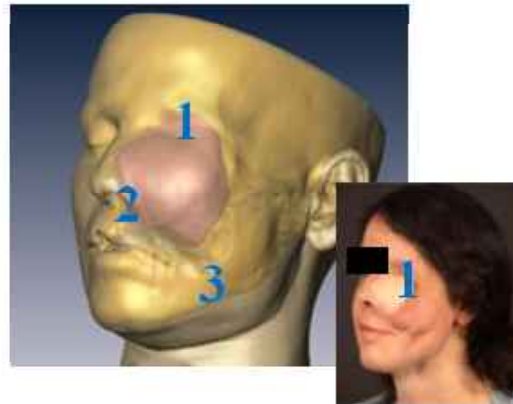


## Probleme:

- **Unverständnis** wg. mangelnder **Schulung**
- **Einzellösungen** anstelle von notwendigen **Workflows**
- **Keine FEM-Leistungen** in den med. **Abrechnungssystemen**
- **Produkte** nicht für **Mediziner** entwickelt -> **Usability Study**

# Einzellösungen ?

## Personenbezogene Entwicklungen ?!





- Kommunikationsstrategien
- Wissensnetzwerke
- gezielte Ausbildung
- Chirurgische Workflow Analyse
- Prozessmanagement
- Risikomanagement
- Qualitätsmanagement
- Anpassung der Abrechnungssysteme



# Vielen Dank !