PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

Rapid Prototyping in der Medizin

Robert Haase, Tobias Meisel

info@phacon-leipzig.de

www.phacon-leipzig.de

Gliederung

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

1. Firmenportrait
2. Präoperative Planungsmodelle
3. Medizinisches Trainingssystem
4. Produktentwicklung, Fertigung

1. Firmenportrait

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

- Gründung im April 2007 als Spin-Off aus dem “Innovation Center Computer Assisted Surgery“ (ICCAS)
- PHACON entwickelt und erstellt chirurgische Simulations-Systeme für das Training von Chirurgen
- derzeit 5 Mitarbeiter in Leipzig
- Enge Zusammenarbeit mit Medizinern des Universitätsklinikums Leipzig und der Universität Pittsburg

- ICCAS

  Innovationscenter zur interdisziplinären Zusammenarbeit von Medizinern und Technikern,

  Ziel: das gemeinsame „Know How“ zu nutzen um zielorientierte Entwicklungen und Evaluierungen von Systemen im Bereich computerassistierter Chirurgie voran zu treiben.

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

1. Präoperative Planungsmodelle

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

Was sind “präoperative Planungsmodelle”?

- Plastische Modelle, die die genaue Anatomie und Pathologie des Patienten wiedergeben um einen komplexen chirurgischen Engriff zu planen.
- Eignen sich ebenso zur medizinischen Lehre um interessante Krankheitsbilder darzustellen

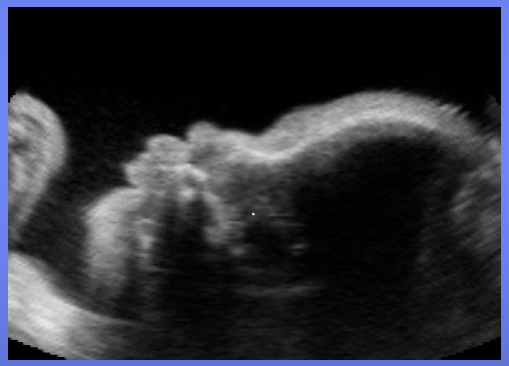
Kundennutzen ?

- Bestimmung des optimalen Instrumentenzugangs um Risikostrukturen besser zu schützen
- Grundlage für Diskussion zwischen Ärzten (Tumorboard etc.)
- Einsatz für die Patientenaufklärung
- Reduzierung der OP-Zeit, der Invasivität und der Genesungszeit

Bild- Volumendaten

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

Grundlage sind verschiedene Bild- und Volumendaten wie bspw. CT-, MRT- und Ultraschallaufnahmen



Ultraschalldaten

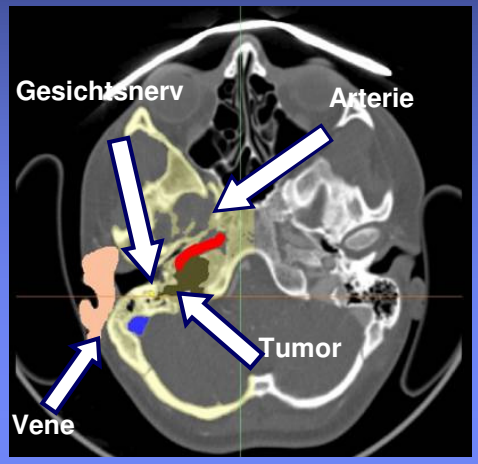
MRT-Datensatz

CT-Datensatz

Segmentierung

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

- Segmentierung: Zusammenfassung der Bildpunkte (Pixel, Voxel) zu inhaltlich zusammenhängenden Regionen (Bsp. Arterie,..)
- Segmentierung legt fest, was (Anatomie, Pathologie) und wie (Farbe) es gedruckt wird.
- Wichtig: Entscheidung und Abnahme durch Experten

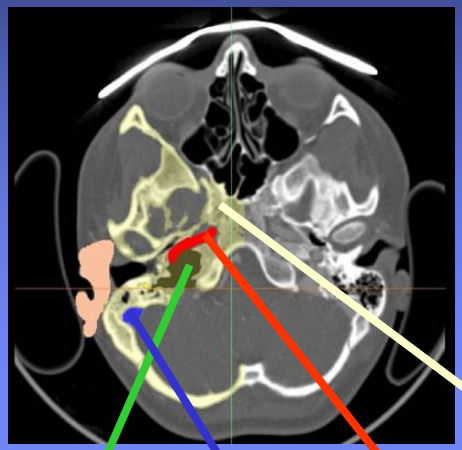


- Semiautomatische und Automatische Segmentierung kann Arbeitsschritt erleichtern
- Sehr aufwendig bei Artefaktbehafteten und verrauschten Volumendaten (Bsp. Ultraschalldaten) -> Manuelle Segmentierung
- Durch Farbgebung können Anatomien und Pathologien hervorgehoben werden
- Künstliche Schnitte durch das Modell geben später einen weiteren Einblick

Herstellung

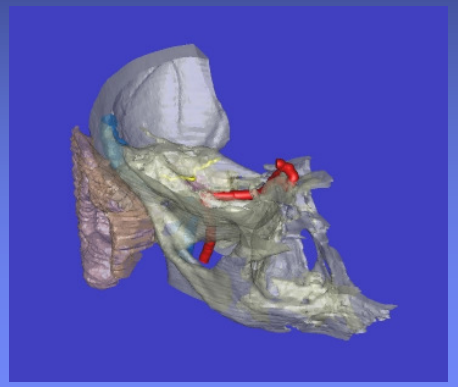
PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

Segmentierung



Erstellen des Oberflächenmodells durch „Marching Cubes“

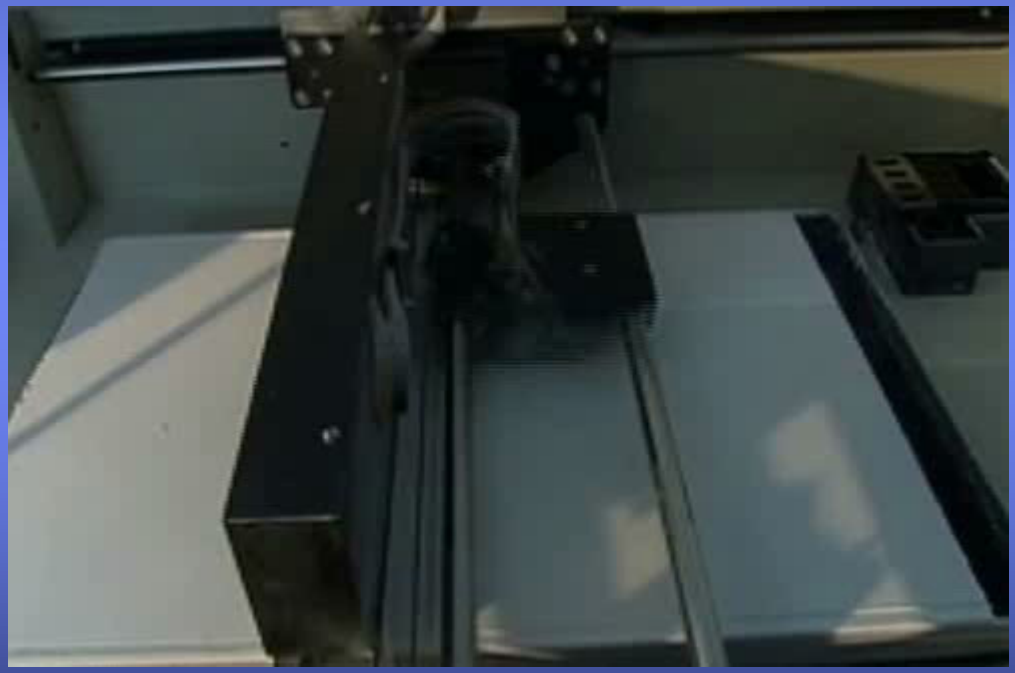
3D-Modell



STL-Daten des 3D Modells

3D-Druck

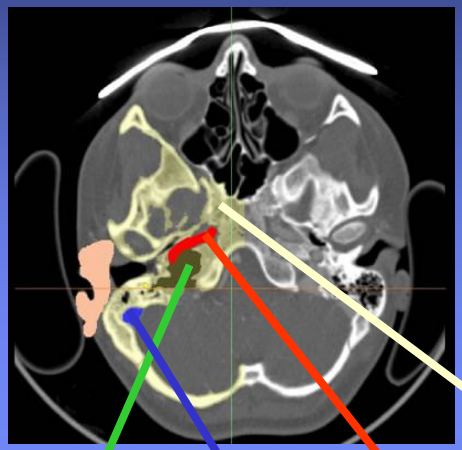
PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

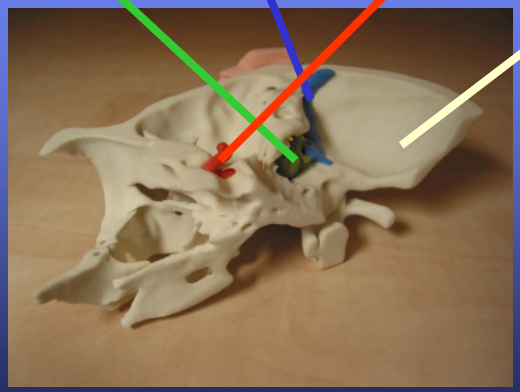


Herstellung

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

Segmentierung

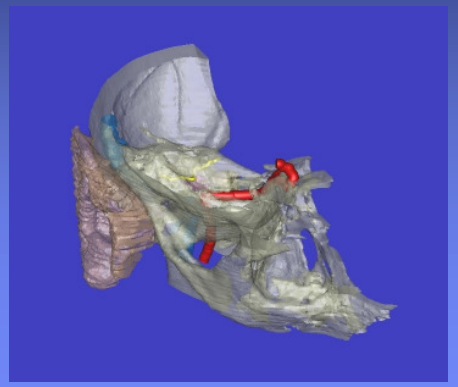




Präoperatives Planungsmodell

Erstellen des Oberflächenmodells durch „Marching Cubes“

3D-Modell



STL-Daten des 3D Modells

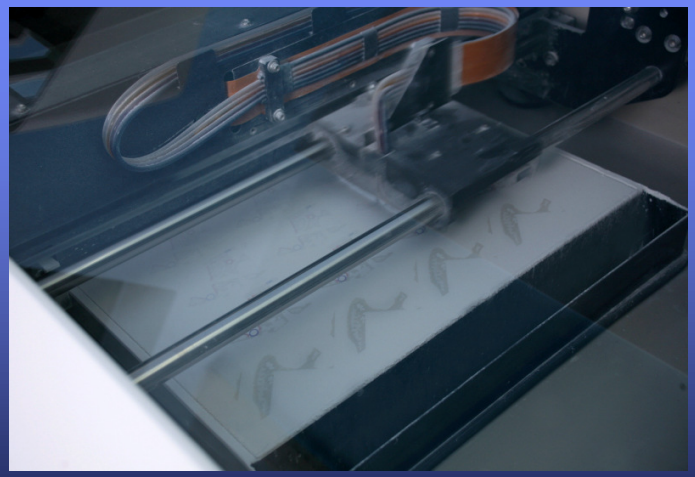
3D-Druck

Nachbearbeitung: Infiltration mit zwei Komponentenharz

Wieso 3D-Druck Verfahren

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

- Farbcodierung der einzelnen Bereiche ist sehr wichtig
- Materialeigenschaften sind Knochenähnlich und können im Nachbearbeitungsprozess noch geringfügig verändert werden
- Relativ preisgünstig
- Ausreichend hohe Genauigkeit (begrenzt durch Bild- bzw. Volumendaten)

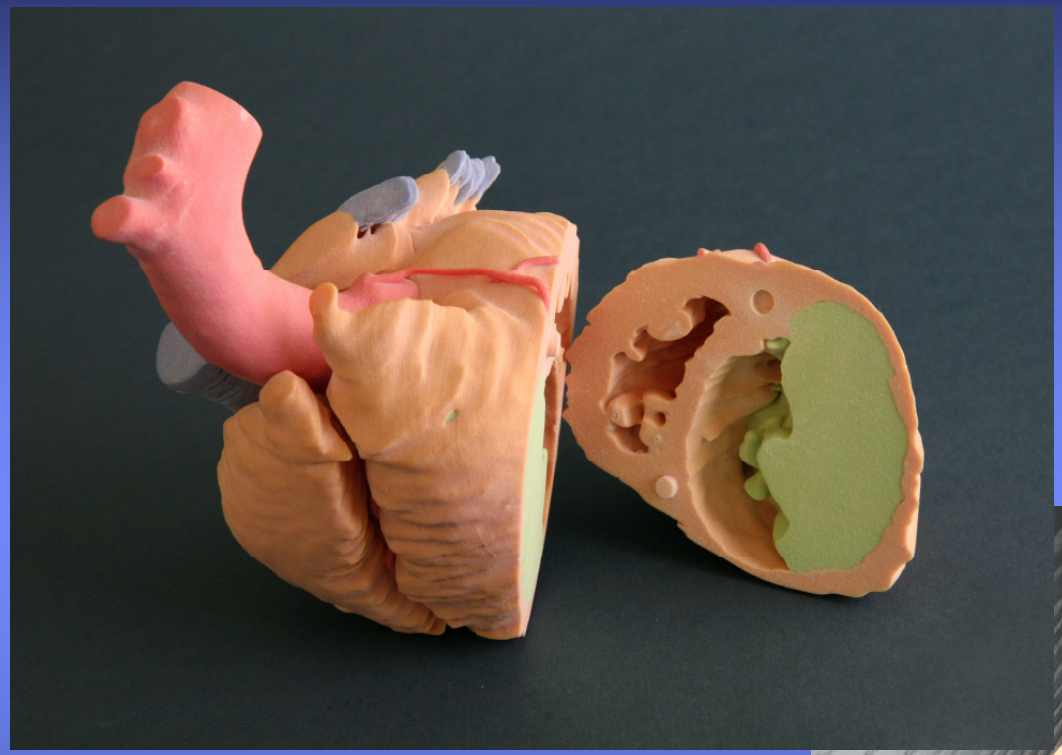


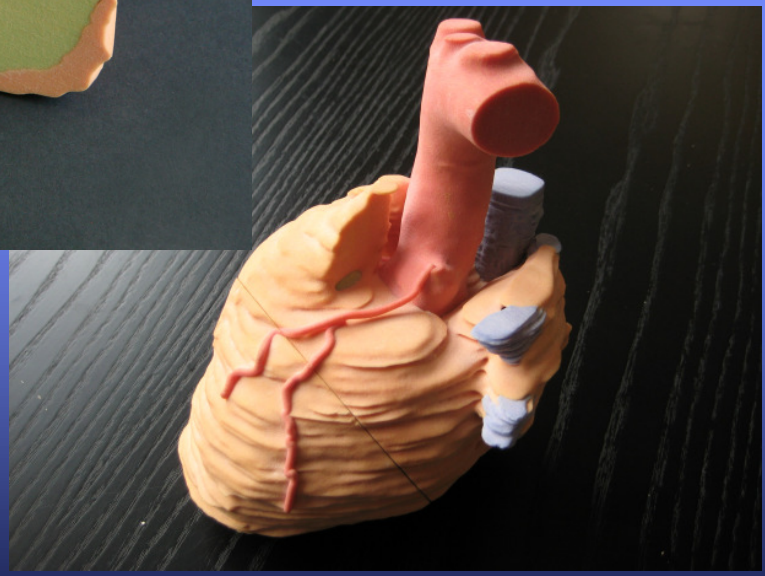
Beispiel I

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

Beispiele II

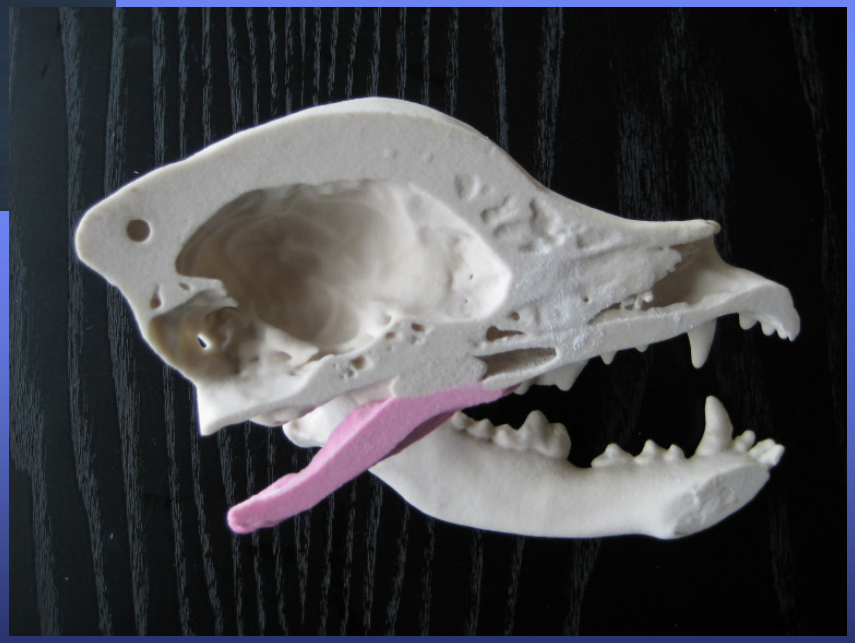
PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION





Beispiele III

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION



PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

2. Medizinisches Trainingssystem

Medizinsches Trainigssystem
Einleitung

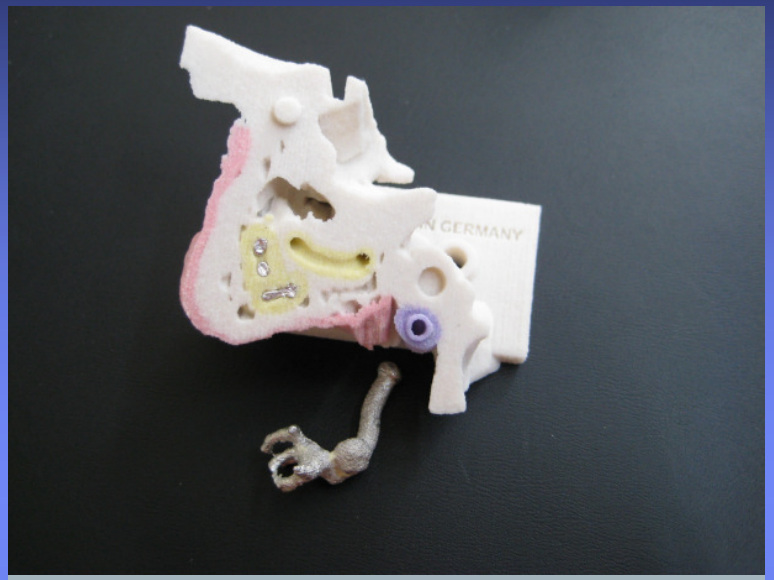
PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

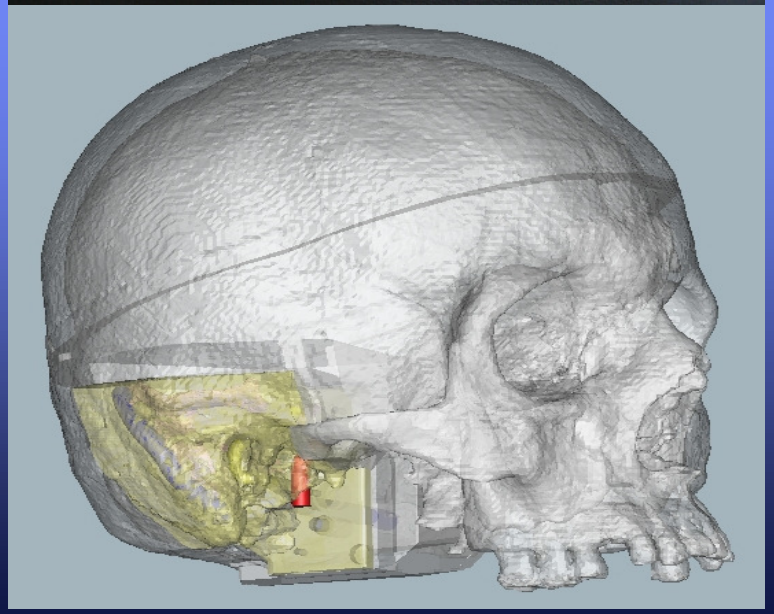
- **Patentiertes Trainingssystem bietet realistisches Training von chirurgischen Operationen**
- **Mittels 3D-Druck erzeugte Detailgetreue Abbildung von Anatomischen Strukturen einer Computertomographie**
- **Abbildung von Risikostrukturen (Nerven, Arterien)**
- **Übung mit OP-Instrumenten**
- **Erkennung und Anzeige bei Verletzung von Risikostrukturen**

Medizinsches Trainigssystem
Funktionsweise

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

- **Elektrische oder optische Leiter innerhalb der Risikostrukturen**
- **Schließung des elektrischer Kreis bei Berührung des Instrumentes mit Risikostruktur**
- **USB-Schnittstelle zwischen Trainingssystem und PC**
- **Auswertung über Software**
- **Differenzierung des Verletzungsgrades bei optischen Leiter**





PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

- **Schädel (mit Mikrocontrollerschaltung und USB-Anschluss)**
- **Austauschbare Module mit Risikostrukturen**
- **Software**

Medizinsches Trainigssystem
Marktlage

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

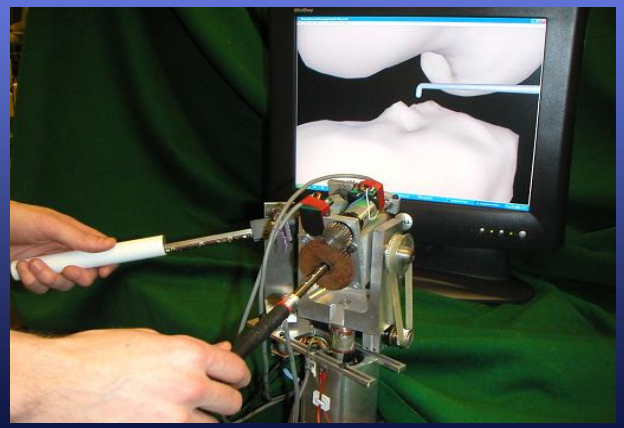
- **Gezielte Übungen und regelmäßiges Training chirurgischer Eingriffe notwendig**

- **Leichenpräparate**
  gängige Praxis
  Probleme bzgl. Verfügbarkeit und Lagerung

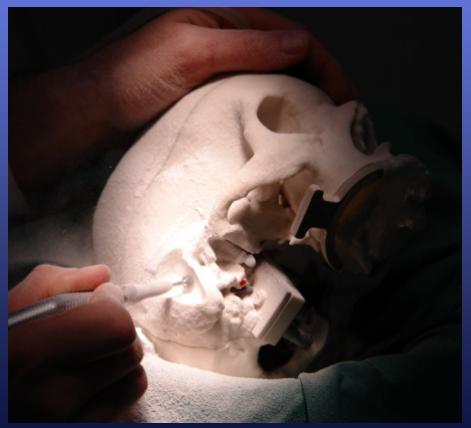
- **Virtuelle Systeme**
  Steuerung über spezielle Eingabeinstrumente, OP-Gebiet auf Monitor
  Probleme bzgl. Hand-Auge-Koordination, Haptik

Leichenpräparate

Virtuelle Systeme

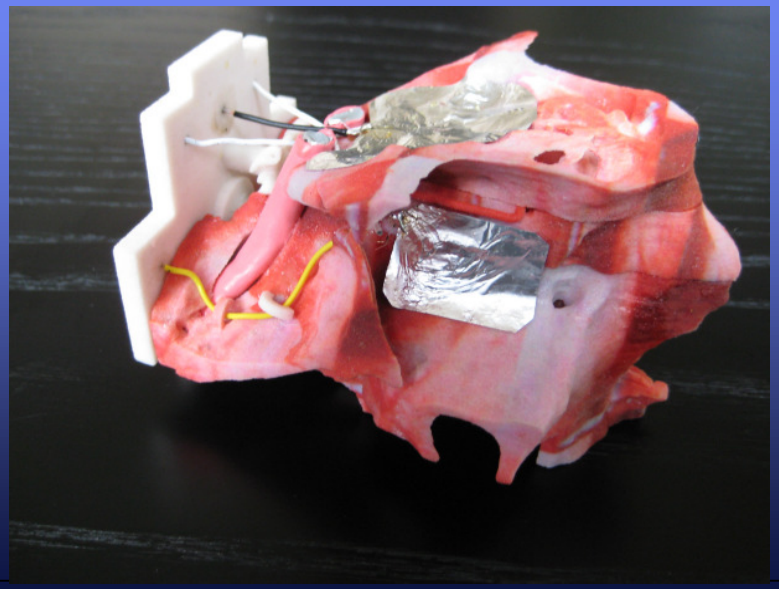


Anatomische Modelle



Medizinsches Trainigssystem
Entwicklungsstand

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION



- **Felsenbein**

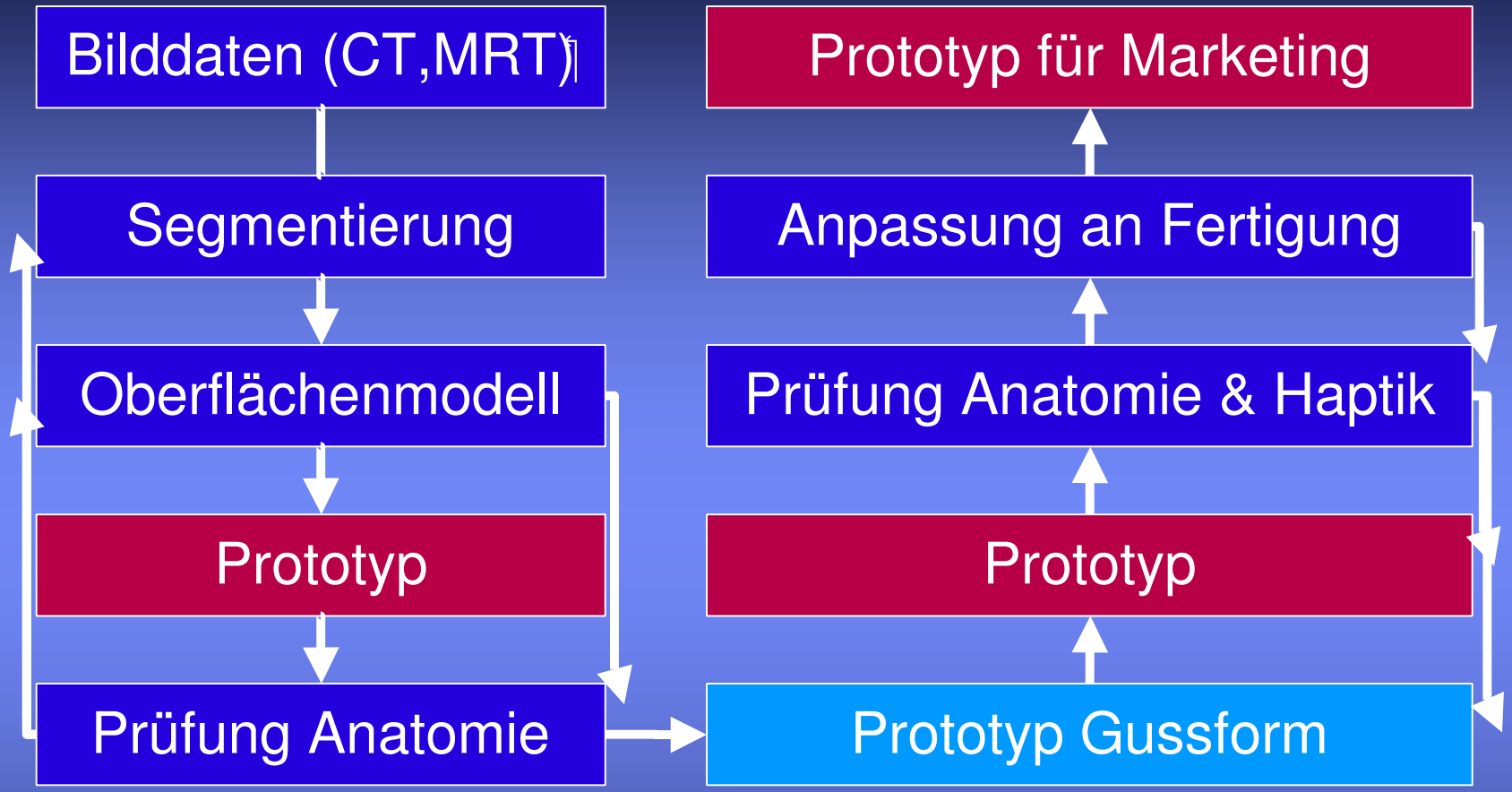
  Serie
  mehrere Tausend Module
  ca. 50 Schädel
  Vertrieb durch Karl Storz

- **Nase**

  Prototyp
  Module
  Schädel

  RP bei Schädel aufgrund sehr geringer Stückzahlen

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

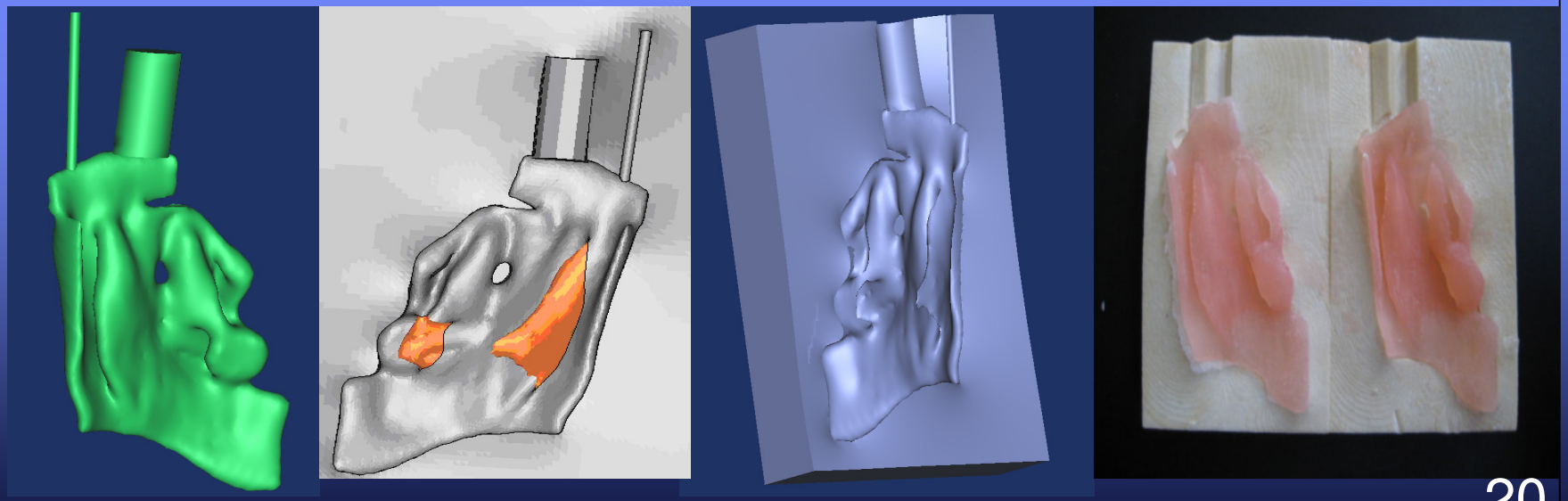


- **Überprüfung der Anatomie auf Basis eines ausgedruckten Modelles**
- **Prototypen in den Entwicklungsschritte vereinfachen Kommunikation zwischen Ingenieuren und Medizinern**

➡ **Effizientere Entwicklung**

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

- **Digitale Gussformerstellung auf Basis des Oberflächenmodelles des Gussteiles**
- **Berücksichtigung von Hinterschnitten bei komplizierteren Strukturen**
- **Vorteile:**
  Zeitgewinn gegenüber konventionellen Formbau
  Reproduzierbarkeit für die Serie



PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

- **Rapid Manufacturing mit 3D-Druck (meherer Tausend Module in 5 Anatomien)**
- **Detailgetreue Anatomie (Hinterschnitte und Lufteinschlüsse)**
- **Realitätsnahe Haptik**
- **Farbige Markierung der anatomischen Strukuren**
- **Geringe Anschaffungskosten (Produktion im eigenen Haus)**
- **Geringer Engineering-Aufwand (schneller Umstieg auf weitere Anatomien)**
- **Hohe Vielseitigkeit**
  - **Produkte in sehr geringen Stückzahlen (Schädelmodul, präoperative Planungsmodelle)**

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

- **Probleme beim 3D - Druck**
- **Elastische Strukturen können wirtschaftlich nicht erstellt werden**
- **Hohe Materialkosten (Pulver und Binder)**
- **Hoher Zeitaufwand (Druckzeit + Vorbereitung + Nachbereitung)**

⇨ **Einzelstückpreis ist momentan Nachteil an unserem System**

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

- **Kombination verschiedener Verfahren (3D-Druck, Vakuumgiessen, Spritzgiessen)**

- **Überprüfung einer teilweisen Auslagerung der Produktion**

PHACON
3D LIFE MODELING & SIMULATION

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.