

**Fachbereich Maschinen-
und Energietechnik**



FDM-Anwendungen in der studentischen Ausbildung

Merseburg 7. Mai 2008

Fachbereich Maschinen- und Energietechnik



- **Arbeitsgebiete**
- **Prozesskette Produktentwicklung**
- **Rapid Prototyping und virtuelle Modelle**
- **Vermittlung in der studentischen Ausbildung**
- **Beispielprojekte**

Autoren: Fritz Peter Schulze, Hartmut Stabler

Fachbereiche der HTWK Leipzig



Geutebrückbau am Campus in der
Karl-Liebknecht-Straße 132

- Bauwesen
- Elektrotechnik und Informationstechnik
- Informatik, Mathematik und Naturwissenschaften
- Maschinen- und Energietechnik
- Medien
- Sozialwesen
- Wirtschaftswissenschaften



Studiengänge am Fachbereich

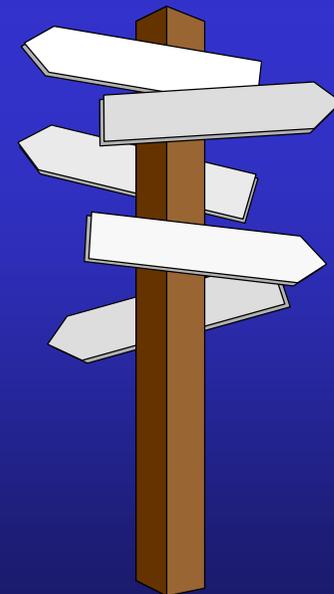
■ Bachelorstudiengänge

- ▶ Bachelor Energie- u. Umwelttechnik
- ▶ Bachelor Maschinenbau
- ▶ Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen

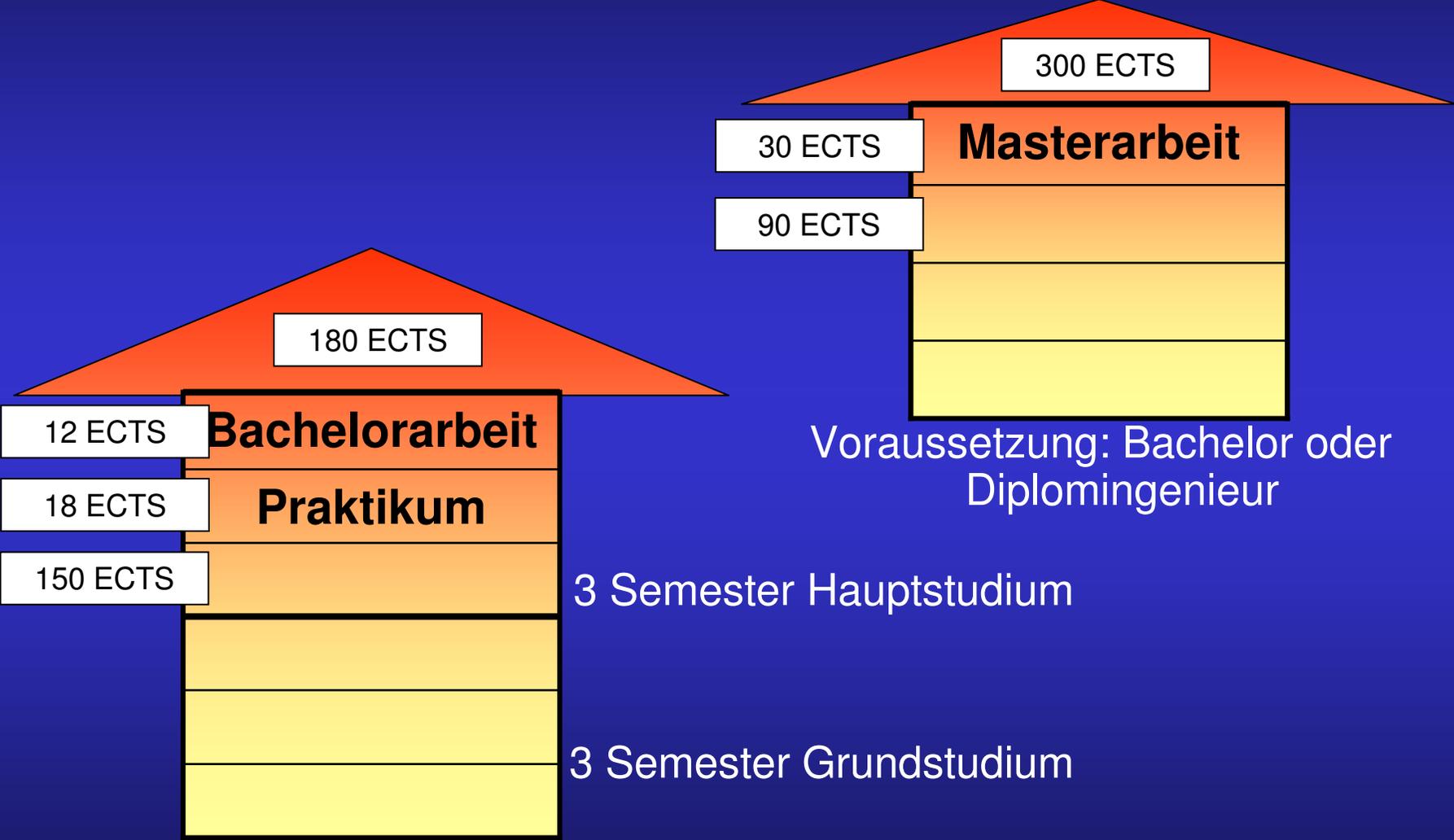
■ Masterstudiengang

mit den Profillinien:

- ▶ Maschinenbauinformatik
- ▶ Mechatronik
- ▶ Energie- und Umwelttechnik



Bachelor- und Masterstudiengänge



Voraussetzungen: Abitur, Fachabitur, Fachhochschulreife

Voraussetzung: Bachelor oder Diplomingenieur

Maschinenbau Technisches Institut Leipzig

Mai-08

6

Ansprechpartner

Durchwahl: +49-3 41/30 76-

Antriebstechnik	Prof. Hähle	4138
CAD / DMU	Prof. Scholz	4111
FE-Methoden	Prof. Klöhn	4225
Fertigungstechnik	Prof. Schulze	4142
Getriebetechnik	Prof. Bäsel	4131
Gießsimulation	Prof. Rosenberger	4110
Konstruktion	Prof. Simon	4115
Konstruktions- methodik	Prof. Rosenberger	4110
Kunststofftechnik / -prüfung	Prof. Rieger	4131
Fabrikplanung		4129
Logistik	Prof. Fischer	
Materialmodellierung	Prof. Bucher	4224
Maschinendynamik	Prof. Scholz	4111
Maschinenelemente	Prof. Bäsel	4131
Mechatronik	Prof. Riemer	4116
Projektmanagement	Prof. Fischer	4129
Rapid Prototyping	Prof. Schulze	4142
Schweißtechnik	Prof. Simon	4115
Strömungstechnik	Prof. Wozniak	4135
Werkstofftechnik / -prüfung	Prof. Rieger	4131
Thermodynamik	Prof. Kraft	4126

www.htwk-leipzig.de/fbme/inst/matil/index.html

Kontaktdaten

Maschinenbau-Technisches Institut Leipzig
an der HTWK Leipzig,
Fachbereich Maschinen- und Energietechnik
Koburger Str. 62
04416 Markkleeberg

Institutsleiter:

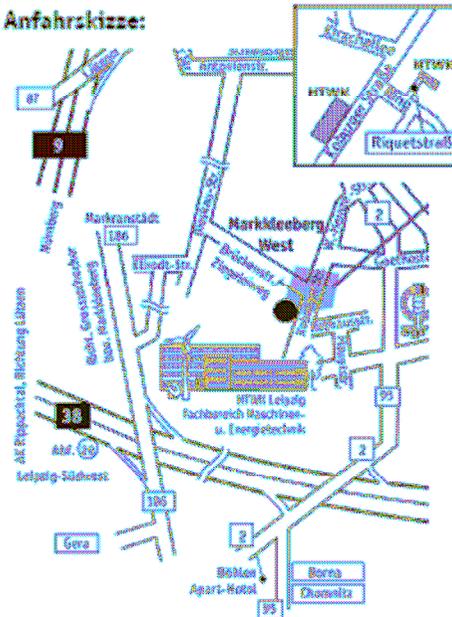
Prof. Dr.-Ing. Peter Schulze

Telefon: +49-3 41/30 76 41 42

Fax: +49-3 41/30 76 42 02

E-Mail: matil@me.htwk-leipzig.de

Anfahrskizze:



www.htwk-leipzig.de/fbme/inst/matil/index.html

MATIL

Maschinenbau-
Technisches
Institut
Leipzig

Hochschule für Technik, Wirtschaft und
Kultur Leipzig (FH)
Fachbereich Maschinen- und Energietechnik
Koburger Straße 62, 04416 Markkleeberg

Kabinett für Fertigungstechnik

Studenten im Praktikum

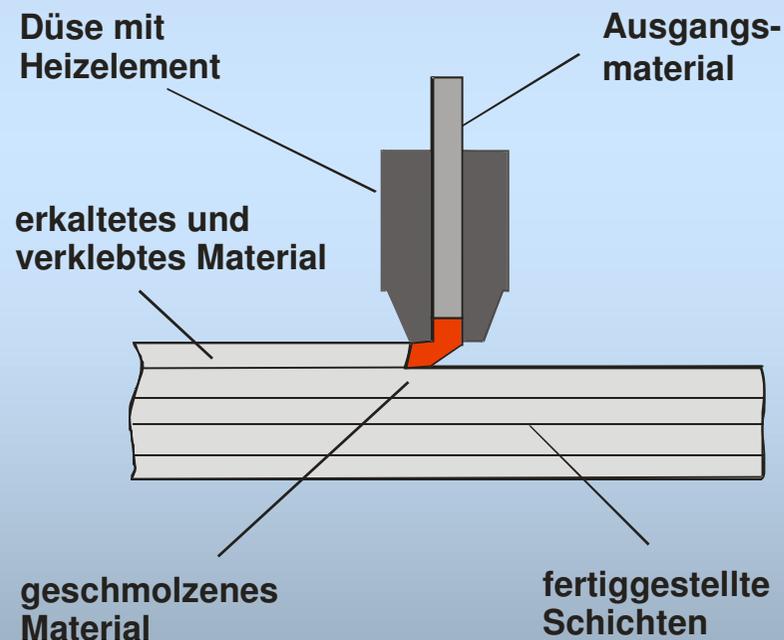


Praktikum Prototyping

Mai-08

8

- Demonstrationspraktikum im Grundstudium für die gesamte Matrikel an der FDM-Anlage



Verfahrensprinzip

Aufschmelzen eines drahtförmigen Ausgangsmaterials mit Hilfe einer durch einen Plottermechanismus geführten Düse

Spezielle Fachkenntnisse: Profillinie Maschinenbauinformatik

Anwendungsorientierte Informatik des Maschinenbaus

- ▶ CA-Prozesskette
(CAD, CAM, CAE)
- ▶ Schnittstellen
- ▶ Programmierung
- ▶ Anwendungssoftware des Maschinenbaus
- ▶ Simulation von Maschinenelementen
- ▶ Freiformflächenkonstruktion
- ▶ Produktdatenmanagementsysteme
- ▶ Logistik/Materialflusstechnik

Praktikum Prototyping

Mai-08

10

- Anwendungspraktikum im Masterstudium im Fach Generative- und Strahlwerkzeugverfahren

- ▶ **Teil I - Datenaufbereitung**

- ◆ Im Rahmen der Belegaufgabe sind für jedes Teil die notwendigen Schritte zur Datenaufbereitung vom STL-File bis zum fertigen Job für die FDM Anlage abzuarbeiten

- ▶ **Teil II - Prototypenbau auf der FDM Anlage:**

- ◆ Jede Gruppe absolviert den zweiten Teil des Praktikums an der FDM Anlage, wobei der im Rahmen der Belegaufgabe generierte Job gebaut wird, so dass im Ergebnis das fertige Modell in 3 Varianten sowie eine Auswertung der Ergebnisse vorliegt.

Vernetzungen mit Unternehmen

Mai-08

11

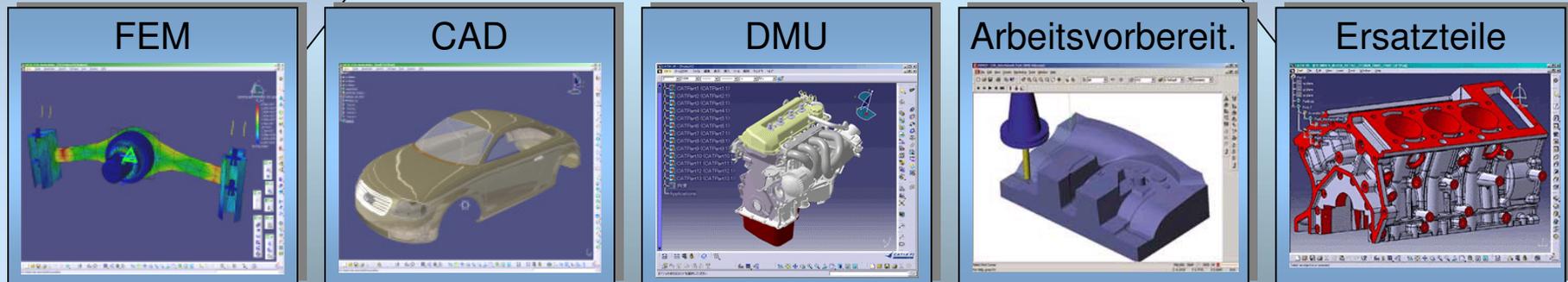
- ACTech GmbH Freiberg
- DirektForm GmbH Freiberg
- NRU GmbH Neukirchen
- ModellTechnik Rapid Prototyping GmbH
- Portec GmbH Zella-Mehlis
- Pistol GmbH Zwenkau

Produktlebenszyklus

Mai-08

12

Virtuelles Produkt



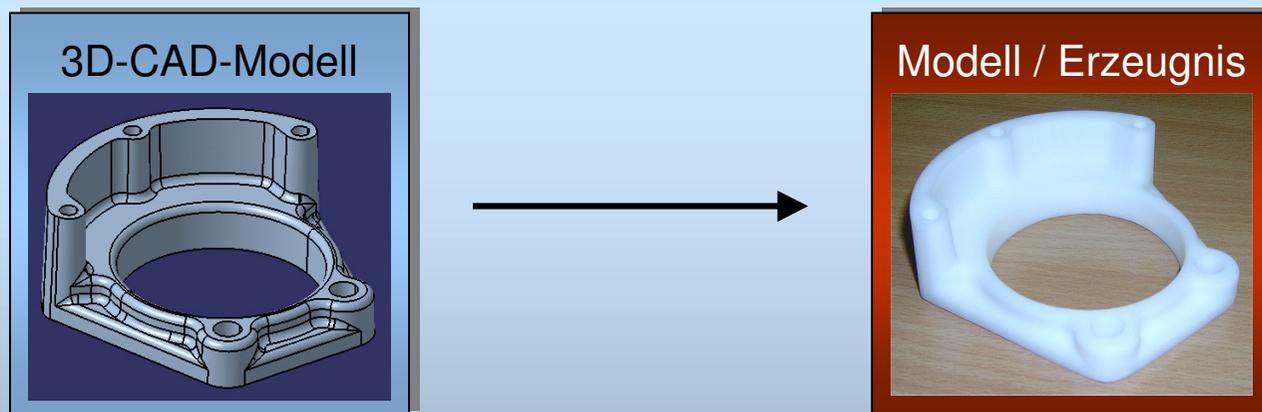
Reales Produkt

Rapid Prototyping

Mai-08

13

- Der Begriff Rapid Prototyping wird heute synonym für die Technologie der **generativen Fertigungsverfahren** gebraucht.
- Beim Rapid Prototyping wird die vollständige Geometrieinformation eines Bauteiles aus einem 3D-CAD-Modell abgeleitet.
- Die verschiedenen RP-Technologien erzeugen aus einem 3D-CAD-Modell ein physikalisches (gegenständliches) Modell.



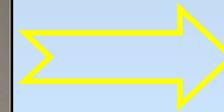
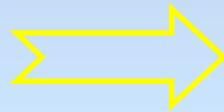
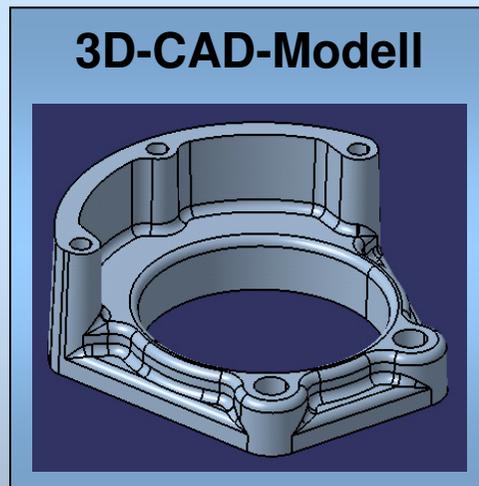
- Der entscheidende Vorteil der Rapid-Prototyping-Verfahren liegt in ihrer Universalität, beliebig komplexe Geometrien beinahe jeder Gestalt (Freiformflächen) herstellen zu können.

Kabinett Rapid Prototyping

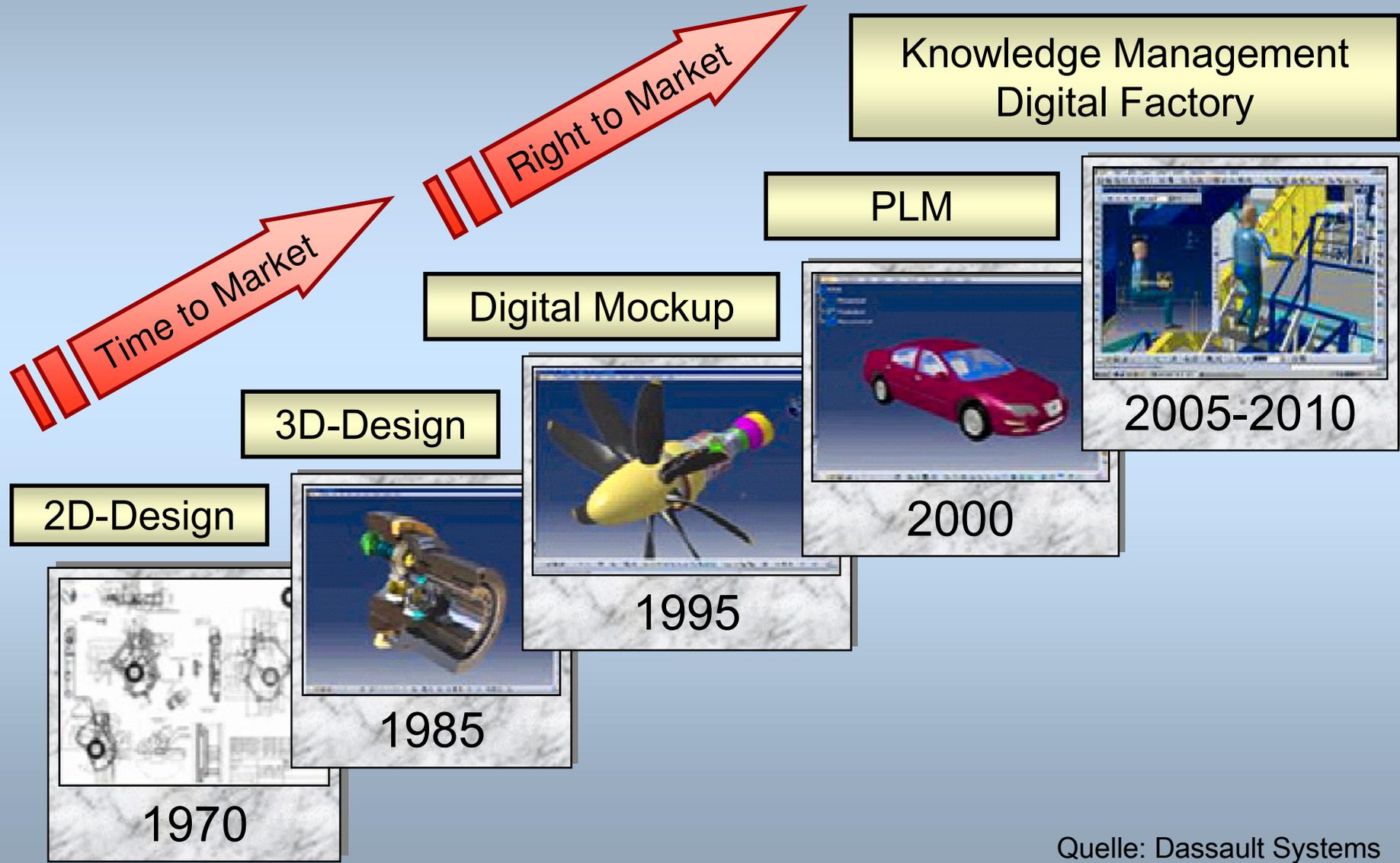
Mai-08

14

- Vom CAD-Modell zum Prototyp



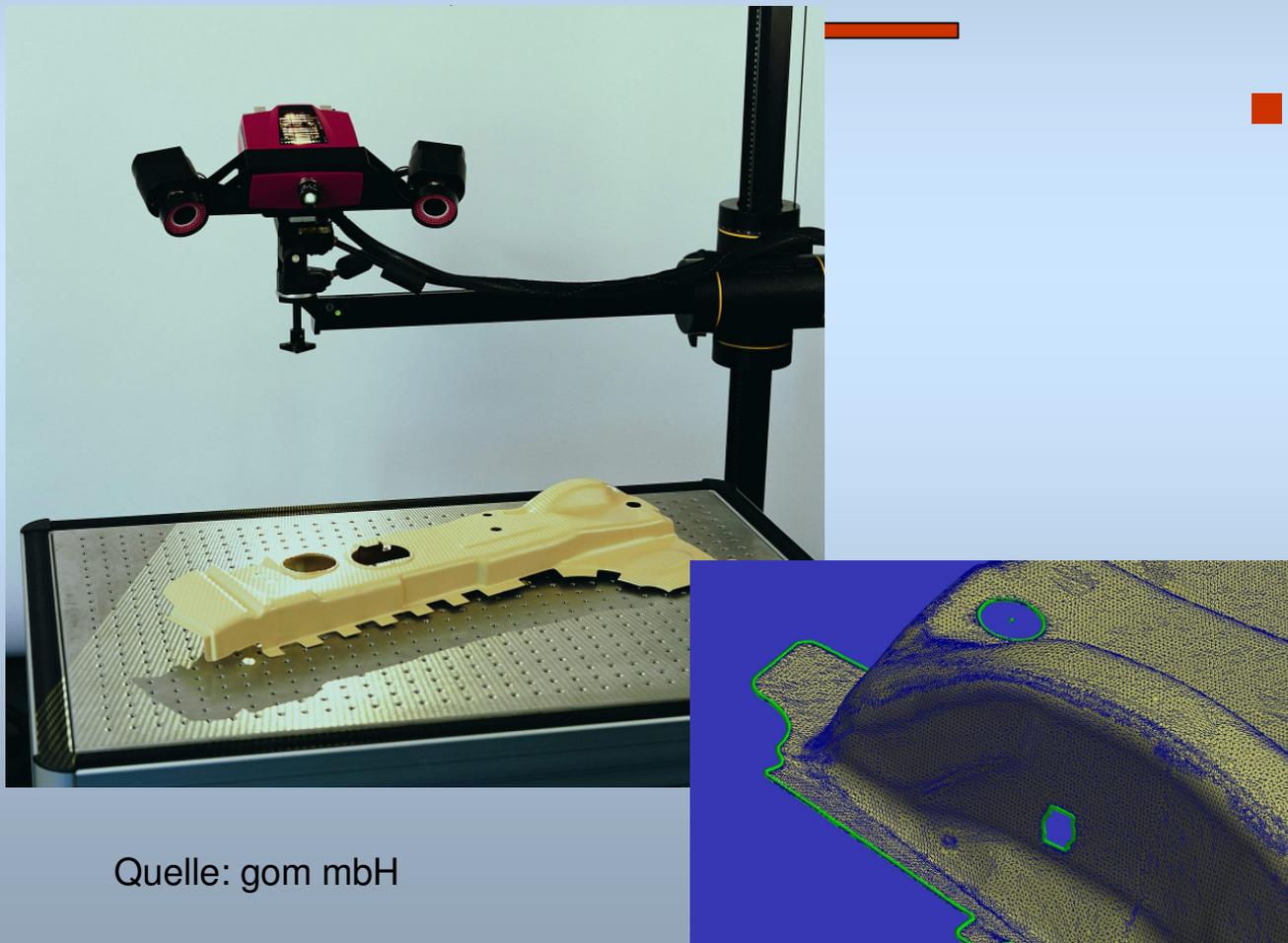
Entwicklungstendenzen



Reverse Engineering

Mai-08

16



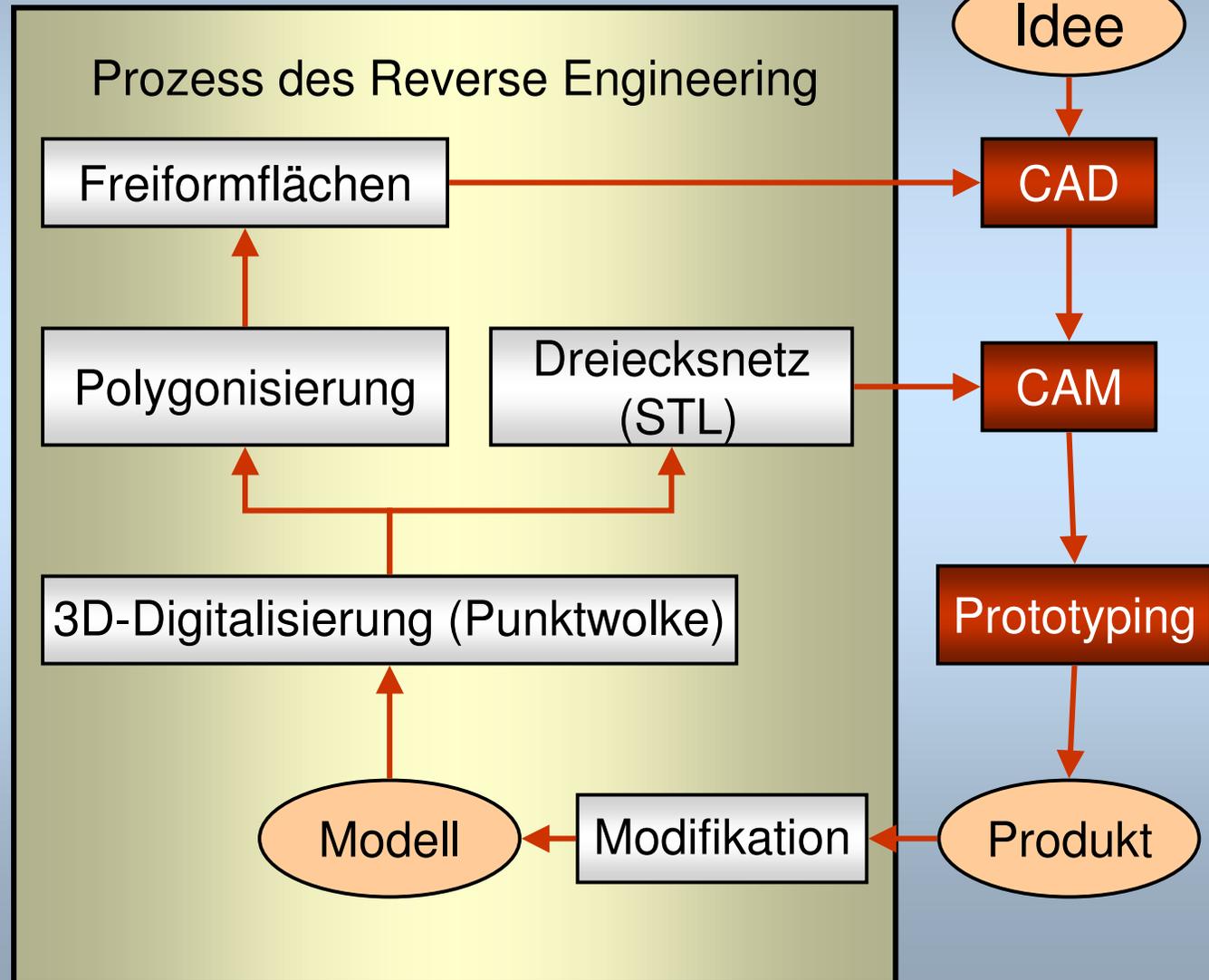
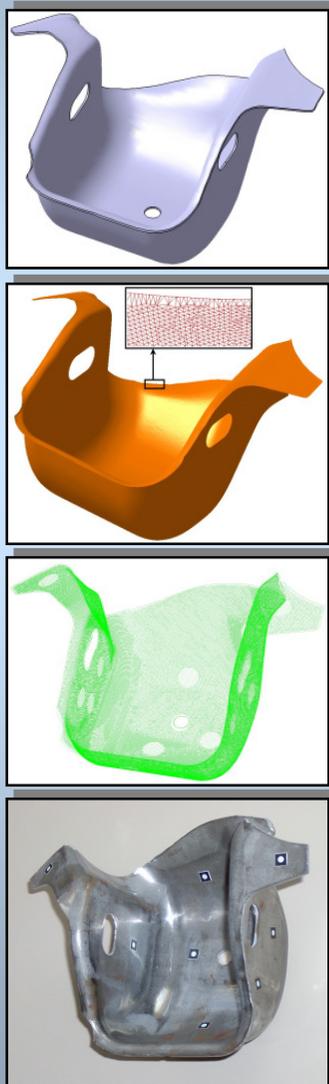
- Ziel des **Reverse Engineering** ist es, ein rechnerinternes Datenmodell (CAD-Datensatz) eines **bestehenden Bauteils, Prototypen oder Modells** zu generieren, von dem kein CAD-Modell vorliegt.

Quelle: gom mbH

Reverse Engineering

Mai-08

17



Reverse Engineering

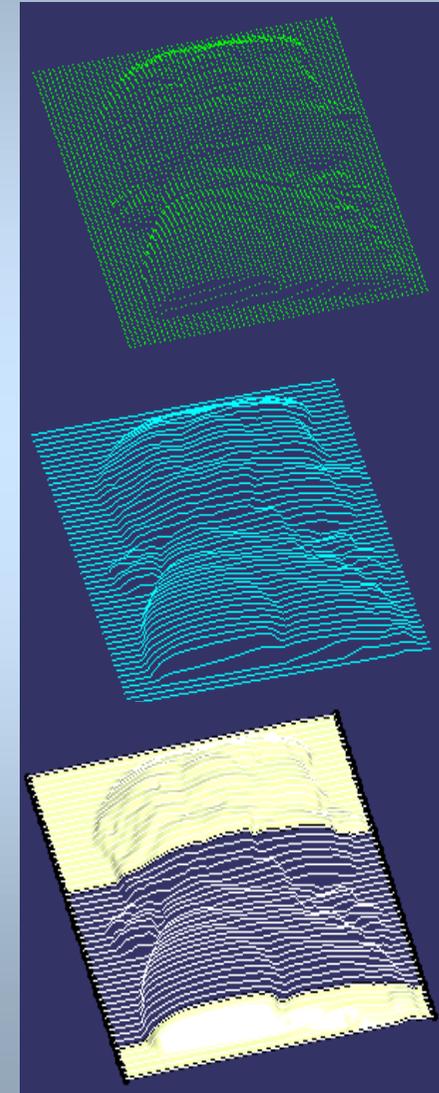
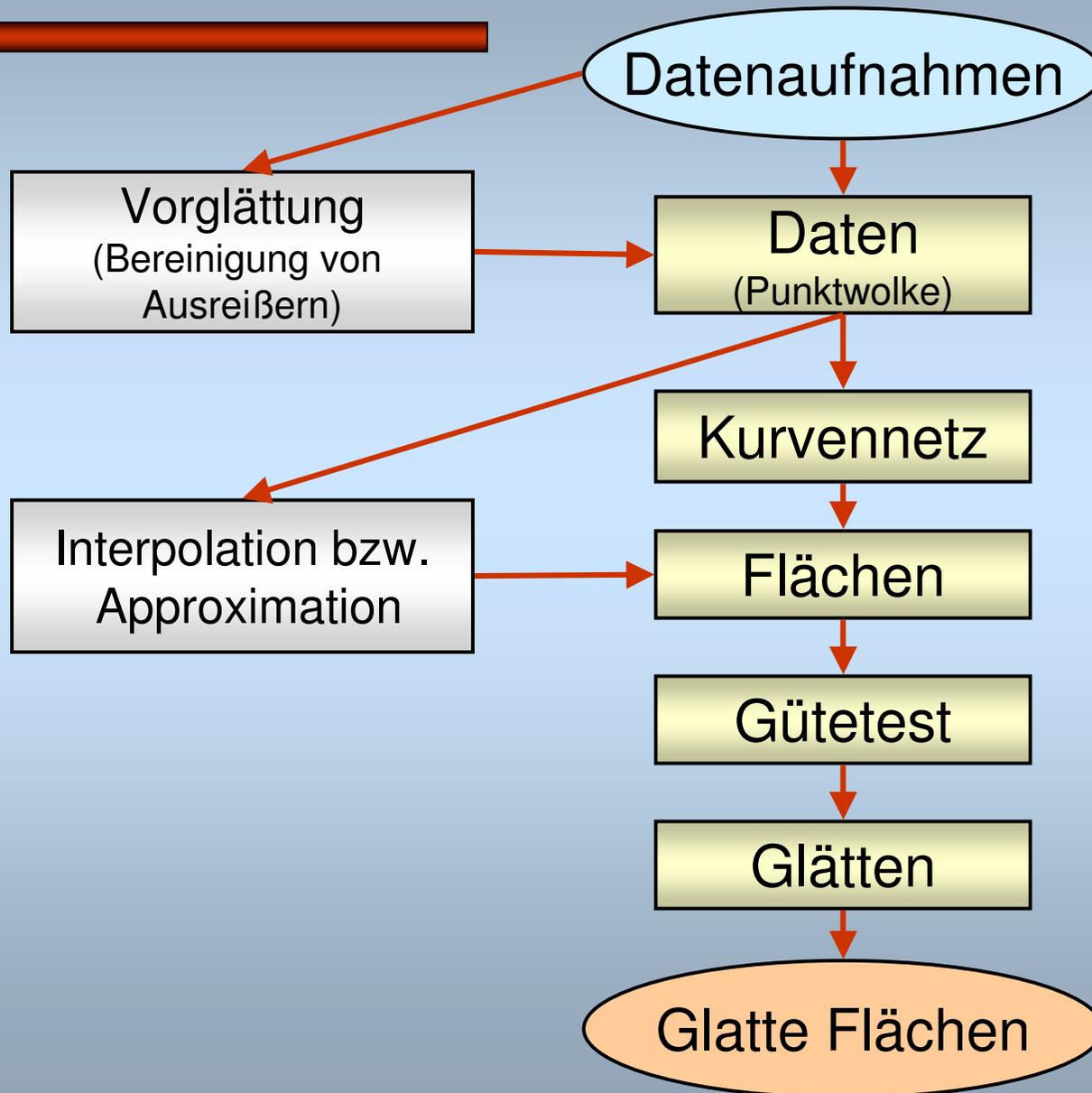
Mai-08

18

- Einsatzgebiete:
 - ▶ Naturwissenschaften
(Genetik, Biologie, Physik, u.a.)
 - ▶ Informatik
(Recompilierung eines Quelltextes aus Binärcode)
 - ▶ Ingenieurwissenschaften
(digitale Erfassung von Prototypen)
 - ▶ Medizin
(Operationsmodelle, Implantatkonstruktion)
 - ▶ Kunst und Architektur
(Sicherung bzw. Replikation von Kulturgut)

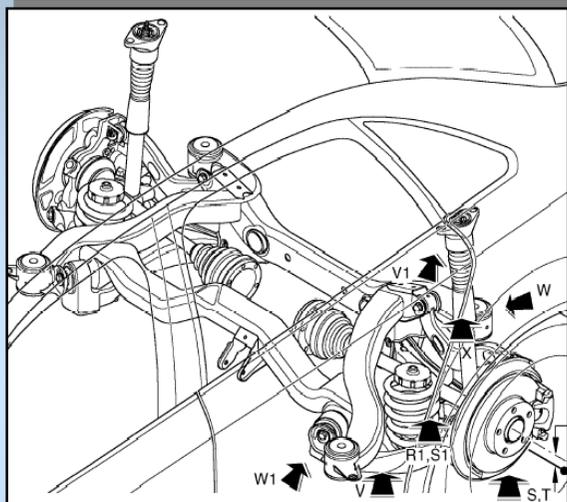


Ablauf der Flächenrückführung

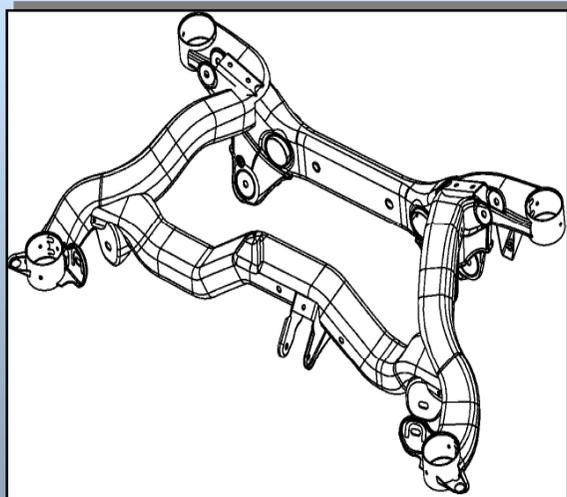


Einsatzgebiet Maschinenbau

■ Industrielle Produktentwicklung



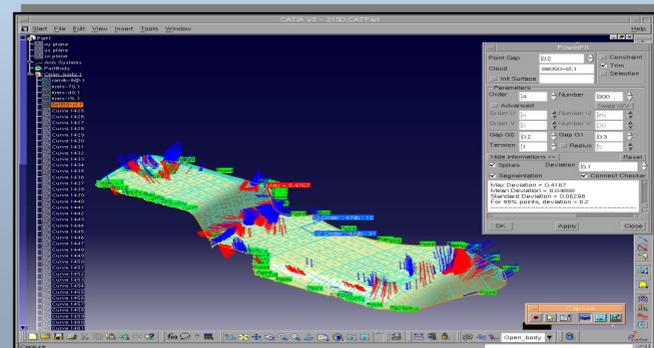
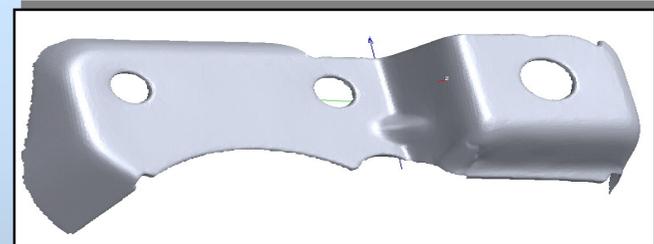
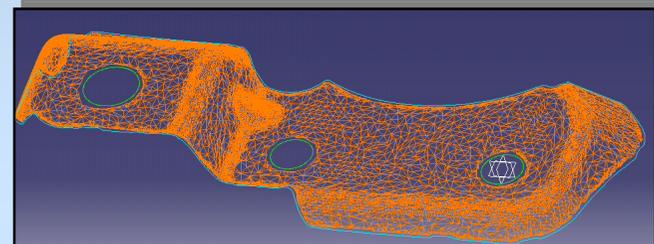
Komplexe
Blechteile mit
komplizierten
Beschnittkonturen



Rückführung von
Produkt-
modifikationen

Qualitätskontrolle

Quelle: VW AG

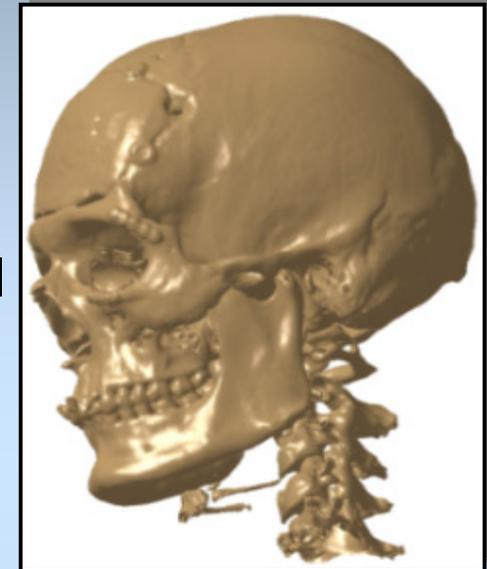


Einsatzgebiet Medizin

Mai-08
21



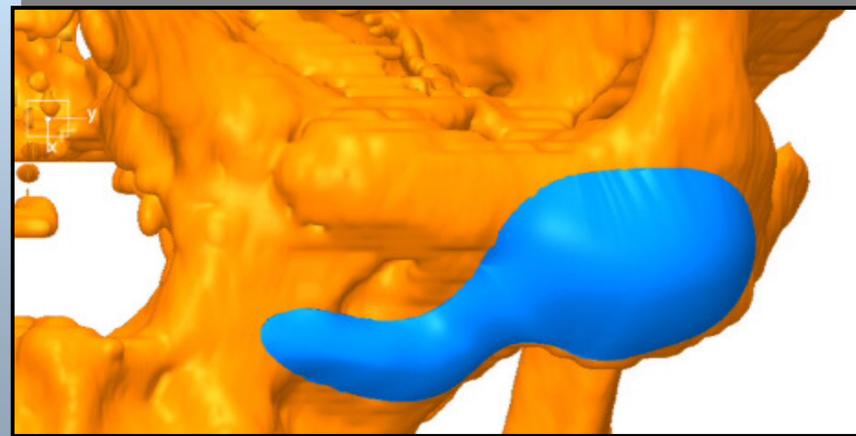
■ CT-Aufnahme



■ CAD-Modell



■ Implantat



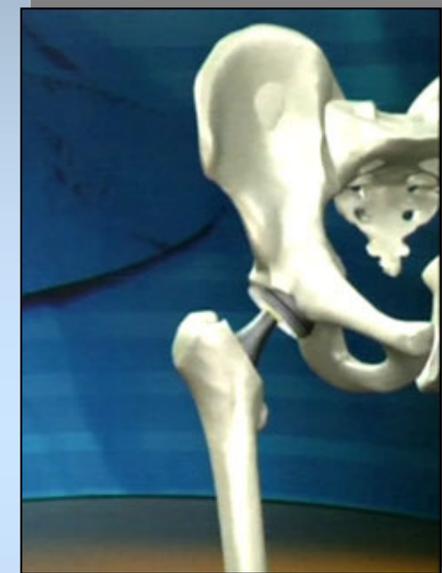
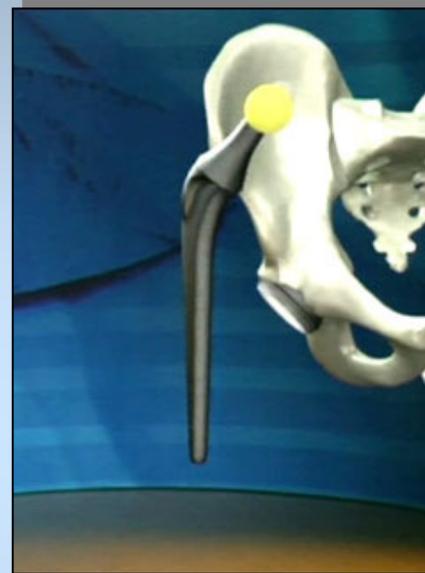
■ Implantatkonstruktion

Einsatzgebiet Medizin

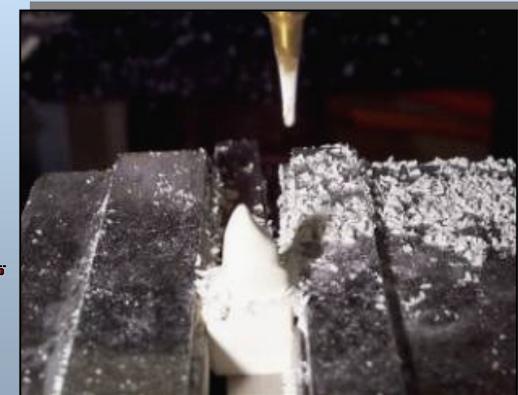
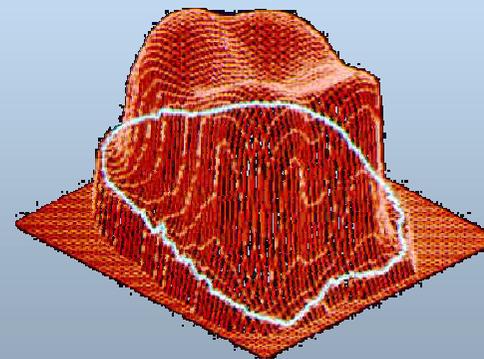
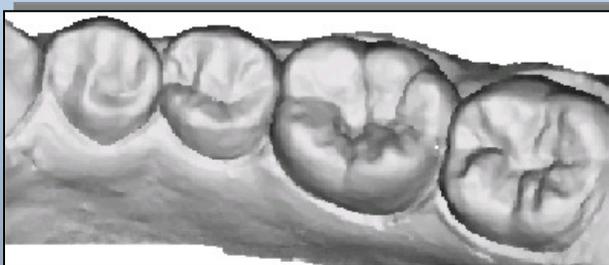
Mai-08

22

■ Hüftgelenk



■ Zahnmedizin



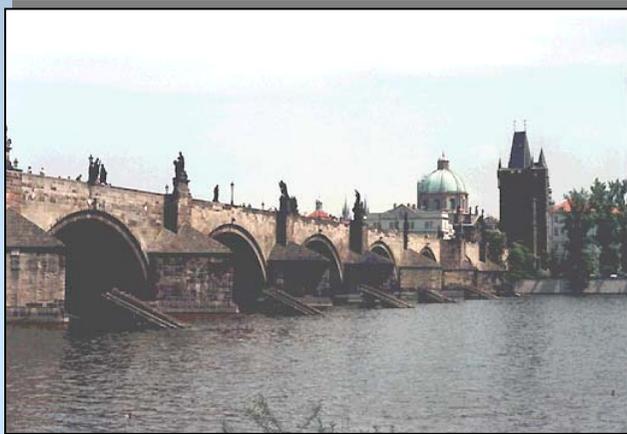
Quelle: TU Dresden

Einsatzgebiete Kunst und Architektur

Mai-08

23

■ Karlsbrücke Prag



Langzeitprojekt zur Überwachung des Zustandes der Karlsbrücke in Prag

4 Tage Digitalisierungsarbeiten an einer Statue
Im Ergebnis entstand eine Punktwolke aus 37 Mill. Datenpunkten mit 0,5 mm Punktabstand, um ein CAD-Modell und eine exakte Kopie der Statue zu erstellen.



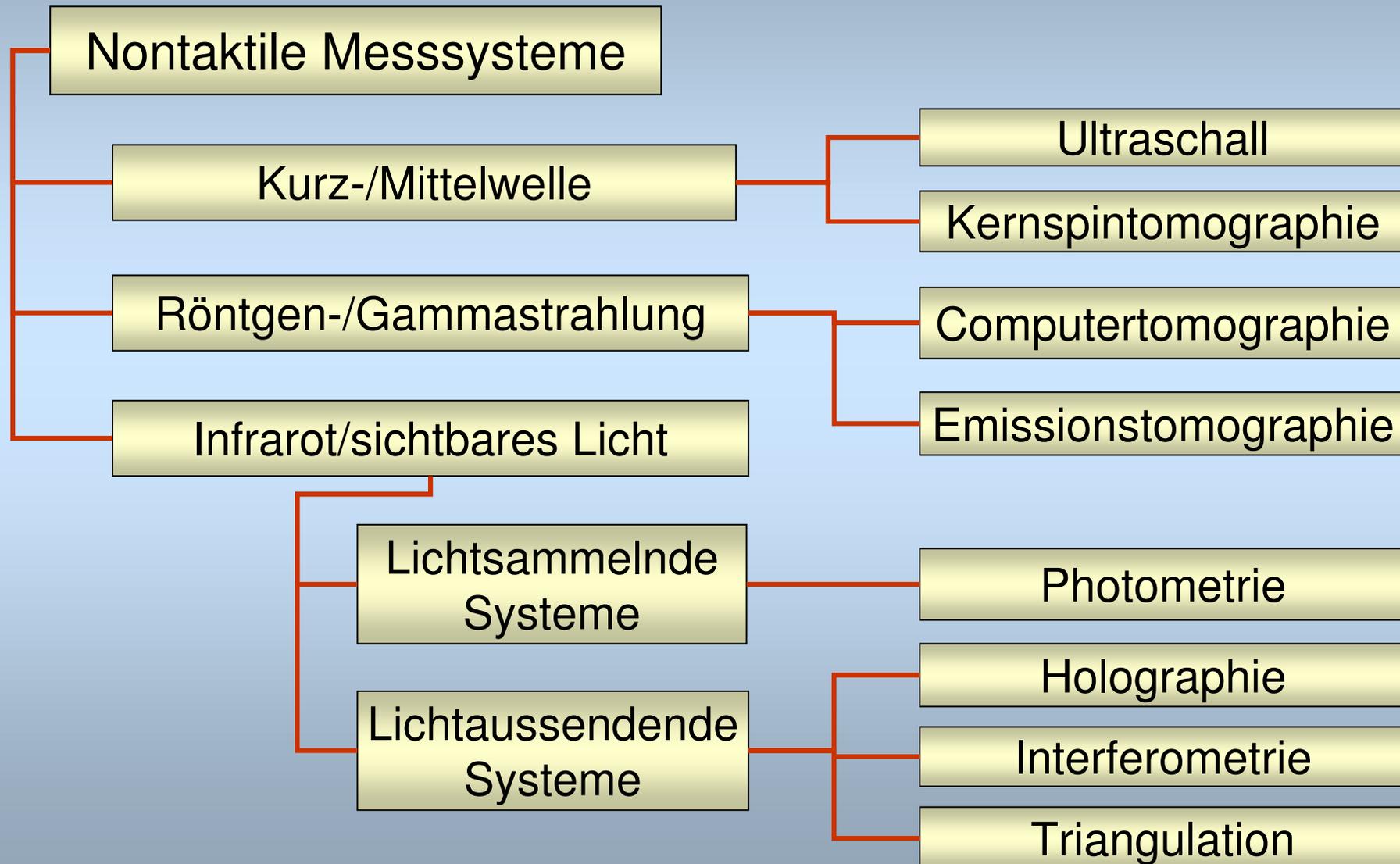
Quelle: GOM mbH

Taktiler Aufnahmen

- Der Ablauf des taktilen Digitalisierens mit Hilfe einer Koordinatenmessmaschine und eines entsprechenden Programms ist der Folgender:
 - ▶ Auflegen und Fixieren des Modells
 - ▶ Laden eines Basis CAD-Datensatzes
 - ▶ Anfahren der Ausrichtpunkte zur Lagebestimmung
 - ▶ Festlegen der Rasterung (Punktdichte)
 - ▶ Auswahl der Scanngeschwindigkeit (je höher desto ungenauer)



Nontaktile Aufnahmeverfahren



Triangulationsverfahren

- Die Triangulationsverfahren sind bei den nontaktilen Abtastverfahren sehr weit verbreitet, sie lassen sich in zwei grundlegende Kategorien einteilen:
 - ▶ Laserscanner welcher an einer konventionellen Koordinatenmessmaschine befestigt werden kann und sich dann in gleichmäßigen Schleifen über das zu messende Objekt bewegt.
 - ▶ Die zweite Kategorie beinhaltet eine Kombination aus Photogrammetrie und Streifenprojektion.



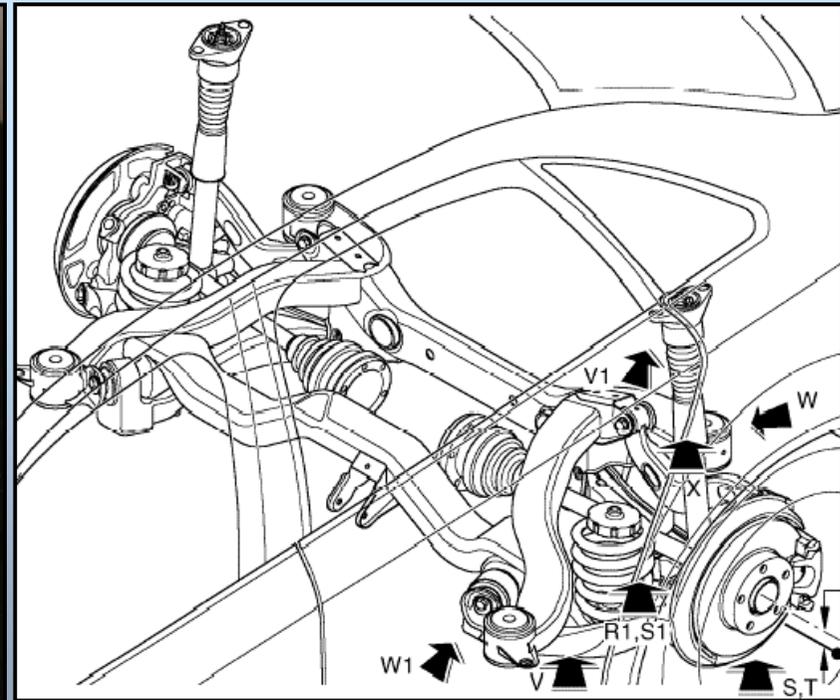
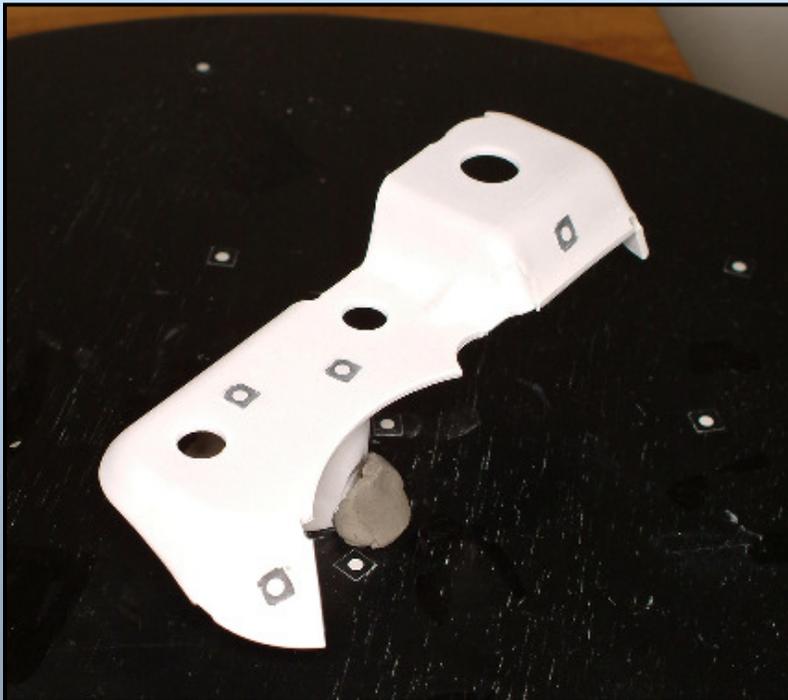
Scanner zur Gesichtserkennung

Nontaktiler Aufnahme

Mai-08

27

- Um ein Bauteil optisch zu digitalisieren, muss in Abhängigkeit vom Verfahren Folgendes beachtet werden:
 - ▶ Aufkleben von Referenzmarken, mind. 3 in jeder Aufnahme
 - ▶ Behandeln der Oberfläche mit weißem Spray (keine Reflexionen)
 - ▶ Nacheinander mehrere Aufnahmen der jeweiligen Oberfläche



Virtuelle und Gegenständliche Modelle

Mai-08

28



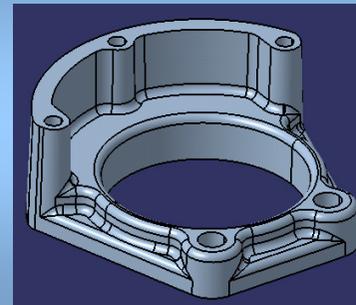
Design virtuell



Konstruktion



Fertigungsmodell



Virtuelle Modelle

Designmodell



Funktionsmodell



Prototyp



Gegenständliche Modelle

erfolgreiche studentische Arbeiten

Mai-08

29

- Konstruktion einer Kurbelwelle unter besonderer Berücksichtigung von Aspekten des Leichtbaues

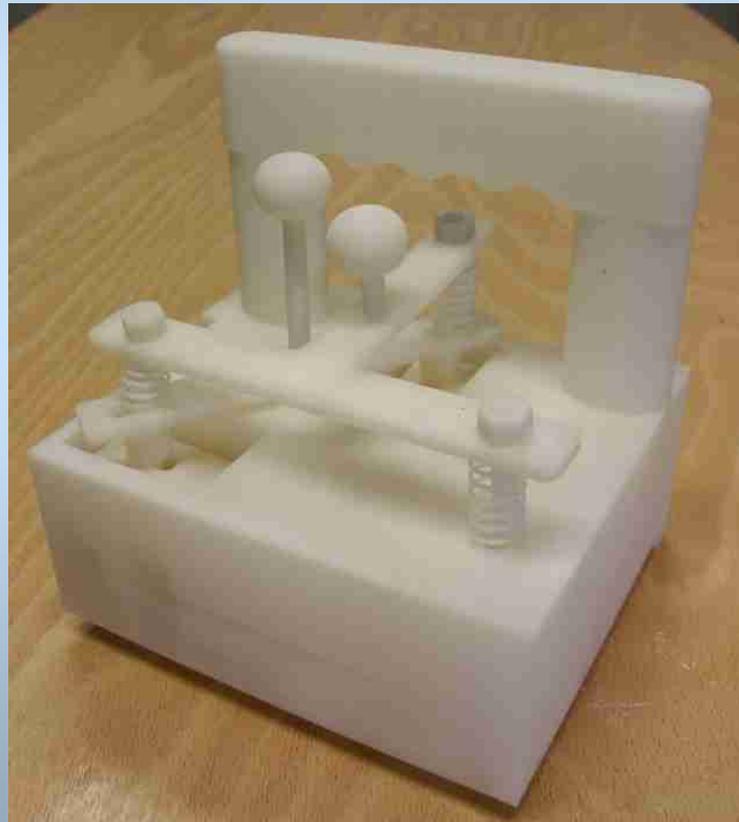


erfolgreiche studentische Arbeiten

Mai-08

30

- Vorrichtung zur Leiterplattenbestückung



Datenaufnahme - Ausgangssituation

Mai-08

31

- Am Anfang der Reverse Engineering Prozesskette steht das zu digitalisierende Modell.
- Dies kann je nach Einsatzgebiet sehr unterschiedlich sein:
 - ▶ Holz-, Metall- oder Kunststoffmodell welches aus dem Prototypenbau oder dem Designcenter stammt
 - ▶ Optimale Epithesenform eines menschlichen Ohres



Konventionelle Epithesenfertigung

Mai-08

32



■ Abformung



■ Gipsmodell



■ Wachsmodell

■ Einbetten



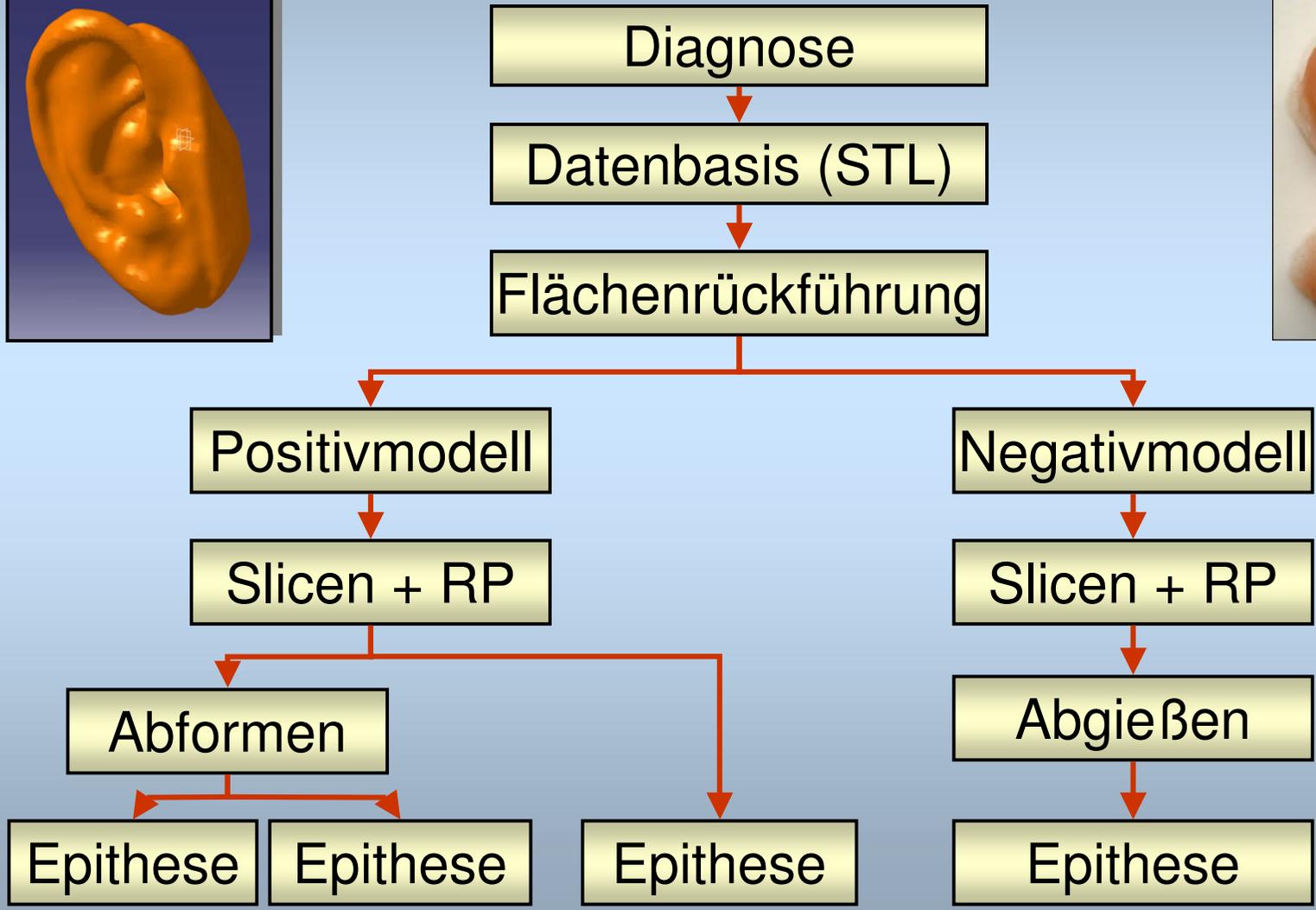
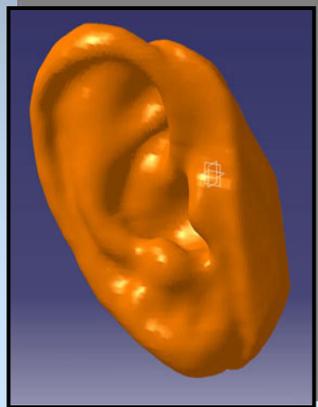
■ Gipsform



■ Stopfen



Prozessvarianten



Fazit

Mai-08

34

- Erfahrungen aus der Anwendung leistungsfähiger RP Technologien in der studentischen Ausbildung
 - ▶ Die Studierenden bringen sich aktiv in laufende Projekte ein
 - ▶ Die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten in verschiedenen Branchen bieten ein breites Themenspektrum und schaffen gute Voraussetzungen für die spätere Praxis
 - ▶ Über die Verfahrensprinzipien hinaus lernen die Studenten auch Potenziale und Merkmale der Prototypen kennen
 - ▶ Prozessketten und Datenstrukturen werden transparent
 - ▶ Exkursionen zu RP Dienstleistern unterstützen den Erkenntnisprozess maßgeblich

