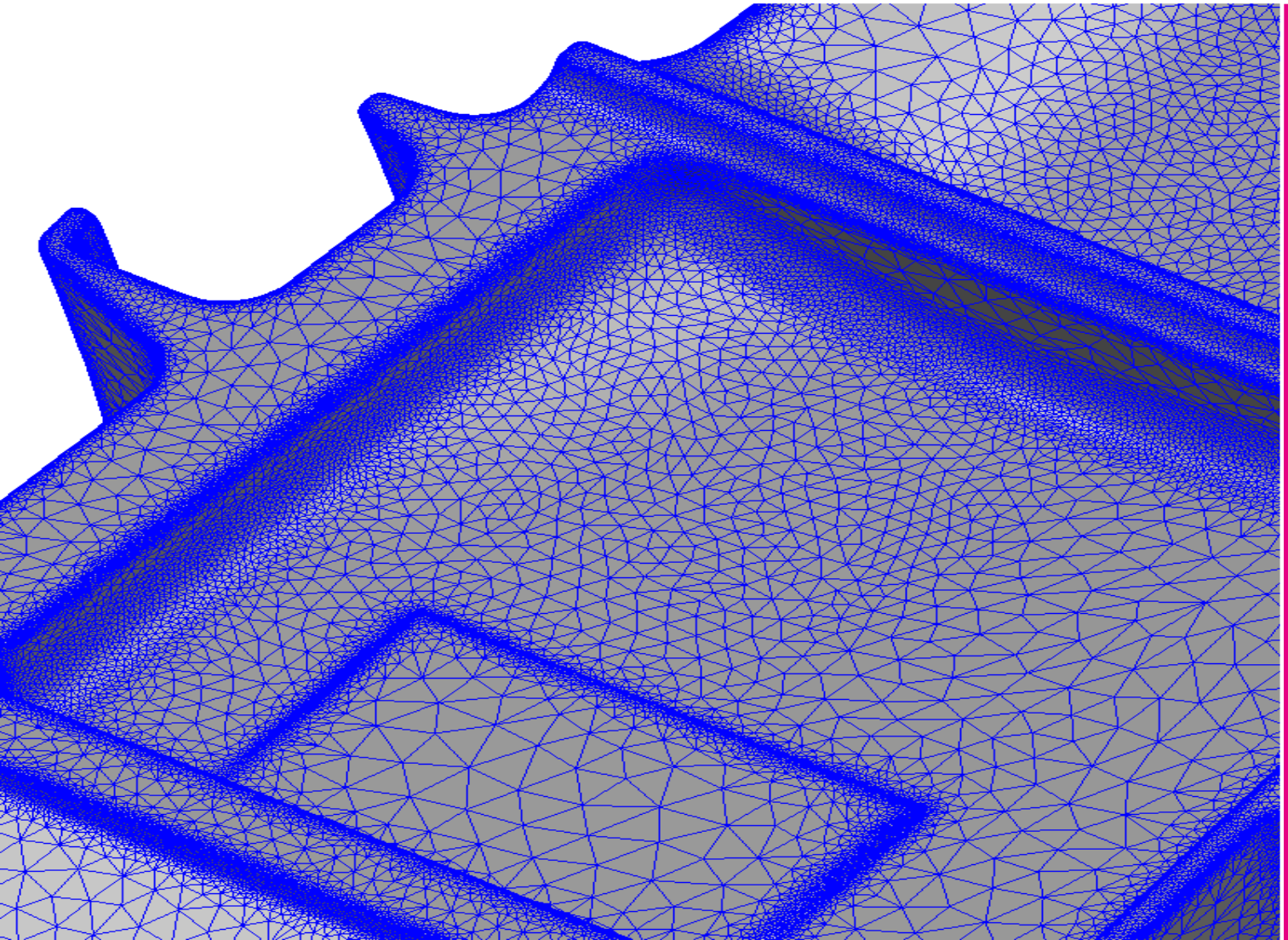
Reverse Engineering & Verzugsoptimierung

Von der 3D Digitalisierung zum CAD-Modell

WESTCAM®



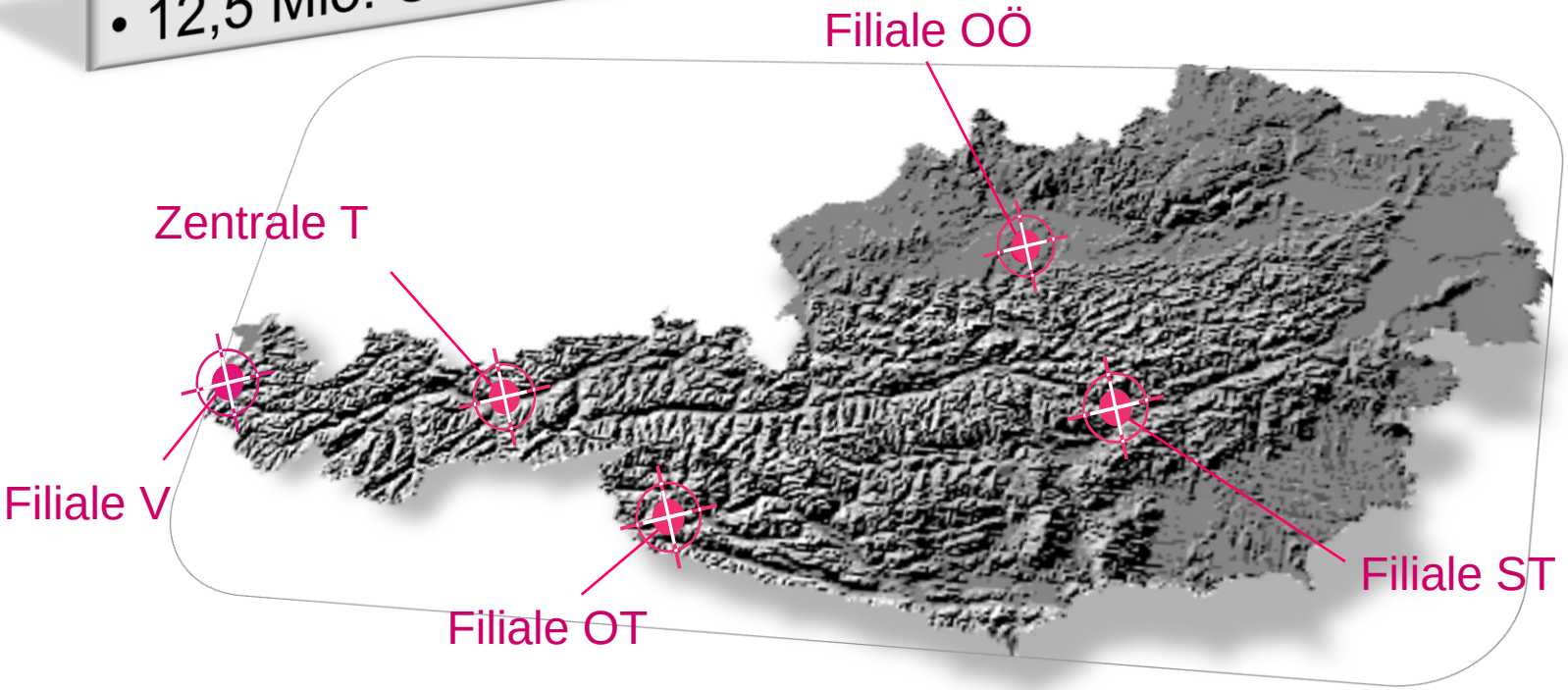
4a TECHNOLOGIETAG 2014

27.-28. Feb. 2014

DI Wolfgang Reiter

WESTCAM Daten

- Gründung 1990
- 6 Standorte
- 71 Mitarbeiter
- 12,5 Mio. € Umsatz 2013



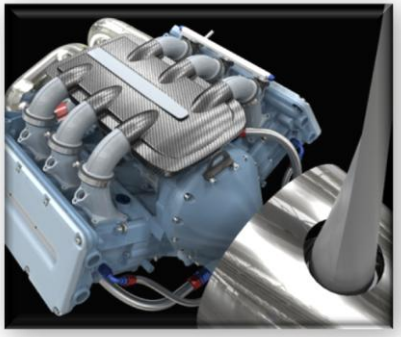
Produkte & Leistungen

Design

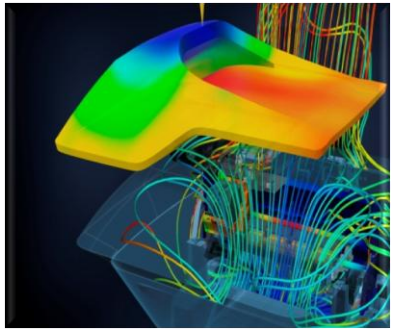
Reverse Eng.

Rapid Prot.

Digitale Prozesskette

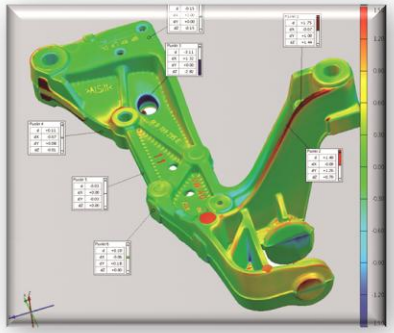


Konstruktion



Simulation

Fertigung



Qualität

Inhalt

- Definition & Anwendungsgebiete von Reverse Engineering
- Messmethoden / Messtechnologie
- Messergebnis und Verarbeitung
- Strategien im Reverse Engineering
- Verzugsoptimierung als Sonderfall im Reverse Engineering

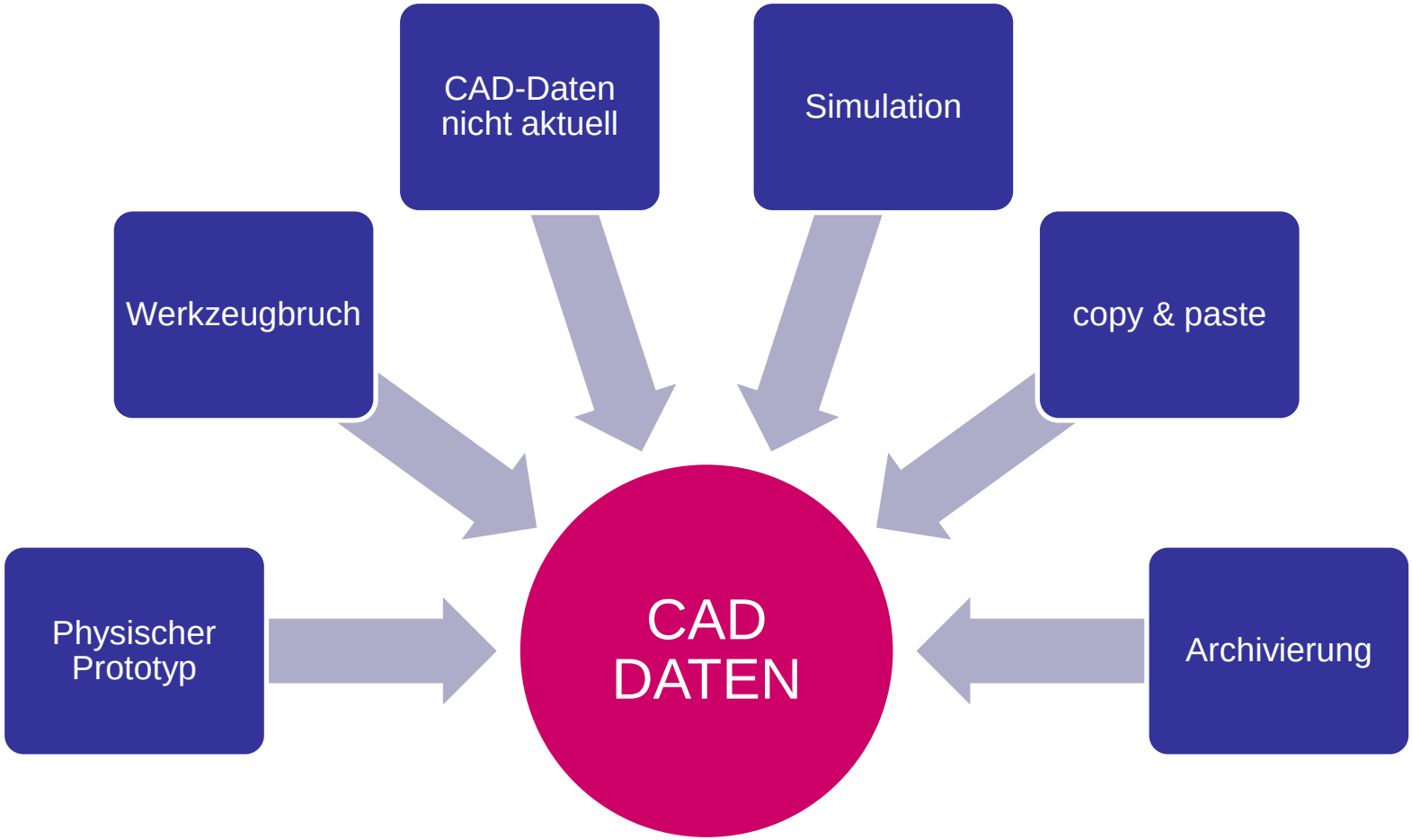
Definition und Anwendungsgebiete

Reverse Engineering (RE) … Rekonstruktion, also in umgekehrter Richtung entwickeln

Anwendungsgebiete:

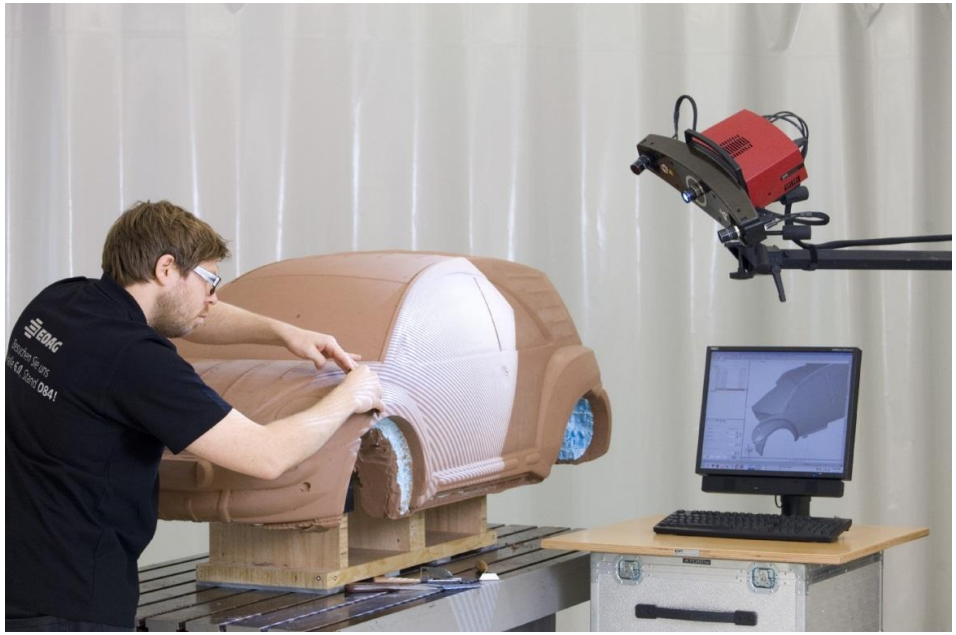
- RE Maschinenbau: reale Produkte/Werkzeuge/Prototypen in digitale Daten umwandeln (meistens CAD-Daten) -> Flächenrückführung
- RE Software: Rückgewinnung des Quellcodes aus einem Programm
- RE Medizin: vor allem in der Dentaltechnik
- RE Kriminaltechnik: digitale Nachstellung von Unfällen, Identifizierung von Tatwaffen
- RE Kunst: vor allem zur Archivierung

RE Anwendungen



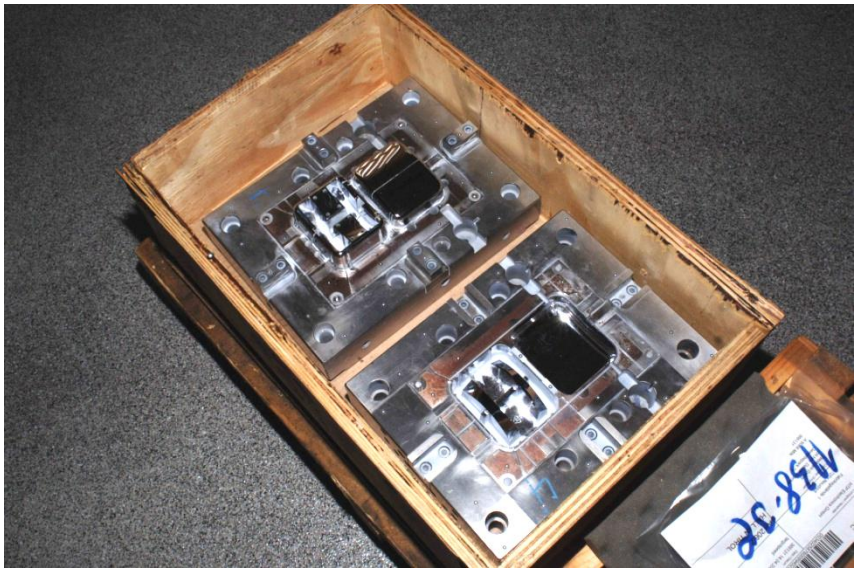
Beispiel: Physischer Prototyp

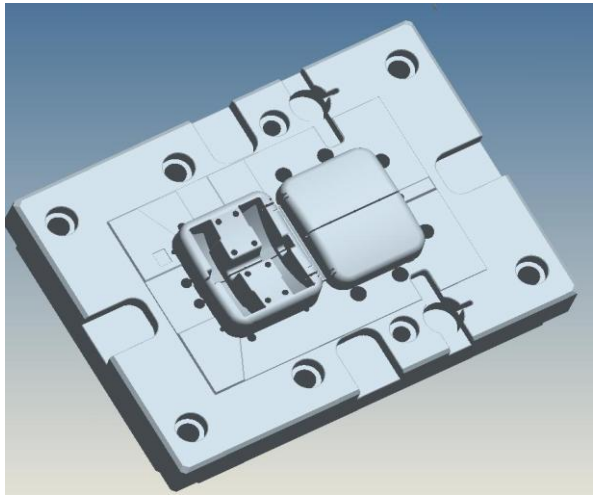
Anfänge des Reverse Engineering -
Clay Modelling



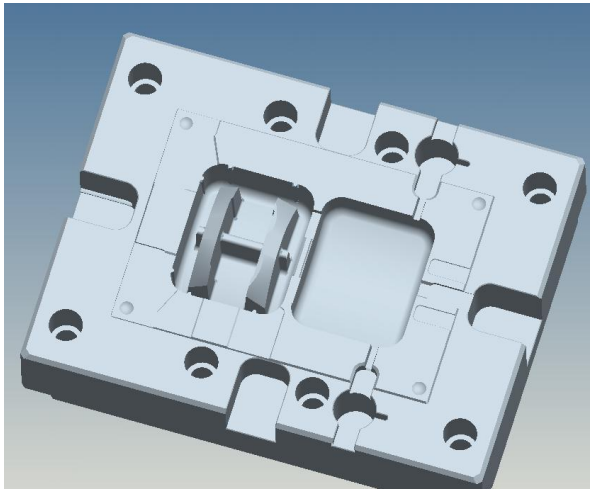
Beispiel: Werkzeugbruch

Werkzeugbruch -> keine CAD Daten vorhanden -> Rekonstruktion mit gleichzeitiger Artikel Optimierung





CAD Datensatz Formeinsätze

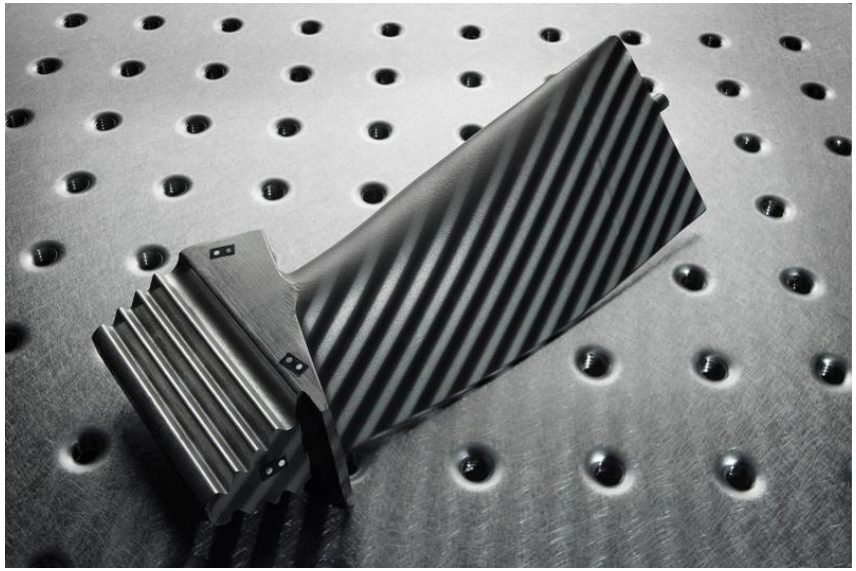


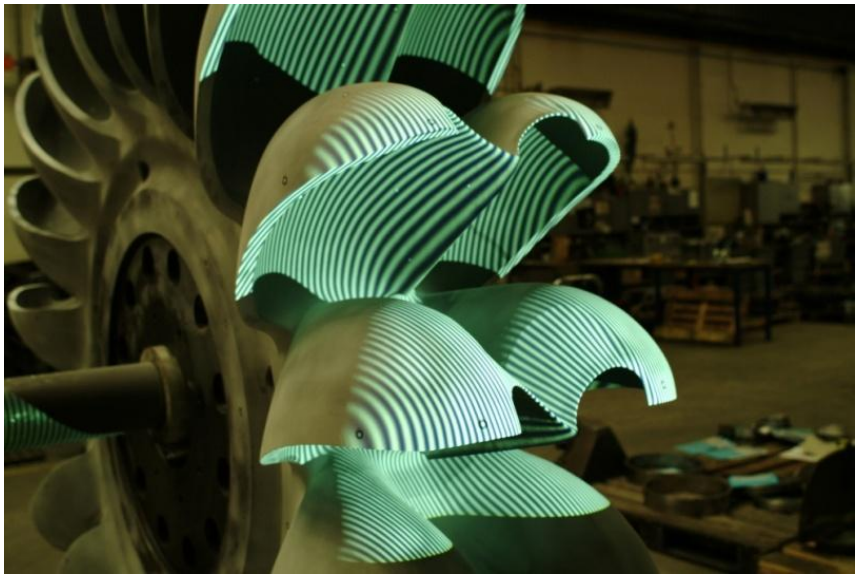
Beispiel: CAD Daten nicht aktuell

Schmiedebereich

Manuell nachgearbeitete Presswerkzeuge

Manuell nachgearbeitete Spritzgusswerkzeuge

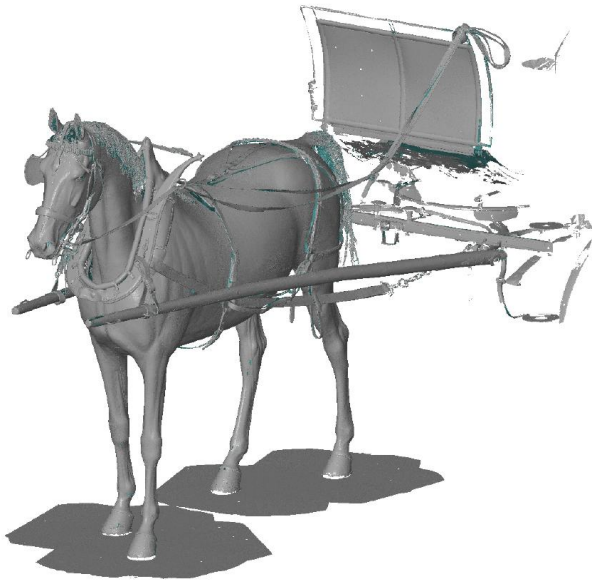




Beispiel: Copy & paste

Grödener Schnitzer

Kunstgiesserei St. Gallen



Beispiel: RE Mr. President

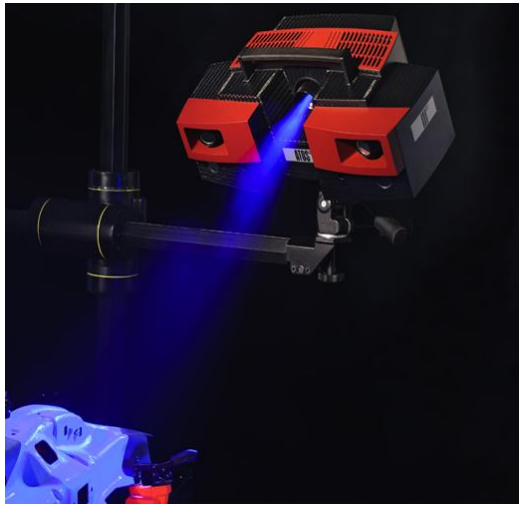
Dr. Heinz Fischer

Lehrlingswettbewerb Optiker

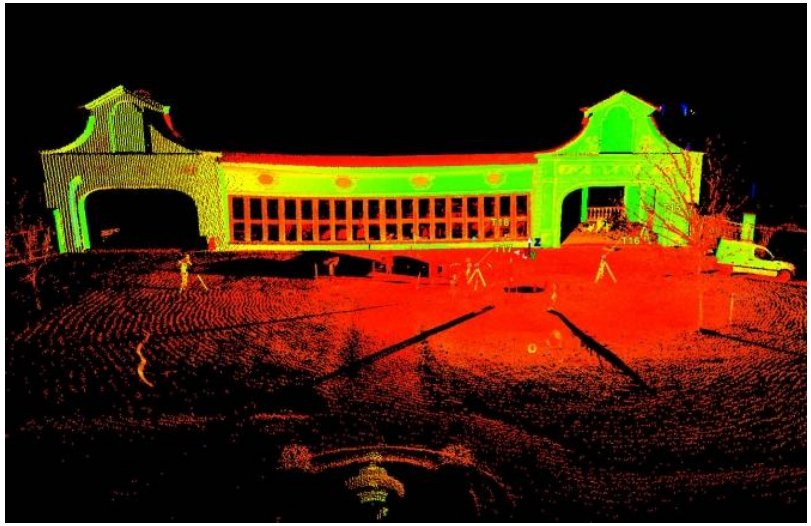
Büste zur Anpassung der Brillenmodelle

Messmethoden

- Lichtschnittverfahren (aktives Triangulationsprinzip)
- Photogrammetrie (passives Triangulationsprinzip)
- Taktile Methode
- Laufzeitverfahren (time-of-flight)
- Konfokalmikroskopie
- …



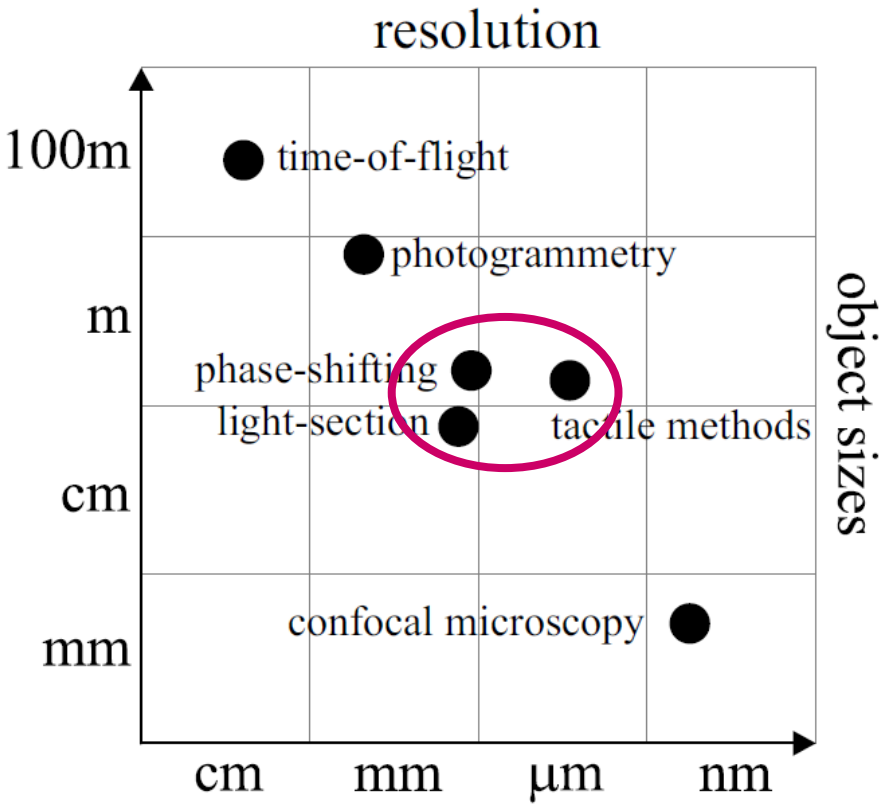
Zeiss Accura



Gebäude, © TRIGONOS ZT GmbH

Vergleich der Messmethoden

Durch die im Maschinenbau erforderlichen Messgenauigkeiten für Reverse Engineering Prozesse kommen vor allem die taktilen Methoden und das Lichtschnittverfahren in Frage.

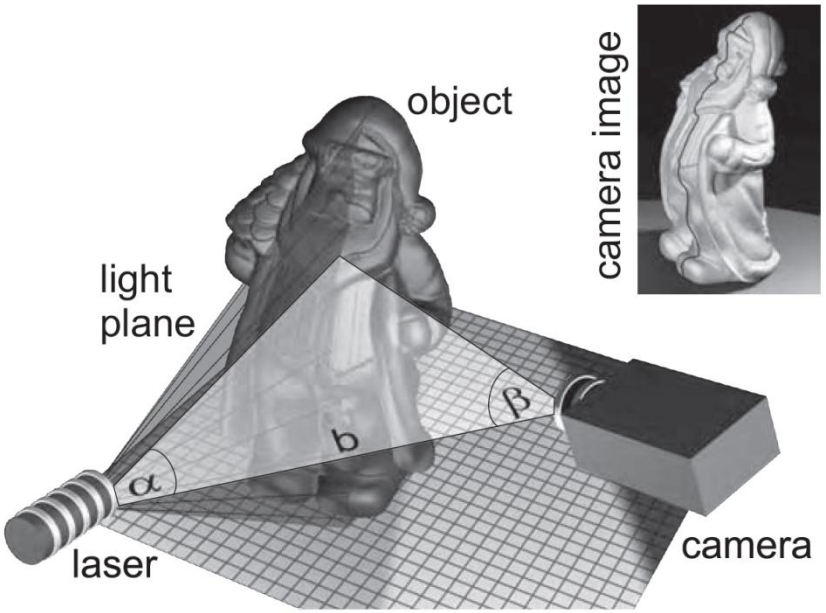


Klassifizierung der Messmethoden, Quelle [2]

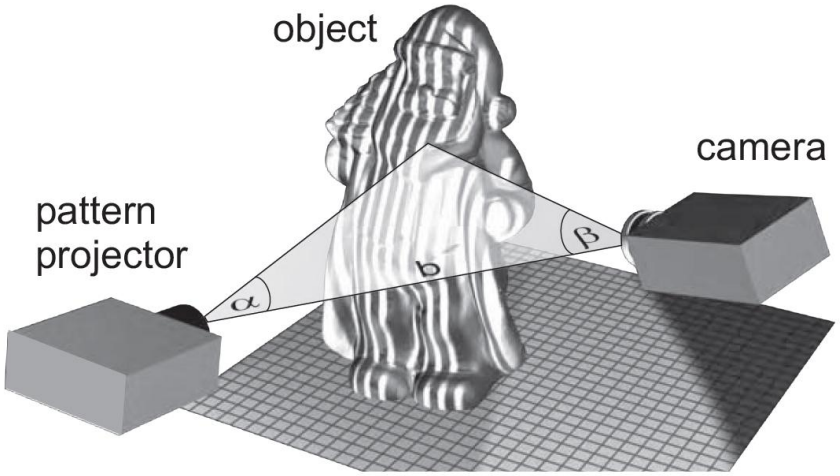
[2] Christian Teutsch, Model-based Analysis and Evaluation of Point Sets from Optical 3D Laser Scanners, 1. Auflage 2007, Shaker Verlag, Herzogenrath

Lichtschnittverfahren

Das Lichtschnittverfahren ist das häufigste Messverfahren zur optischen Geometrieerfassung. Dabei wird eine bekannte Geometrie (Punkt, Linie) auf die Bauteiloberfläche projiziert und das reflektierte Licht von einer Kamera erfasst. Messgenauigkeit bis zu 0,01 mm.



Lichtschnittverfahren mit Linienlaser, Quelle [2]



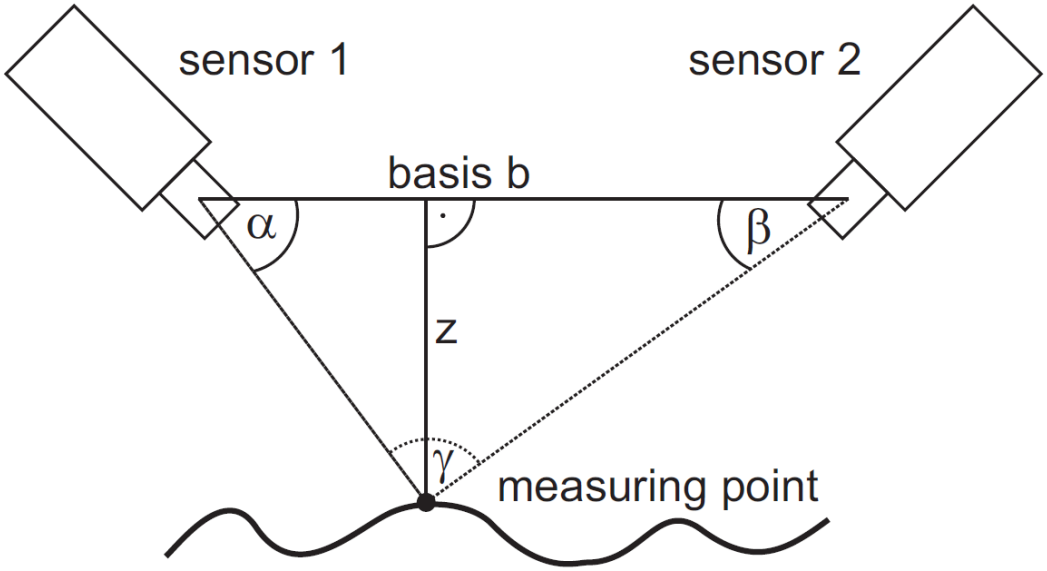
Lichtschnittverfahren mit Streifenlicht, Quelle [2]

[2] Christian Teutsch, Model-based Analysis and Evaluation of Point Sets from Optical 3D Laser Scanners, 1. Auflage 2007, Shaker Verlag, Herzogenrath

Triangulationsprinzip

Wenn 2 Sensoren den selben Punkt im Raum beobachten können die Koordinaten des Punktes auf Basis der Winkelgesetze berechnet werden.

Der Abstand (b) der Sensoren sowie die Winkel (α, β) müssen bekannt sein und werden bei den Messsystemen durch Kalibrierung bestimmt.



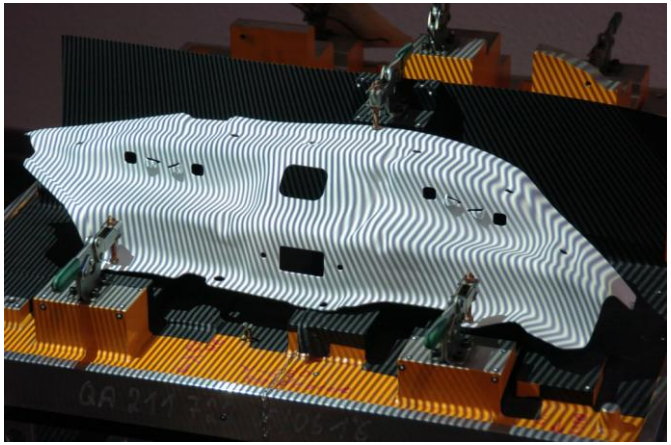
Triangulationsprinzip, Quelle [2]

[2] Christian Teutsch, Model-based Analysis and Evaluation of Point Sets from Optical 3D Laser Scanners, 1. Auflage 2007, Shaker Verlag, Herzogenrath

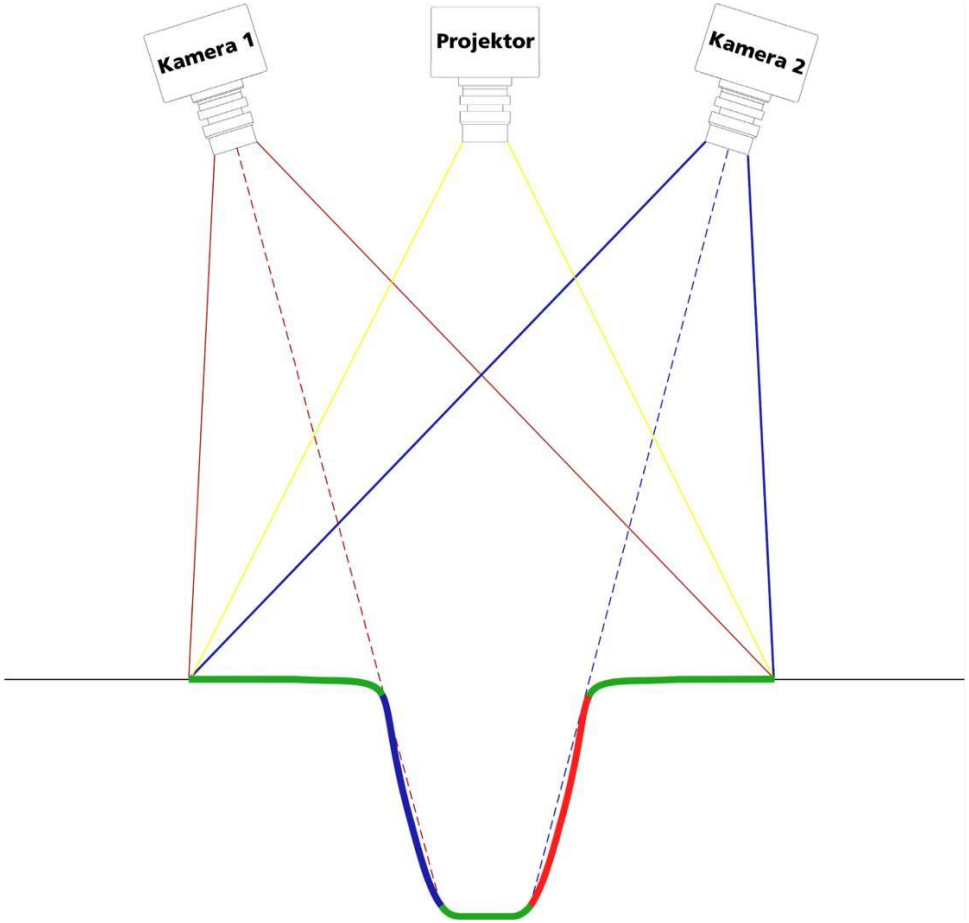
Messtechnologie

3D Scanner: GOM ATOS

- Lichtschnittverfahren (Blue-Light-Streifenprojektion)
- Messgenauigkeit bis zu 0,01 mm
- bis zu 12 Mio. Punkte in 2 Sekunden
- Transformation der Einzelmessungen über Kreismarken oder über Geometrie des Bauteils
- mobiles Messen möglich
- Einsatz in Produktionsumgebung



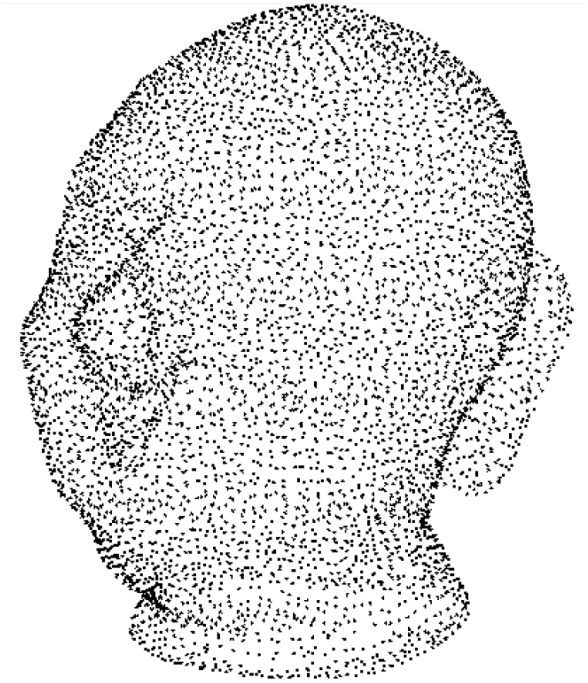
Messprinzip „Triple Scan“

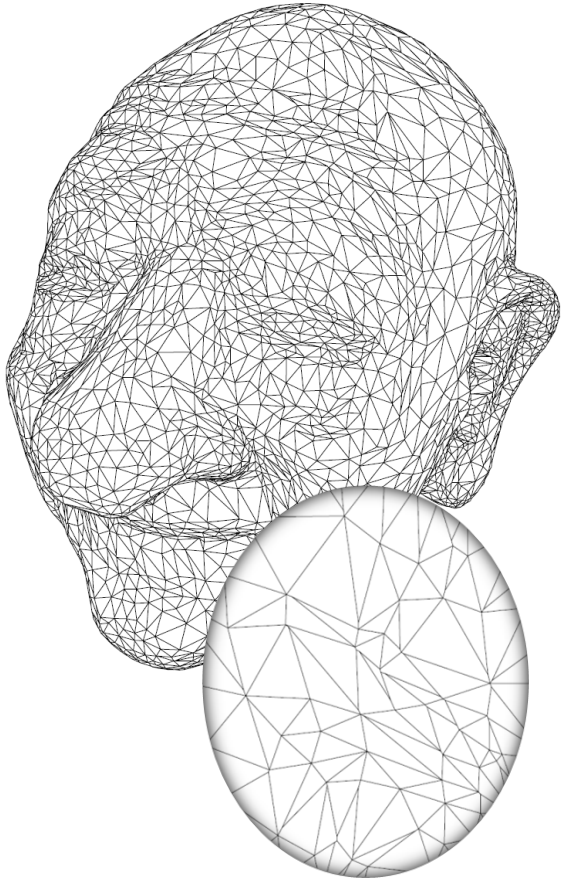


- Völlig neue Messtechnik
- Neue Projektionstechnologie
- 3 interne Sensoren in nur 1 Setup
- Permanente Kalibrierungschecks
- Verbesserte Messungen von glänzenden Oberflächen
- Mehr Messdaten bei komplexen Formen
- Höhere Auflösung von Feinstrukturen
- Schnellere Komponentenmessungen

Messergebnis und Verarbeitung

Punktewolke → Polygonnetz → Schattiertes Modell





Verarbeitung von Punktewolken, Quelle [2]

[2] Christian Teutsch, Model-based Analysis and Evaluation of Point Sets from Optical 3D Laser Scanners, 1. Auflage 2007, Shaker Verlag, Herzogenrath

RE Software

Spezifische RE Software:

- Geomagic Studio
- Geomagic Design X (ex Rapidform XOR)
- PolyWorks
- …

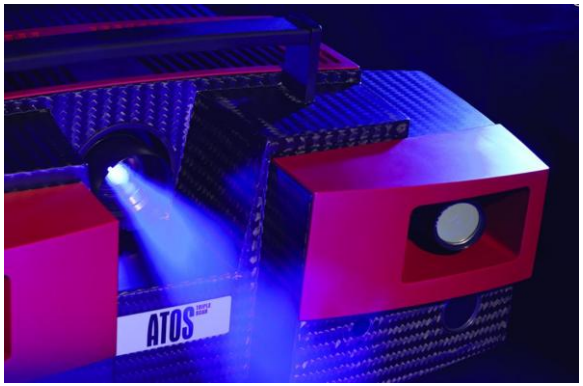
CAD System:

- Catia
- Pro/E (Creo)
- …

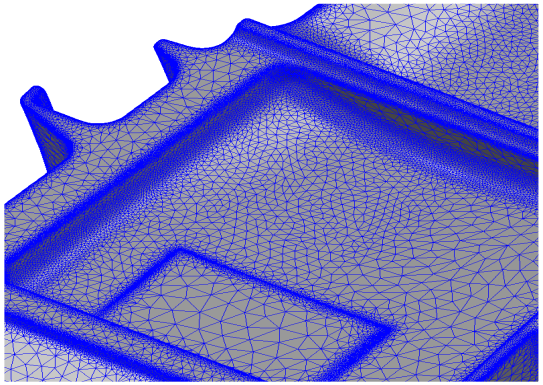
Strategien im Reverse Engineering

Strategien zur Erzeugung von CAD-Daten:

1. Exakte Flächenrückführung
2. CAD Rückführung
3. Hybridrückführung

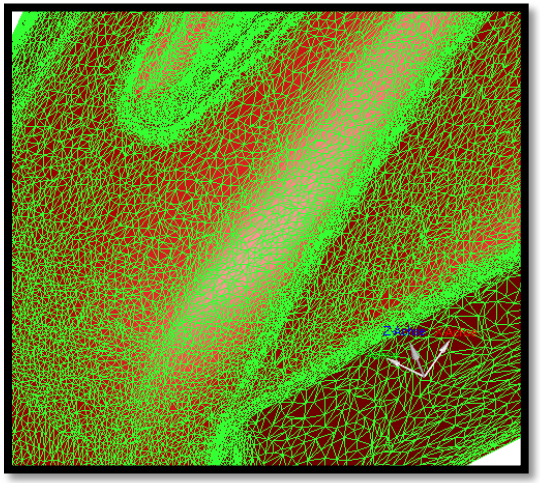


Digitalisierung

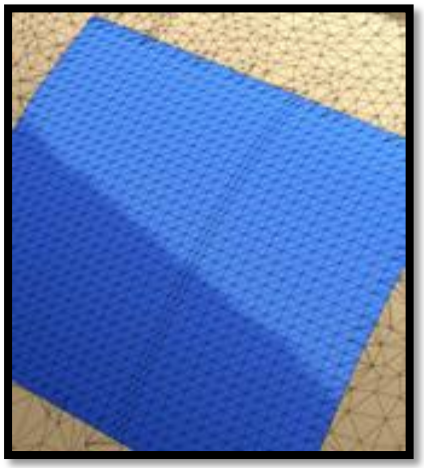


Polygonnetz (STL Format)

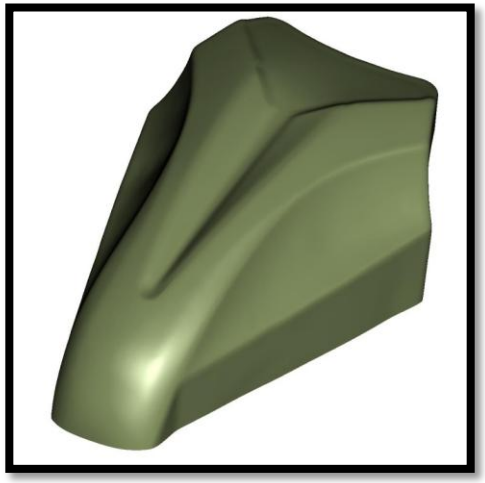
1. Exakte Flächenrückführung



STL - Modell



Flächenlayout



CAD-Datensatz

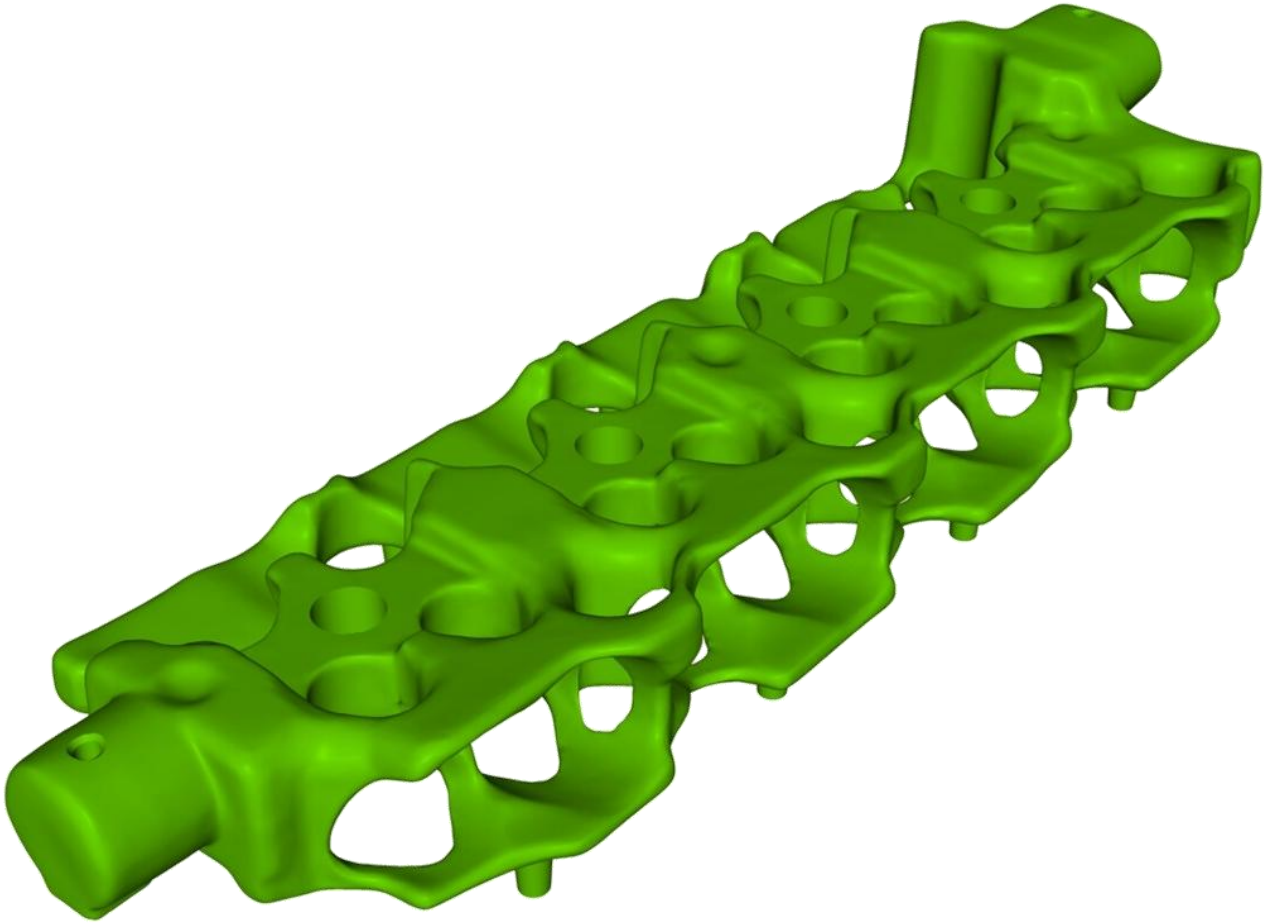
Vorteile:

- Sehr schnell
- Höchste Genauigkeit der Flächen
- Komplexitätsunabhängig
- Geschlossene Flächen

Nachteile:

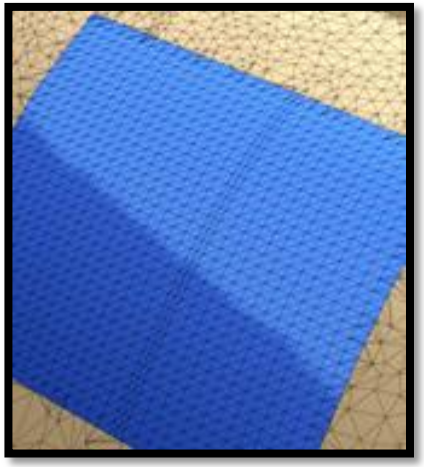
- Keine Parametrisierung möglich
- Nur Bereiche an denen STL Daten vorhanden sind werden rückgeführt
- Aufwendige Nachbearbeitung

Strategie 1 - Anwendungen

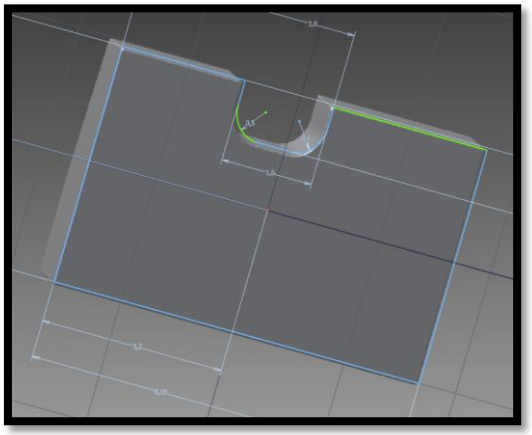


Wasserkern

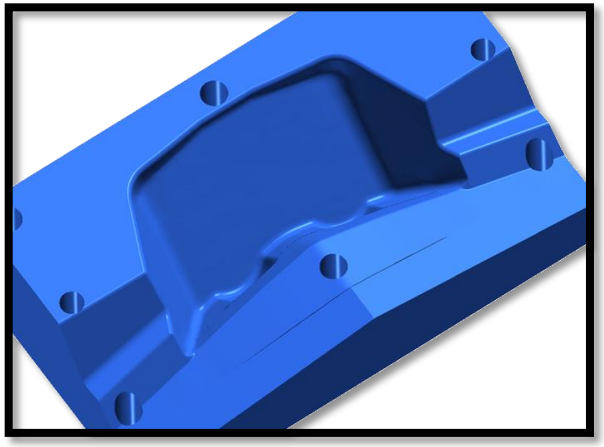
2. CAD Rückführung



Scandaten in CAD



Skizzenflächen



Fertige CAD-Daten

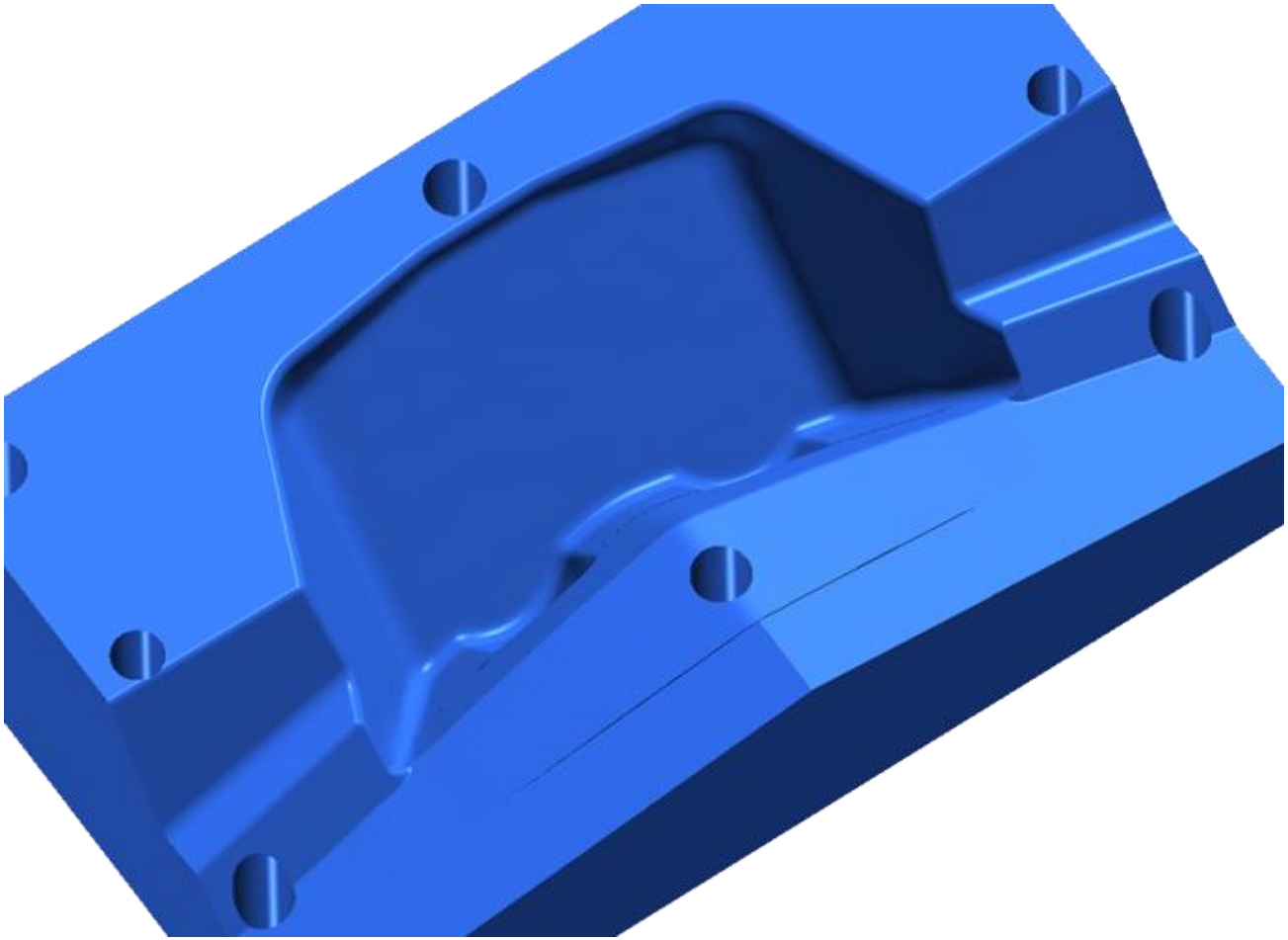
Vorteile:

- Sehr saubere Flächen
- Hohes Maß an Kontrolle mittels Parameter
- Auch nicht digitalisierte Bereiche können bearbeitet werden
- Keine Zwangsbindung an die Scandaten

Nachteile:

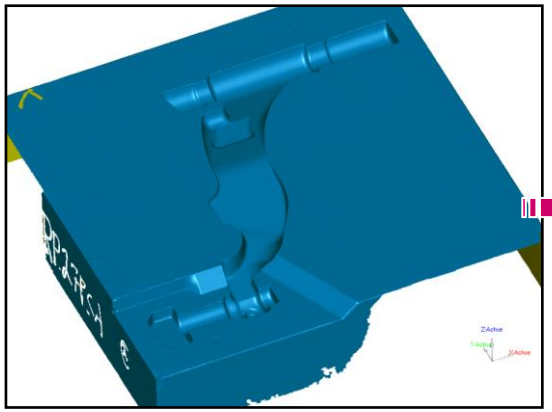
- Sehr zeitaufwendig
- Verlangt viel Know How vom Konstrukteur
- Nicht automatisierbar
- Meist eher ungenau

Strategie 2 - Anwendungen

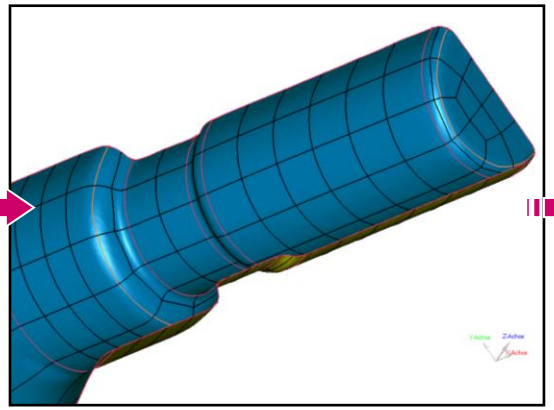


Umformwerkzeug

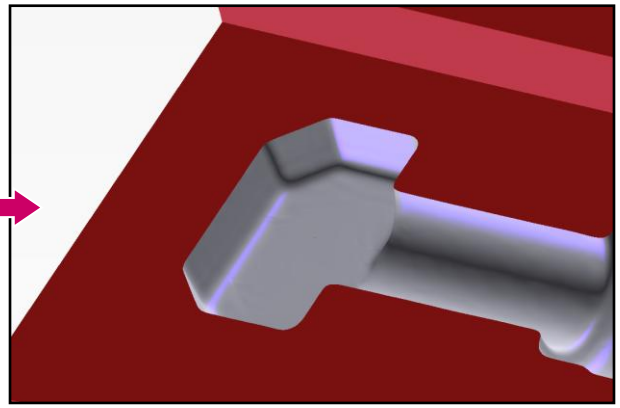
3. Hybridrückführung



Scandaten



Flächenrückführung der Freiformbereiche



Konstruktion der Regelgeometrien

Vorteile:

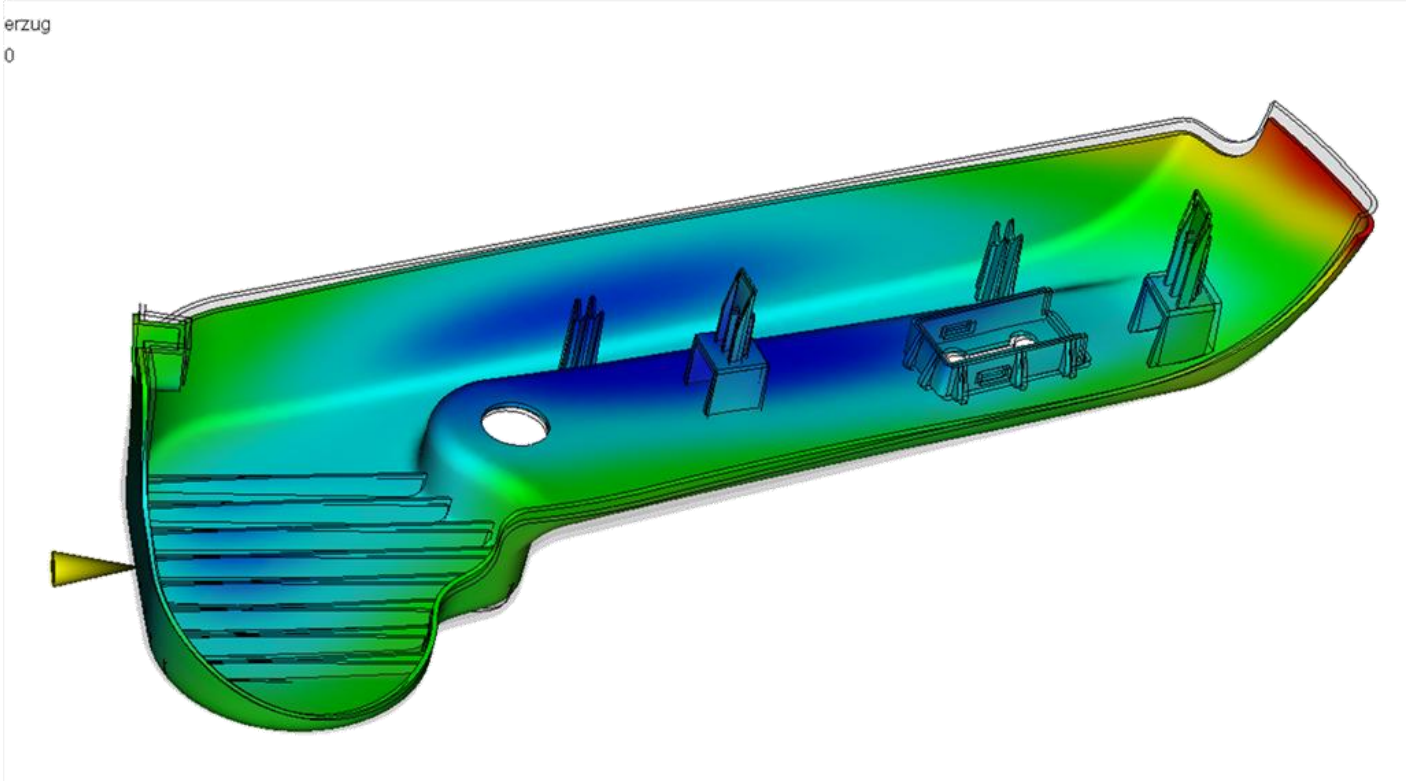
- Vereint die Vorteile beider Welten
- Zeit – Qualitätsverhältnis sehr gut
- Parametrisierung der dafür geeigneten Bereiche
- Relativ leicht erlernbar

Nachteile:

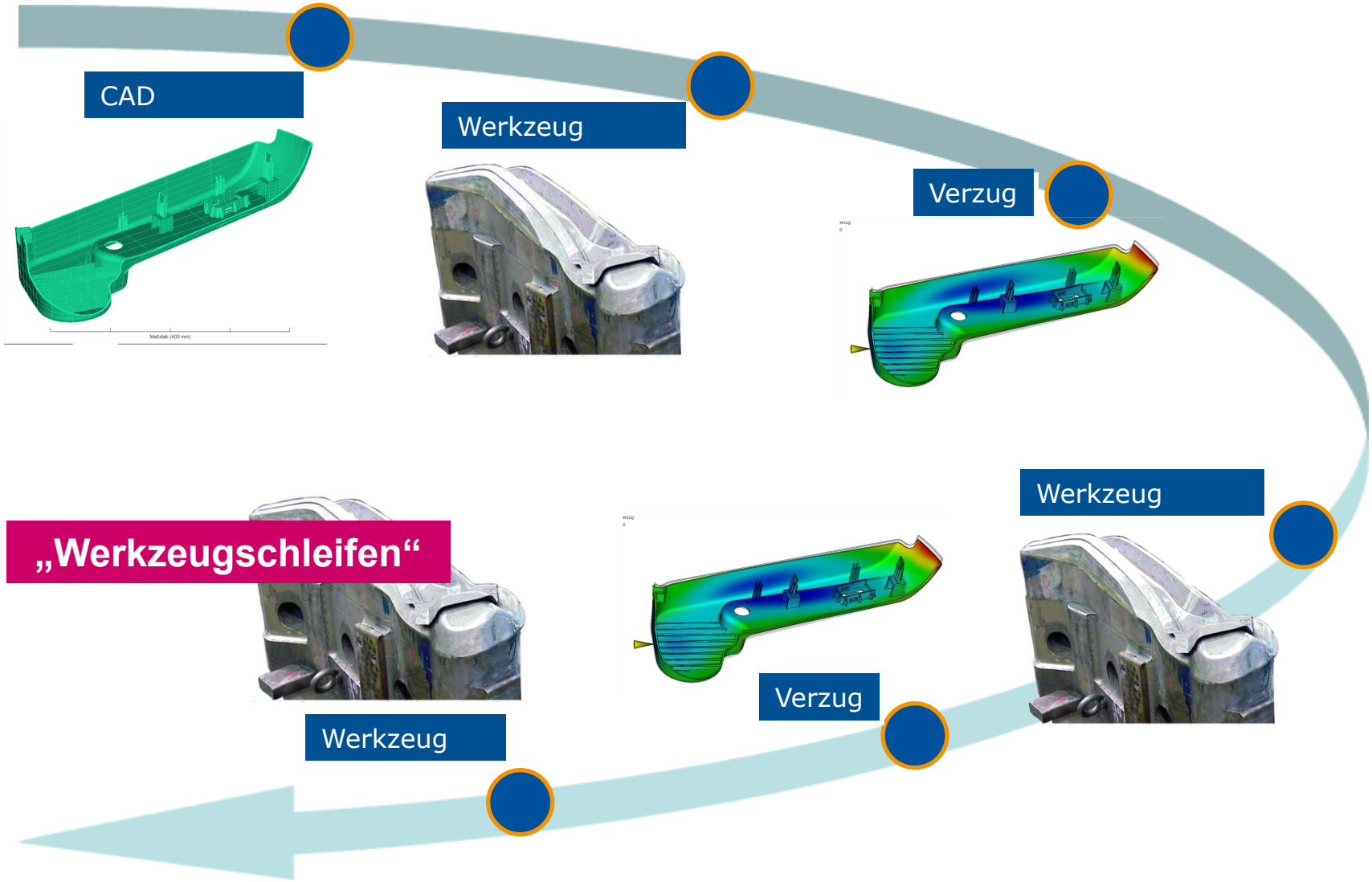
- Teilweise Parametrisierung

Verzugsoptimierung mittels Simulation

In diesem Fall werden für den Reverse Engineering Prozess keine Messdaten sondern Simulationsdaten verwendet



Verzugsoptimierung - übliche Methode

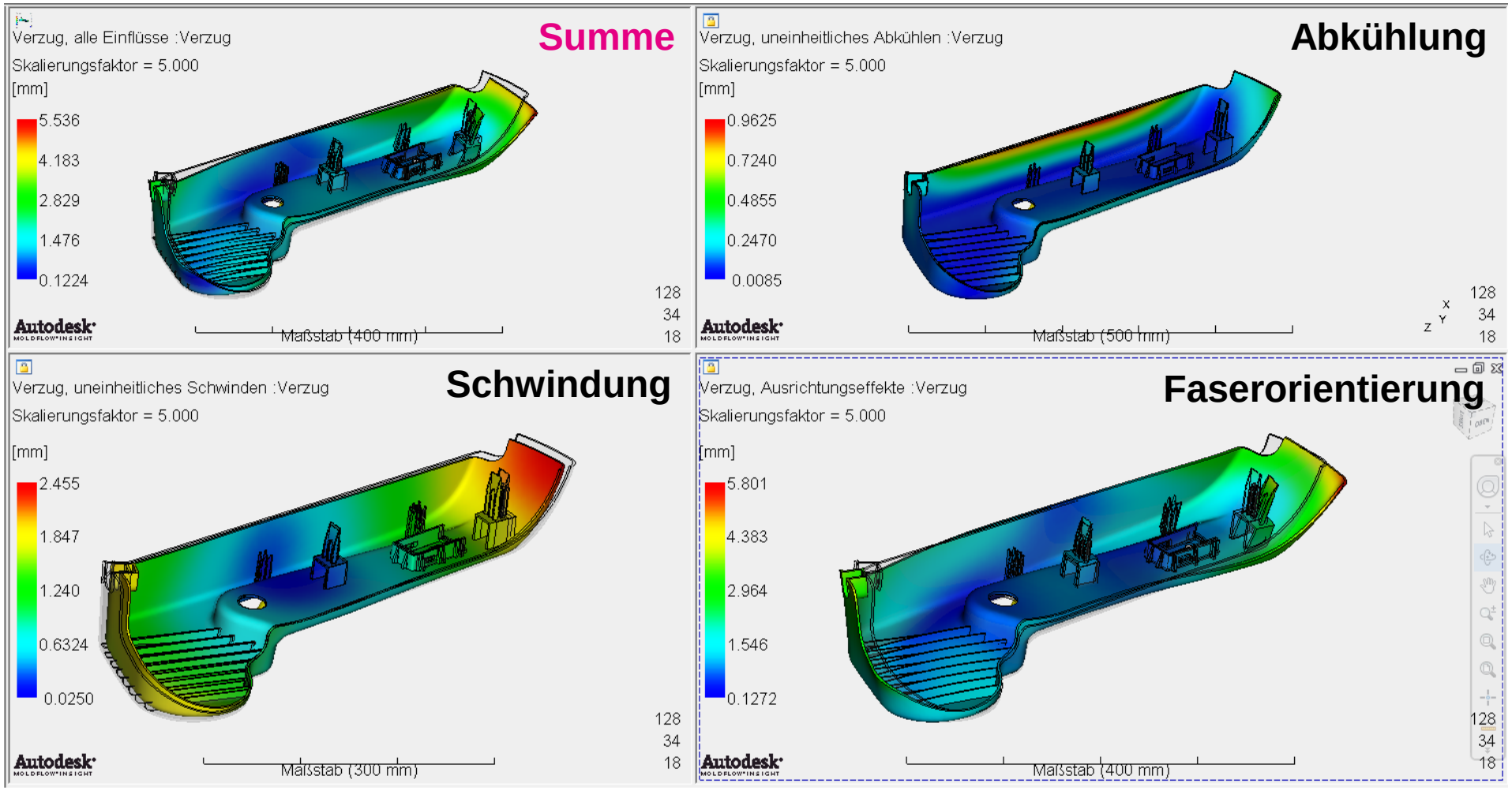


Vorgangsweise Spritzguss Simulation

1. Zuerst alle Möglichkeiten am Prozess optimieren:
   - Anspritzpunkt -> Faserorientierung
   - Kühlsystem (konturnahe Kühlung)
   - Alternatives Material
   - Konstruktive Änderung am Bauteil
   - Prozessparameter
   - …

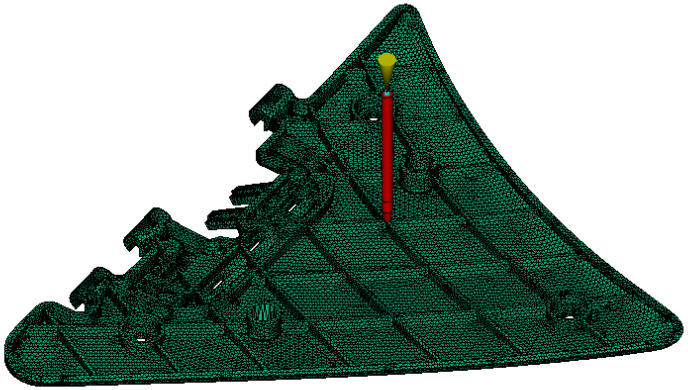
2. Nur wenn die obigen Maßnahmen den Verzug nicht reduzieren:
   - ➢ Vorhaltung

Verzugseinflüsse in Moldflow



Praxisbeispiel

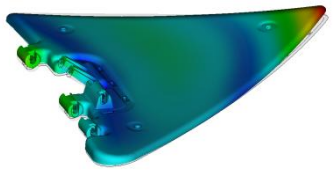
- Bauteil: Klappe der Fa. GBM
- Verdacht auf Verzug der nur durch eine Werkzeugvorhaltung kompensiert werden kann
- Prognose über zu erwartenden Verzug
- Kompensation des Verzugs
- CAD-Daten vorhalten für Werkzeuggen



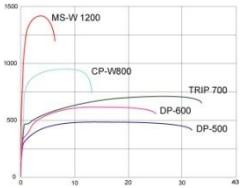
Verzugsoptimierung - Workflow

WESTCAM®

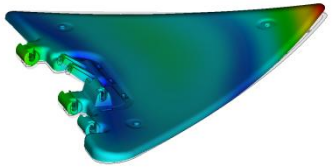
Simulation



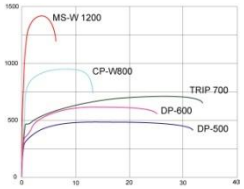
Kompensation im CAD



Simulation



Kompensation im CAD



„virtuelle Werkzeugschleifen“

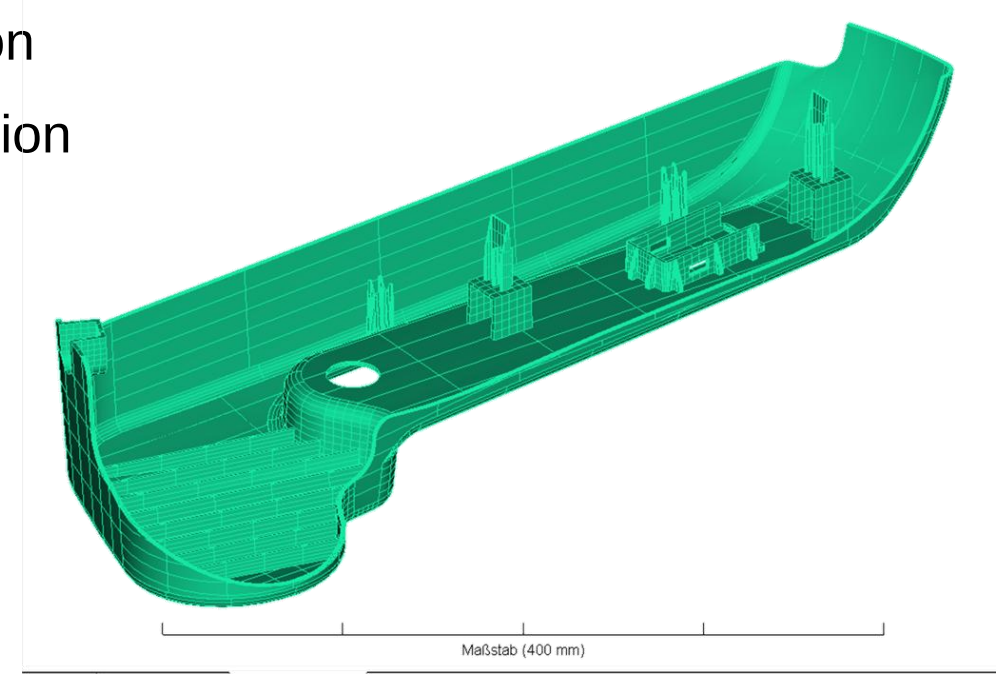
QS

Werkzeug

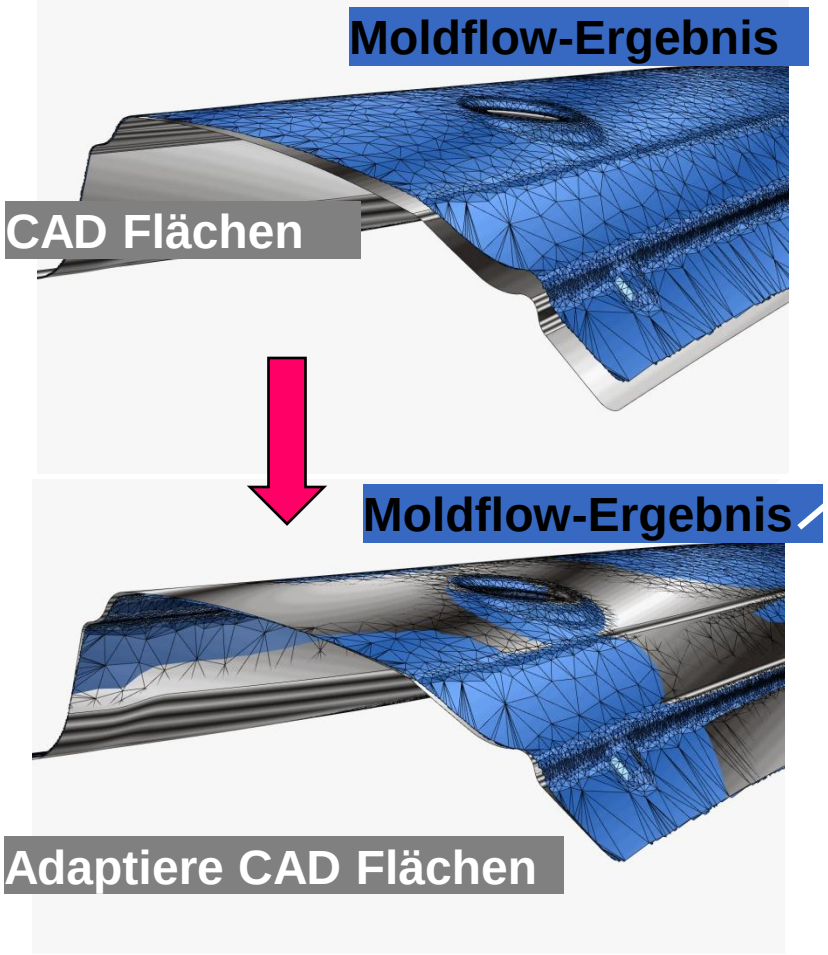
Verzugskompensation mittels Simulation V1

Vorgehensweise:

- Import der CAD Geometrie und Simulation
- Beurteilung der Verzugsergebnisse
- Interpretation der Kompensation
- Einbringen in eigene Konstruktion



Verzugskompensation mittels Simulation V2



Annäherung an Kompensationsergebnis durch **Verbiegen** des CADs

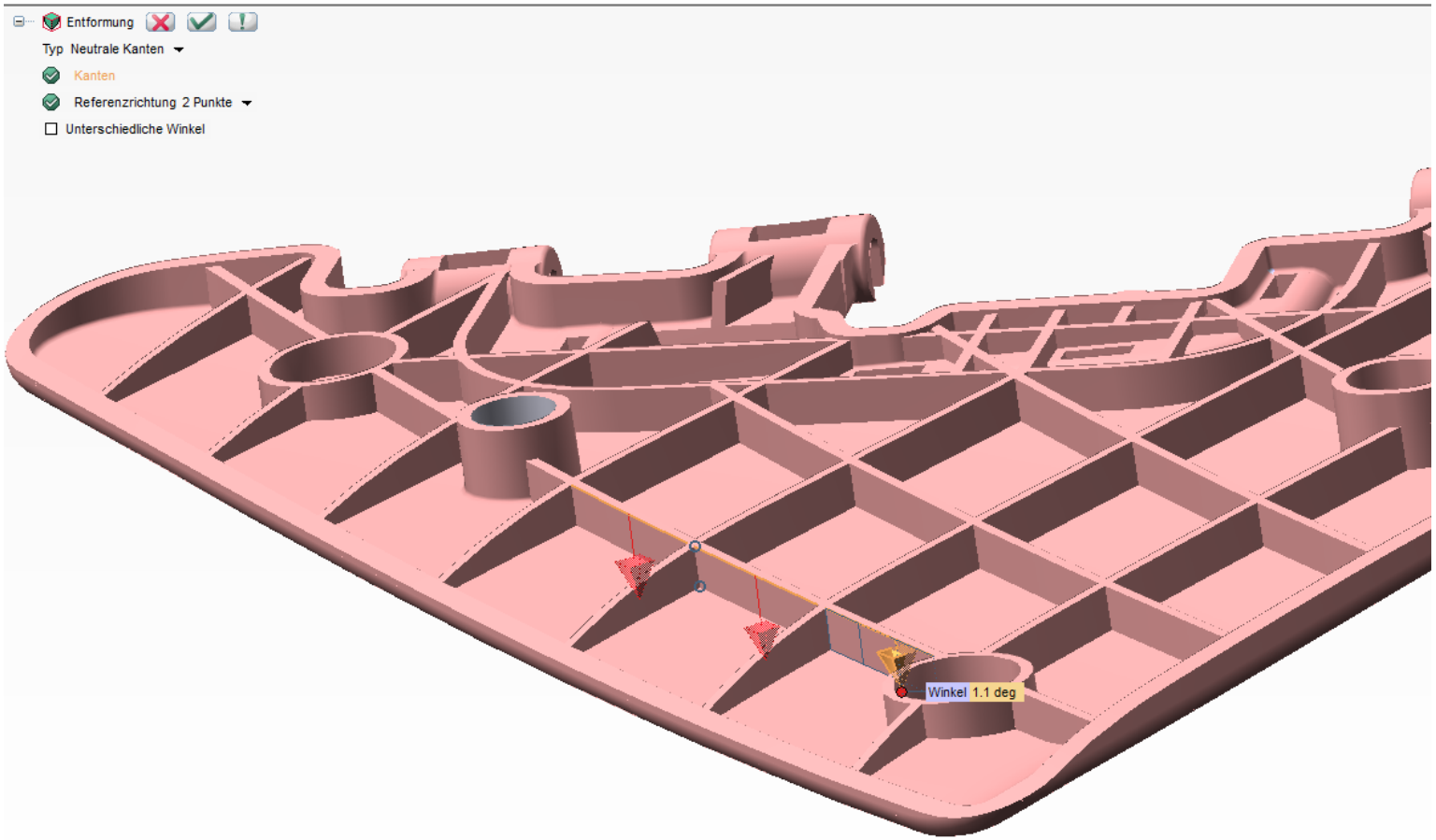
Vorteil:

- komplexes Verzugsverhalten in kurzer Zeit kompensierbar
- Steigerung der Qualität

Nachteil:

- Separates Programm
- Verlust des Konstruktionsbaums

Kontrolle und Wiederherstellung der Entformbarkeit



entformbar machen !

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.westcam-datentechnik.at