



**DIGITALE INTERAKTIONEN ZUR VERKÜRZUNG VON ENTWICKLUNGSZEITEN**

**LIT FACTORY SYMPOSIUM SEPTEMBER 2023**

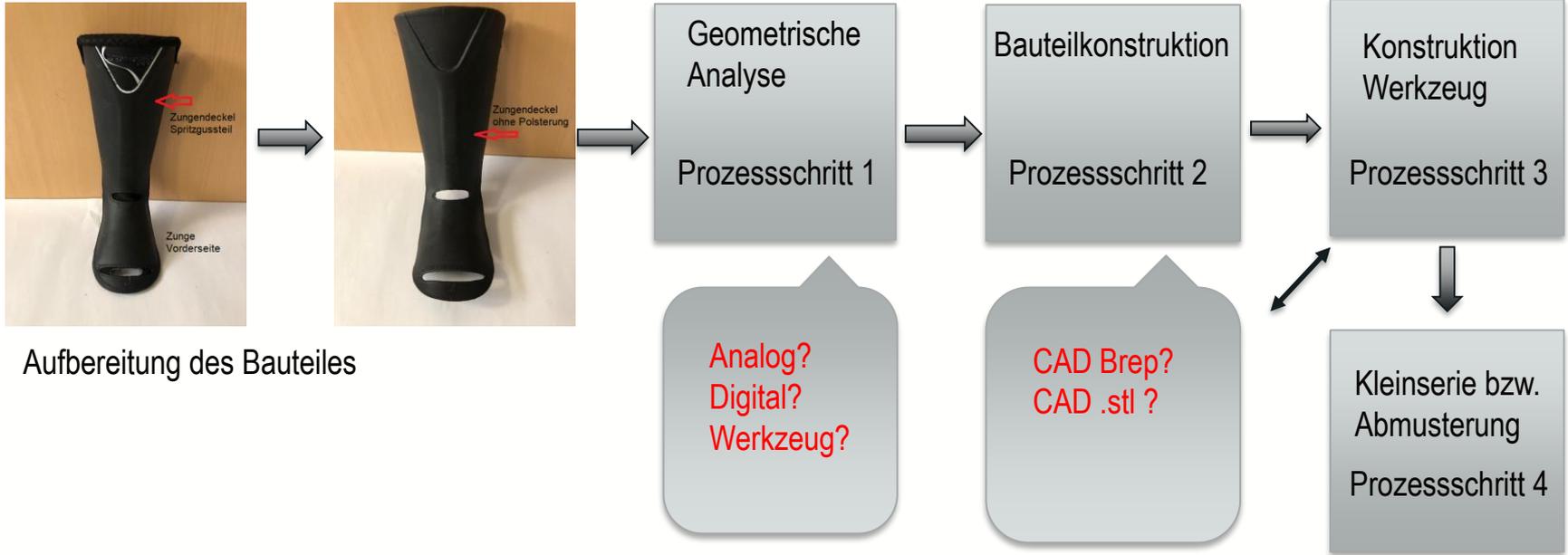
# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

- Ein Beispiel aus dem alpinen Spitzensport, prädestiniert für Schnelligkeit und Kleinserie
  - Ausgangssituation und Anforderung:
    - Vertragsverhandlungen mit einem Top WC Athleten im Frühjahr 2023.
    - Dieser Athlet testet Konkurrenzmaterial u.a. Skischuhe
    - Ergebnis → Skischuh der Konkurrenz performt signifikant besser
    - Detailanalyse ergibt, dass die Konstruktion der Innenschuh-Zunge der wesentliche Parameter ist
    - Beschluss → **es muss so schnell wie möglich eine Kopie dieser Zunge bereitgestellt werden.**
  - Zum besseren Verständnis



# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

- Darstellung Prozess-Schritte



# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

## Prozess-Schritt 1

- Aufbereitung des Bauteiles nur „analog“ → Messer, Schere etc. klassische Schusterarbeit
- Geometrische Analyse:
  - Klassische Vorgehensweise im Schuhmachergewerbe:
  - Anbringen eines ca. 10x10 mm Rasters am Bauteil
  - Mittels Messzange, Mess-Schieber, Maßband etc. Dicken Messung in den Rasterfeldern bzw. Längenmaße der äußeren Begrenzung.

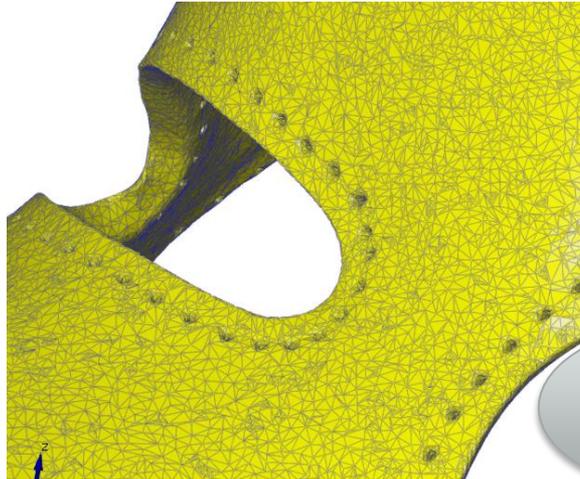


Das so vermessene Bauteil bzw. Muster ist üblicherweise der Input für den CAD Konstrukteur.  
Im Falle des Zungendeckels ist hier erfahrungsgemäß ein Zeitbedarf von 1-2 Arbeitstagen nötig

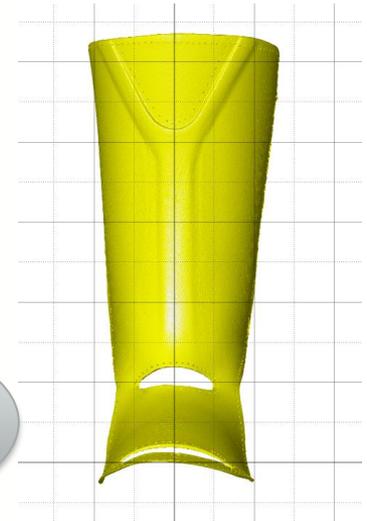
# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

## Prozess-Schritt 1

- 1te digitale Interaktion:
  - Der aufbereitete Bauteil wurde in einem industriellen Computertomographen gescannt und als Polygon-Netz im sogenannten **Standard Triangle Language** kurz **.stl** Format ausgelesen.



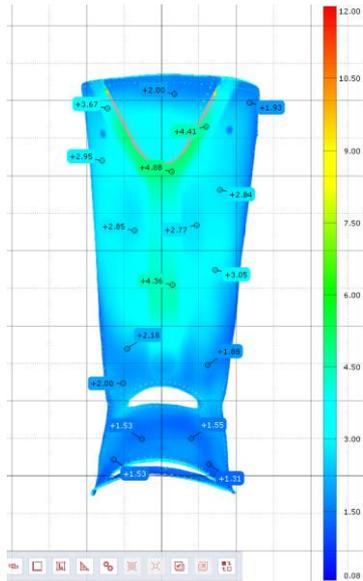
Zeitbedarf  
ca. 3 h



# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

## Prozess-Schritt 1

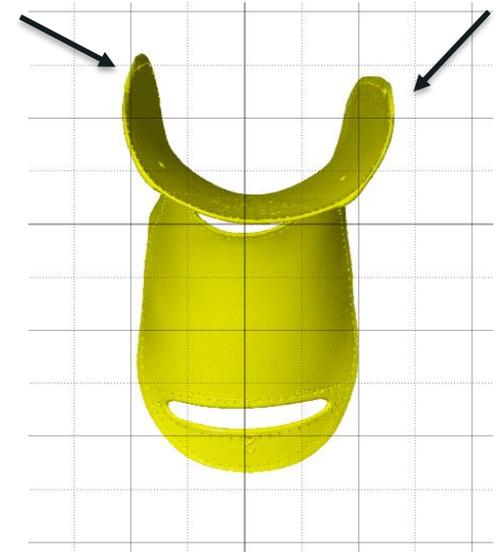
- 2te digitale Interaktion:
  - Die nun digital vorhandene Konkurrenzzunge konnte äußerst effizient geometrisch analysiert werden. Dazu wurde das Software Modul Zeiss GOM Suite ® verwendet.



Wandstärken  
Analyse

Qualitative  
Hinterschnitt  
Analyse

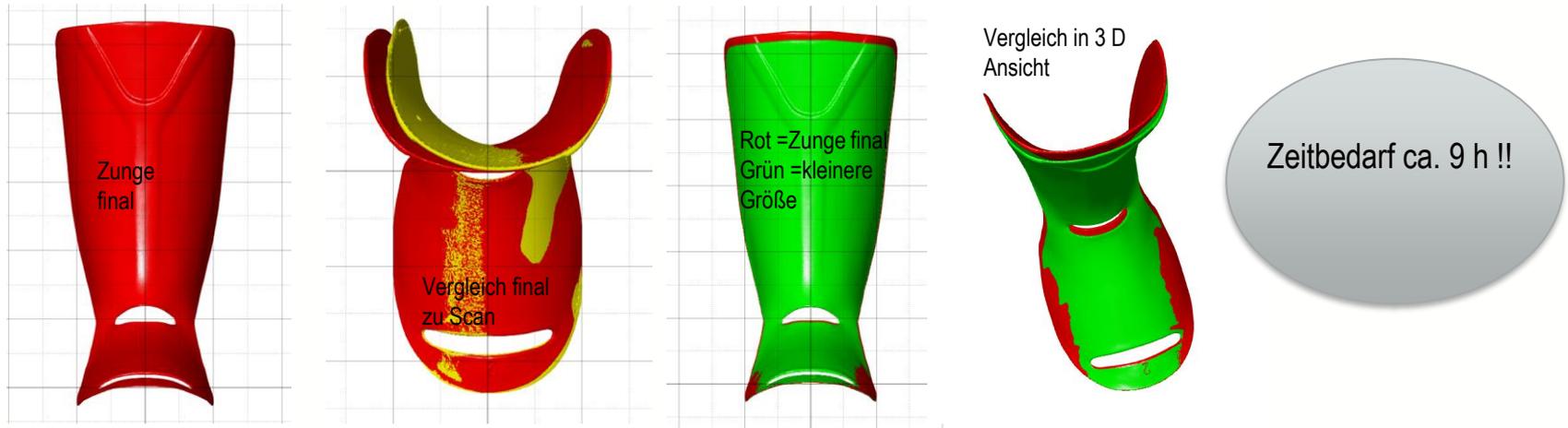
Zeitbedarf ca. 1 h



# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

## Prozess-Schritt 2

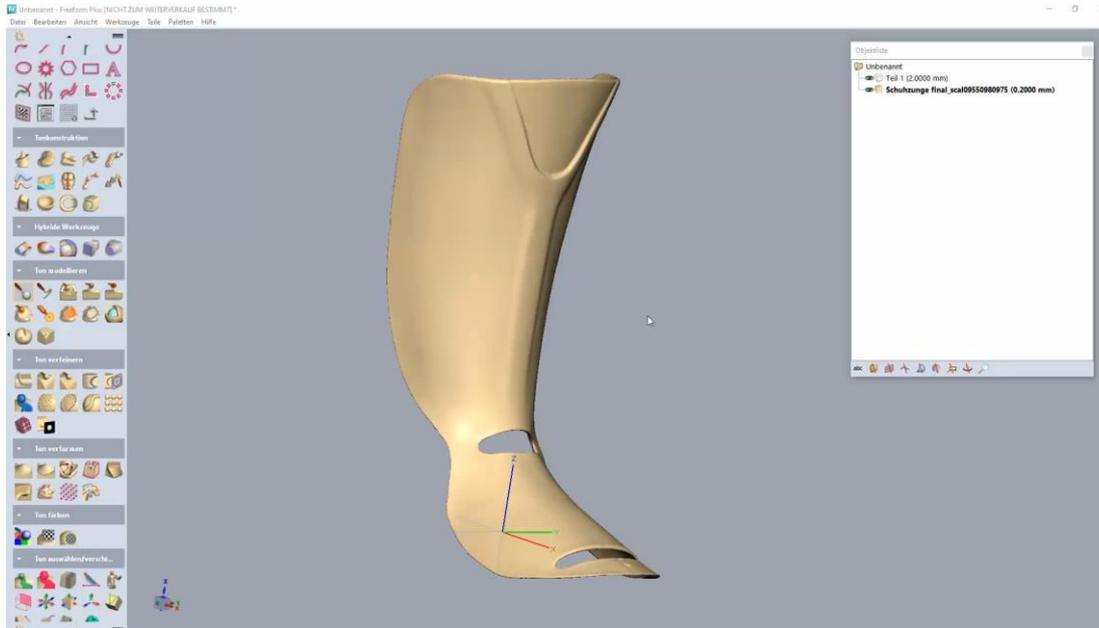
- 3te digitale Interaktion:
  - Aus der geometrischen Analyse hat sich klar ergeben, dass die Zunge spritzgießgerecht umkonstruiert werden musste. Wandstärken vergleichmäßig werden mussten, sowie diverse Fehlstellen (Nadellöcher etc.) eliminiert werden mussten. Es kam zu einer entscheidenden Weichenstellung → reverse engineering des .stl files um mit klassischem CAD (B-rep) die Zunge zu konstruieren, oder im .stl Datenformat zu bleiben und in diesem Format zu modellieren.
  - Es wurde .stl entschieden, die Konstruktionsarbeiten wurden von der Fa. WEST CAM ® mittels Geomagic Free Form CAD ® durchgeführt. Zusätzlich wurde entschieden ein 2 fach Formnest zu bauen, allerdings im 2 Nest die nächst kleinere Größe.



# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

## Exkurs Oberflächenstrukturen

- In diesem Projekt wurde zwar keine spezifische Oberflächenstruktur umgesetzt, aber es bietet sich an hier einen kleinen Exkurs zu machen, wie einfach es ist digital Strukturen aufzubringen, wenn man in einem bestimmtem Datenformat (.stl) bleibt. Durchgeführt bei WEST CAM ® mit Geomagic Free Form CAD ®.



Werkzeugeinsatz  
aus Stahl 30x30  
mm  
Fräszeit ca. 40 min  
Fräsen auf Basis  
.stl Daten



# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

- Exkurs Additive Fertigung:

- Fragestellung:

Warum solche Bauteile für Spitzensportanwendungen und damit verbunden nur Kleinmengen zumindest für Testzwecke nicht generell mittels additiver Fertigungsmethoden bereit stellen?

- Antwort:

leider ist die Verfügbarkeit von Materialien, die die benötigten mechanischen Eigenschaften aufweisen nach wie vor sehr begrenzt. In diesem Anwendungsfall wird ein TPE auf Basis eines Polypropylen-SEBS Compounds im Shore D Härtebereich 50 bis 55 benötigt. Uns ist kein Material bekannt welches im 3 D Druck verarbeitet werden kann und das geforderte mechanische Eigenschaftsbild aufweist.

# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

## Prozess-Schritt 3

- Die nächste entscheidende Weichenstellung:
  - **Reverse Engineering** des Bauteils um von **.stl** Daten in **.stp** Daten zu kommen, damit der Werkzeugbauer die Kavitäten mit den nötigen Dichtflächen im CAD konstruieren kann ?Oder
  - **Digitales Modellieren** der Kavitäten im **.stl** Datenformat ?Oder
  - **Anfertigung eines Kunstharzwerkzeuges** bzw. Kavitäten im klassischen Modellbau mit anschließendem Scannen und fräsen der Kavitäten auf Basis von **.stl** Daten ?
  - Entscheidung:
  - **Variante 3, Weg über Modellbau**

# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

## Prozess-Schritt 3

- 4te digitale Interaktion:
  - Um den Modellbau, durchgeführt bei unserem langjährigen Geschäftspartner, der Fa. Formenbau GmbH, zu beschleunigen, wurde der fertig konstruierte Zungendeckel im SLS Verfahren aus steifem Polyamid additiv hergestellt, bereits incl. Schwundaufmaß. → Anschließend das Gießharz Modell der Werkzeugkavitäten hergestellt (nur für die große Zunge) → das Kunstharzmodell mittels Kamera Scanning gescannt → das gescannte Modell mit den gleichen Skalier-Parametern auf die kleinere Zunge skaliert → beide virtuelle Formnester in die Stammform virtuell eingepasst. → die Werkzeugplatten in Aluminium gefräst. Alles auf Basis von .stl Daten. Als Software wurden bei der Fa. Formenbau die Module Autodesk Powershape ® und Autodesk Powermill ®.



# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

## Prozess-Schritt 3

- Anfertigung 3 D Druck Teile:

Zeitbedarf 1 Arbeitstag

- Herstellung Gießharzmodell:

Zeitbedarf 3 Arbeitstage

- Scannen Gießharzmodell:

Zeitbedarf 0,5 Arbeitstage

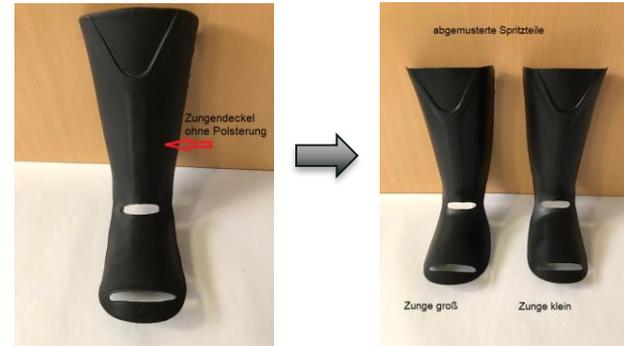
- Herstellung Werkzeug incl. CAM Aufbereitung:

Zeitbedarf 9 Arbeitstage

- Abmusterung Spritzteile

Zeitbedarf 1 Arbeitstag

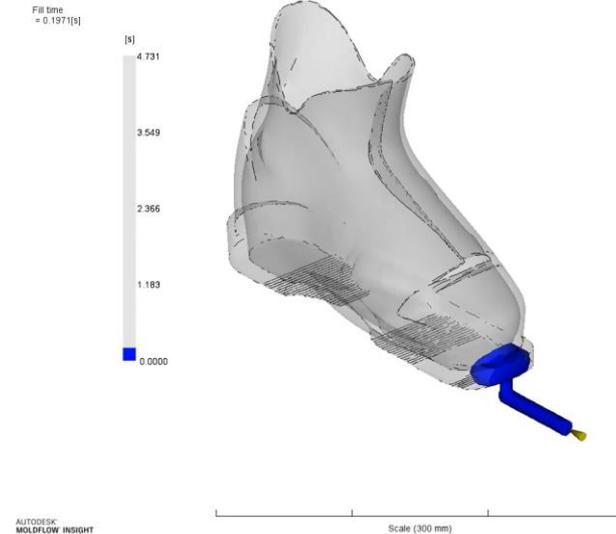
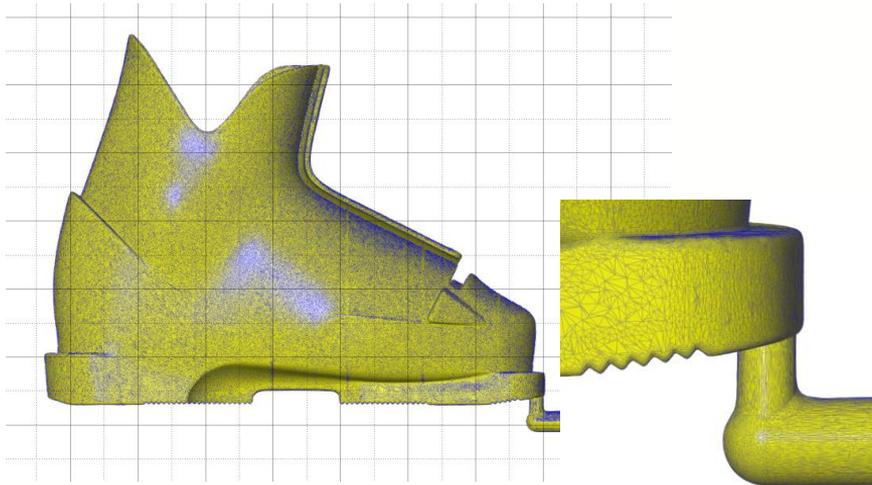
Gesamter Zeitbedarf ab Start  
Prozess-Schritt 1:  
Ca. 16 Arbeitstage



# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

- Exkurs: Mold Flow Analyse

- Auf die Durchführung einer Mold Flow Analyse wurde in diesem Fall verzichtet, da das eingesetzte TPE äußerst leichtfließend ist, und generell völlig unproblematisch zu verarbeiten ist. Ist aber auf Basis .stl Daten kein Problem.



# DIPROK IN DER INDUSTRIELLEN ANWENDUNG

## Conclusio

Durch Kombination verschiedenster digitaler Werkzeuge entlang der gesamten Prozesskette ist es möglich Entwicklungszeiten und Umsetzungszeiten dramatisch zu reduzieren. Im gezeigten Beispiel wurde von üblicherweise ca. 30-35 Arbeitstagen auf ca. 16 Arbeitstage reduziert

Entscheidend ist das Wissen um diese Werkzeuge und die Analyse zu Beginn welcher Weg für die gegebene Aufgabenstellung der Beste ist

Frei nach dem Motto

**Der Weg ist das Ziel**

Danke für ihre Geduld