

**WARUM** stellen wir

---

**WARUM-FRAGEN**

**...die Frage lautet heute nicht  
mehr *ob* wir digitale  
Techniken in die  
Zahnarztpraxis bringen,  
sonder nur noch *wie*?**

# CAD/CAM in der Zahnmedizin



- Intraoralscanner
- Modellscanner
- Chairside Fräsen
- Fünfachsfräsen
- Sinter-Laser Melting
- 3D Druck
- Schablonengestützte Implantologie...

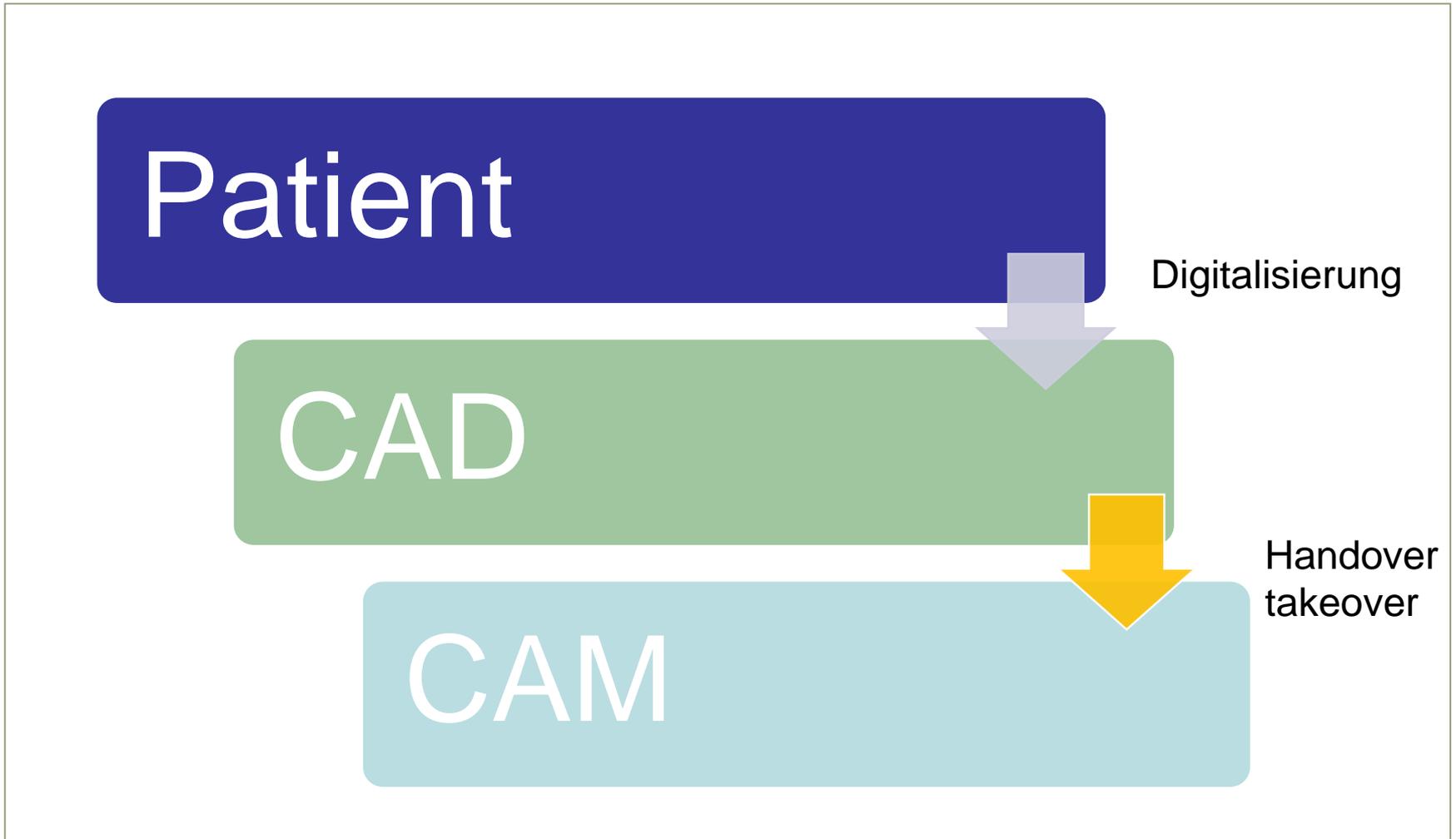


# Aufteilung



- Digitale Verfahren und die Beeinflussung der Fertigungswege
- Digitalisierung: wie spreche ich mit meinem Computer
- Welche Anwendungen existieren: zwischen sinnvoll und machbar

# Workflow



# Ziele CAD/CAM



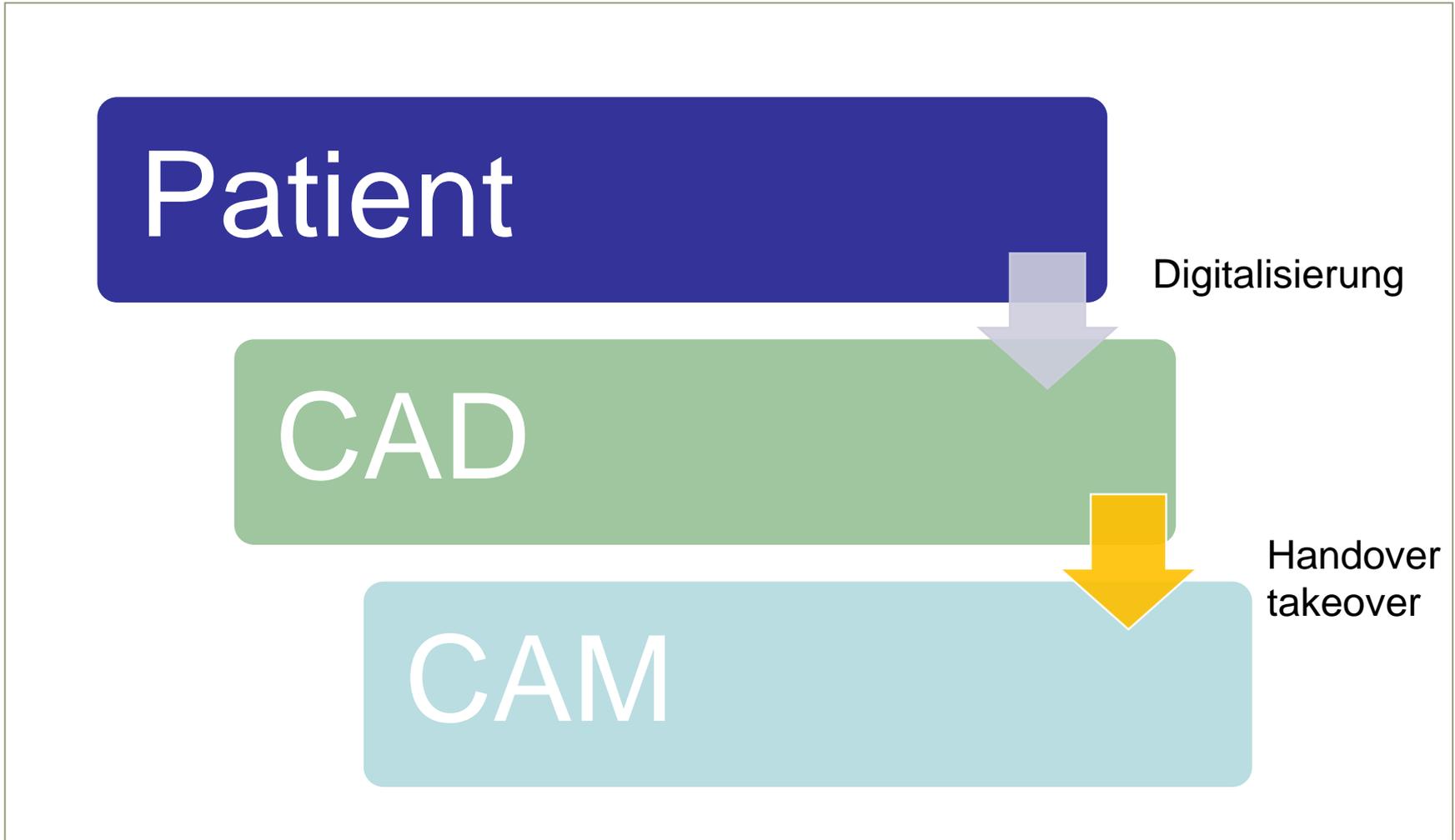
- Übertragbarkeit der technischen industriellen Individualfertigung auf die Dentale Fertigung
- Anwenderunabhängige Optimierung von Arbeitsstrukturen
- Integration neuer Prozesswege in vorhandene Fertigungssysteme



## Zusammenfassung:

- Die zahnärztliche Digitalisierung erfordert eine grundlegende Umstrukturierung von Prozessen
- Die zahnärztliche Ausbildung sieht derzeit keine IT Schulung vor
- Bei der Digitalisierung sind zwischenzeitlich Effektivitätseinbußen nahezu unvermeidbar

# Workflow



# Intraoral Scan



# Digitalisierung der intraoralen Situation

- Für die Planung
- Für die chirurgische Umsetzung
- Für die prothetische Versorgung
- Für die Nachsorge

 **.stl ; .ply**

# Intraorales Scannen



- 3d scannen ist der Prozess einer Oberflächengenerierung eines physikalischen Objektes
- Dies erfordert eine strukturierte Punktwolke
- Reflektionen und Streuung sowie Transluzenz können die Präzision nachhaltig beeinflussen

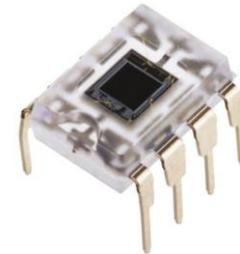


# Genereller Aufbau



Lichtquelle (mit Projektionsmuster)

Objekt (welches gescannt werden soll)



Lichtsensoren

Verarbeitungssoftware (zur Erstellung einer Punktwolke)

Software zur Errechnung eines Oberflächenmodells

# Generierte Daten



- X Y Z Position eines jeden Punktes
- Unstrukturiert nach der Datenerfassung (gerade durch Mundboden-, Wangenbewegung etc.)
- Simple Speicherung und Verarbeitung über ASCII



```

#Version 1.0
Shell type : GENERIC
Projection Matrix
1.0000000000 0.0000000000 0.0000000000 0.0000000000
0.0000000000 1.0000000000 0.0000000000 0.0000000000
0.0000000000 0.0000000000 1.0000000000 0.0000000000
0.0000000000 0.0000000000 0.0000000000 1.0000000000
Number of Vertices : 12746
119.6641599334 11.6326094661 -6.8911755469
120.5155410767 70.4362258911 -6.8593220711
120.6941299438 70.5327758789 -6.8682270050
120.8628082275 70.2444839478 -6.8341579437
120.8752587488 69.6216449480 -6.4605523473
119.3766250610 70.3422088623 -6.6854019165
119.6491805757 13.1871296074 -6.4944129625
168.5087585449 69.9475097656 -14.4431791306
168.7896930269 69.7541008257 -14.3524482437
169.0020402484 69.5233780617 -14.2552254024
169.3578180998 69.3318849187 -14.3668051396
168.7303466797 69.9807586670 -14.6316661835
169.0455526369 69.7518445343 -14.5112753461
169.2476348877 69.5272979736 -14.4310255051
169.2926183758 69.6973172727 -14.6608761911
169.4869537354 69.4631423950 -14.6037721634
169.1274261475 69.8944473267 -14.8139495850

```



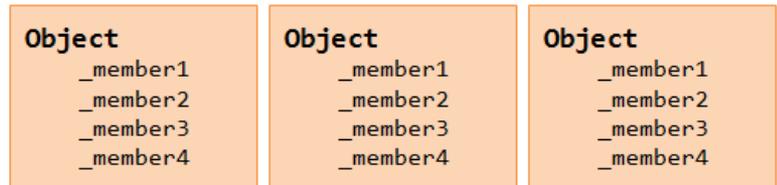
# Punktwolke →



## Oberflächenmodell

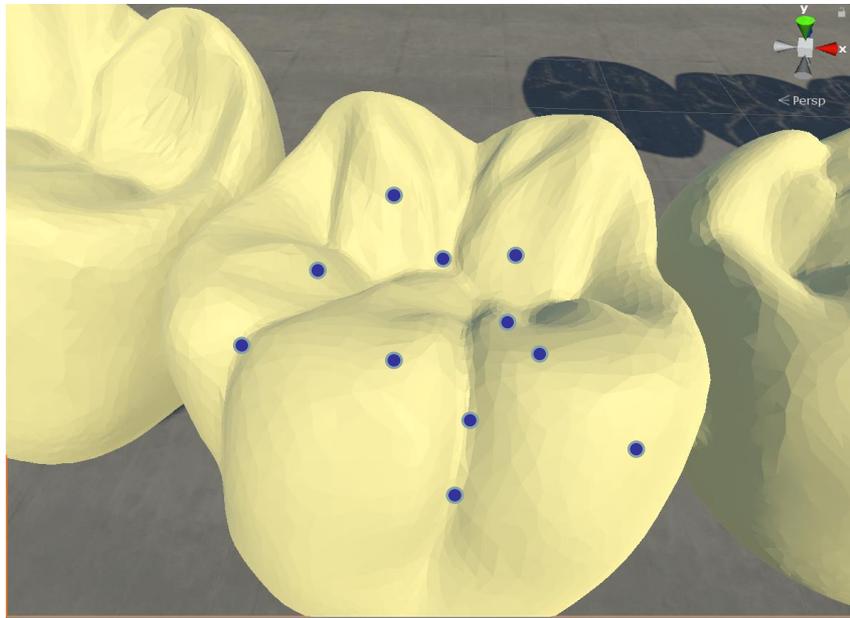
- Die erhobenen Punkte werden als Punktwolke bezeichnet
- Aus der Punktwolke wird ein logisches Oberflächenmodell errechnet
- Das Oberflächenmodell ist zweidimensional mit einem Vektor

`std::vector<Object>`

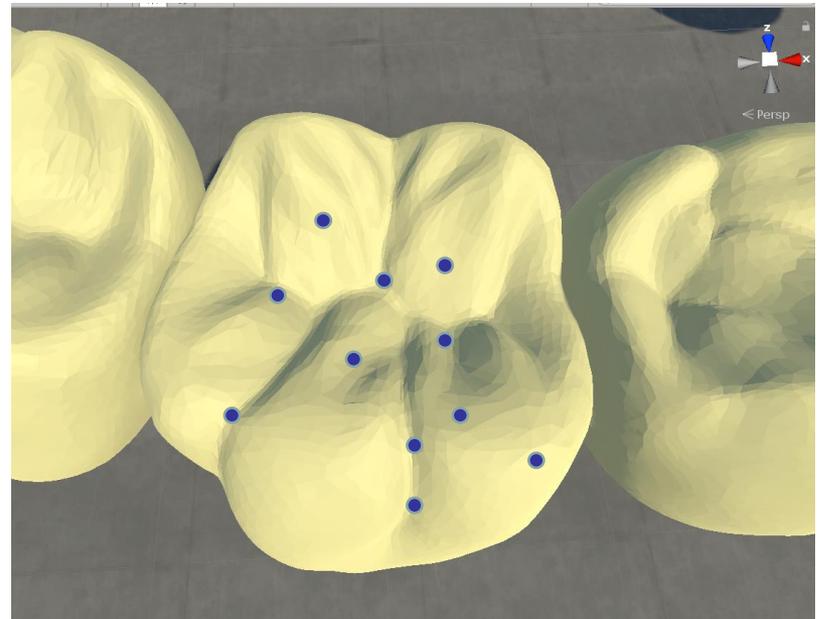


# Projiziertes Punktmuster

## Kamera 1

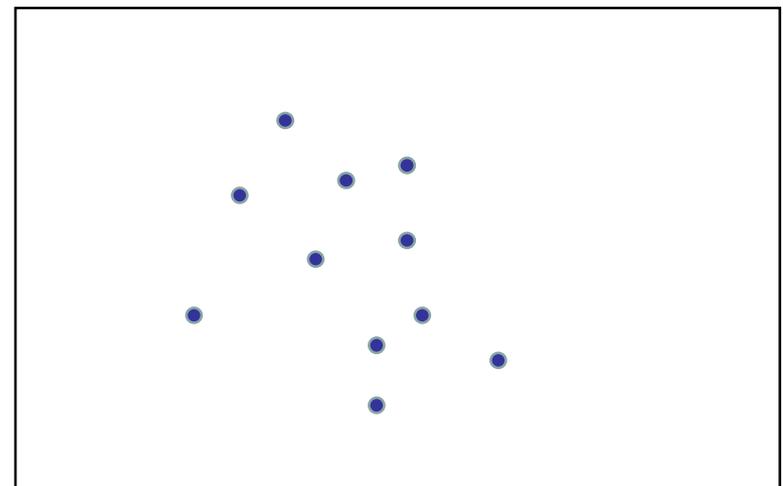
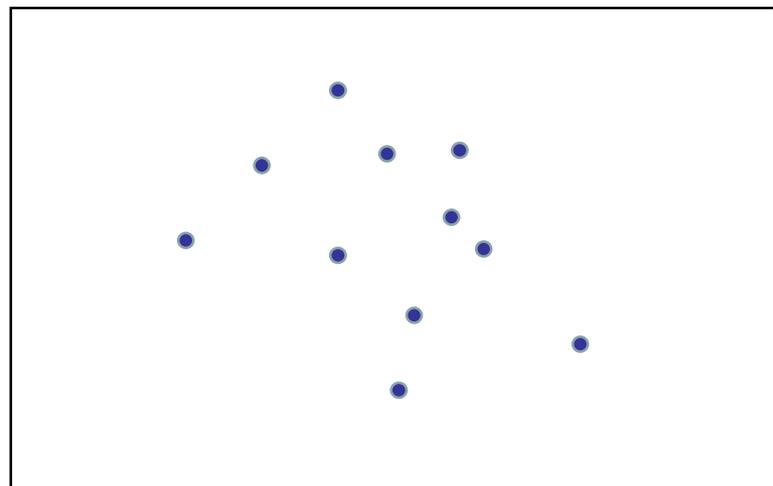


## Kamera 2



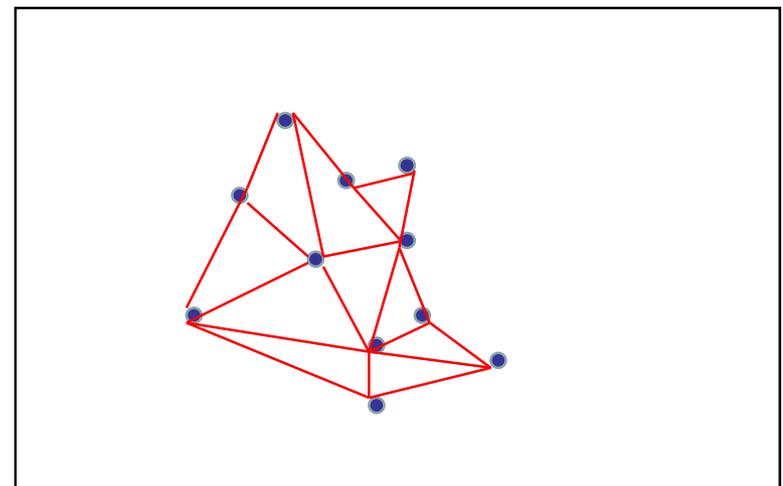
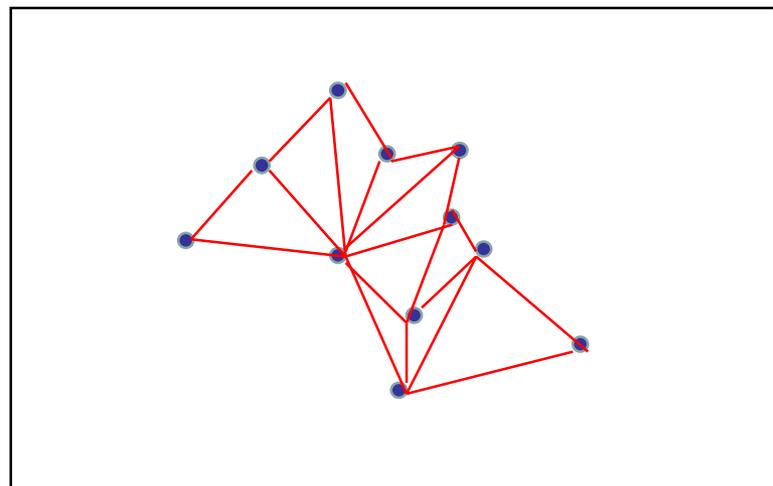
# Kamera 1

# Kamera 2



# Kamera 1

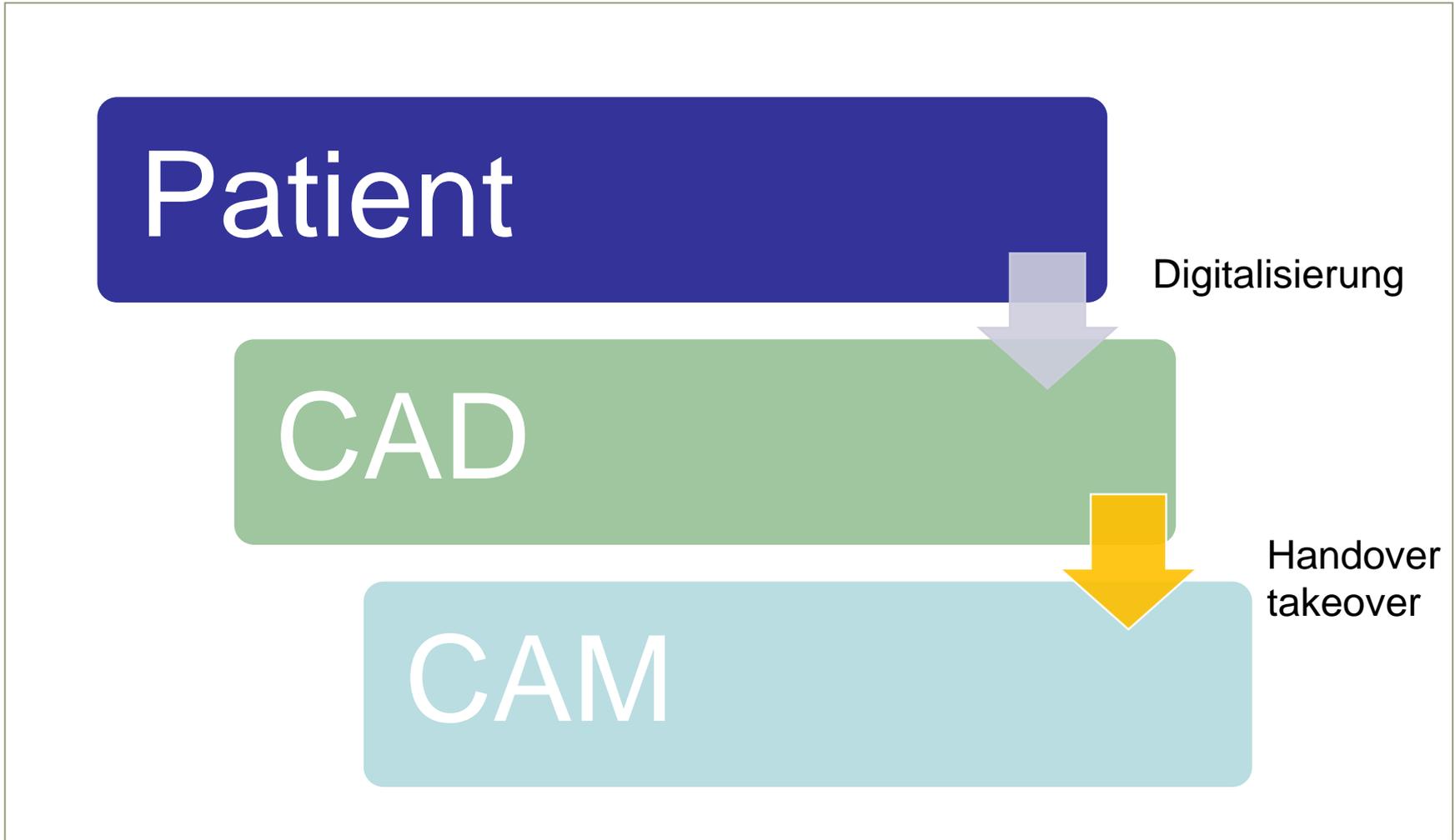
# Kamera 2



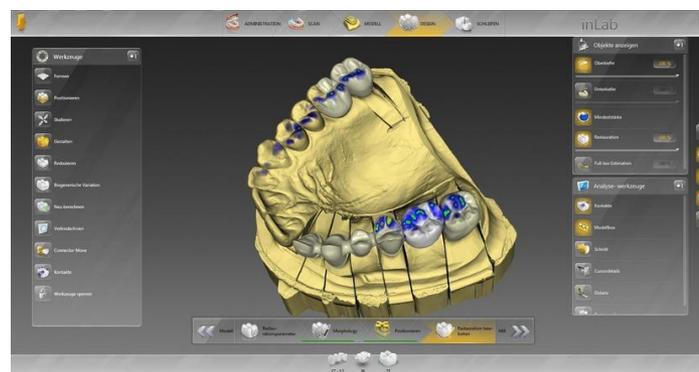
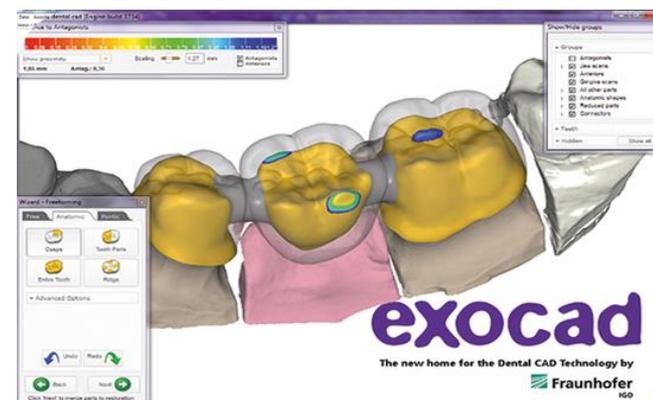
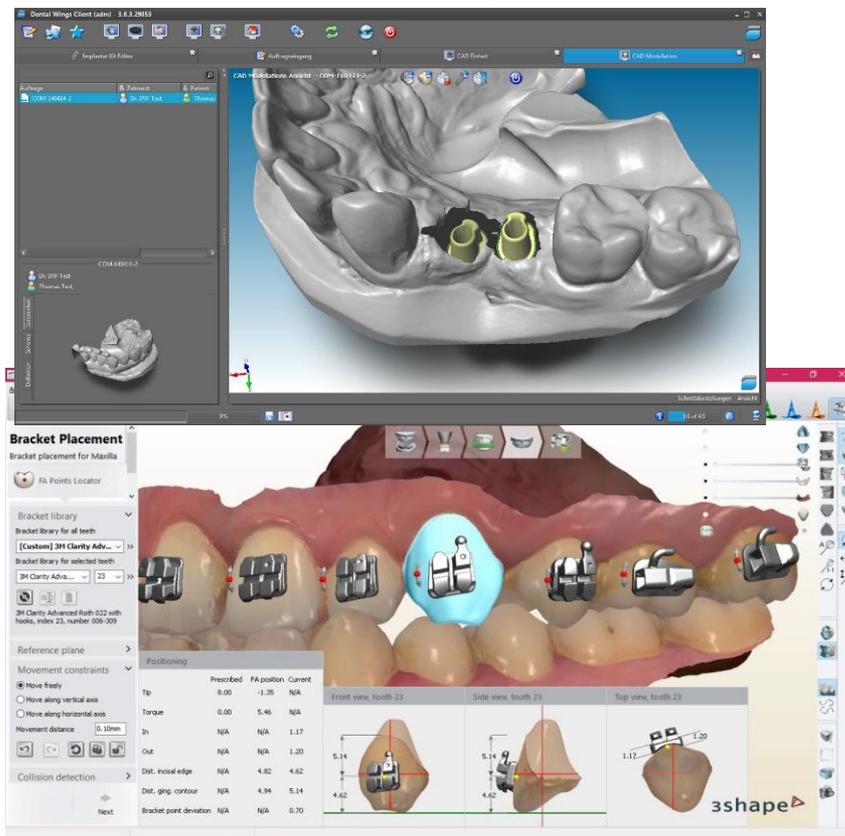
## Zusammenfassung:

- Intraoralscanner erzeugen logische zweidimensionale Netze
- Eine räumliche Anordnung von Ober- zu Unterkiefer ist notwendig auf Basis dreidimensionaler geschlossener Netze
- Die Datenverarbeitung sollte in der Überlegung des Intraoralscans berücksichtigt werden

# Workflow



# Verarbeitungssoftware (CAD/CAM)



# Usability versus komplexe technische Aufgaben ?



# Das digitale Modell



OrthoAnalyzer - [C:\ProgramData\3Shape\OrthoData\1\2017-11-23\_12-14\_Vincent\_VS\_23-11-2017\_10-52-47\OrthoDesigner\VirtualBaseTree.3ml]

Back Done

Finish

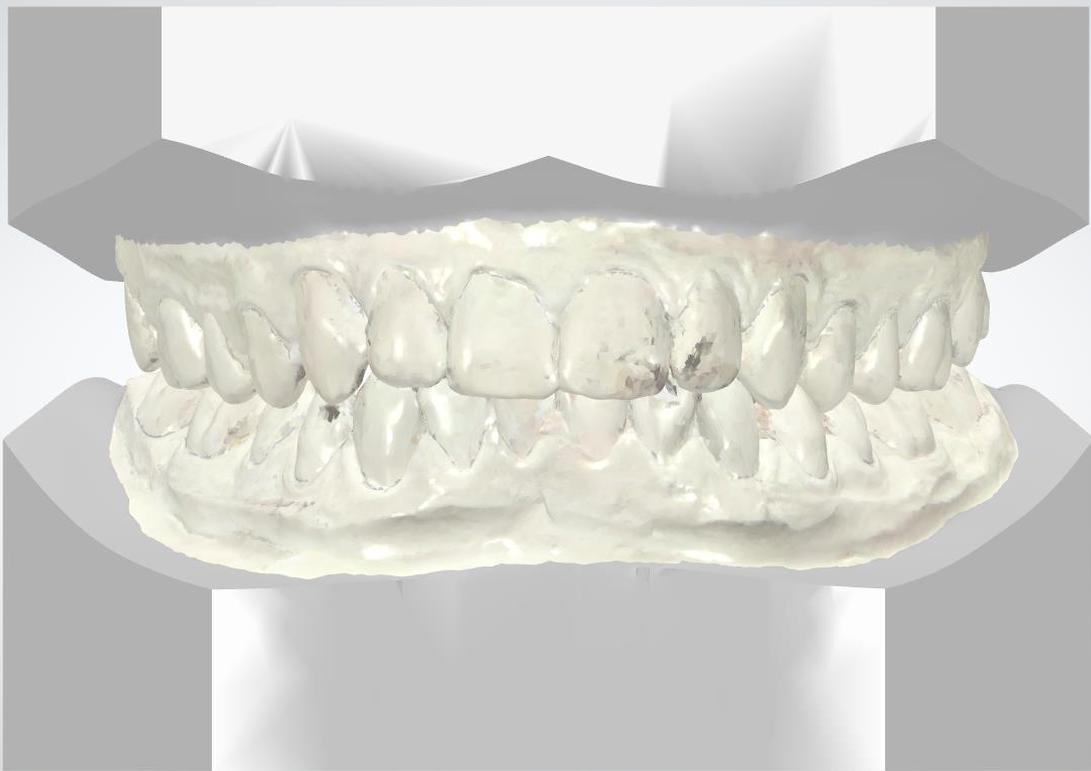
Model set is prepared. To save the result please press "Done".

Close



Riess Vincent

>



3shape



DANUBE PRIVATE UNIVERSITY

# Röntgendaten Überlagerung



**Planmeca Romexis 3D Ortho Studio** File Snapshot Settings

Home Analysis and measures Virtual Setup Video

Snapshot

- Copy snapshot to clipboard
- Snapshot to mail (Png)
- Snapshot to mail (Jpg)
- Snapshot to mail (Bmp)
- Print snapshot

Upper jaw  
Gingiva  
Teeth  
Bone  
Lower jaw

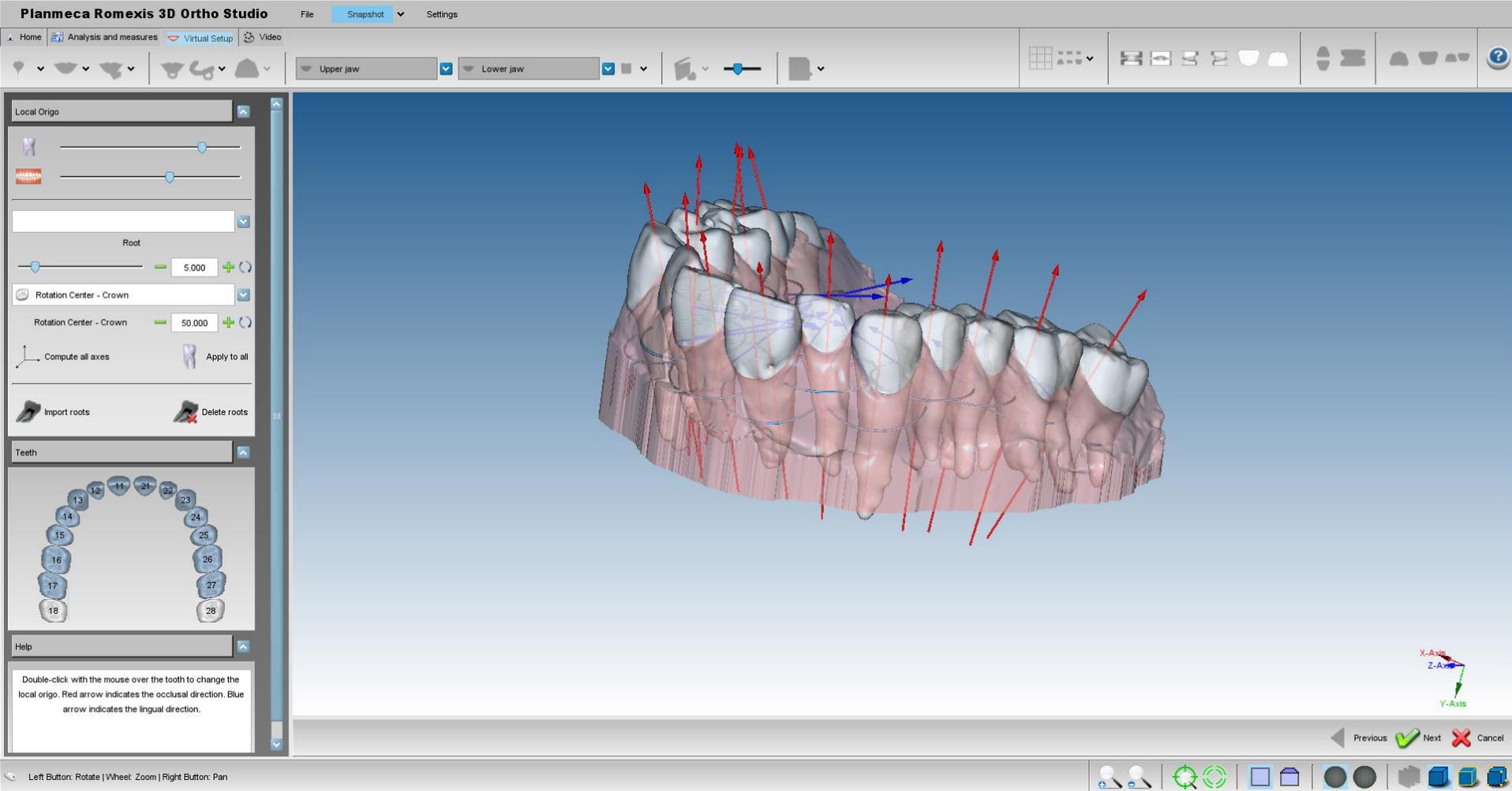
Clinic: S-001 Default  
Doctor: D-001 Default  
Chart number:  
Patient: P-021 Planmeca DEMO  
Age:  
Patient Sex: Male  
Patient City:  
Patient Country: -  
Case ID: C-00005  
Date: 06/06/2018  
Upper jaw: Upper jaw  
Lower jaw:

Y-Axis  
Z-Axis

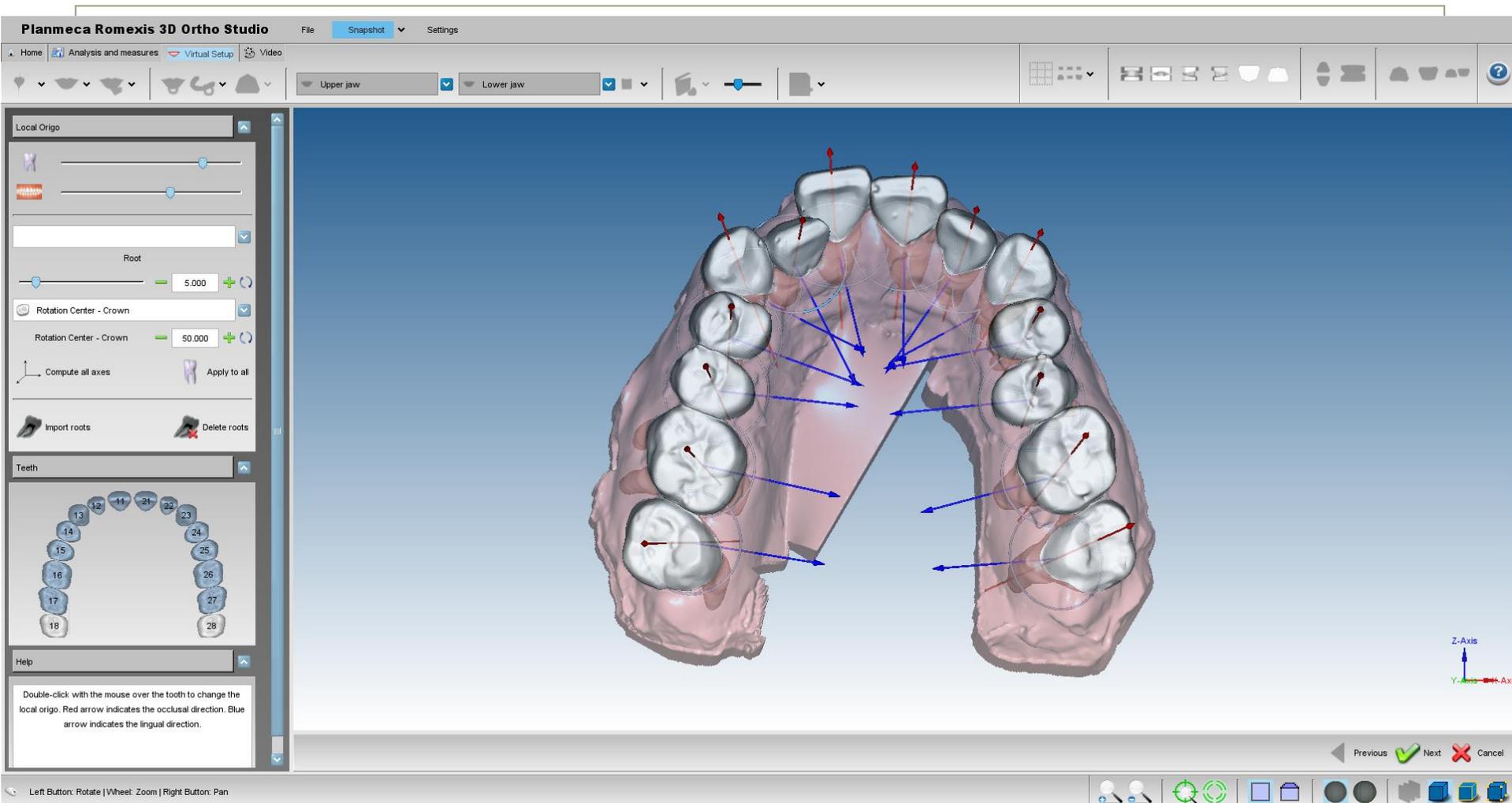
Left Button: Rotate | Wheel: Zoom | Right Button: Pan



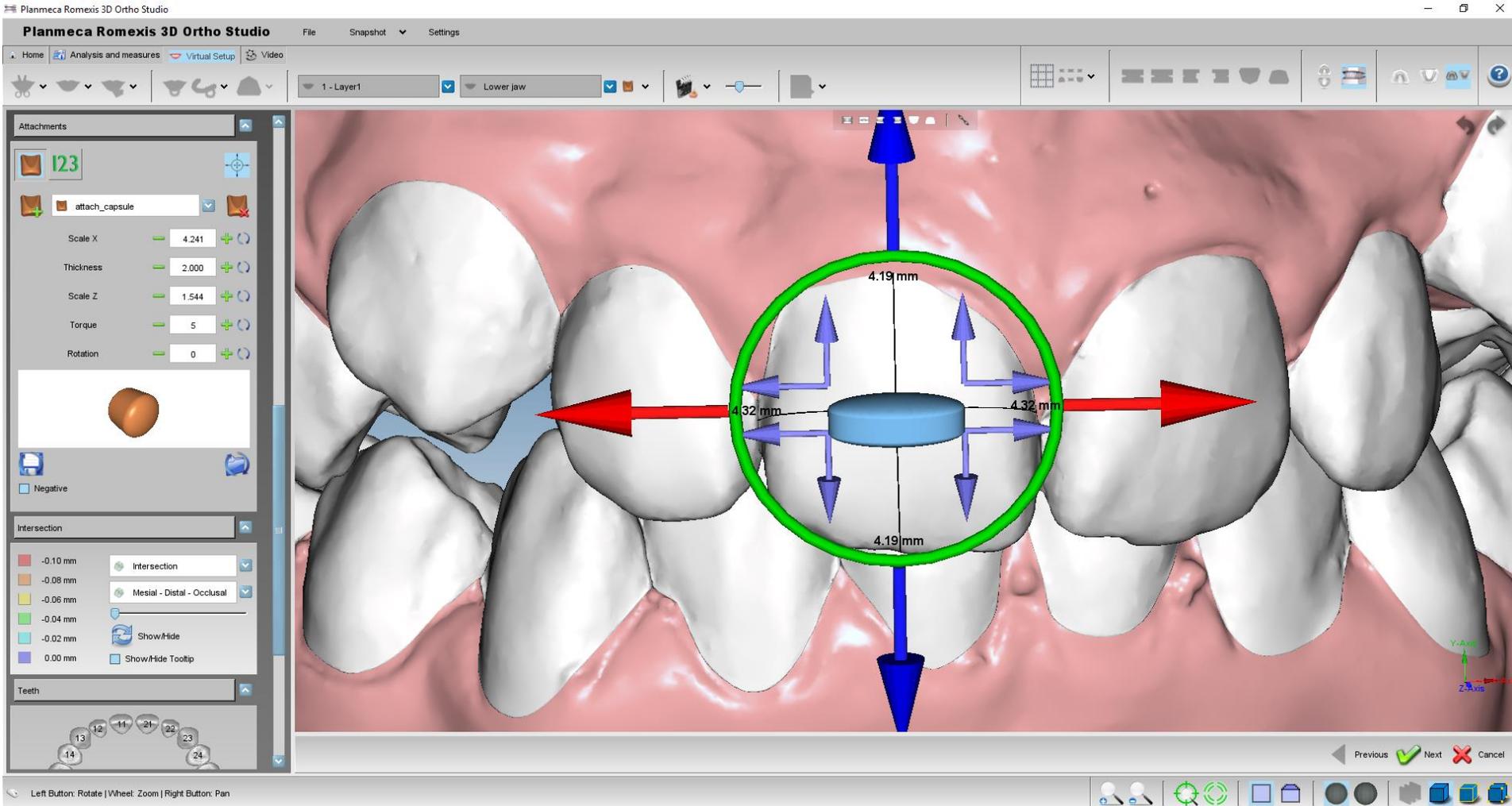
# Zahnachsen



# Center of rotation



# Attachment



# Aligner Herstellung



**Planmeca Romexis 3D Ortho Studio** File Snapshot Settings

Home Analysis and measures Virtual Setup Video

Upper jaw Lower jaw

Configuration  
Default

Layers  
Upper jaw  
Upper jaw  
Transition models  
Layer1

Teeth  
13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

**Upper jaw - Layer1**

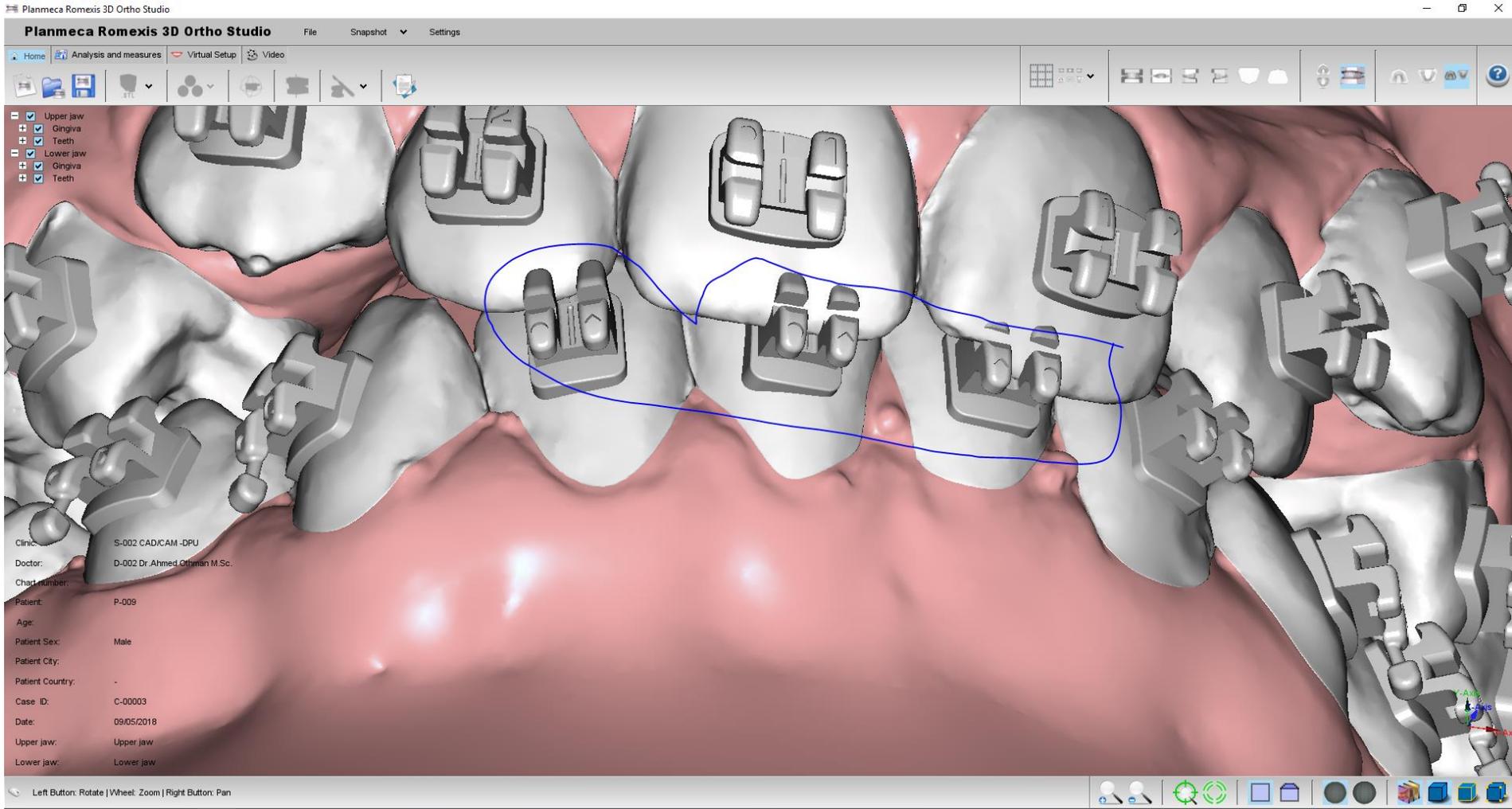
Max - TIP	0.091	Max - Buccal - Lingual	0.229
Max - Rotation	0.757	Max - Extrusion/Intrusion	0.161
Max - Torque	1.183	Max - Mesial - Distal	0.088
Distance	0.363	Number of models	11

Left Button: Rotate | Wheel: Zoom | Right Button: Pan

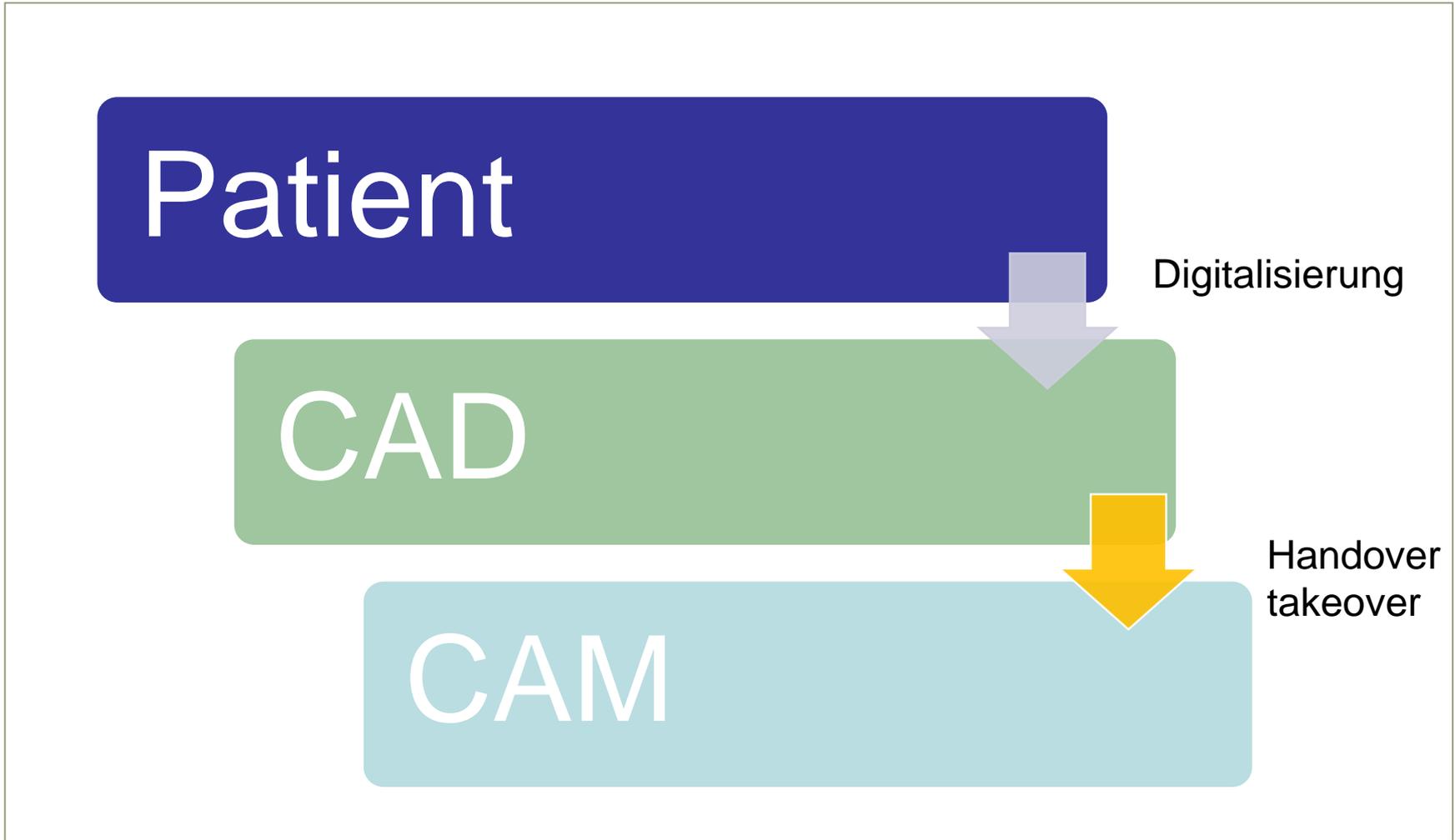
Previous Next Cancel



# .stl und voxel



# Workflow

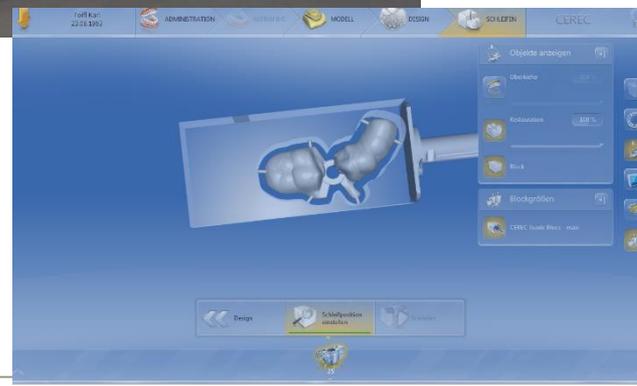


# Produktionswege



## fräsen

## additiv



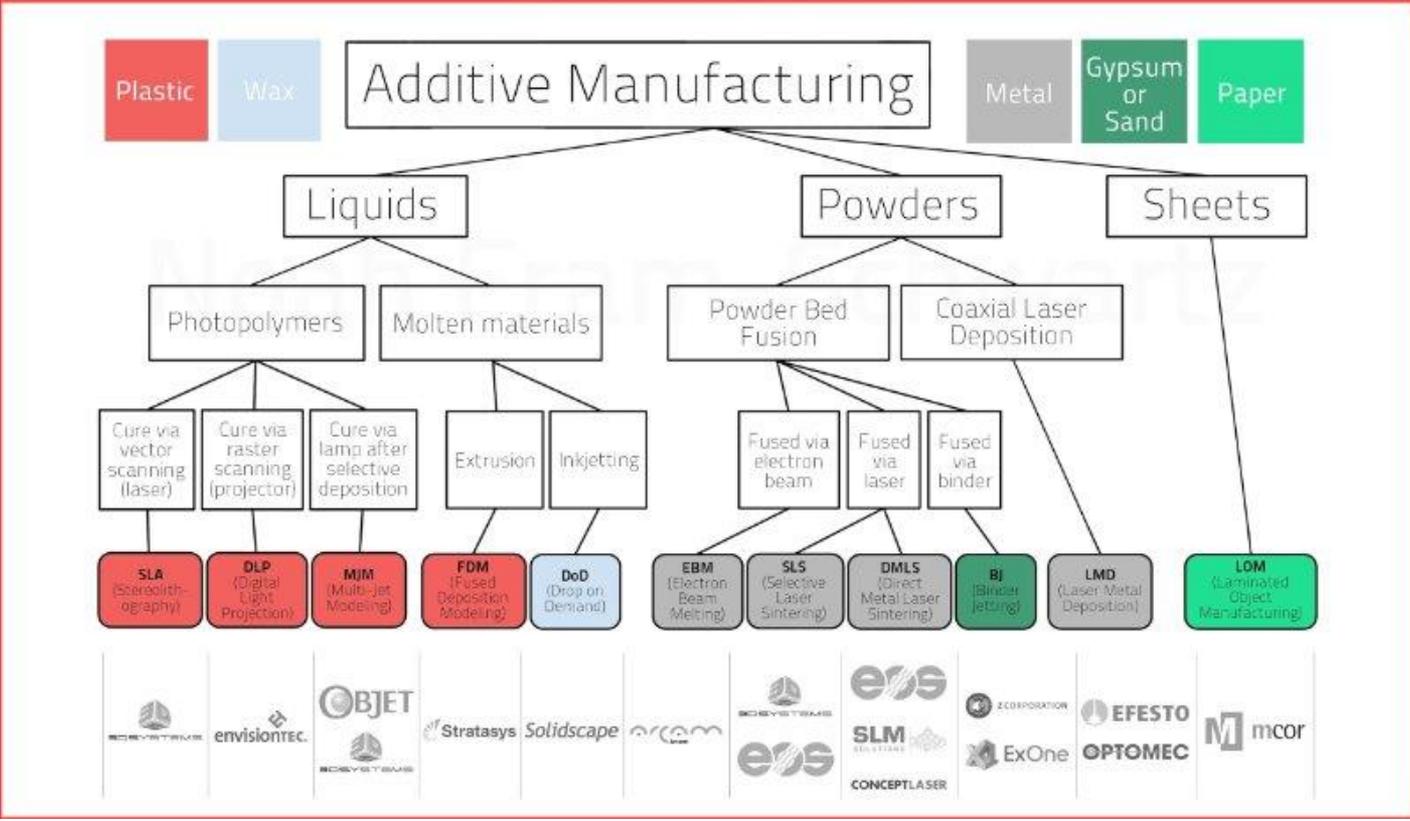
# Materialvielfalt CAD/CAM



# 3D Druck

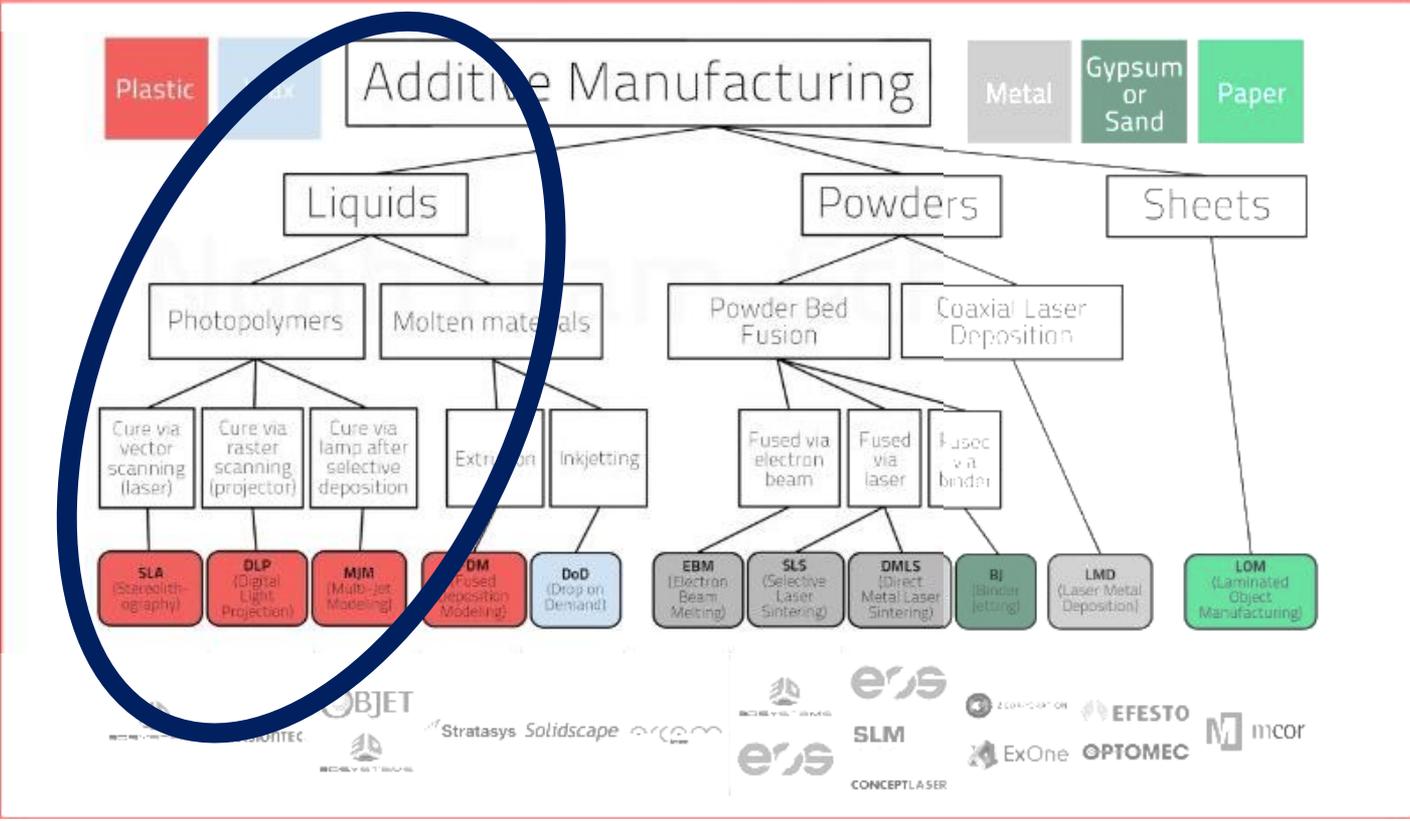
# TYPES OF ADDITIVE MANUFACTURING

CREATED BY NOAH FRAM-SCHWARTZ

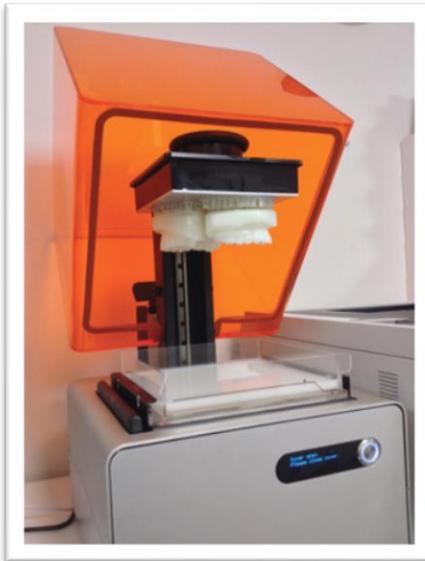


# TYPES OF ADDITIVE MANUFACTURING

CREATED BY NOAH FRAM-SCHWARTZ



Preis



Präzision



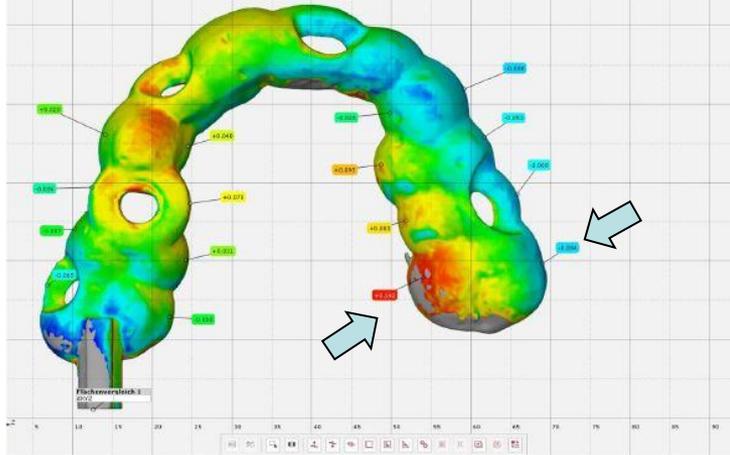
Fertigungszeit



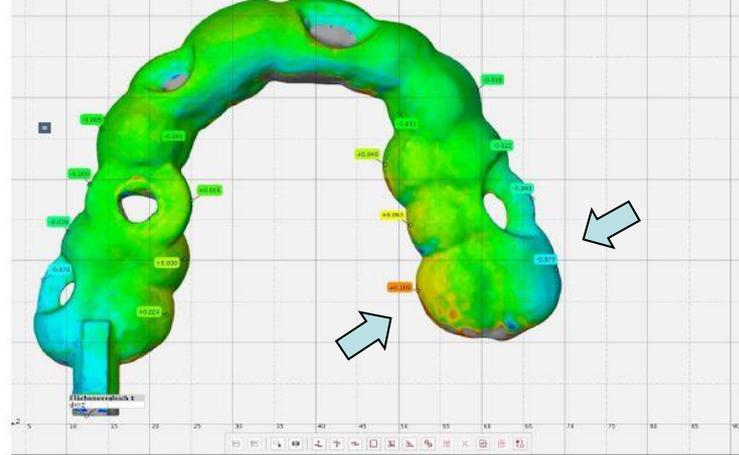
# Geometrische Analyse



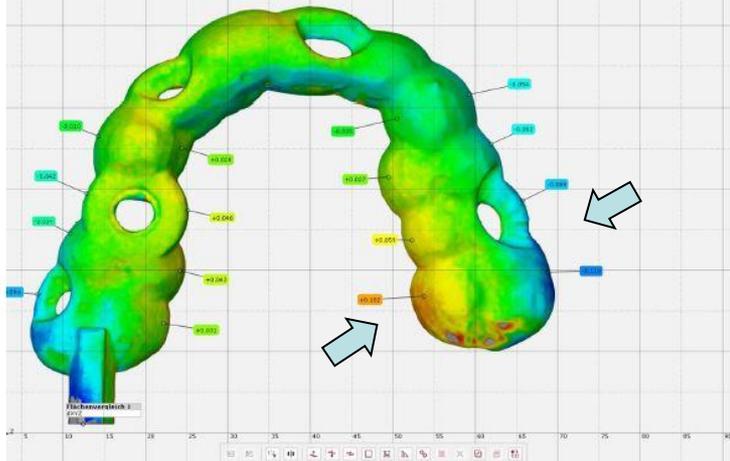
Beispiel 1



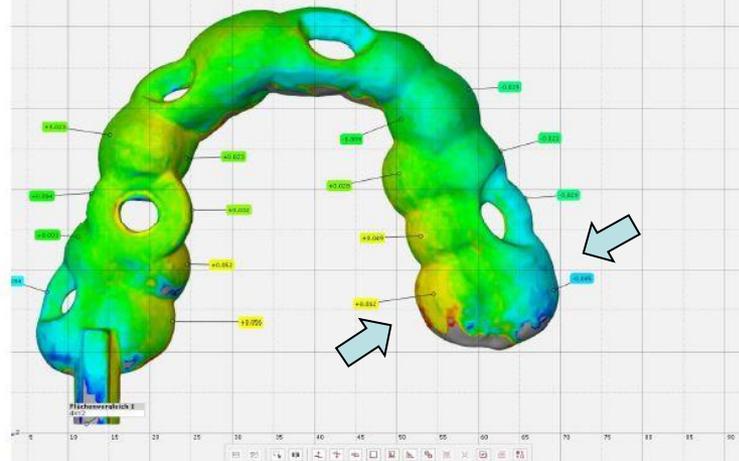
Beispiel 2



Beispiel 3



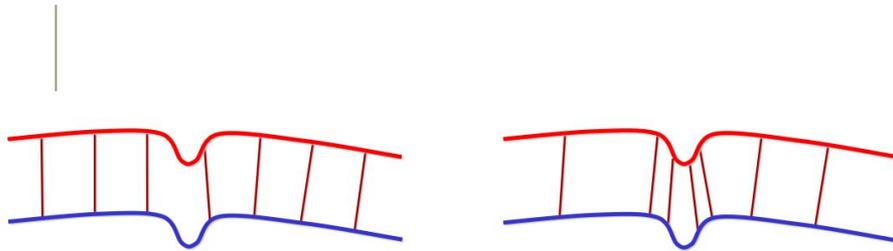
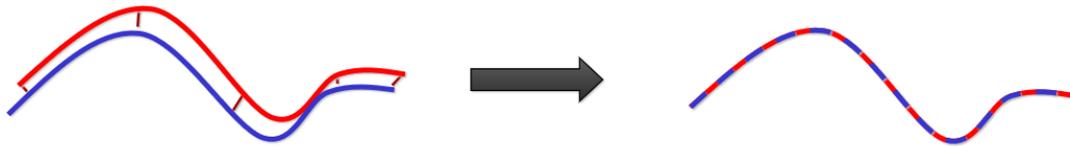
Beispiel 4



# Überlagerung

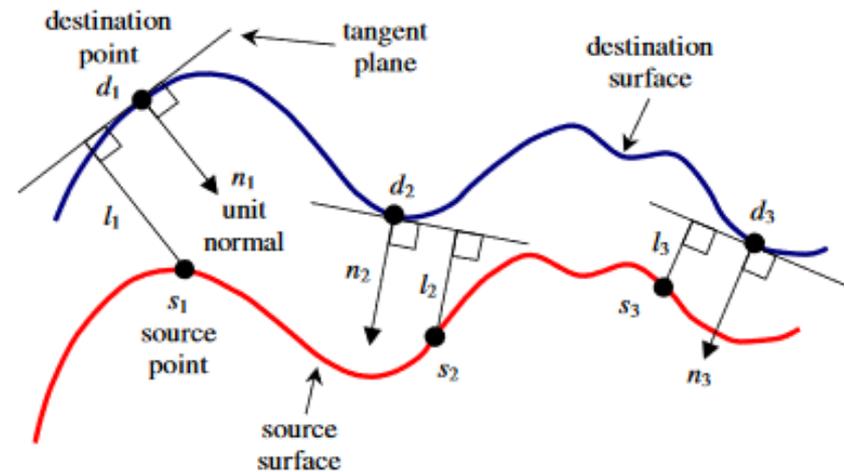
## Iterative Closest Points (ICP) [Besl and McKay 92]

Converges if starting poses are *close enough*



Uniform Sampling

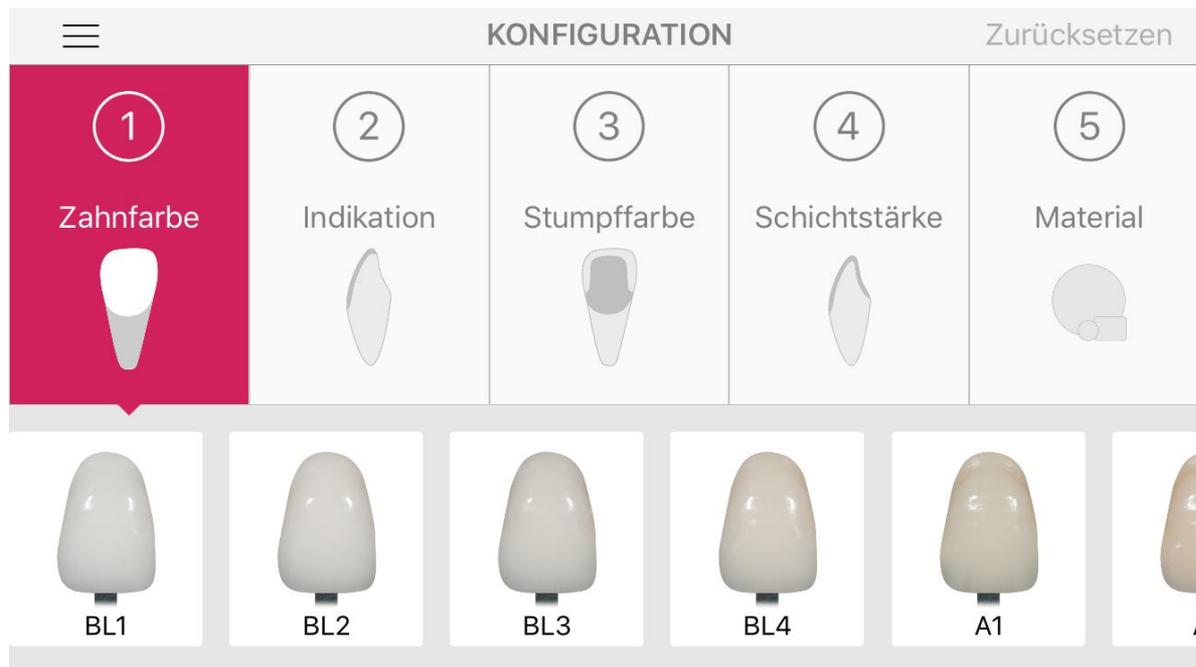
Stable Sampling



Quelle: Niloy J. Mitra University College London

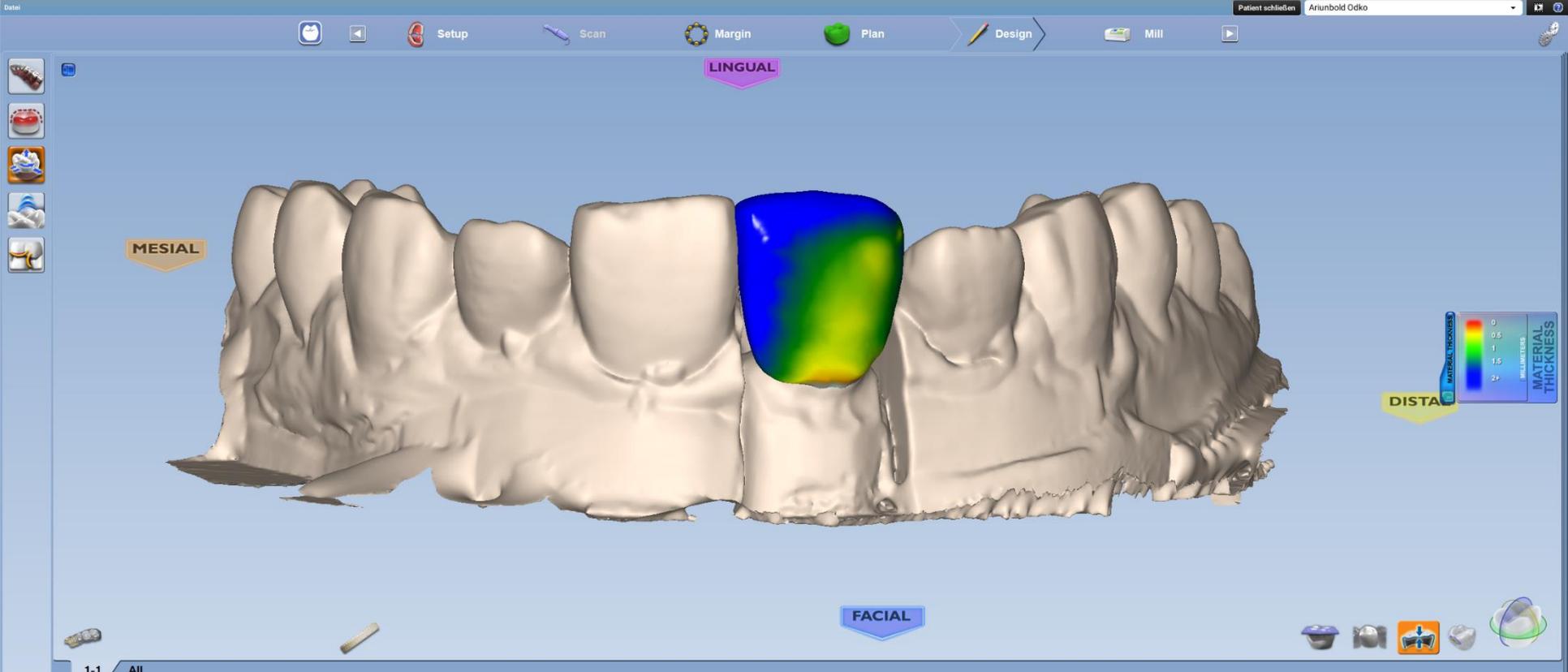
# Fräsen

# shade navigation app



☰ 🗑️ ERGEBNISSE 🖨️ 📤 ⚙️ Bearbeiten

 A3	 a ⓘ		
AUSWAHL 1	MT A3		
AUSWAHL 2	LT A3		
	FREIE AUSWAHL		



1-1 All

Move, rotate, or expand the restoration in selected increments.

**Move** Incisal 100

Lingual Distal Mesial Facial Gingival

**Rotate** Twist 3

Facial Mesial Lingual Distal

**Expand** Incisal 100

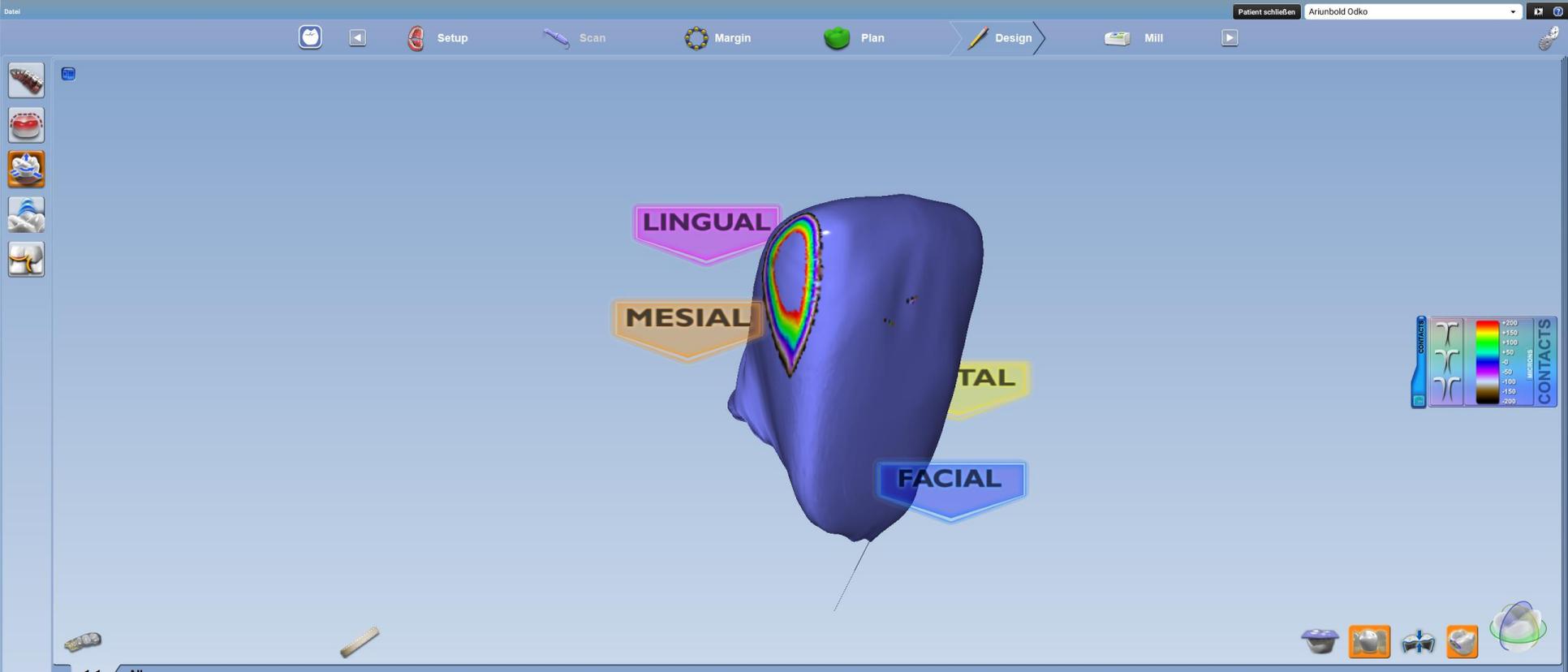
Lingual Distal Mesial Facial Gingival

Apply

Incisal

Lingual Distal Mesial Facial Gingival





1-1 All  
Move, rotate, or expand the restoration in selected increments.

1-1 All

Move, rotate, or expand the restoration in selected increments.

**Move** Incisal  >

Lingual Distal  
Mesial Facial  
Gingival

**Rotate** Twist  >

Facial Mesial  
Lingual Distal

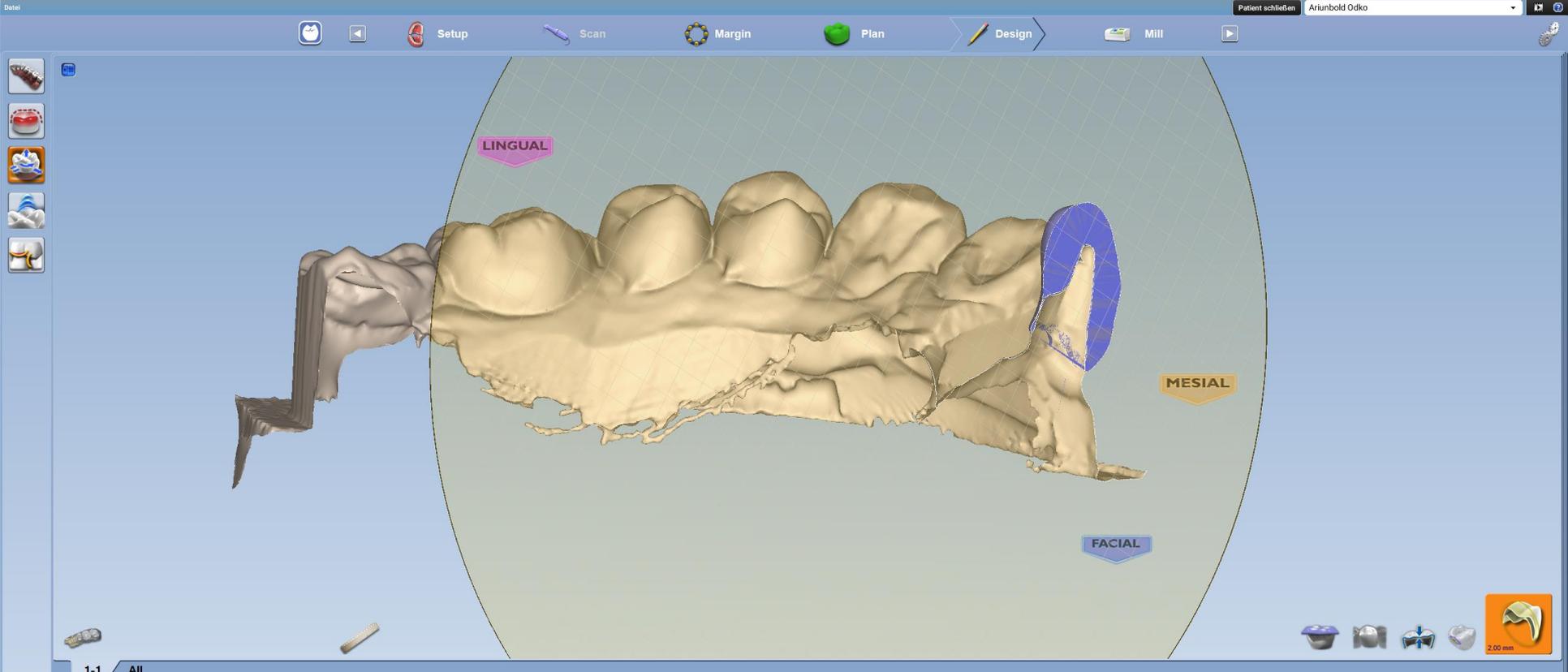
**Expand** Incisal  >

Lingual Distal  
Mesial Facial  
Gingival

Apply

Incisal  
Lingual Distal  
Mesial Gingival Facial





1-1 All  
Move, rotate, or expand the restoration in selected increments.

**Move** Incisal 500

**Rotate** Twist 3

**Expand** Incisal 100

Incisal  
Lingual Distal  
Mesial Facial  
Gingival





# Individualisierung



# Systemkompatibilität



G- Code

.stl Datei



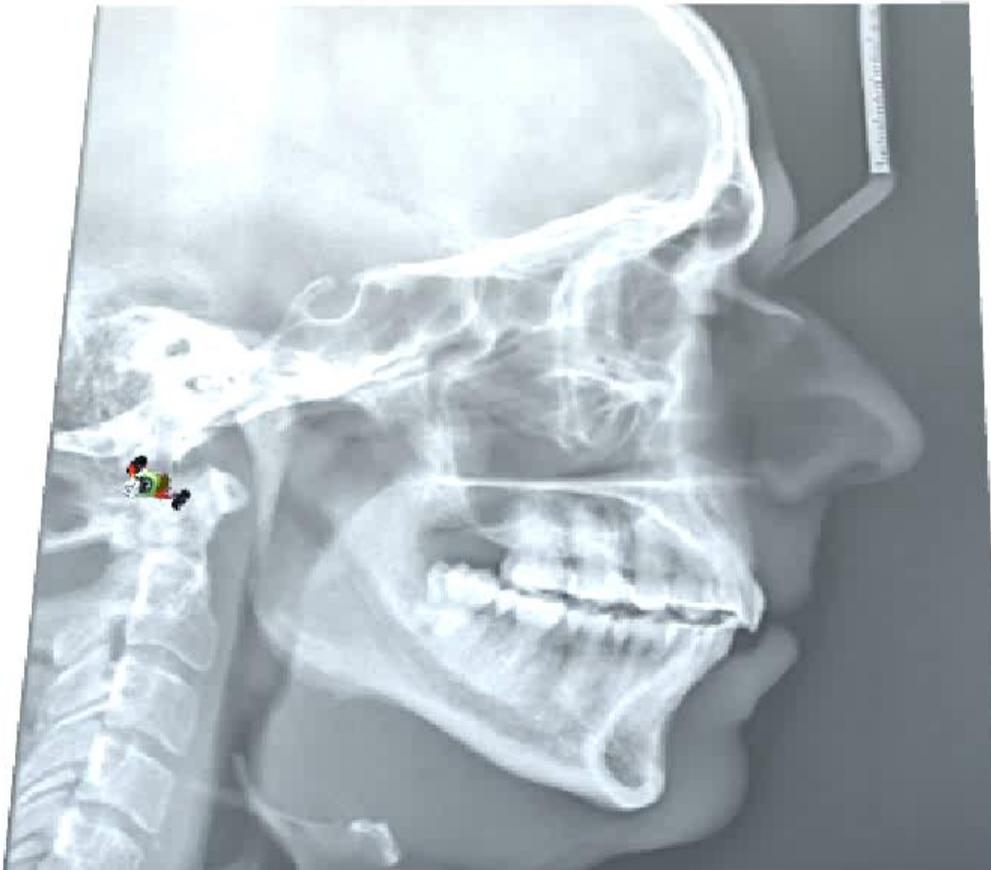
# Zusammenfassung:



- Die Hardware wird häufig vorgegeben
- Eine kritische Beurteilung durch den Benutzer ist kaum möglich
- Je nach Herstellungsverfahren und Materialauswahl ist eine Softwareadaptation notwendig
- Viele Systeme haben eine sehr gute optische Performance, eine Aussage über die Qualität der Daten ist nicht möglich



stupid computer  
Auf der Suche nach dem nasion



# AI





**IBM** Search

[IBM Watson Health](#) [About](#) [Products](#) [Services](#) [Thought Leadership](#) [Support](#)

## AI and enterprise imaging

### IBM Watson Imaging Clinical Review

Watson Health Imaging Clinical Review is a retrospective AI-enabled data review tool that helps support a reliable patient record in order to drive accurate, timely, and coordinated care decisions.

[Explore](#)

### IBM Watson Imaging Patient Synopsis

Patient Synopsis is a radiologist-trained AI tool that helps to efficiently inform clinical care decisions by extracting patient information from the EHR and projecting it via a single-view summary in sync with PACS.

[Discover](#)

### Watson Health Enterprise Imaging Solutions

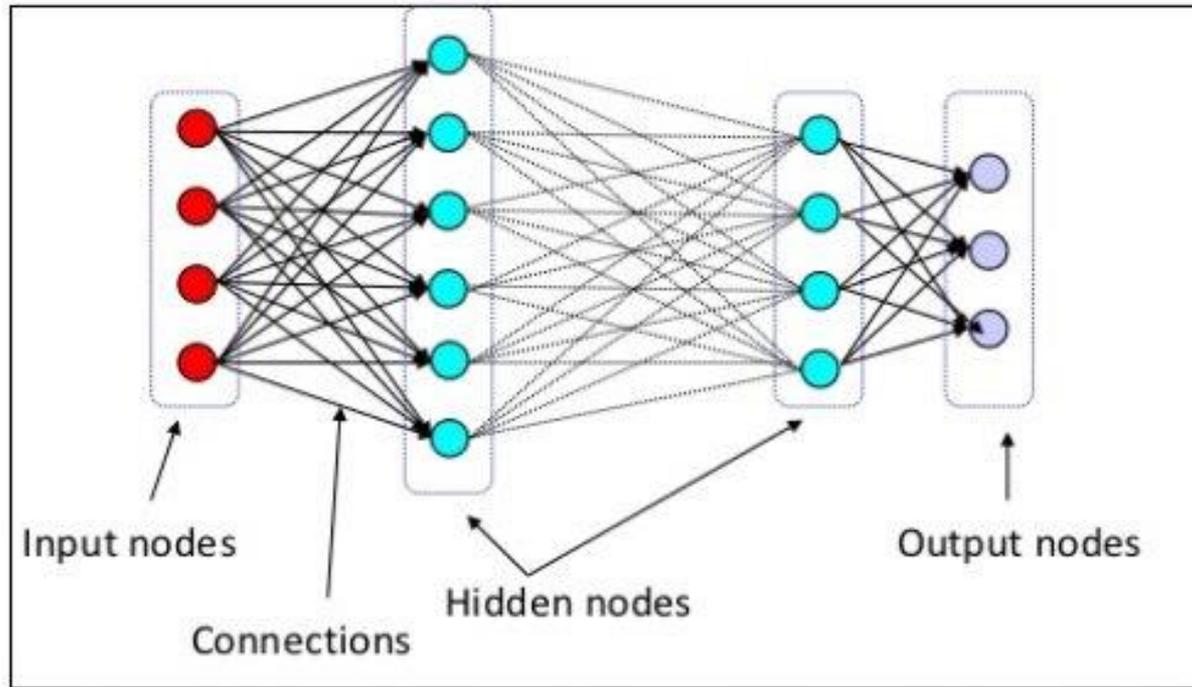
Discover our enterprise imaging solutions for radiology, cardiology, orthopedics and eye care, and applications that fuel the largest modality vendors in the world.

[Learn more](#)

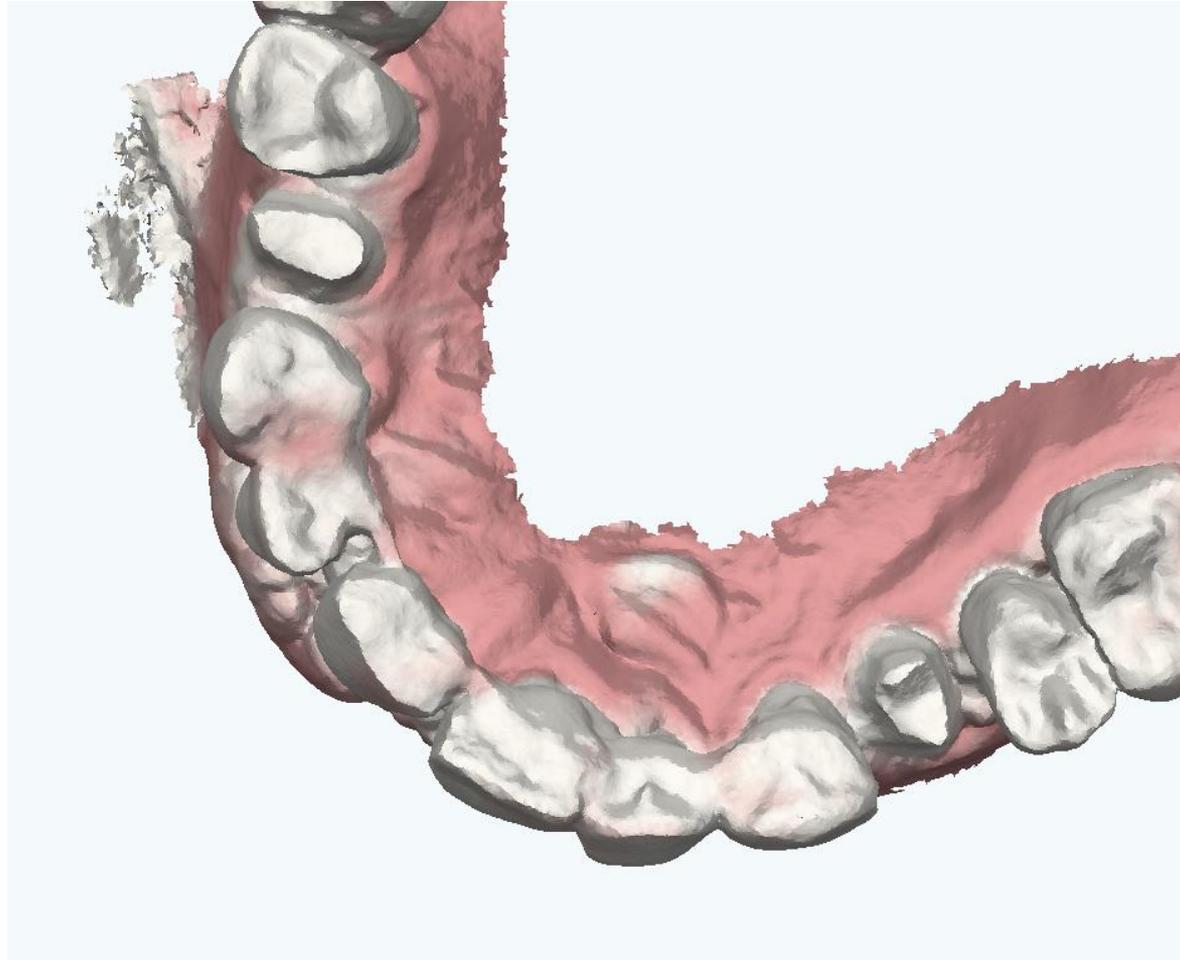
[Let's talk](#)



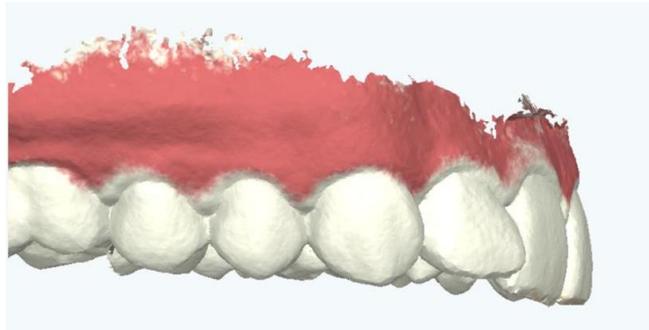
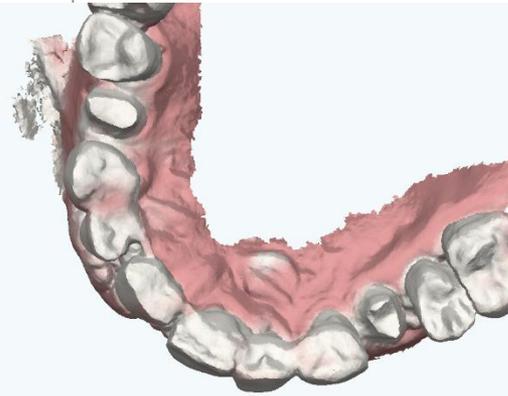
# Random Forest Algorithm (machine learning)



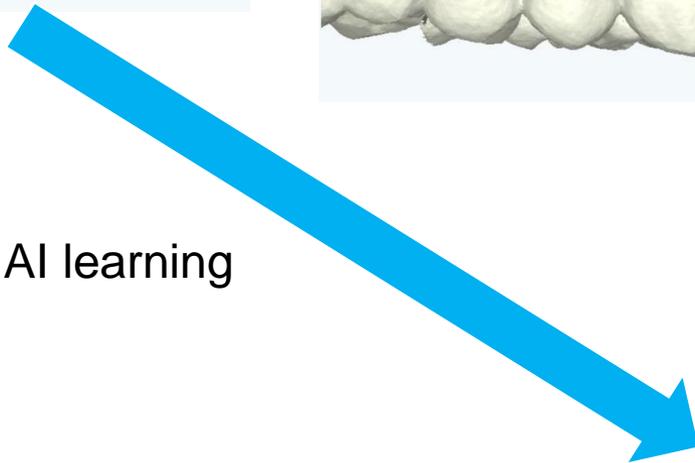
# Farbe oder AI?



# Farbe oder AI?



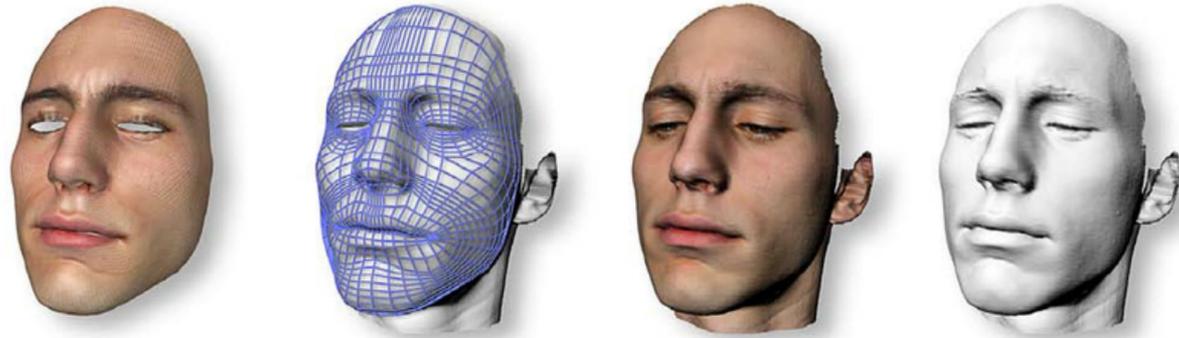
AI learning



## Zusammenfassung:

- AI / machine learning ist schon präsent!
- Scanpräzision und optische Performance können stark differieren
- Jedes complexe Softwareprogramm hat eine Lernkurve beim Anwender

# Datenüberlagerungen





Und wenn das nicht hilft.....

Computer ausschalten, Kaffee trinken,  
wieder anschalten...



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**DPU Universität für Zahnmedizin**

**Kontakt:**

**[constantin.see@dp-uni.ac.at](mailto:constantin.see@dp-uni.ac.at)**

**DANUBE PRIVATE UNIVERSITY**

**Zentrum für CAD/CAM und digitale Technologien**