

Der Vortrag steht auch mit Videos auf  
[www.dr-u-wegmann.de/AKWLZ](http://www.dr-u-wegmann.de/AKWLZ)  
zur Verfügung

## Erste Erfahrungen mit einer in den restaurativen workflow integrierten computergestützten Präparationsvalidierung für den studentischen Unterricht

Jahrestagung AKWLZ 2013 Homburg

Dr. Ulrich Wegmann

Dr. Markus Klemmer

wegmann@uni-bonn.de

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffwissenschaften

Universitätsklinikum Bonn



## Gut oder Schlecht?

Wie würden sie diese Präparation bewerten?



Ihre Bewertung wäre subjektiv.

Sie müssten die Formabweichungen zwischen der Studentenpräparation und der „master prep“ verbal darstellen.

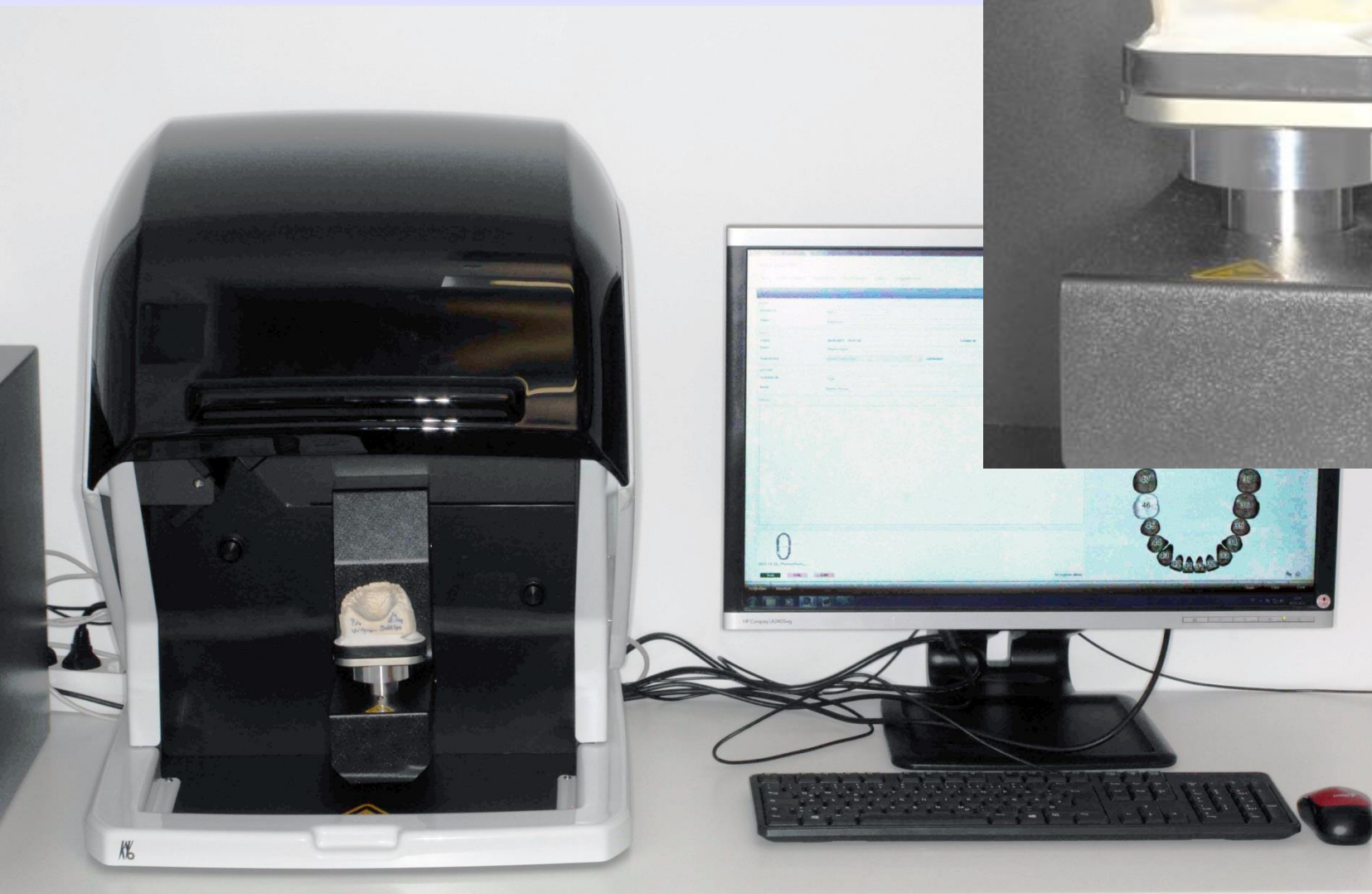
Sie hätten keine 3D-Dokumentation des beurteilten Zustandes (Verlaufskontrolle / Prüfung)

# Anforderungen an ein Validierungssystem

- Einfache Erfassung der Präparation (Modell-Scan oder IO-Scan)
- Einsetzbar in vorklinischer und klinischer Ausbildung sowie Prüfungen
- Darstellung von Ausgangszustand, Sollzustand (master prep) und Studentenpräp incl. Antagonisten
- Geringer Zeitaufwand für Scan und Datenverwaltung
- Individuelle master prep (incl. CAD-Nachbearbeitung) incl. Pulpadarstellung
- Aufgaben frei definierbar
- Fälschungssichere Dokumentation
- Möglichkeit des self assessments
- Automatisierte Bewertung (Kriterien?)
- Statistische Auswertungen (Aufgaben-, Studenten-, Kursbezogen)
- Netzwerkfähigkeit mit getrennten Arbeitsplätzen für Scannen und Auswerten
- Einbindung in den digitalen workflow
  - Integration von Virtuellem Artikulator
  - Übernahme individueller Bewegungsparameter der elektronischen Registrierung
  - Virtuelles wax up (CAD)
  - CAD/CAM Fertigung der Restauration
  - Einbindung von Implantaplanung incl. Bohrschablonen



## Modell-Scanner mit räumlicher Zuordnung der Modellaufnahme in den Virtuellen Artikulator





# Definition des „Patientenfalls“ und Einscannen der Masterpräparation durch den Ausbilder

KaVo multicAD

Neu iTero-Import Speichern Duplizieren Laden Importieren

  
KaVo. Dental Excellence.

**Kunde**  
 Kunden Nr. 01001  
 Name Müller Gerlinde Bearbeiten

**Patient**  
 Datum 08.08.2013 10:52:21 Schalen Nr. 001  
 Name KaVo Modell,Zahn 16 Bearbeiten  
 Zahnfarben Scan-Modus Registrierte Kiefer

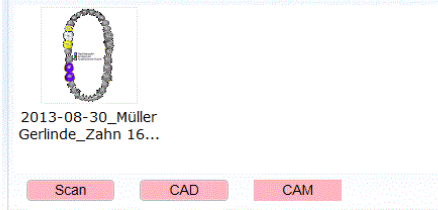
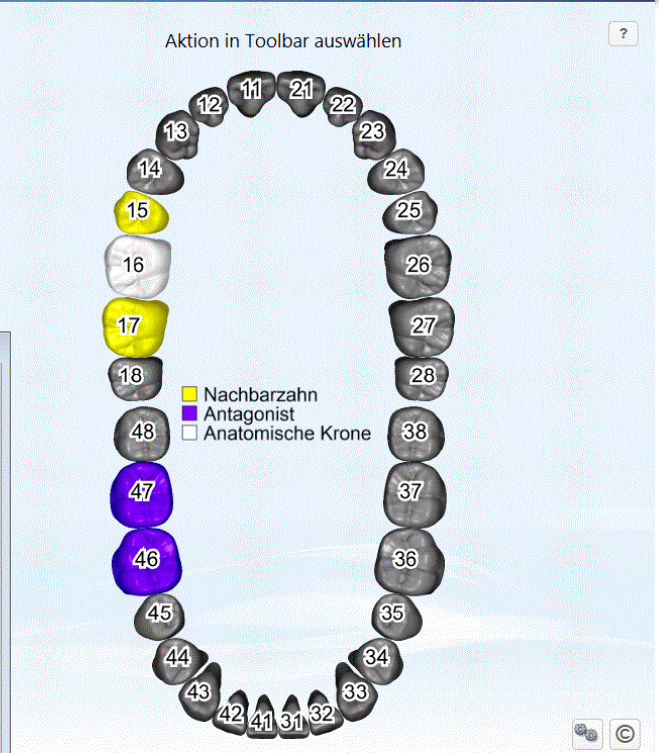
**Techniker**  
 Techniker Nr. 1000  
 Name Bonn, Uni

**Notizen**  
 Preparation for full ceramik crown, min. 1.5 mm occlusal

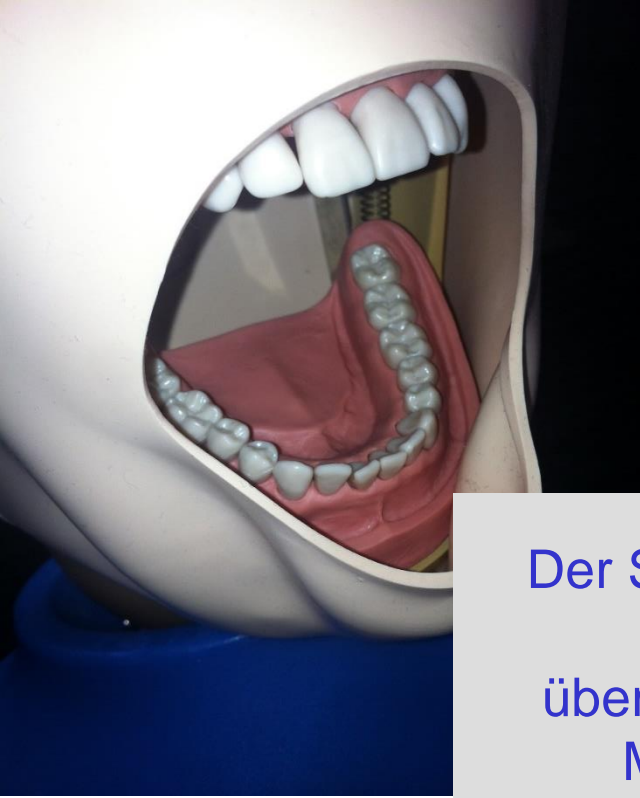
Behandlung auswählen für Zahn 16

- Anatomische Krone.
- Nachbarzahn
- Antagonist

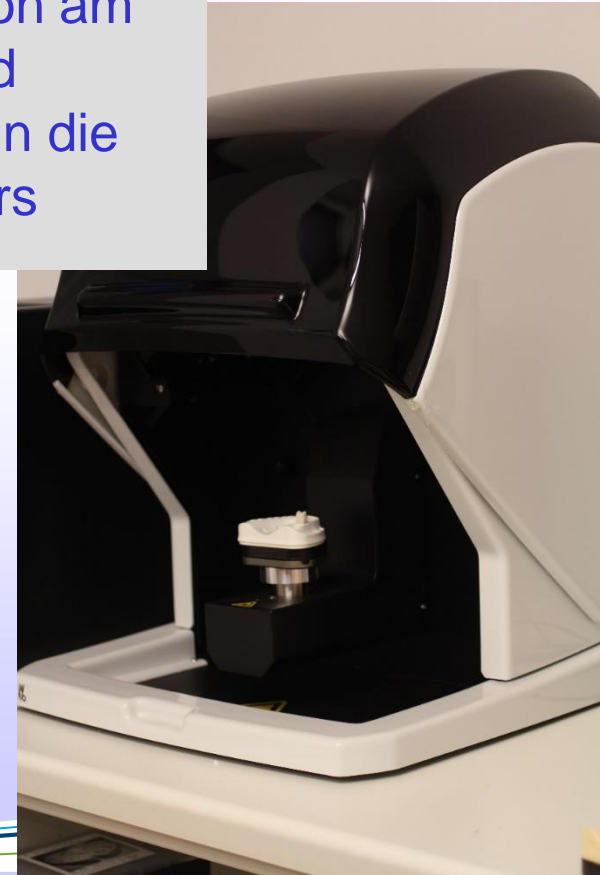
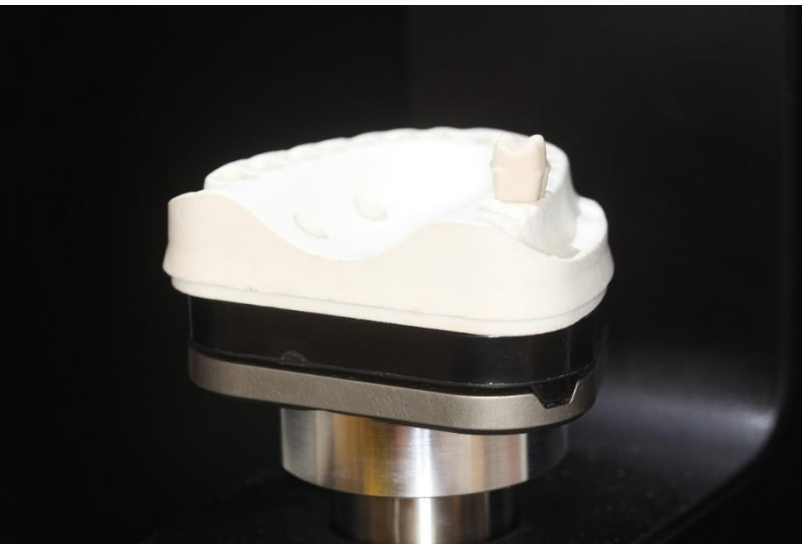
Präp.-Überprüfung: Max. Winkel 12°  
 Präp.-Überprüfung: Max. Abstand 1 mm



Schließen Drucken Scan CAD Set Preop Set Instruct. Prep Assist



Der Student führt seine Präparation am Patientensimulator durch und überträgt den präparierten Zahn in die Modellaufnahme des Scanners



# Auswahl der Aufgabe mit Vorschau und Scannen der Studentenpräparation durch den Studenten

**KaVo PrepAssist**

Name: Müller Maria

Select Task:

- Aufgabe 1**  
Beispielaufgabe PrepAssist - Zahn 36
- Aufgabe 2**  
Weitere Beispielaufgabe PrepAssist - Ebenfalls 36er
- Aufgabe 3**  
Übung 1 einer VMK Krone Phantomkurs Uni Bonn Ausbilder (Oa) Dr. Maier
- Aufgabe 4**  
Beschreibung

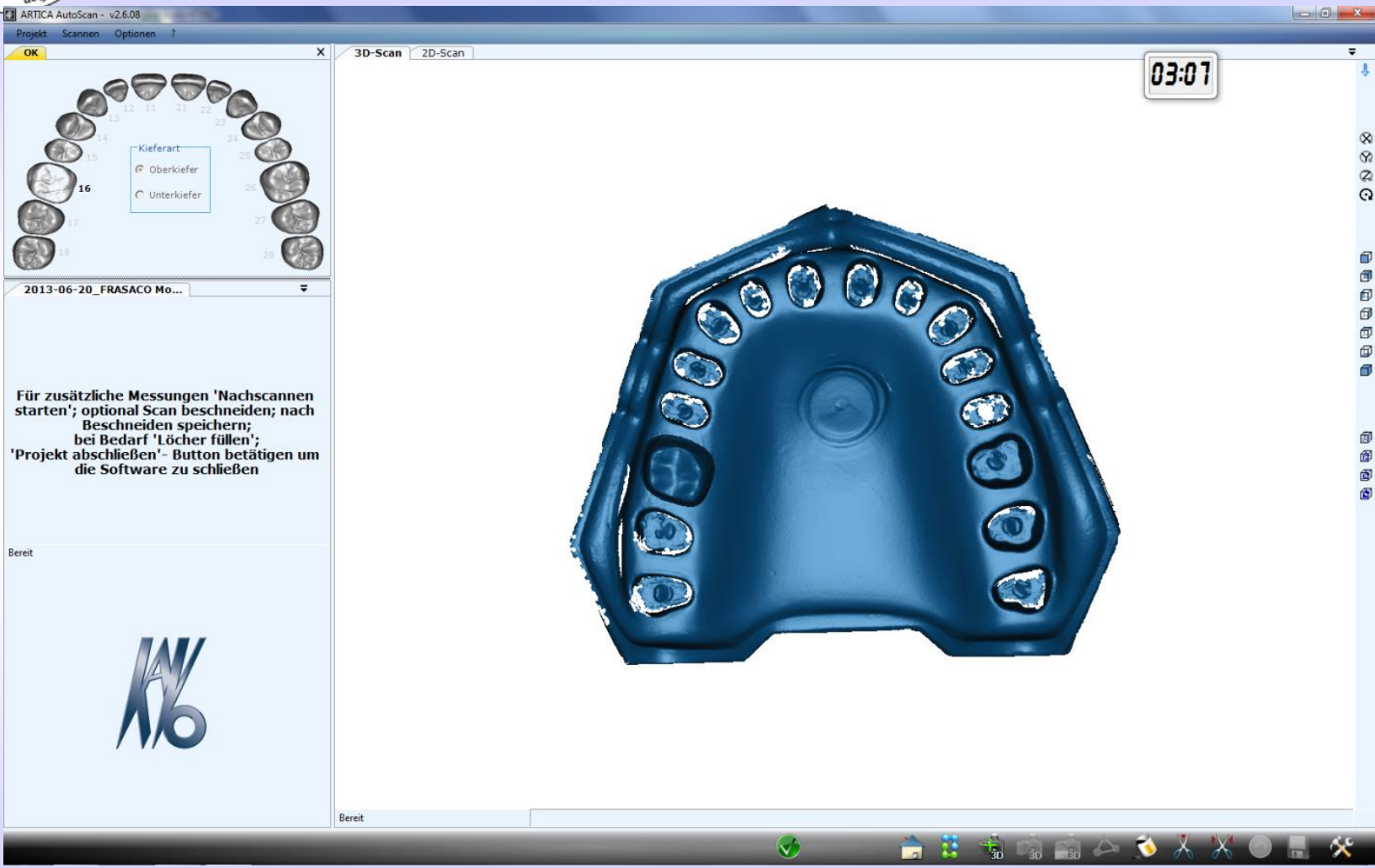
Preview:

Scanned: 2013-06-06 11:46  
Saved: Not yet!

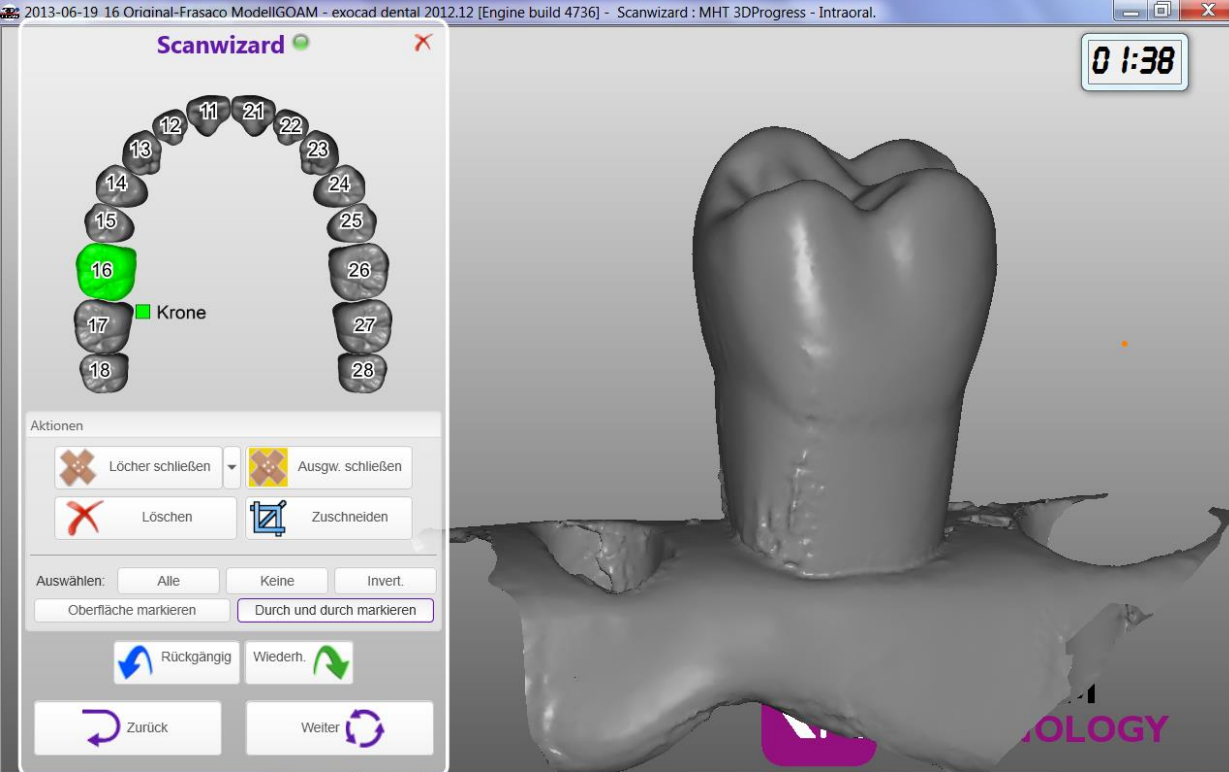
Buttons: Scan, Inspect, Submit

KaVo Dental Excellence

# Automatischer Scan



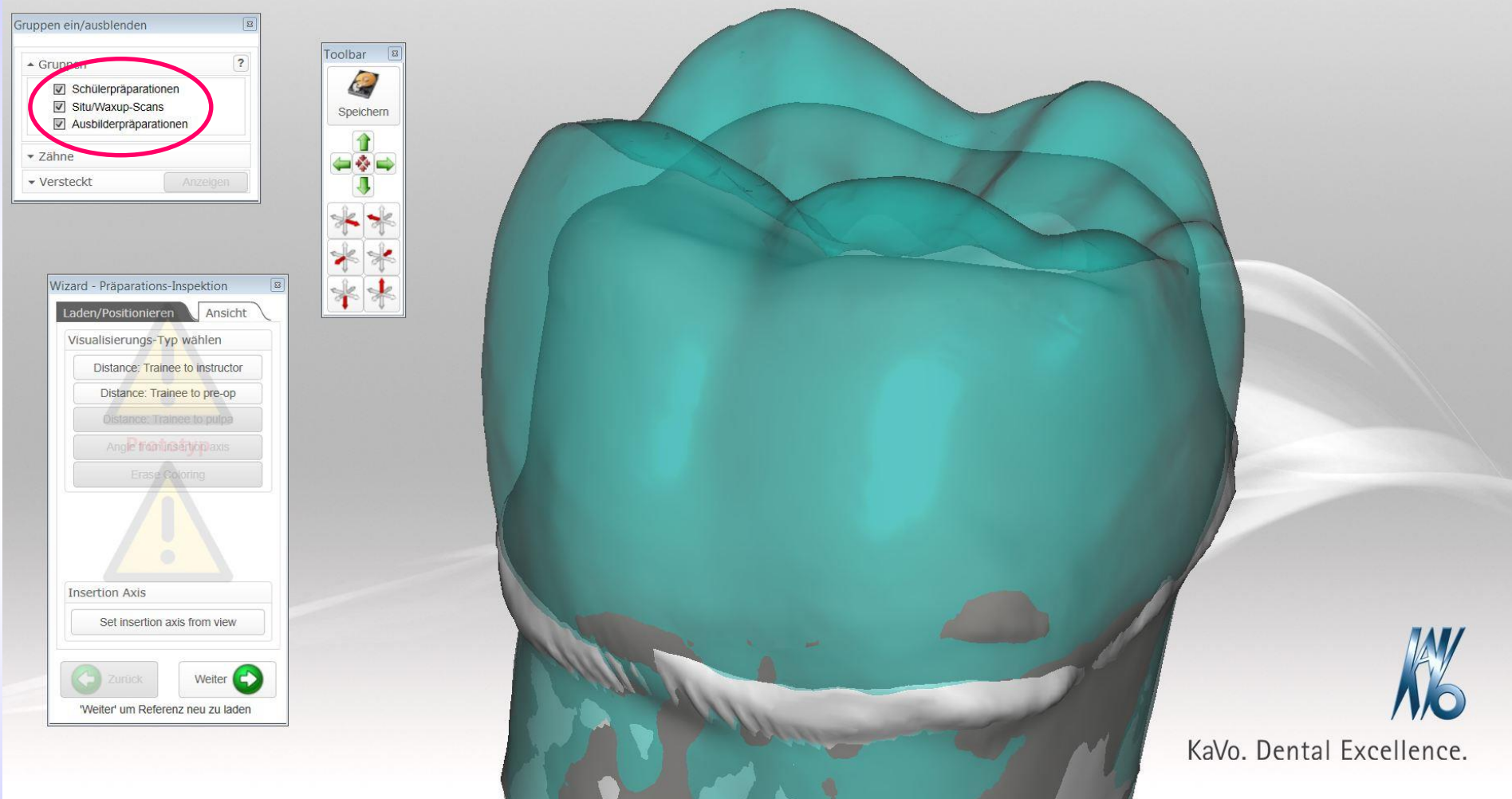




Alternativ zum  
Modellscanner kann  
auch ein IO-Scanner  
benutzt werden

Beim Einsatz eines IO-Scanners ist  
derzeit noch keine räumliche  
Zuordnung zum Virtuellen Artikulator  
möglich.





The screenshot displays a 3D dental model of a tooth preparation with multiple overlapping translucent scans. On the left, there are two software panels:

- Gruppen ein/ausblenden**: A panel with a list of groups. The 'Gruppen' section contains three checked items: 'Schülerpräparationen', 'Situ/Waxup-Scans', and 'Ausbilderpräparationen', which are circled in red. Below this are sections for 'Zähne' and 'Versteckt' with an 'Anzeigen' button.
- Wizard - Präparations-Inspektion**: A panel with tabs for 'Laden/Positionieren' and 'Ansicht'. It includes a 'Visualisierungs-Typ wählen' section with buttons for 'Distance: Trainee to instructor', 'Distance: Trainee to pre-op', 'Distance: Trainee to pulpa', 'Angle: Trainee to axis', and 'Erase Coloring'. A warning icon is present. Below is an 'Insertion Axis' section with a 'Set insertion axis from view' button and 'Zurück'/'Weiter' navigation buttons.

At the bottom right, the 'KaVo. Dental Excellence.' logo is visible.

Das matchen (zuordnen) der verschiedenen Scans (Original, Masterprep, Studentenprep) erfolgt automatisch. Die Transparenz kann durch Schieberegler für jedes Objekt einzeln eingestellt werden.



# Darstellung verschiedener Layer durch ein-/ausblenden

2013-06-19\_FRASACO Modell, 16 stud 01\_001 - KaVo multiCAD 2013.02 [Engine build 4786]

Show/Hide groups

- Groups
  - Antagonists
  - Student scan
  - All other parts
  - Original tooth
  - Visualization meshes
- Teeth
- Hidden

 TruSmile

Wizard - Preparation ImpresForm

Load/Position View

Select type of visualization!

- Distance: Trainee to pre-op
- Distance: Trainee to instructor
- Distance: Teacher to student
- Arbeitsform und Gradation
- Erase Coloring

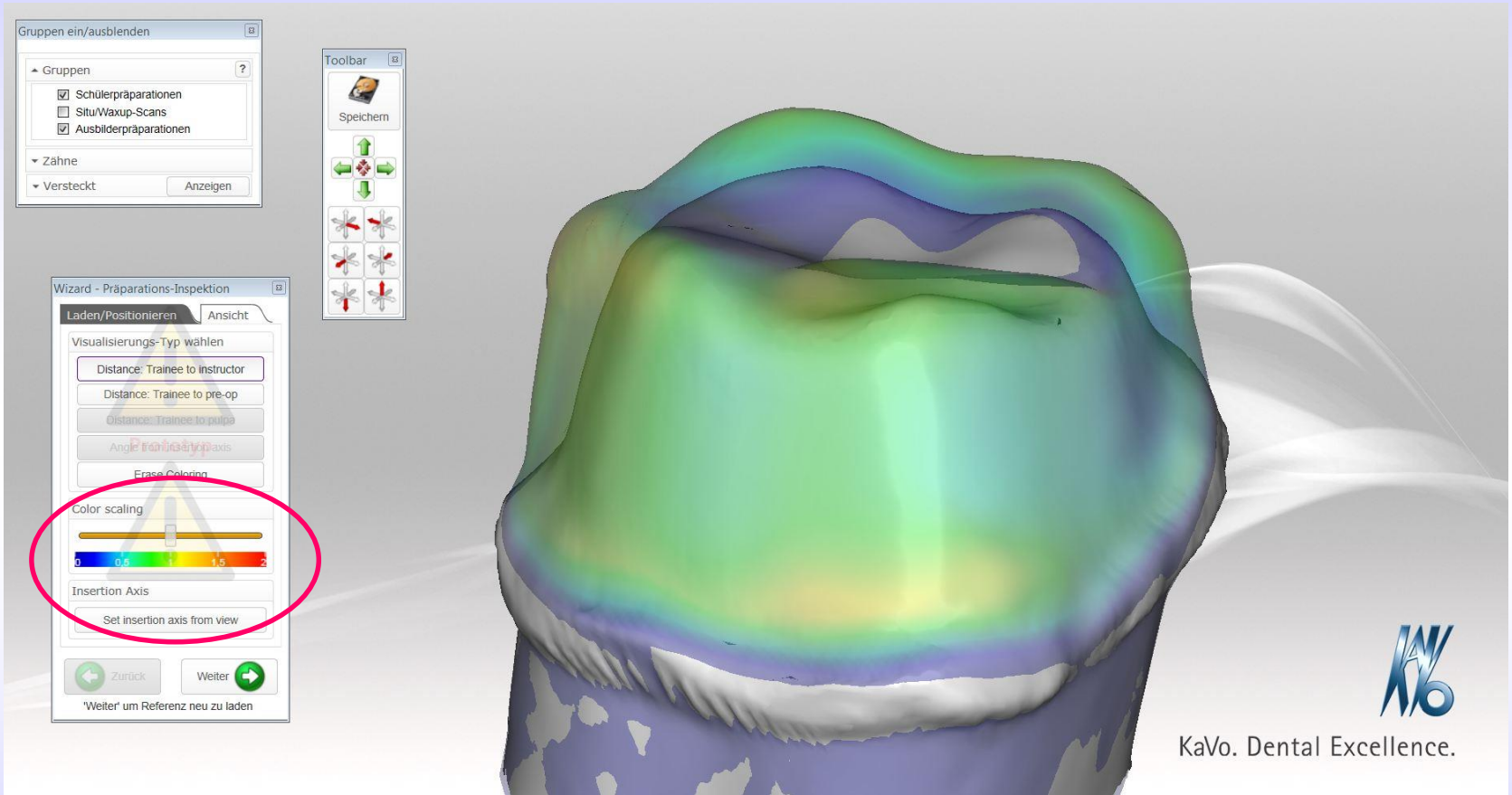
Insertion Axis

\*Next\* to reload reference

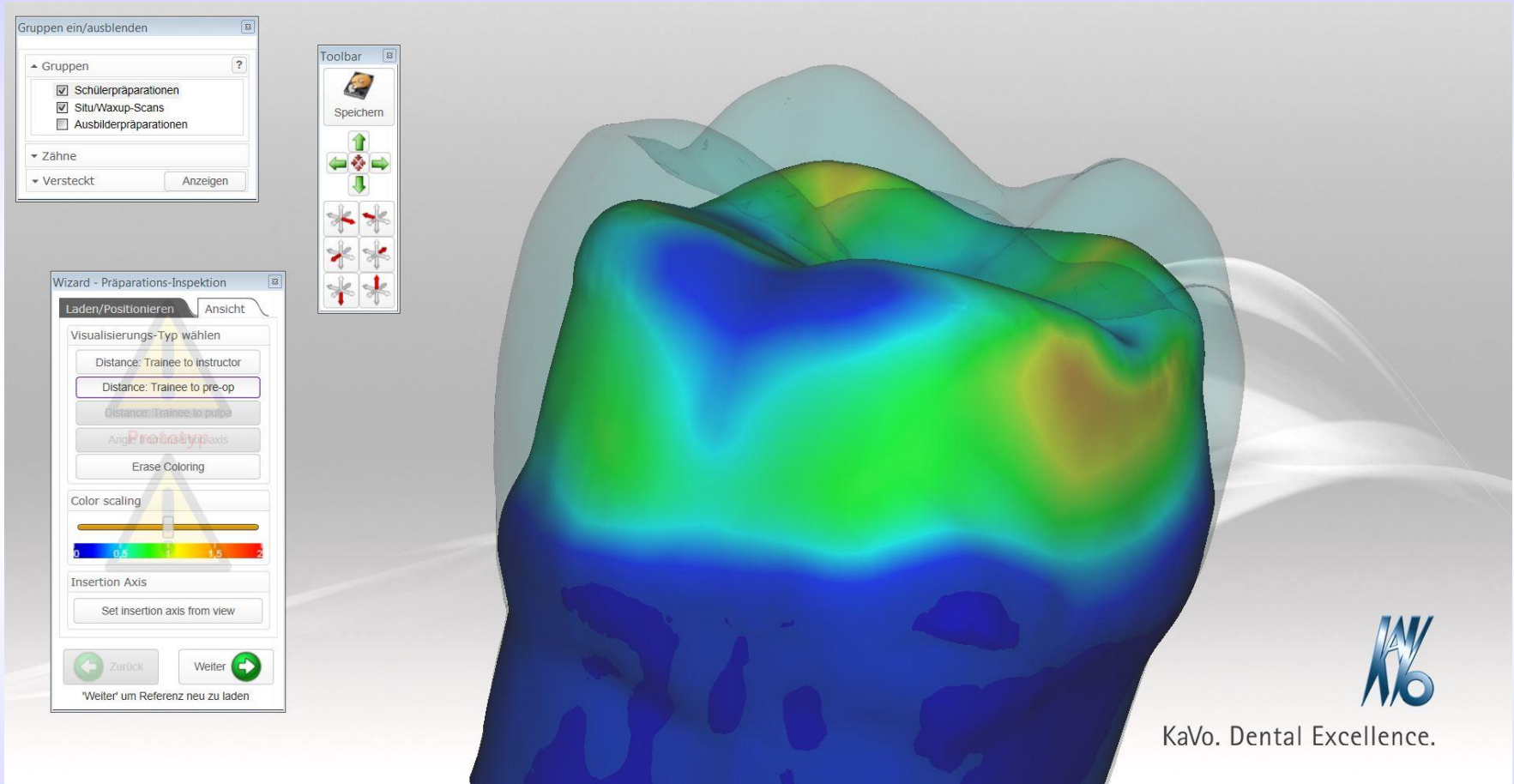




# Distanz Masterprep <-> Student



Die Distanz der Präparationen zueinander wird durch Farbverläufe dargestellt. Die Grenze (Distanz) der Farbübergänge kann vom Instructor variiert werden. Dadurch sind die Kriterien an den Ausbildungsstand des Studenten anpassbar. Durch den Farbverlauf wird auch das notwendige Ausmaß der Korrekturen in den verschiedenen Bereichen der Präparation für den Studenten erkennbar. Grau dargestellte Bereiche kennzeichnen eine zu weitreichende Reduktion.



Durch diese Darstellung kann der erzielte Abtrag und damit die erreichbare Materialstärke der Versorgung abgeschätzt werden.



# Schnittbild

The screenshot displays a dental software interface with a 3D model of a tooth. A red circle highlights the 'Schnittansicht' (Cross-section view) toolbar, which includes the following controls:

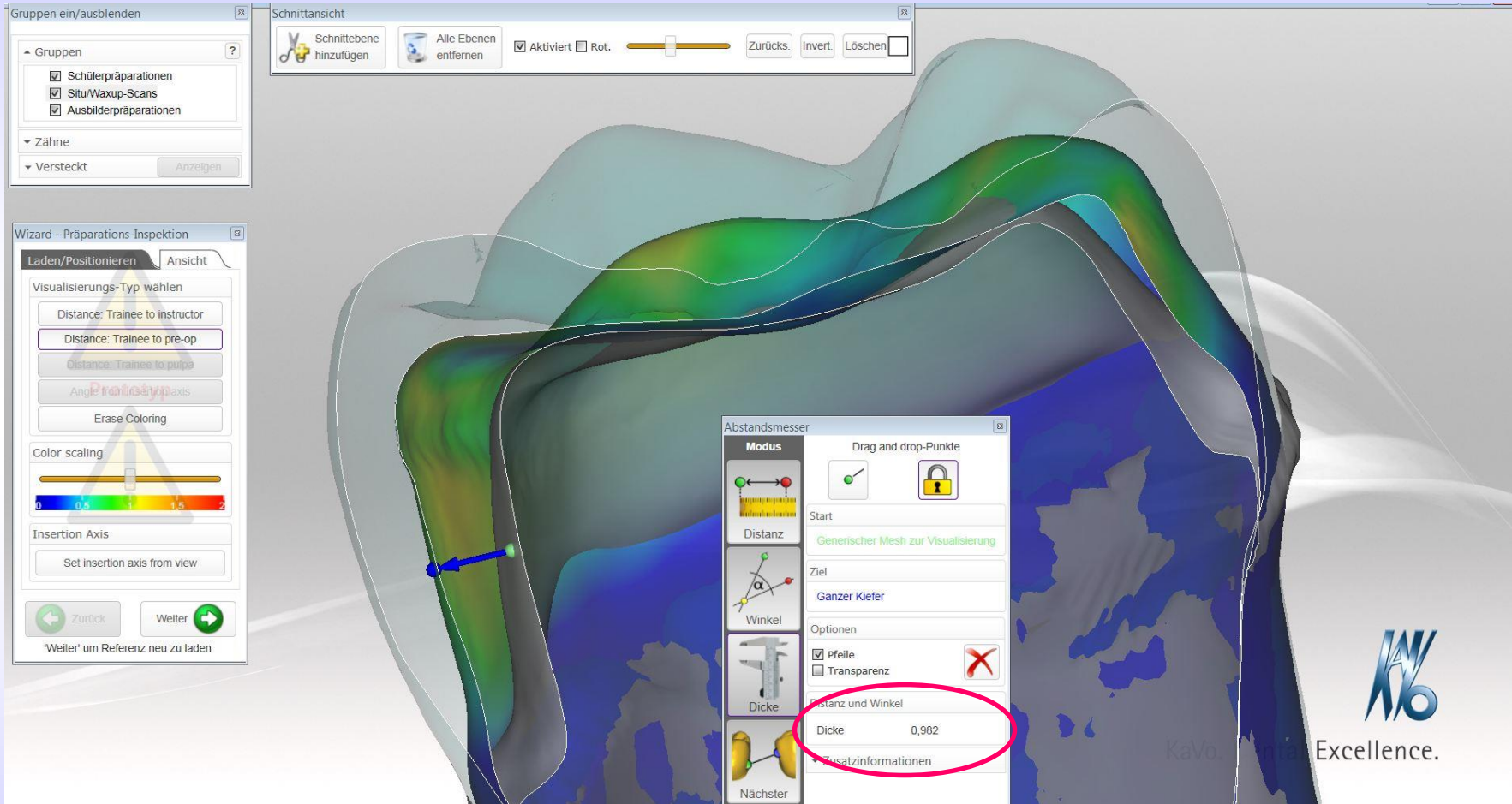
- Schnittebene hinzufügen (Add cutting plane)
- Alle Ebenen entfernen (Remove all planes)
- Aktiviert  Rot. (Activated  Red)
- Zurücks. (Previous)
- Invert. (Invert)
- Löschen  (Delete)

Other interface elements include:

- Gruppen ein/ausblenden:** A list of groups with checkboxes for 'Schülerpräparationen', 'Situ/Waxup-Scans', and 'Ausbilderpräparationen'. There are also sections for 'Zähne' and 'Versteckt' with an 'Anzeigen' button.
- Wizard - Präparations-Inspektion:** A panel with tabs for 'Laden/Positionieren' and 'Ansicht'. It contains options for 'Visualisierungs-Typ wählen' (Distance: Trainee to instructor, Distance: Trainee to pre-op, Distance: Trainee to pulpa, Ang. Präparationsachse), 'Erase Coloring', 'Color scaling' (with a color scale from 0 to 2), and 'Insertion Axis' (Set insertion axis from view). Navigation buttons 'Zurück' and 'Weiter' are at the bottom.
- Mental Excellence logo:** Located in the bottom right corner of the software window.



# Distanz master <-> student

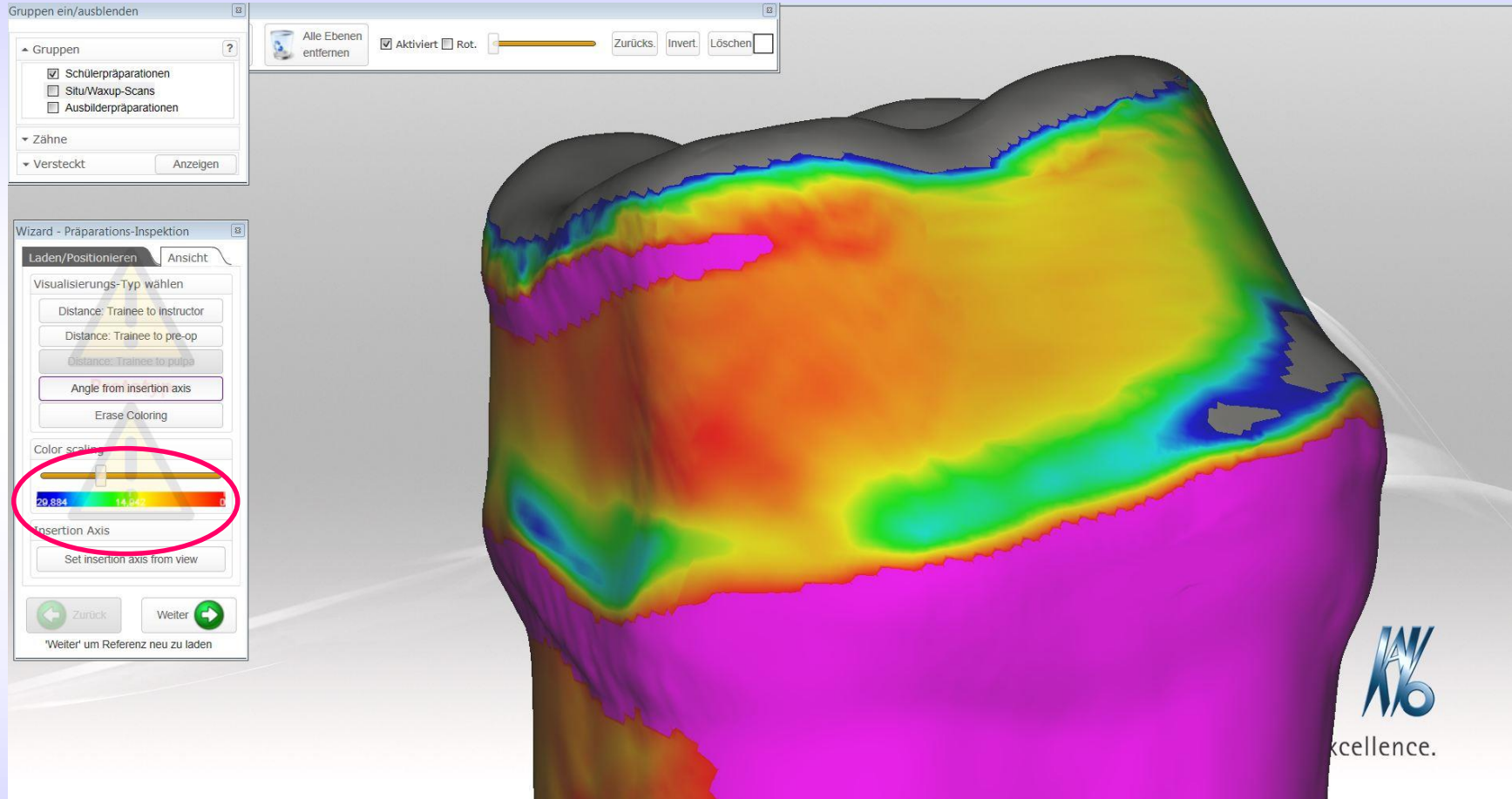


The screenshot displays a dental software interface with several panels:

- Gruppen ein/ausblenden:** A list of groups including 'Schülerpräparationen', 'Situ/Waxup-Scans', and 'Ausbilderpräparationen', all of which are checked.
- Schnittansicht:** A toolbar with options like 'Schnittebene hinzufügen', 'Alle Ebenen entfernen', 'Aktiviert', 'Rot.', 'Zurücks.', 'Invert.', and 'Löschen'.
- Wizard - Präparations-Inspektion:** A panel with tabs for 'Laden/Positionieren' and 'Ansicht'. It includes options for 'Visualisierungs-Typ wählen' (Distance: Trainee to instructor, Distance: Trainee to pre-op, Distance: Trainee to pupa, Angle from insertion axis), 'Erase Coloring', 'Color scaling' (a color gradient bar from 0 to 2), and 'Insertion Axis' (Set insertion axis from view).
- Abstandsmesser (Distance Measurer):** A floating window with a 'Modus' dropdown set to 'Distanz'. It shows 'Start' as 'Generischer Mesh zur Visualisierung' and 'Ziel' as 'Ganzer Kiefer'. Under 'Optionen', 'Pfeile' is checked and 'Transparenz' is unchecked. The 'Distanz und Winkel' section shows a 'Dicke' of 0,962. A red circle highlights this value.

Zusätzlich zur farbkodierten Distanzdarstellung kann an jedem Punkt der Präparation eine gezielte metrische Distanzmessung durchgeführt werden

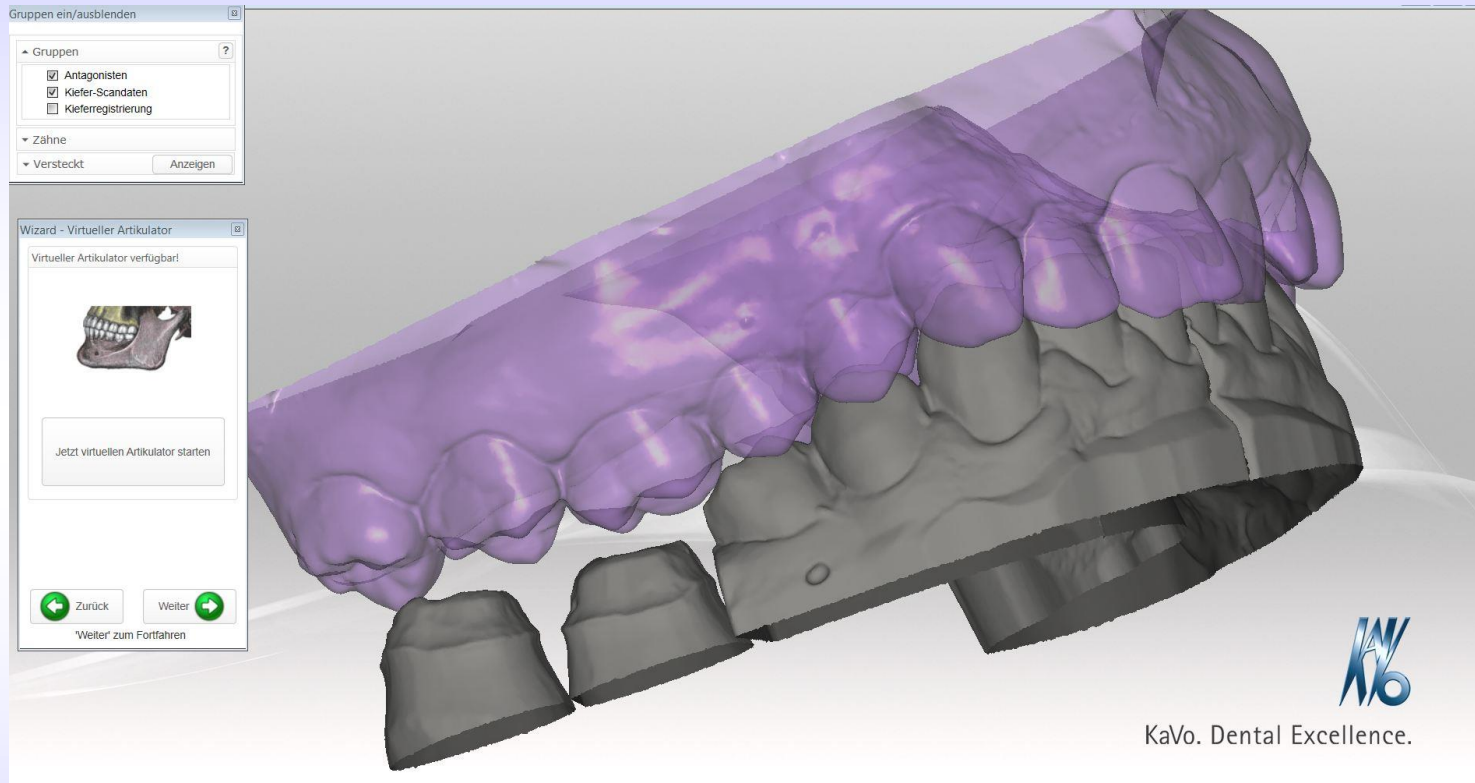
# Präparationswinkel gegenüber Einschubrichtung



Der Präparationswinkel wird farbcodiert gegenüber der frei wählbaren Einschubrichtung dargestellt. Unter sich gehende Bereiche der Präparation erscheinen in Magenta.

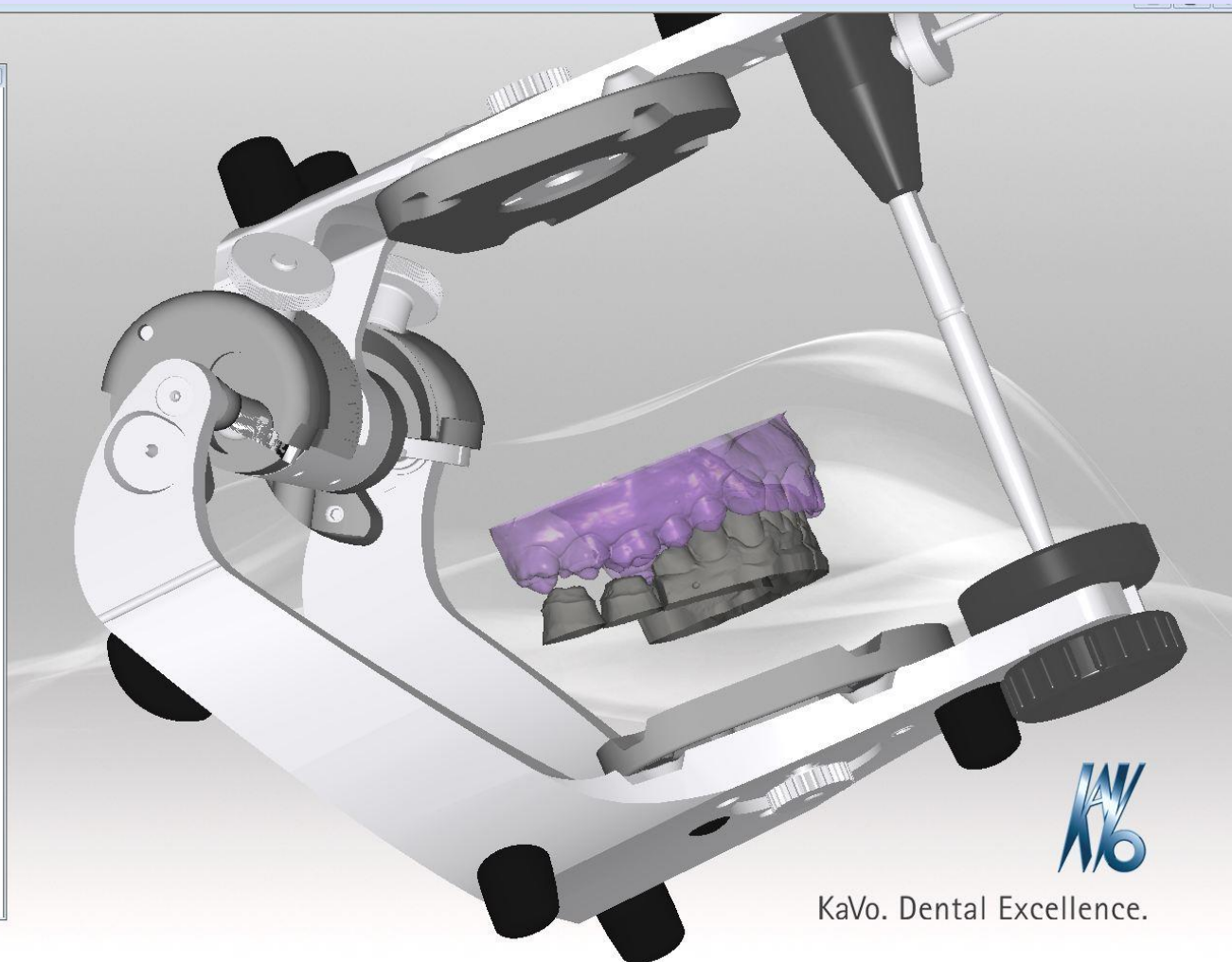
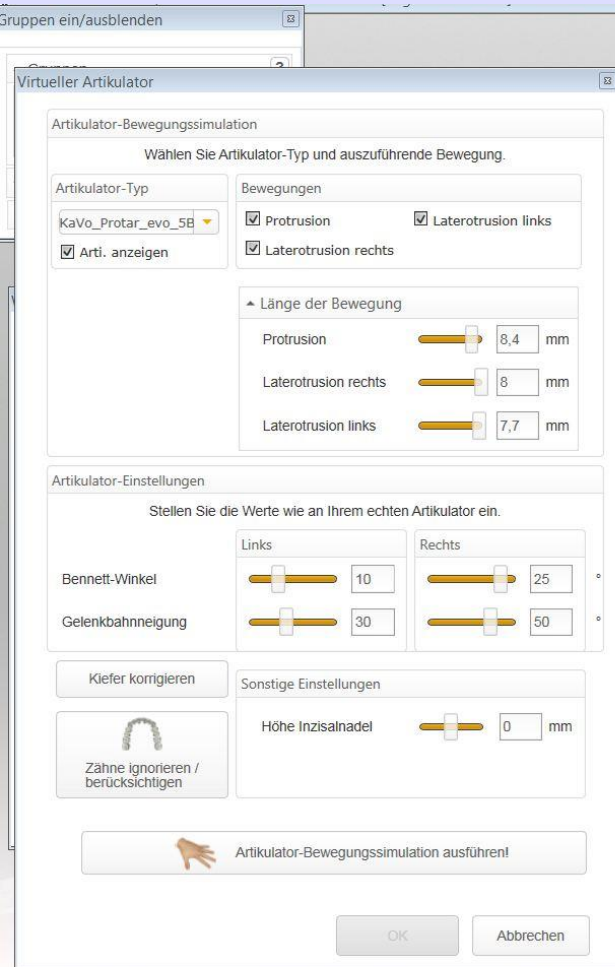


# Übertragung des Scans in die CAD/CAM Software



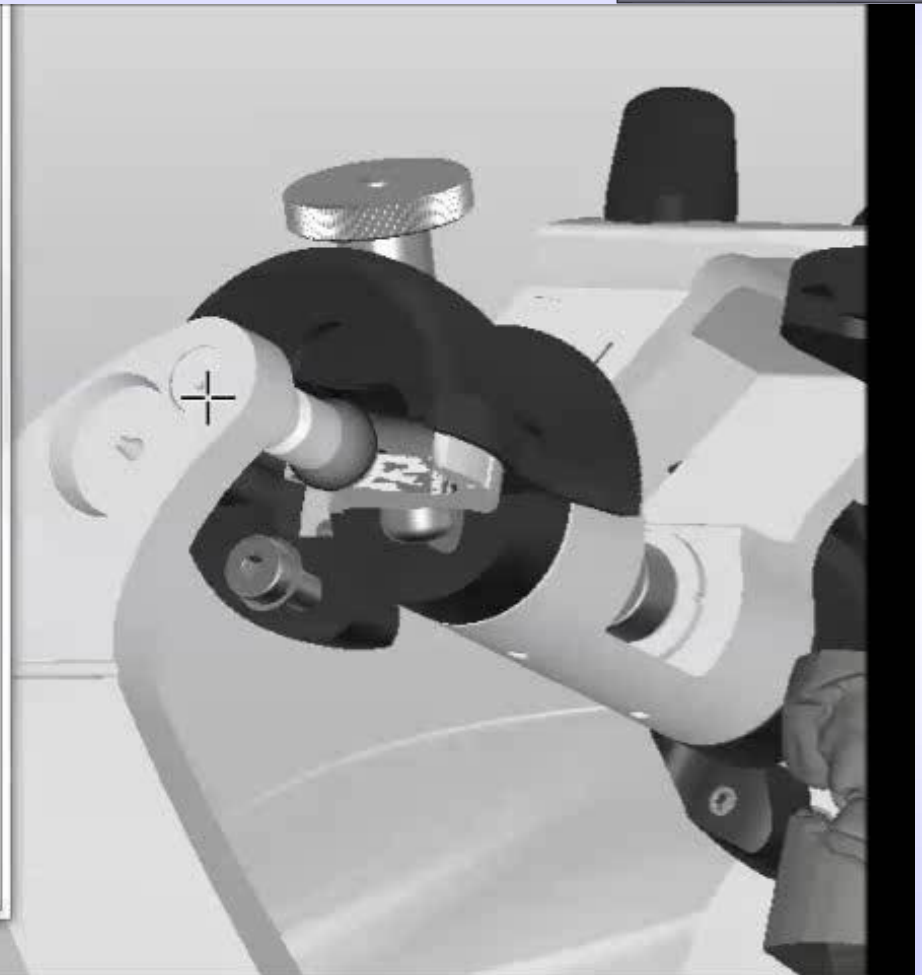
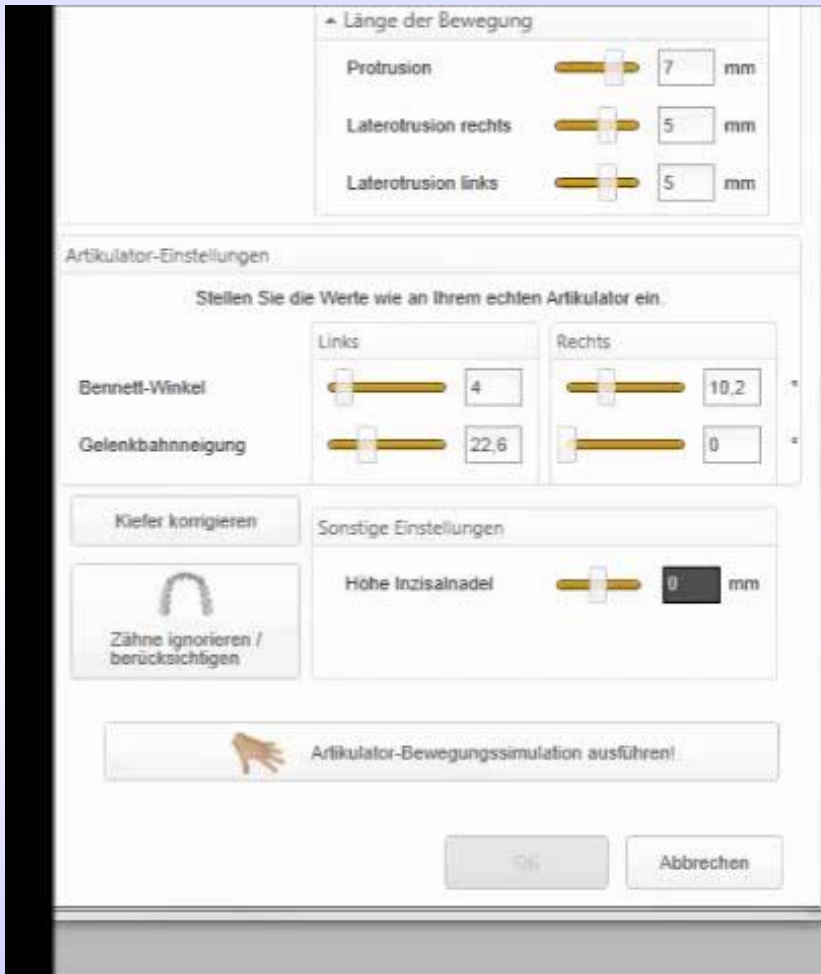
Wird für die Präparationsvalidierung ein kompletter Modellscan angefertigt, kann dieser direkt in die CAD/CAM Software zur Konstruktion der geplanten Versorgung übernommen werden.

# Automatische Zuordnung der Modellposition zu den Artikulator Kondylen durch kalibrierte Splitaufnahme des Modells im Scanner

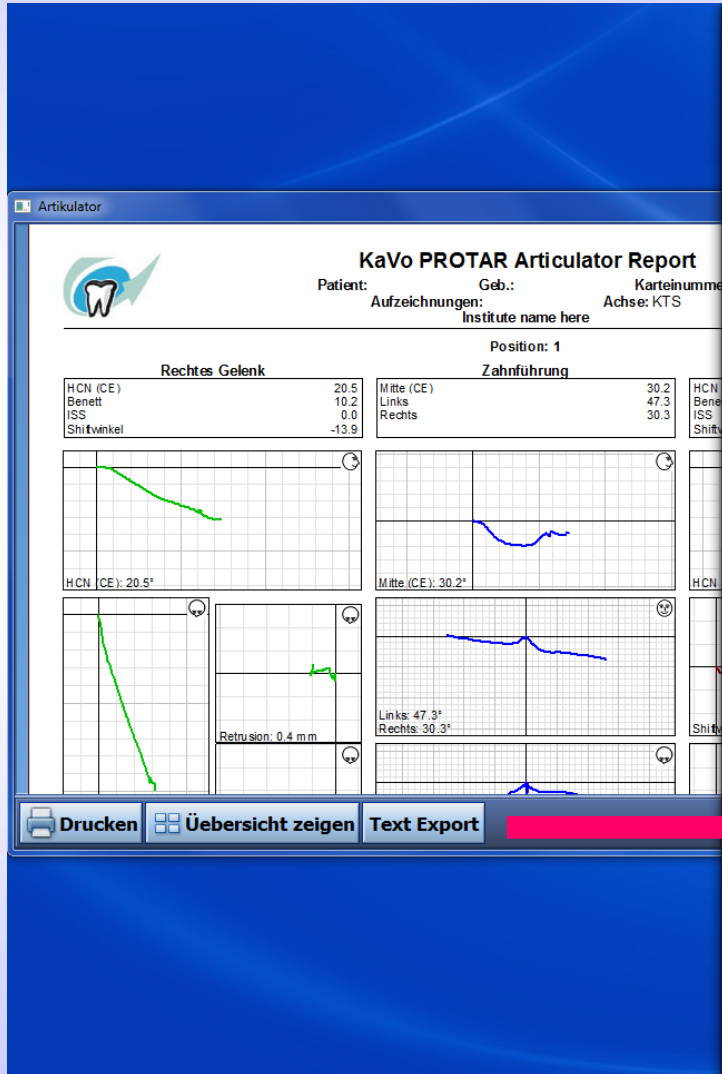


# Einstellung des virtuellen Artikulators mit gemessenen Werten (entfällt bei Datenübertragung)

Video starten



# Übertragung der Bewegungsbahnen aus der elektronischen Registrierung (ARCUSdigma) auf den Virtuellen Artikulator



**KaVo PROTAR Articulator Report**

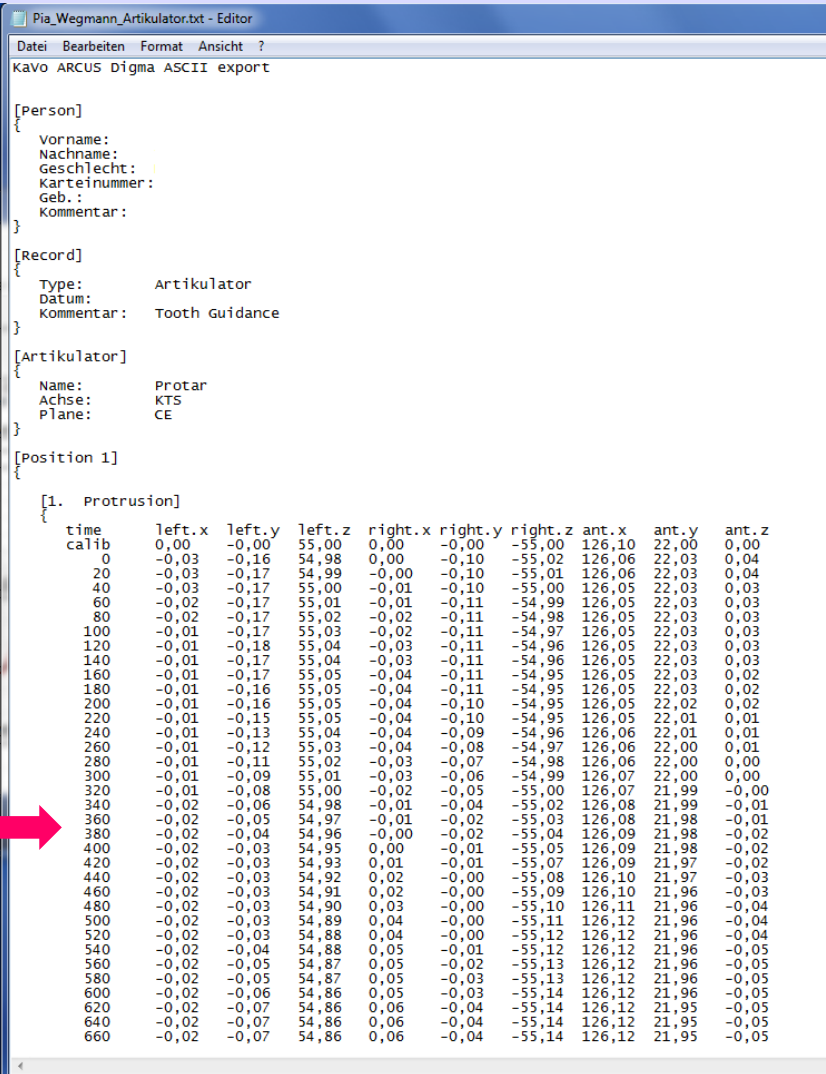
Patient: Geb.: Karteinummer:  
Aufzeichnungen: Achse: KTS  
Institute name here

Position: 1

Rechtes Gelenk		Zahnführung		HCN
HCN (CE)	20.5	Mitte (CE)	30.2	HCN
Benett	10.2	Links	47.3	Benett
ISS	0.0	Rechts	30.3	ISS
Shiftwinkel	-13.9			Shift

HCN (CE): 20.5°  
Mitte (CE): 30.2°  
Links: 47.3°  
Rechts: 30.3°  
Retrusion: 0.4 mm

Buttons: Drucken, Übersicht zeigen, Text Export



Pia\_Wegmann\_Artikulator.txt - Editor

Datei Bearbeiten Format Ansicht ?

Kavo ARCUS Digma ASCII export

```

[Person]
{
  Vorname:
  Nachname:
  Geschlecht:
  Karteinummer:
  Geb.:
  Kommentar:
}

[Record]
{
  Type:      Artikulator
  Datum:
  Kommentar: Tooth Guidance
}

[Artikulator]
{
  Name:      Protar
  Achse:    KTS
  Plane:    CE
}

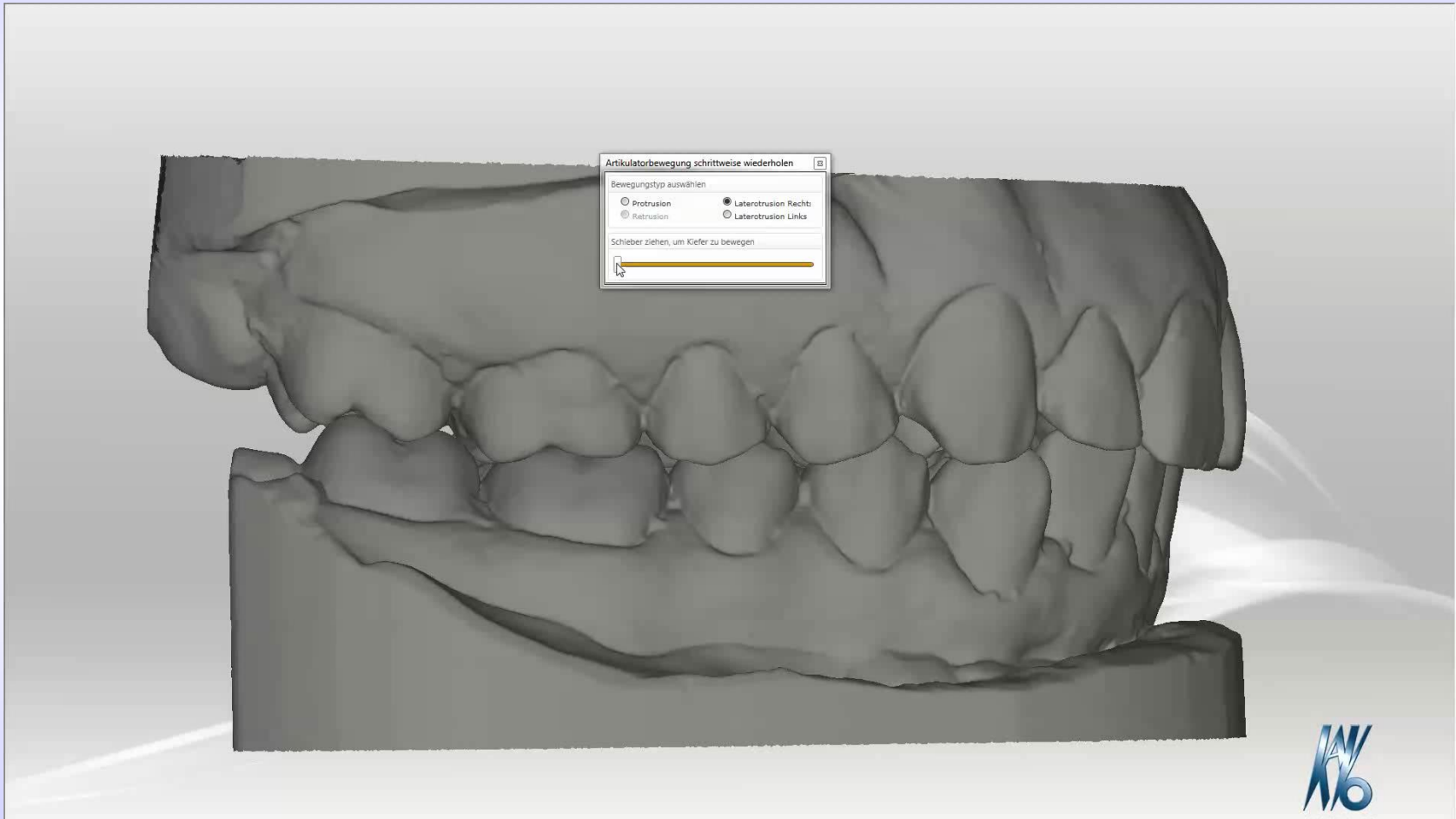
[Position 1]
{
  [1. Protrusion]
  {
    time    left.x  left.y  left.z  right.x  right.y  right.z  ant.x  ant.y  ant.z
    calib   0,00   -0,00   55,00   0,00    -0,00   -55,00   126,10  22,00  0,00
    0        -0,03   -0,16   54,98   0,00    -0,10   -55,02   126,06  22,03  0,04
    20       -0,03   -0,17   54,99   -0,00   -0,10   -55,01   126,06  22,03  0,04
    40       -0,03   -0,17   55,00   -0,01   -0,10   -55,00   126,05  22,03  0,03
    60       -0,02   -0,17   55,01   -0,01   -0,11   -54,99   126,05  22,03  0,03
    80       -0,02   -0,17   55,02   -0,02   -0,11   -54,98   126,05  22,03  0,03
    100      -0,01   -0,17   55,03   -0,02   -0,11   -54,97   126,05  22,03  0,03
    120      -0,01   -0,18   55,04   -0,03   -0,11   -54,96   126,05  22,03  0,03
    140      -0,01   -0,17   55,04   -0,03   -0,11   -54,96   126,05  22,03  0,03
    160      -0,01   -0,17   55,05   -0,04   -0,11   -54,95   126,05  22,03  0,02
    180      -0,01   -0,16   55,05   -0,04   -0,11   -54,95   126,05  22,03  0,02
    200      -0,01   -0,16   55,05   -0,04   -0,10   -54,95   126,05  22,02  0,02
    220      -0,01   -0,15   55,05   -0,04   -0,10   -54,95   126,05  22,01  0,01
    240      -0,01   -0,13   55,04   -0,04   -0,09   -54,96   126,06  22,01  0,01
    260      -0,01   -0,12   55,03   -0,04   -0,08   -54,97   126,06  22,00  0,01
    280      -0,01   -0,11   55,02   -0,03   -0,07   -54,98   126,06  22,00  0,00
    300      -0,01   -0,09   55,01   -0,03   -0,06   -54,99   126,07  22,00  0,00
    320      -0,01   -0,08   55,00   -0,02   -0,05   -55,00   126,07  21,99  -0,00
    340      -0,02   -0,06   54,98   -0,01   -0,04   -55,02   126,08  21,99  -0,01
    360      -0,02   -0,05   54,97   -0,01   -0,02   -55,03   126,08  21,98  -0,01
    380      -0,02   -0,04   54,96   -0,00   -0,02   -55,04   126,09  21,98  -0,02
    400      -0,02   -0,03   54,95   0,00   -0,01   -55,05   126,09  21,98  -0,02
    420      -0,02   -0,03   54,93   0,01   -0,01   -55,07   126,09  21,97  -0,02
    440      -0,02   -0,03   54,92   0,02   -0,00   -55,08   126,10  21,97  -0,03
    460      -0,02   -0,03   54,91   0,02   -0,00   -55,09   126,10  21,96  -0,03
    480      -0,02   -0,03   54,90   0,03   -0,00   -55,10   126,11  21,96  -0,04
    500      -0,02   -0,03   54,89   0,04   -0,00   -55,11   126,12  21,96  -0,04
    520      -0,02   -0,03   54,88   0,04   -0,00   -55,12   126,12  21,96  -0,04
    540      -0,02   -0,04   54,88   0,05   -0,01   -55,12   126,12  21,96  -0,05
    560      -0,02   -0,05   54,87   0,05   -0,02   -55,13   126,12  21,96  -0,05
    580      -0,02   -0,05   54,87   0,05   -0,03   -55,13   126,12  21,96  -0,05
    600      -0,02   -0,06   54,86   0,05   -0,03   -55,14   126,12  21,96  -0,05
    620      -0,02   -0,07   54,86   0,06   -0,04   -55,14   126,12  21,95  -0,05
    640      -0,02   -0,07   54,86   0,06   -0,04   -55,14   126,12  21,95  -0,05
    660      -0,02   -0,07   54,86   0,06   -0,04   -55,14   126,12  21,95  -0,05
  }
}

```

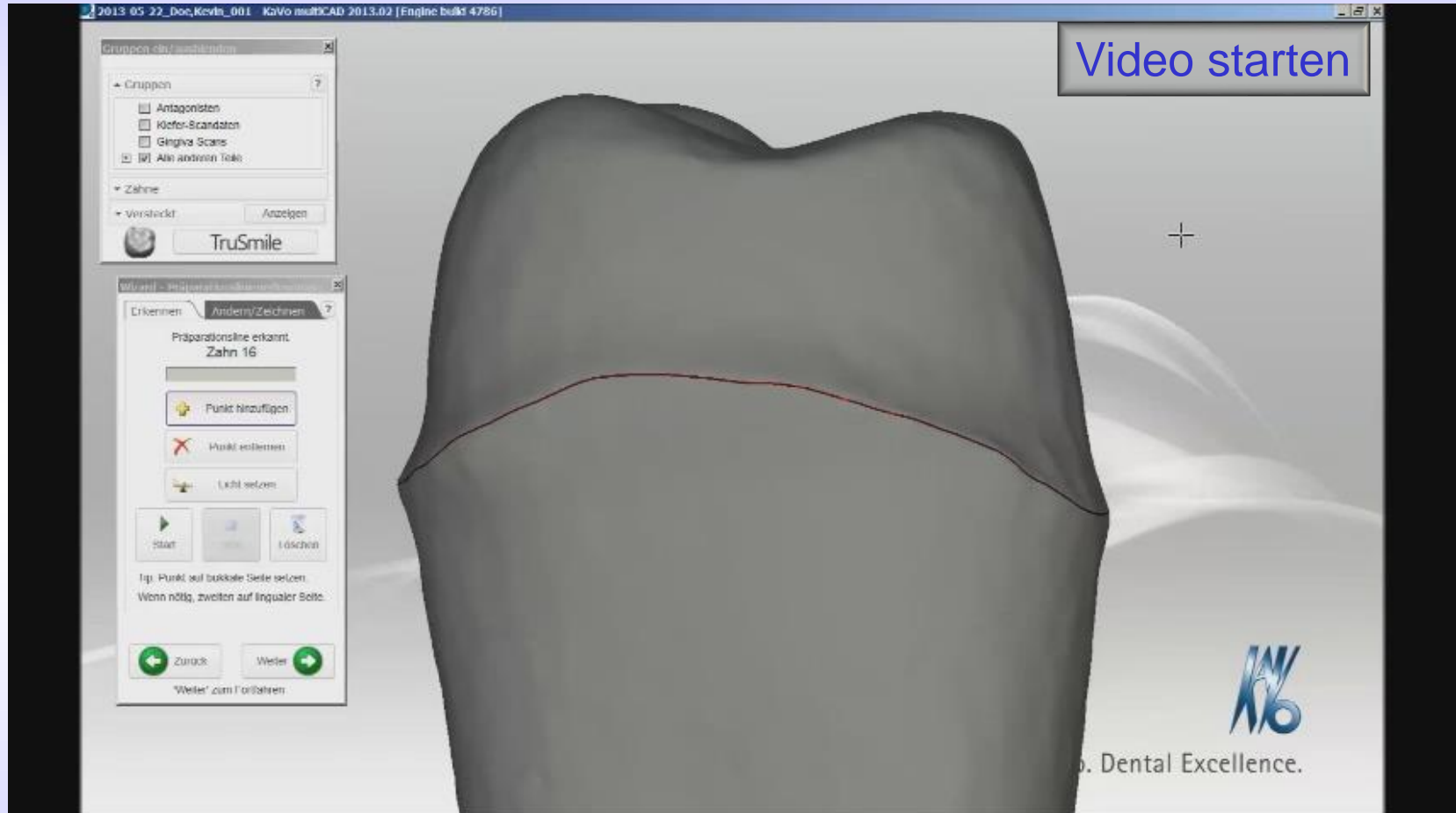
# Laterotrusion rechts nach individueller Bewegungsaufzeichnung

Beispiel einer okklusalen Störung

Video starten



# Präparationsgrenze festlegen



Durch anklicken eines Punktes auf der Präparationsgrenze wird diese automatisch festgelegt. Die weiteren Arbeitsschritte entsprechen der üblichen Konstruktion der Versorgung mit der CAD/CAM Software KaVo multiCAD

# Vorteile des Präparationsvalidierungstools Dental Teacher

- Objektivierung der Beurteilung
- Visualisierung 3-dimensionaler Präparationsabweichungen gegenüber Masterpräparation und/oder Ausgangssituation
- Beurteilung von Distanzen und Präparationswinkeln, jeweils Farbcodiert
- Markierung unter sich gehender Bereiche in Bezug auf frei wählbare Einschubrichtung
- Einsetzbar für
  - Prothetische Versorgung (alle Präparationsformen / Kronen / Brücken usw.)
  - Konservierende Füllungstherapie (alle Präparationsformen incl. Minimalinvasiv)
  - Kontrolle der Nachbarzähne auf Präparationsartefakte
- Durch Modellpositionierung im vollautomatischen Modellscanner einfache Bedienung auch durch Studenten
- Modelle der Fa. KaVo und anderer Hersteller einsetzbar
- Netzwerkfähigkeit, getrennte Scan- und Auswertestation möglich
- Visualisierungssoftware dezentral für die Studenten verfügbar, daher Möglichkeit des self assessments
- Dokumentation des Lernfortschrittes und des Endergebnisses
- Dokumentation aller Arbeitsschritte der Füllungstherapie (Präparation, Unterfüllung, Füllung)
- Durch optionalen IO-Scanner auch während der klinischen Behandlung einsetzbar
- Einbindung in den kompletten Prozess der CAD/CAM Fertigung
- Einbindung in den Virtuellen Artikulator