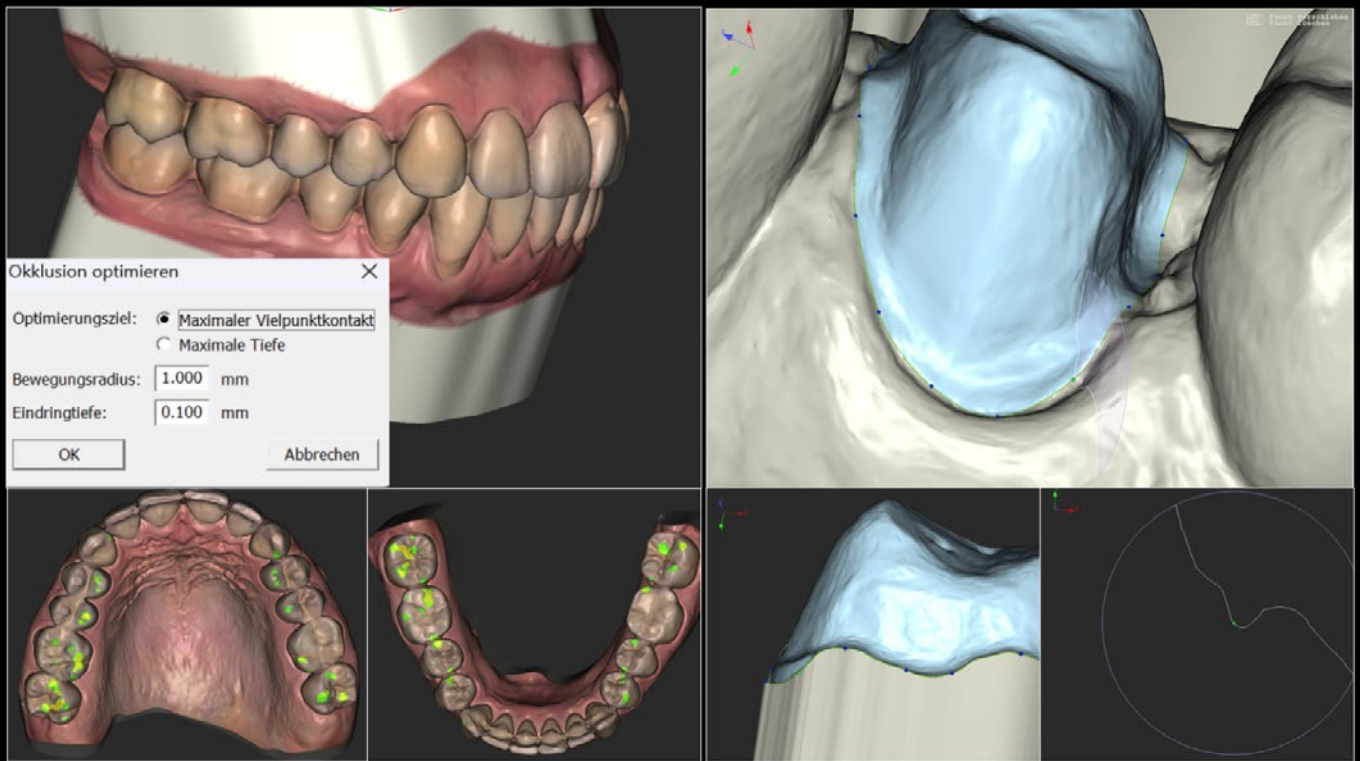


Meisterkontrolle im Digitalen

Arbeiten mit der Software MasterCP

RALPH RIQUIER



Einleitung

Die Meisterkontrolle zu Beginn jeder Arbeit legt das Fundament des laborseitigen Qualitätsstandards (Abb. 1). Durch den verstärkten Einsatz von Intraoralscannern (IOS) in der Zahnarztpraxis rückt nun die digitale Datenkontrolle zu Beginn jeder Arbeit verstärkt in den Fokus. Sind im Analogen die Kontrolle der Abformung und nach der Modellherstellung die Freilegung der Präparationsgrenze sowie die Okklusionskontrolle im Artikulator obligat, durchgeführt durch die Meisterin/Abteilungsleiterin, so wird dies im digitalen Ablauf zumeist verlagert. Die Scandaten kontrolliert häufig der ausführende Techniker. Wann und bei welchen Unstimmigkeiten ein Rücksprache erfolgen soll, ist häufig nicht eindeutig definiert. Da die vom Techniker definierte Präp-Grenze auch direkt bei der Modellherstellung Verwendung findet, können Abweichungen zwar nicht auftreten, aber ebenso wenig kann die korrekte Lage in nachfolgenden Arbeitsschritten kontrolliert werden. Ebenso stellt der Umgang mit Durchdringungen der Kiefer ein Problem dar. Ab wann muss die Bisslage korrigiert werden? Darf man Durchdringungen ein-

fach durch automatisches Beseitigen der Interferenzen in der Software korrigieren lassen, wodurch sie zwar beseitigt werden, aber das reale Kauflächenrelief zerstört wird? Oder ist ein softwareseitiges Außer-Kontakt-stellen legitim, wenn hierbei eine Rotation der Kiefer nicht berücksichtigt wird?

Vorgehen

Die digitale Eingangskontrolle sollte entsprechend des analogen Vorgehens unmittelbar nach dem Dateneingang erfolgen (Abb. 2). Neben dem Vorteil, dass so die Qualität einheitlich beurteilt werden kann, kann auch ein effektiverer Arbeitsablauf gestaltet werden. Durch das frühzeitige Freilegen der Präparationsgrenze sowie die Okklusionsprüfung werden einheitliche Ausgangsdaten generiert, die anschließend zeitgleich in verschiedenen Abteilungen weiterverarbeitet werden können, beispielsweise die CAD-Konstruktion der Restauration zur gleichen Zeit wie die Herstellung des Modells oder eines Bissregistrats (Abb. 3). Alle Abteilungen arbeiten so autark auf Grundlage der gleichen verifizierten Daten. Ein Interpretationsspielraum des ausführenden Technikers wird so vermieden.

Zusammenfassung

Zu den wichtigen Aufgaben der Laborführung gehört das Definieren von eindeutigen Qualitätskriterien – nicht nur beim analogen Arbeiten, sondern auch im digitalen. Der Beitrag beschreibt das Vorgehen mit der Software MasterCP (Fa. r2 dei ex machina, Remchingen). Dabei liegen die Okklusionskontrolle, das Definieren der Präparationsgrenze und Korrekturen an den Datensätzen in der Verantwortung des Meisters beziehungsweise Abteilungsleiters. Alle weiteren Arbeitsschritte erfolgen auf den freigegebenen Kieferdaten. Die Daten können zur gleichen Zeit in verschiedenen Abteilungen genutzt werden. So verkürzt sich der Arbeitsprozess deutlich.

Indizes

digitaler Workflow, Meisterkontrolle, Software, Qualität, Scan

Abb. 1 Qualitätskontrolle in der Arbeitsvorbereitung.





Softwareablauf

Ein möglicher Ablauf könnte sich wie folgt gestalten: An einem Computerarbeitsplatz werden die Portalzugänge zu den verschiedenen IOS-Portalen zentralisiert eingerichtet. Hier erfolgt nun die Auftragsannahme/Disposition. In dem nächsten Schritt werden die Eingangsdaten von einem Meister/Abteilungsleiter

gesichtet. Hierzu werden die Kieferdaten in die Stand-alone-Software MasterCP (Fa. r2 dei ex machina, Remchingen) eingeladen. Besteht ein Kiefer aus mehreren Segmenten, dann können diese in der Software zu einem Datensatz zusammengeführt werden (matching) (Abb. 4). Durch die Funktion „radieren“ lassen sich einzelne Zähne entfernen (Abb. 5 und 6).

Bisslagekorrektur

Der erste Schritt ist die Kontrolle der Okklusion. Hierzu werden die Durchdringungen in einem Durchdringungsplot visualisiert (Abb. 7). Fehlt eine Zuordnung der Kiefer, so kann diese durch Anlegen einer Okklusionsebene sowie Medianebene auf jedem Kiefer erfolgen. Ebenso ist es möglich, auf bei-

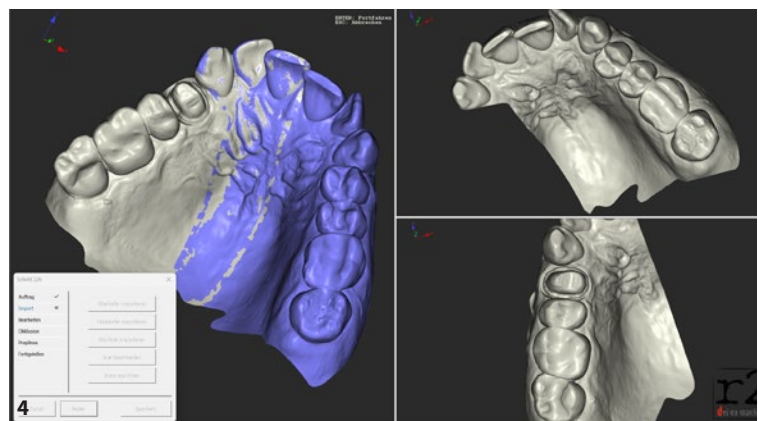
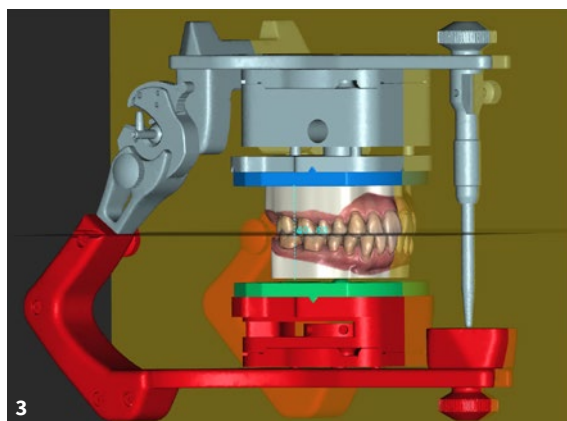
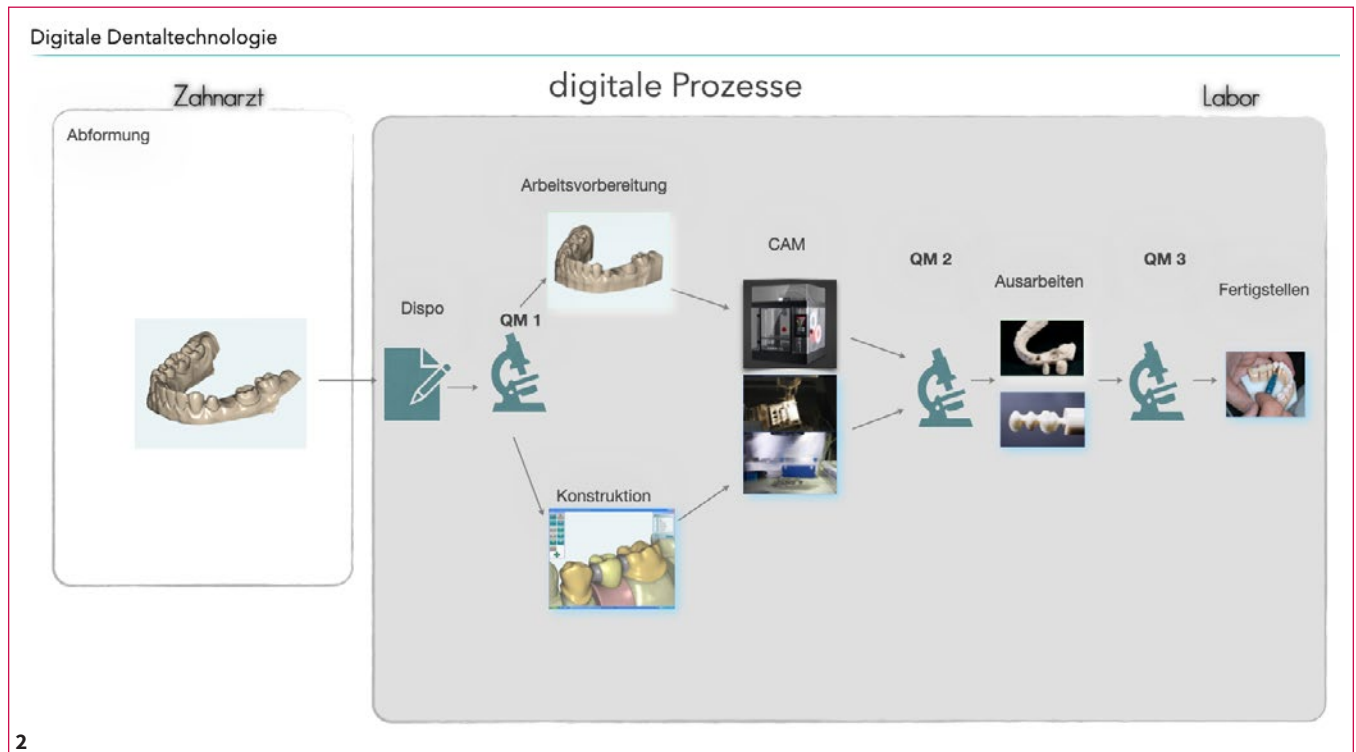


Abb. 2 Wurden IOS-Daten im Vorfeld bearbeitet, so können anschließend mehrere Fertigungswege gleichzeitig stattfinden. **Abb. 3** Die digitale Artikulation entspricht der Lagebeziehung in der CAD-Konstruktion. **Abb. 4** Nicht vollständige Einzelscans können zu einem Kieferscan ergänzt werden.

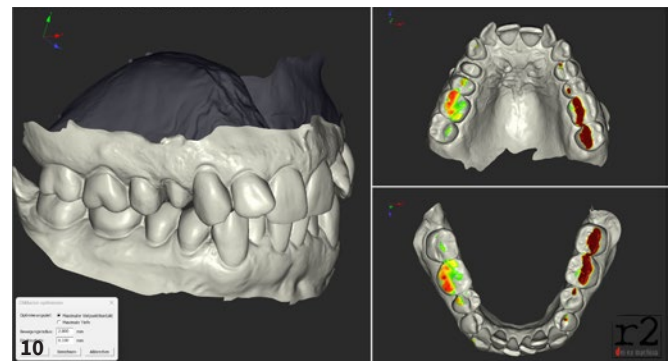
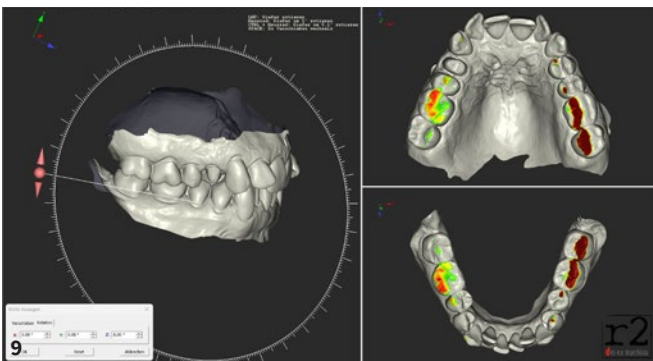
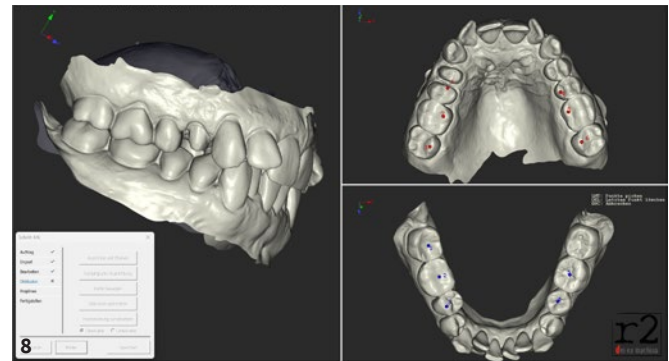
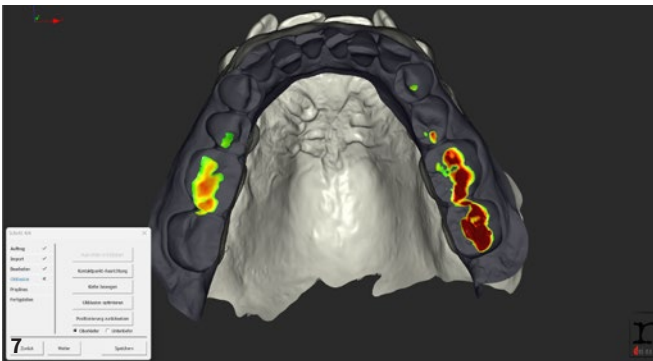
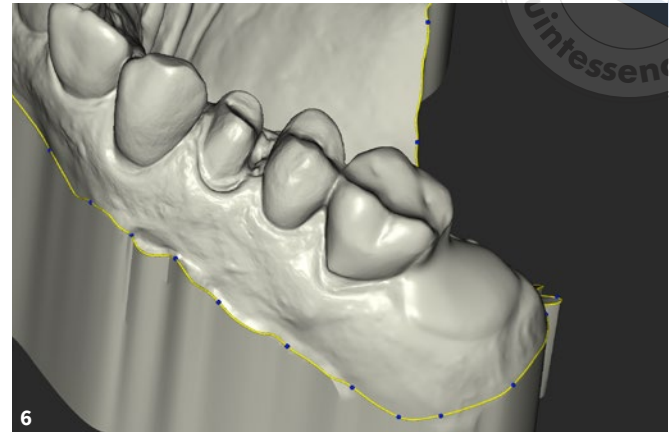
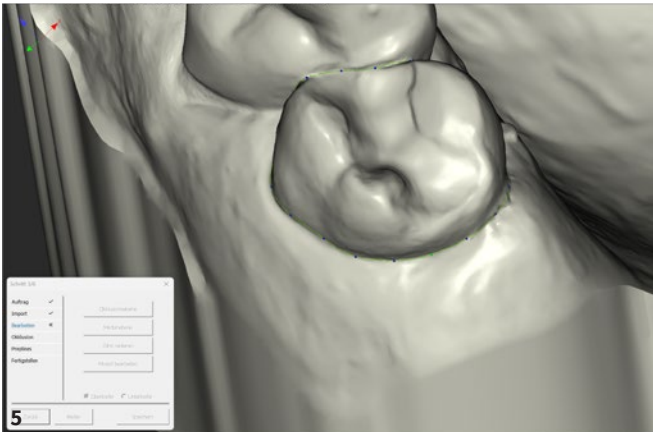


Abb. 5 und 6 Einfache Funktion zum digitalen Radium von Zähnen. **Abb. 7** Der Durchdringungsplot zeigt eine fehlerhafte Bissituation. **Abb. 8** Korrekturmöglichkeit durch korrespondierende Kontaktpunkte. **Abb. 9** Präzises Einstellen einer therapeutischen Position. **Abb. 10** Ist-Situation der fehlerhaften Bisslage.

den Kiefern korrespondierende okklusale Kontaktpunkte zu markieren und über diese die Zuordnung einzustellen (Abb. 8). Über die Eingabe von Werten im μm -Bereich kann die Zuordnung gezielt verschoben werden. Mögliche Drehungen erfolgen ebenso durch definierte Werte und Rasterdarstellung

(Abb. 9). Kernstück ist allerdings der Algorithmus MI (Master Intelligence) zur automatischen Justage (Abb. 10). Dieser findet in einem definierbaren Bereich wahlweise den ersten Kontakt mit möglichst geringem Abstand zur restlichen Bezahnung oder den maximalen Vielpunktkontakt beider Kieferhälften

(Abb. 11). Eine gewünschte Durchdringung beider Kiefer, um ein Einschleifen im nachfolgenden Arbeitsschritt zu ermöglichen, kann ebenso eingestellt werden. Eine Bissperre oder das Einstellen einer therapeutischen Unterkieferposition nach Angaben des Zahnarztes sind ebenso möglich.

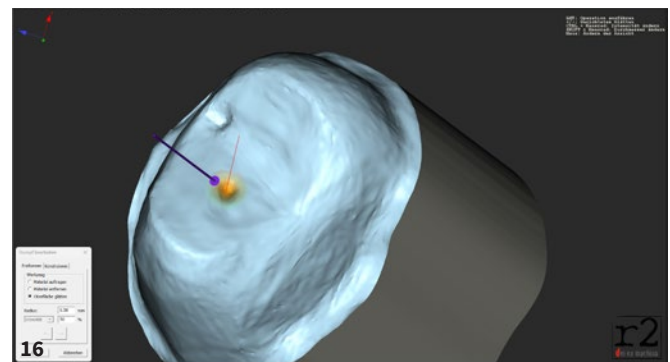
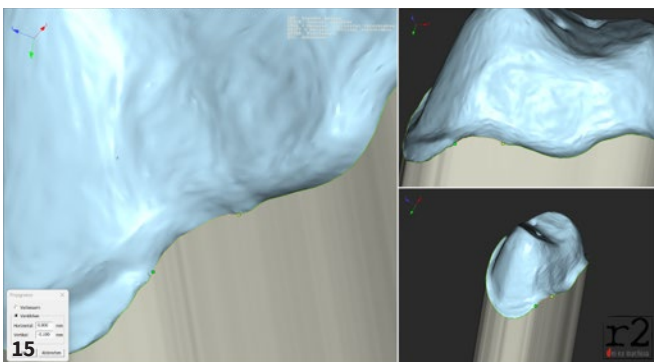
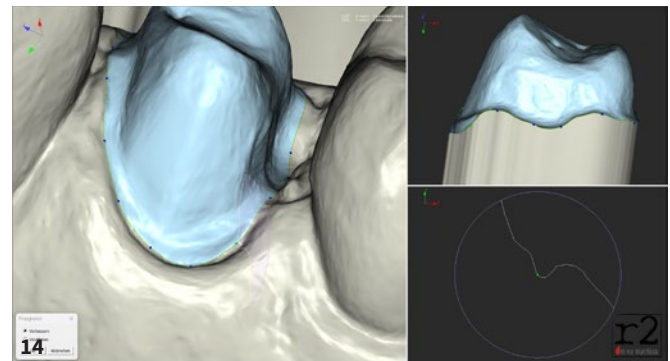
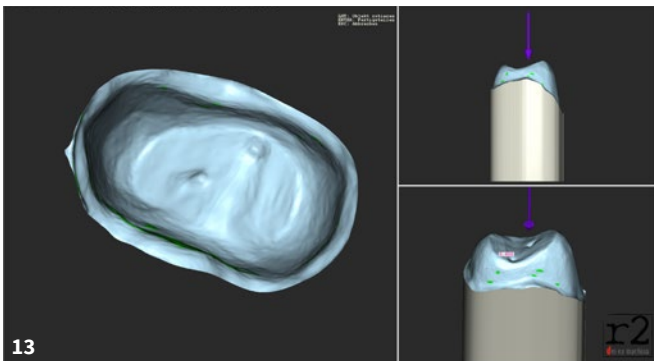
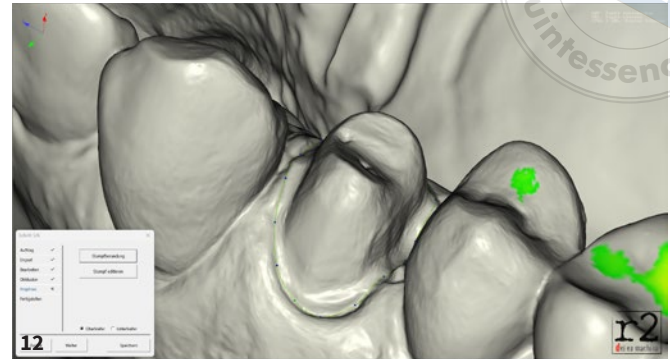
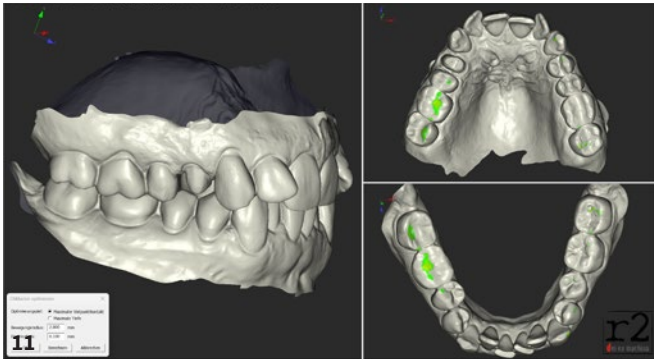


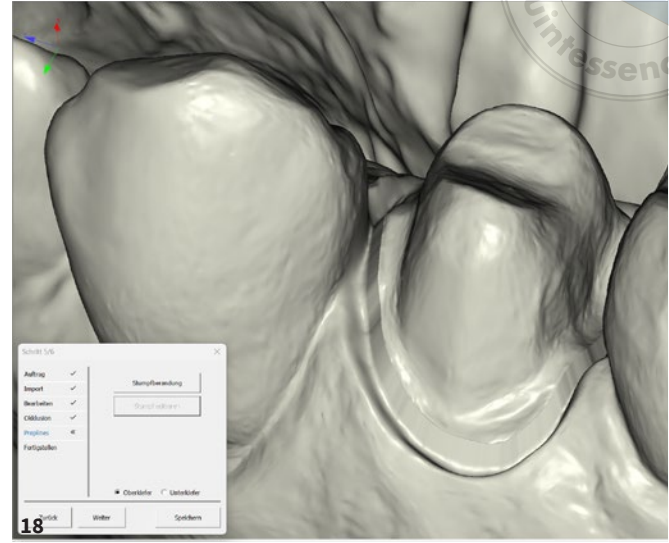
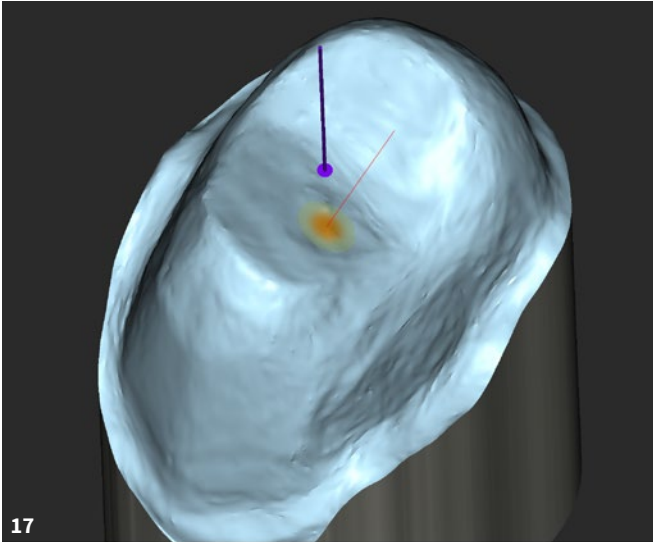
Abb. 11 Okklusionsoptimierung mit dem MI-Algorithmus. **Abb. 12** Markieren des zu bereitlebenden Stumpfes. **Abb. 13** Digitales Separieren des Stumpfes. **Abb. 14** Präzises Anlegen der Präparationsgrenze auf dem Kieferdatensatz. **Abb. 15** Verlängern/Extendieren von Teilbereichen der Präparationsgrenze. **Abb. 16** Überarbeiten von Scanartefakten.

Stümpfe freilegen

Im nächsten Schritt können die Stümpfe an der Präparationsgrenze freigelegt werden. Hierzu wird ein Spline um den zu bearbeitenden Stumpf gelegt (Abb. 12). Automatisch wird die Einschubrichtung bestimmt und der Stumpf separiert (Abb. 13). Nun lässt sich die Präp-Grenze exakt definieren (Abb. 14). Verdeckt Spei-

chel beziehungsweise Blut teilweise den Sulkus, dann ist es möglich, die Präp-Grenze nach apikal in einem gewählten Bereich frei zu formen (verlängern/verbreitern) (Abb. 15). Durch die Modellierwerkzeuge „auftragen“, „abtragen“, „glätten“ lassen sich Hinterschnitte oder Scanartefakte beseitigen (Abb. 16). Die spezielle Funktion „Glätten nur durch Auftragen“ ermöglicht eine rein addi-

tive Überarbeitung, ohne die Gefahr, dass an einzelnen Stumpfgebieten versehentlich die Oberfläche reduziert wird (Abb. 17). Nach dem Bestätigen wird die definierte Präparationsgrenze nach apikal freigelegt und mit dem Restkieferscan verbunden (Remash) (Abb. 18). So wird die Präparationsgrenze eindeutig definiert und in der anschließenden CAD-Software eindeutig erkannt (Abb. 19).



17

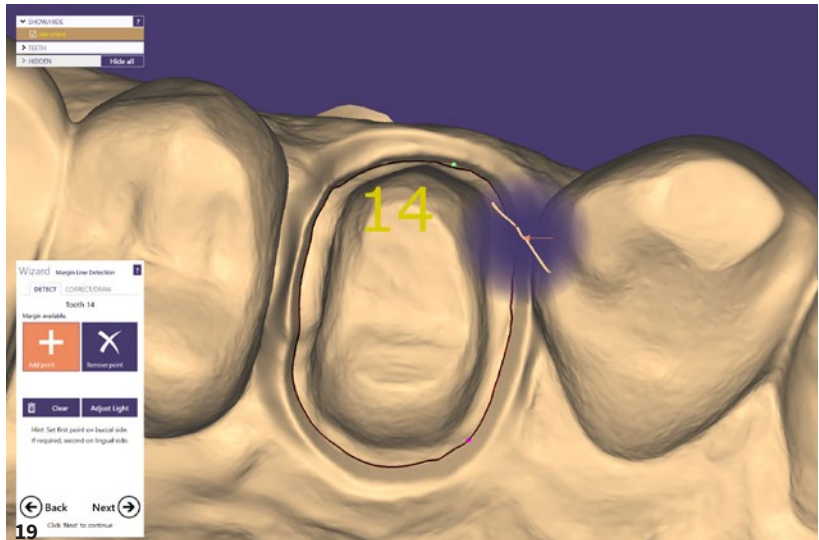
18

Fertigstellen

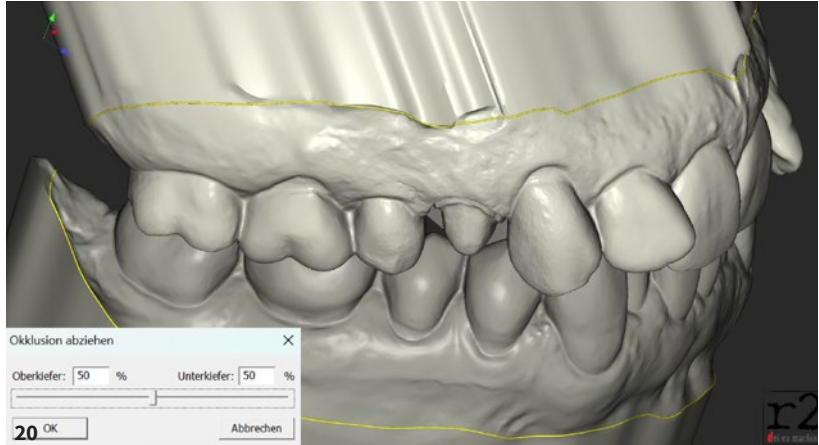
Im letzten Arbeitsschritt kann die Okklusion eingeschliffen werden. Die prozentuale Eindringtiefe kann auf Ober- und Unterkiefer individuell verteilt werden (Abb. 20). Die Modellierwerkzeuge „auftragen“, „abtragen“, „glätten“ ermöglichen es, die Kieferdatensätze erneut zu überarbeiten. Ein Okklusionsprotokoll im PDF-Format kann dazu dienen, die Artikulation nach analogem Einartikulieren zu überprüfen (Abb. 21). Ein „Qualitätsstempel“ kennzeichnet die Datensätze auch visuell als freigegeben. Zusätzlich zu den Kieferscans können Einzelstümpfe sowie die Kiefer automatisch generiert und als Kontrollstümpfe oder Kontrollmodell ausgegeben werden (Abb. 22).

Zusammenfassung

Das Definieren von eindeutigen Qualitätskriterien ist eine entscheidene Aufgabe der Laborführung. Im Analogen erfolgt dies zu Beginn der Arbeit durch die Meisterkontrolle der Abformung und das manuelle Freilegen der Präparations-

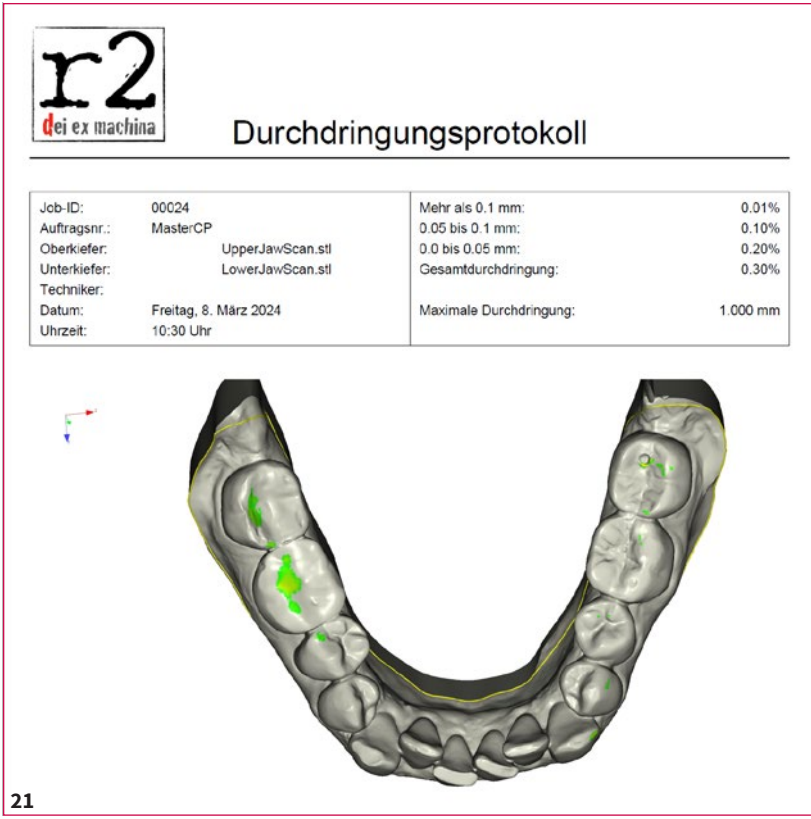


19



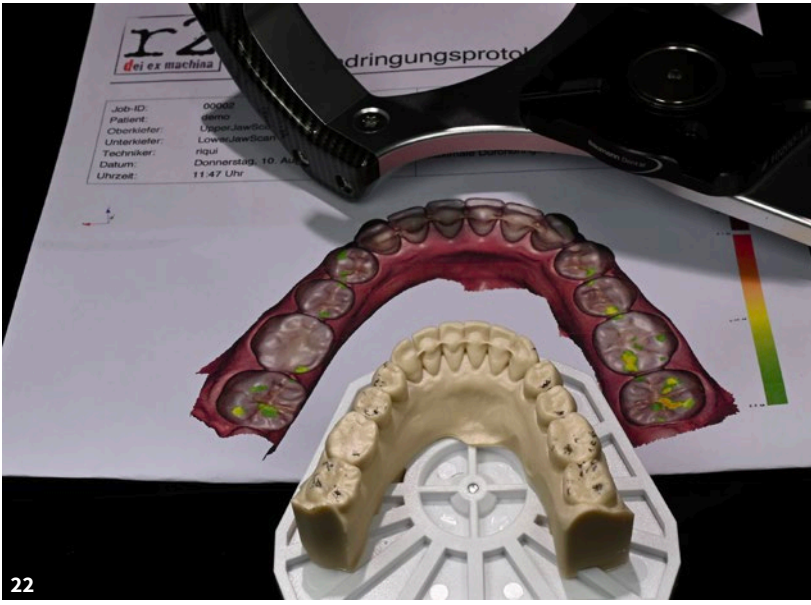
20

Abb. 17 Spezialfunktion „Glätten nur durch Auftragen“. **Abb. 18** Automatische Freilegung unterhalb der angelegten Präp-Grenze. **Abb. 19** Eindeutige Lagebestimmung in nachfolgenden CAD-Programmen. **Abb. 20** Digitales Einschleifen der Okklusion.



21

grenze. Auch im Digitalen ist dieses Vorgehen sinnvoll. Die eingehenden Daten sollten vor Arbeitsbeginn kontrolliert werden. Okklusionskontrolle, Definieren der Präparationsgrenze und Korrekturen an den Datensätzen sind so zentral in der Verantwortung des Meisters/Abteilungsleiters. Alle weiteren Arbeitsschritte erfolgen auf den so angepassten und freigegebenen Kieferdaten. Durch dieses Vorgehen ist es möglich, die Daten zur gleichen Zeit in verschiedenen Abteilungen zu nutzen. Auf Grundlage von qualitätsgeprüften Daten kann zum Beispiel eine Brücke zeitgleich mit den Modellen konstruiert werden. So verkürzt sich der Arbeitsprozess deutlich, der im Analogen zwangsläufig nacheinander erfolgen muss.



22

Abb. 21 Automatisch erstelltes Okklusionsprotokoll. Abb. 22 Kontrolle der okklusalen Kontakte nach manuellem Einartikulieren.



Ralph Riquier
 ZTM
 r2dental
 CAD/CAM Beratung/Projektarbeit
 Korrespondenzadresse:
 Niemandsborg 77
 75196 Remchingen
 E-Mail: riquier@2dental.de