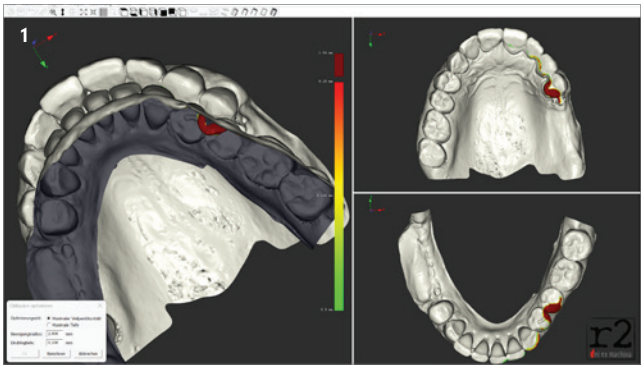
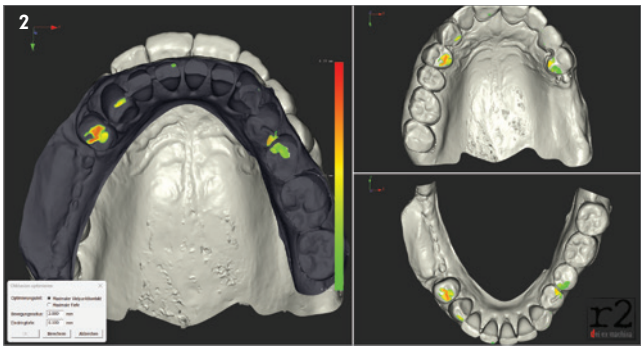
Klein, aber fein: Zusatzsoftware für spezielle Lösungen

Der digitale Workflow wird häufig als ein gradlinig durchlaufender Prozess zwischen Zahnarzt und Labor dargestellt. Dies ist in manchen Fällen auch gegeben. Häufig allerdings müssen auch digitale Arbeitsschritte unterbrochen oder ergänzt werden, um Anpassungen, Überprüfungen oder Korrekturen durchzuführen. Diese Eventualitäten müssen auch im digitalen Workflow abgebildet werden. Stand-alone-Softwaretools können hierbei eine sinnvolle Ergänzung zu den großen CAD-Programmen sein.

ZTM Ralph Riquier





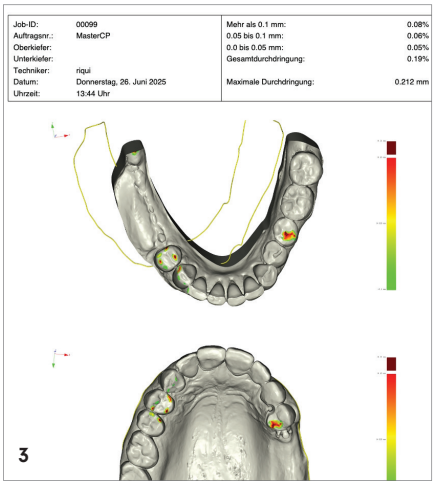


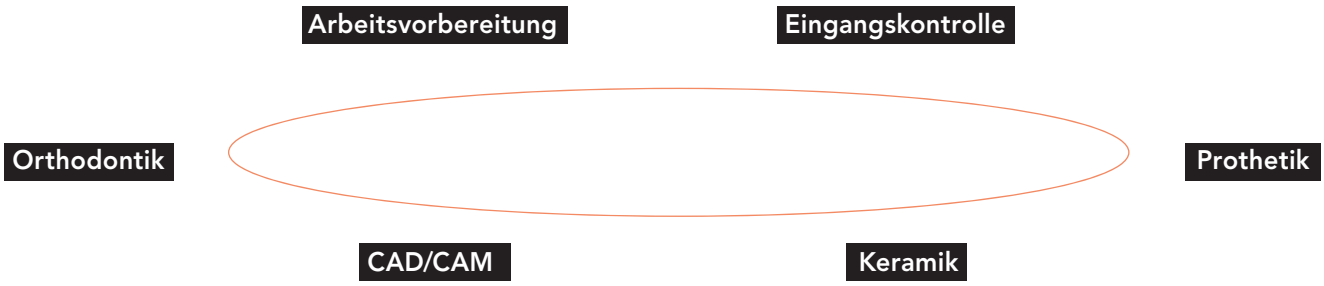
Abb. 1: Einseitig starke Durchdringungen weisen auf einen Matchingfehler hin. – **Abb. 2:** KI-basierte Okklusionskorrektur auf „maximaler Vielpunktkontakt" (MasterCP). – **Abb. 3:** Okklusionsprotokoll zur Verifizierung durch den Behandler.

Softwaretools

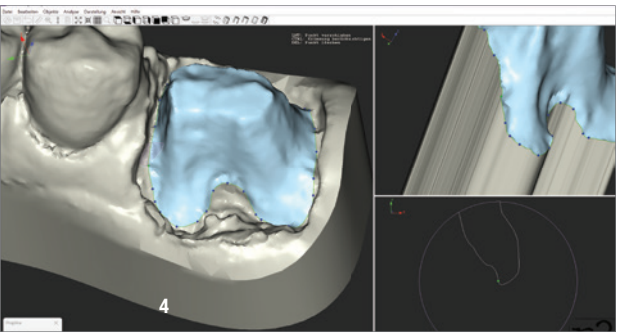
Bisslagekorrektur + Okklusionsprotokoll
Das Prüfen der vom Behandler beim IO-Scan (Intraoralscan) durch Matching erstellten Bisslage sollte grundsätzlich zu Beginn jeder Arbeit im Labor erfolgen. Ungereimtheiten wie starke Durchdringungen an einzelnen Zähnen bzw. starke einseitige Durchdringungen bei Nonokklusion auf der Gegenseite weisen auf Matchingfehler hin. Die Korrektur kann in speziellen Softwareprogrammen wie MasterCP erfolgen. Das auf Grundlage von KI-Algorithmen berechnete Optimierungsziel kann hier zwischen „maximaler Vielpunktkontakt" oder „tiefster Verschlüsselung" ausgewählt werden. Zur Verifizierung der Korrektur durch den Zahnarzt ist die Übergabe des automatisch erstellten Okklusionsprotokolls obligat.

Präparationsgrenze
Sollten beim IO-Scan kleine Bereiche der Präparationsgrenze durch Speichel oder Gingiva verdeckt und ein Nachscannen nicht möglich sein, kann auch hier eine Anpassung erfolgen. Die Präparationslinie wird hierbei in der Software markiert und der zu bearbeitende Bereich in x-, y- und z-Richtung verschoben. Auch hier muss eine Rücksprache mit dem Behandler erfolgen.

Checkbiss + Kieferrelationsbestimmung
Bei aufwendigen Arbeiten sollte bei der Einprobe auch immer eine erneute Prüfung der Bisslage erfolgen. Diese Checkbisse lassen sich ebenso rein digital erstellen. Wie bei einem Quetschbiss wird ein virtueller Biteblock zwischen die Zähne positioniert und im Anschluss die Okklusalflächen von diesem abgezogen. Dieser Bissblock kann 3D-gedruckt werden und dient nun der exakten Verschlüsselung im Patientenmund.



Für eine therapeutische Kieferrelationsbestimmung bezahnter und unbezahnter Patienten besteht bei der Software BiteReg die Möglichkeit, verschiedenste Formen von Registraten zu konstruieren. Neben dem klassischen Stützstiftregistrat sind IPR, G-CAD oder Avosax-Registrate möglich. Die so verschlüsselte Bisslage kann dann wiederum in den digitalen Workflow übernommen werden.



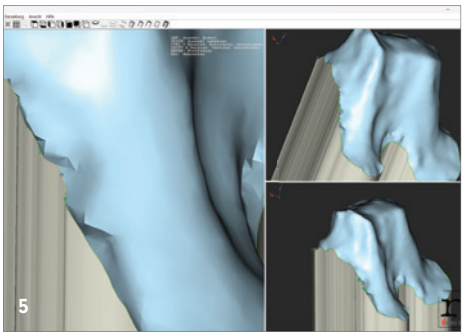
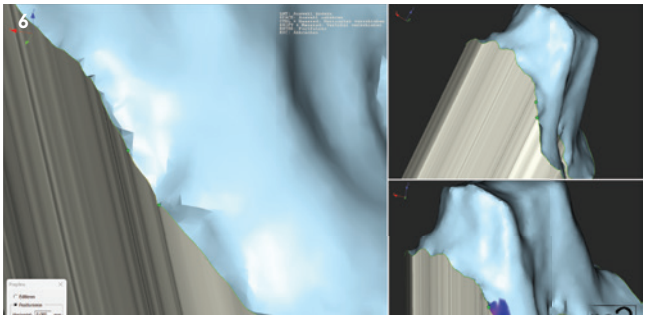
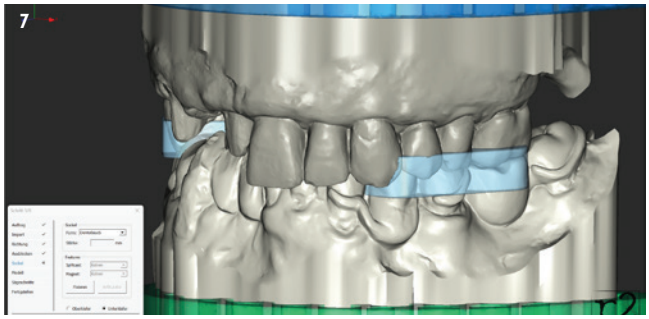
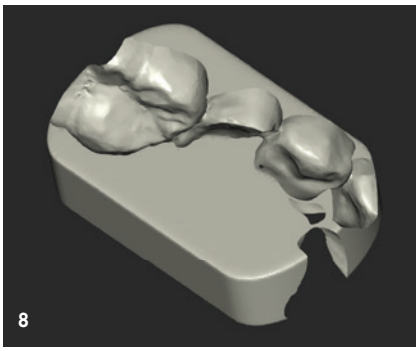
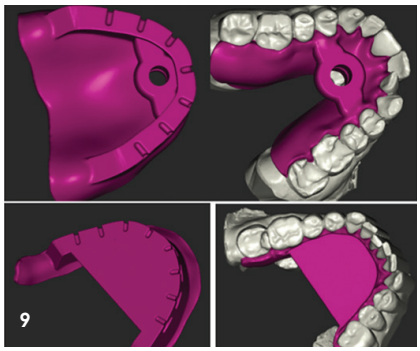


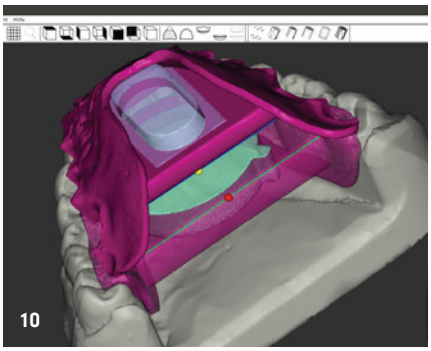
Abb. 4: Überlagerung der Präparationsgrenze durch Speichel. – **Abb. 5:** Markieren des betroffenen Bereichs. – **Abb. 6**: Anpassung durch Verschieben der Präparationsgrenze. – **Abb. 7:** Digitaler Bissblock als Checkbiss. – **Abb. 8:** Datensatz vom Checkbiss zum 3D-Druck. – **Abb. 9:** Stützstiftregistrate konstruiert in BiteReg. – **Abb. 10:** Ein konstruiertes IPR-Registrat. – **Abb. 11:** Farbdarstellung zur Kontrolle des okklusalen Abstands. – **Abb. 12:** Markieren des zu reduzierenden Bereichs. – **Abb. 13**: Planares Reduzieren und automatisches Erstellen der Schleifkappe.

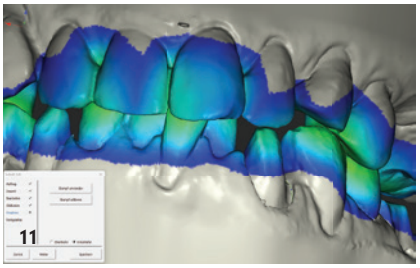


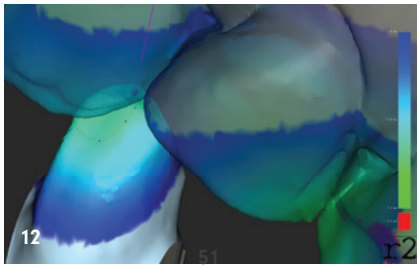


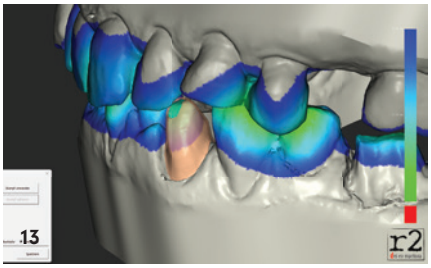




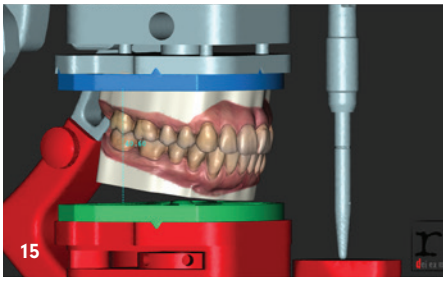














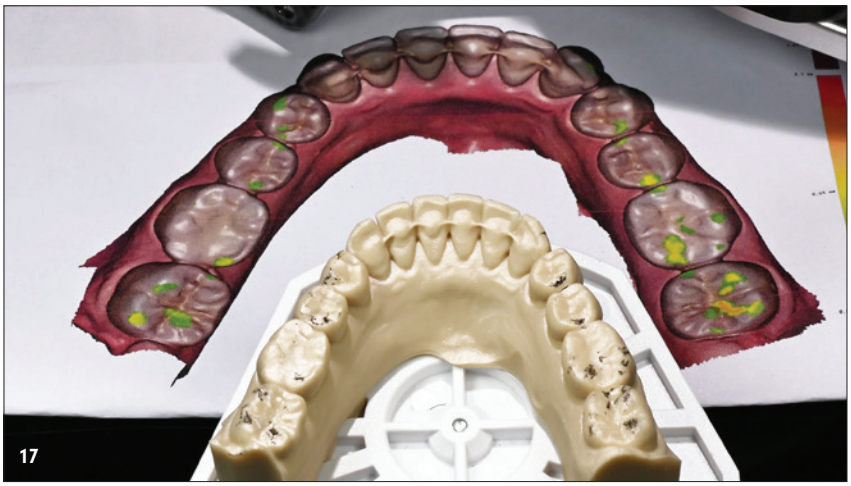


Abb. 14: Digital erstellte Modelle im analogen Artikulator. – **Abb. 15:** Einstellen der Kieferdaten im virtuellen Artikulator. – **Abb. 16:** Gipsfreies Einartikulieren mit justierbaren Sockelplatten. – **Abb. 17:** Durchdringungsprotokoll der digitalen Kontakte zum Abgleich mit der analogen Modellmontage.

Alle Abbildungen: © ZTM Ralph Riquier

Reduzierkappe

Erfolgt bei der Präparation keine ausreichende okklusale Reduzierung, kann eine Reduzierkappe oder ein Schleifkäppchen ein Mittel sein, um eine erneute Abformung – egal, ob analog oder digital – zu vermeiden. Im Digitalen kann die Schleifkappe in der MasterCP-Software erstellt werden. Ein farbcodierter Abstandsplott zeigt den aktuellen Abstand der Kiefer zueinander an. Hierzu wird einfach nur der zu reduzierende Bereich markiert. Nach Bestätigung wird der markierte Bereich planar reduziert und automatisch das Schleifkäppchen erstellt.

Artikulation

Verschiedene laborseitige Arbeitsschritte erfordern auch im digitalen Workflow eine Überführung der Kieferdaten in ein analoges Modell. Sobald die Restauration nicht komplett monolithisch hergestellt wird, ist auch das Einstellen der 3D-gedruckten Modelle in einen analogen Artikulator notwendig. Die softwareseitige Positionierung der Modelle im virtuellen Artikulator eröffnet die Möglichkeit einer gipsfreien Montage. Durch die in der Höhe sowie Lage einstellbaren Sockel Magic-Move und Magic-Lift (Baumann Dental) lassen sich Ungenauigkeiten aus dem Druckprozess, die sich zumeist durch Frühkontakte darstellen, beseitigen. Ein automatisch erstelltes Okklusionsprotokoll dient der Überprüfung, dass die okklusalen Kontakte auch eins zu eins vom „digitalen" in den analogen Artikulator übernommen wurden.

Spezielle Softwarelösungen, zumeist Stand-alone-Softwaretools, können die umfänglichen CAD-Programme sinnvoll und einfach ergänzen.

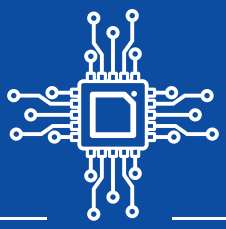
Zusammenfassung

Auf den ersten Blick scheint der digitale Workflow einem linearen Ablauf zu folgen. Beschaut man sich aber das reale Vorgehen, ergeben sich häufig Abzweigungen durch Ergänzungen, Kontrollen und Korrekturen. Die für diese „Umwege" benötigten Werkzeuge sollten im digitalen Workflow auch digital zur Verfügung stehen. Spezielle Softwarelösungen, zumeist Stand-alone-Softwaretools, können hierbei die umfänglichen CAD-Programme sinnvoll und einfach ergänzen.

kontakt.

ZTM Ralph Riquier
r2 dei ex machina
www.r2deiexmachina.com

ZTM Ralph Riquier [Infos zum Autor]



3D-DRUCK