



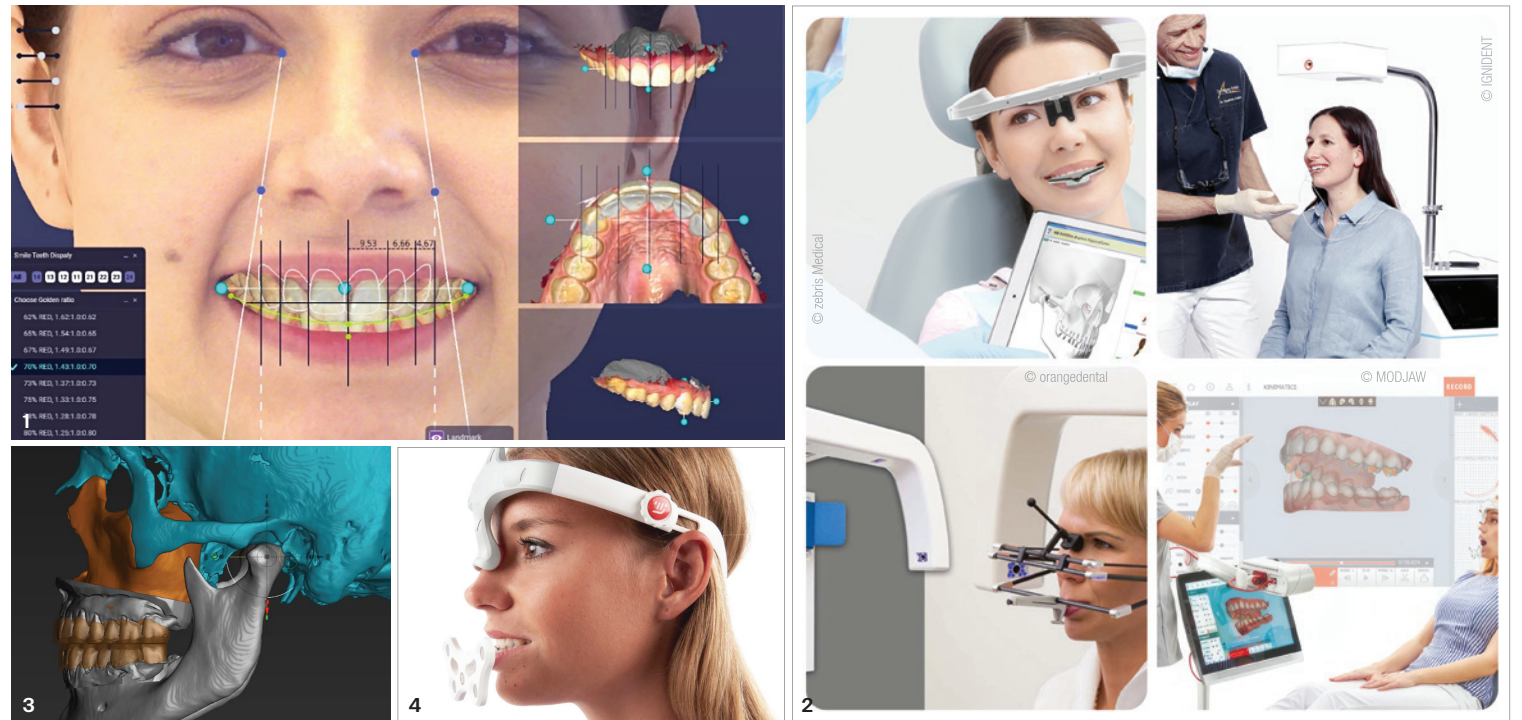
Gesichtsscan und Funktionsanalyse als Ausgangspunkt digitaler Prozesse für Zahnersatz

Ein Beitrag von Dr. med. dent. Karsten Kamm

Als ideal wird Zahnersatz empfunden, wenn er sich beim Tragen natürlich anfühlt und von außen nicht als solcher zu erkennen ist. Hierzu spielen im Vorfeld die Gesichtsanalyse sowie der Gesichtsscan durch den Zahnarzt eine entscheidende Rolle, mit deren Hilfe dem Patienten alle prothetischen Optionen visuell gezeigt werden können. 2D-Fotos sind aufgrund der perspektivischen Verzerrung nicht geeignet. Der Fachbeitrag von Dr. med. dent. Karsten Kamm geht der Frage nach, wie sich Funktionsebenen in einen virtuellen Artikulator übertragen lassen.

Abb. 1: Mithilfe des Gesichtsscans können dem Patienten alle prothetischen Optionen visuell gezeigt werden. **Abb. 2:** Die elektronischen Messverfahren zur Analyse von Kieferbewegungen und Bissverhältnissen: zebris®, IGNIDENT®, Freecorder® und MODJAW®. **Abb. 3:** Eine Kondylenpositionsanalyse erfasst vergleichend dreidimensional die Stellungen kondylärer Positionen in relativem Bezug zu definierten Unterkieferlagen. **Abb. 4:** MODJAW®-Löffel. **Abb. 5:** Die Natural Head Position (NHP) bietet einen stabilen Bezugsrahmen, von dem aus die Lage des Oberkiefers im Schädel und die Vermessung der individuellen Okklusionsebene entsprechend der Asymmetrien im Gesicht des Patienten erfolgen kann. **Abb. 6:** Unbeeinflusst von der skelettalen Klasse und möglichen Asymmetrien des Gesichtsschädels können über die NHP die dreidimensionale Lage des Oberkiefers erfasst und die Neigung der Okklusionsebene winkelgenau zur referenzierbaren Nullebene angegeben werden. **Abb. 7:** Eine virtuelle, schädelbezogene Montage der Kiefer im digitalen Artikulator ist mittels Gesichtsscan in einfacher und schneller Weise exakt möglich. **Abb. 8:** Der Patient in der sogenannten NHP vor dem Spiegel des Ray Scanner. **Abb. 9:** RayFusion kombiniert IOS-Bilder (Krone) sowie CT-Bilder (Wurzel) und erstellt so optimale 3D-Modelle für die Behandlungsplanung. **Abb. 10:** RAYFace Smile Design ist eine 3D-Software für digitales SmileDesign und -Simulation.

Sofern nicht anders vermerkt, alle Abbildungen: © Dr. med. dent. Karsten Kamm



Instrumentelle Funktionsanalyse und Kieferrelationsbestimmung

Unter dem Begriff der instrumentellen Funktionsanalyse werden im zahnärztlichen Bereich Untersuchungsmethoden verstanden, die unter Zuhilfenahme spezieller Instrumente und Geräte eine in quantitativer bzw. qualitativer Hinsicht ausgerichtete Beurteilung der Funktion des craniomandibulären Systems ermöglichen. Die Betrachtung der Funktion kann sich dabei auf unterschiedliche Aspekte fokussieren:

- kinematische Aspekte,
- Kondylenposition,
- vertikale und horizontale Kieferrelation,
- Orientierung der Zahnreihen im Schädel/Gesicht,
- Muskelaktivität der Kiefermuskulatur bei Unterkieferbewegungen.

Im Zuge eines sich zunehmend entwickelnden digitalen Workflows in der Restaurativen Zahnmedizin ist die instrumentelle Bewegungsanalyse als eine wichtige Ergänzung anzusehen, um die individuelle Bewegungsfunktion des Unterkiefers messtechnisch für die okklusale Gestaltung von Restaurationen im CAD/CAM-Prozess abzubilden.^{1,2}

Hierzu sind verschiedene elektronische Messverfahren auf dem Markt, wie MODJAW®, zebris®, Freecorder® und IGNIDENT®. Alle vier Systeme werden eingesetzt, um die Kieferbewegungen und Bissverhältnisse zu analysieren, und sind in der Lage, wichtige Daten für die Diagnostik und Therapieplanung bereitzustellen.

Kondylenpositionsanalyse

Eine Kondylenpositionsanalyse erfasst vergleichend dreidimensional die Stellungen kondylärer Positionen in relativem Bezug zu definierten Unterkieferlagen. Unterschieden werden können:

- die Kondylenpositionsanalyse unter Einsatz bildgebender tomografischer Verfahren,
- das indirekte Verfahren unter Verwendung eines stationären Messinstrumentes sowie montierter Modelle (mechanisch und/oder elektronisch),
- die Kondylenpositionsanalyse direkt am Patienten (unter Einsatz elektronischer Messinstrumente).

Während wir früher davon ausgingen, dass handgeführte Kieferrelationsbestimmung und zentrale Stützstiftregistrierung in einer ganz ähnlichen Unterkieferhaltung resultieren würden (= „gleiche“ Kondylenposition), ist dies heute widerlegt: Handgeführte Kieferrelationsbestimmung und Verschlüsselung auf der Pfeilwinkelspitze unter moderater Führung des Behandlers haben unterschiedliche Unterkieferhaltungen zur Folge.³⁻⁵

Gesichtsbögen bei digitalen Verfahren

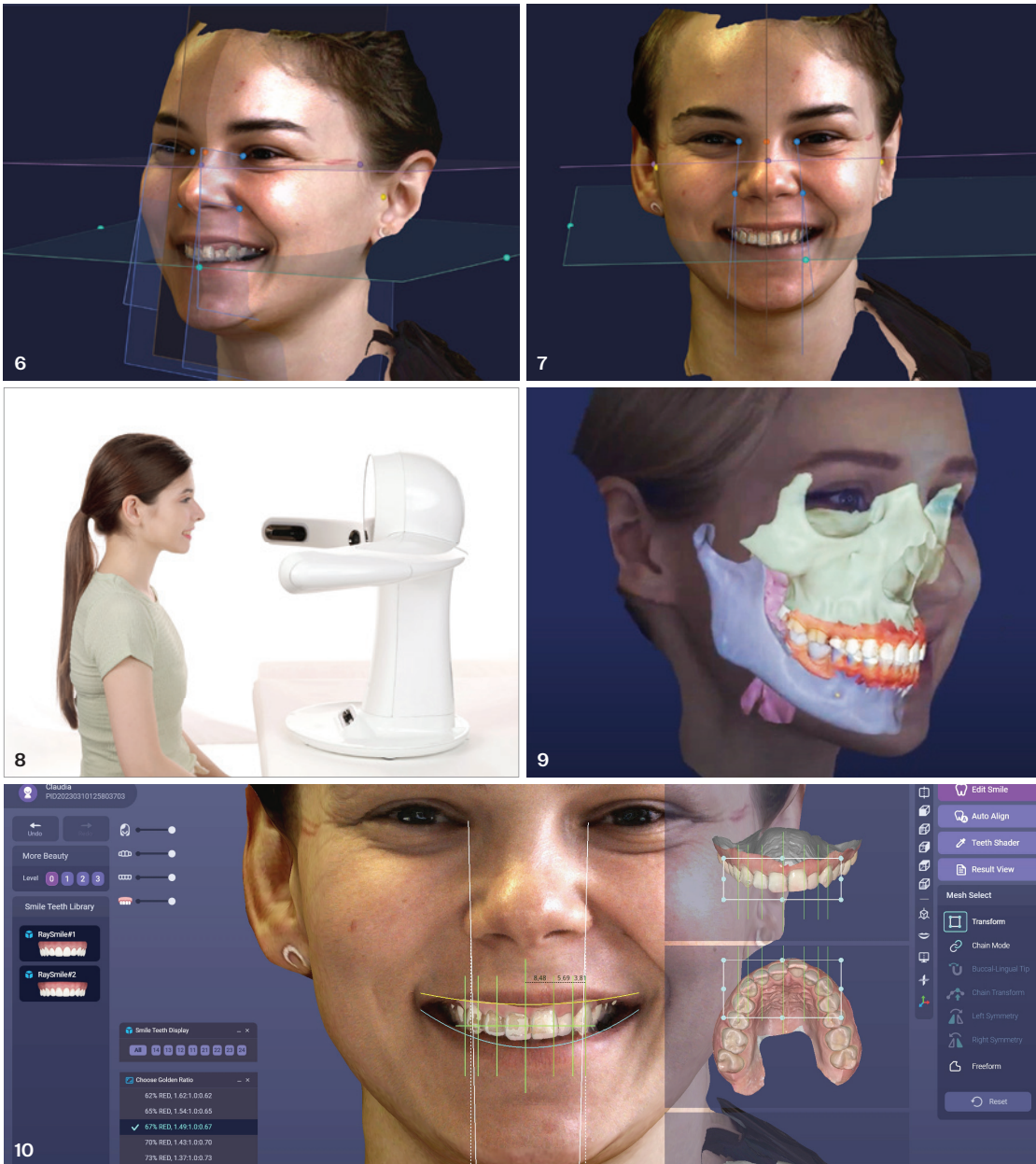
Durch Anwendung des „digitalen Gesichtsbogens“ wird erst die systemgerechte Kopplung unterschiedlicher anatomischer „Struktur“-

Daten (in Form von Intraoralscans der Zahnreihen und Face-Scans) und auf Unterkieferbewegungen und -positionen basierender „Funktions“-Daten möglich.⁶⁻⁹ Das digitale Verfahren benötigt Messsensoren/Messvorrichtungen und an Zahnreihen zu platzierende Transferplatten (wie Kopplungslöffel) sowie die räumliche Detektion von Referenzpunkten.

Vermessung und Registrierung

Für ein Smile Design benötigt man zudem die absolute Mitte im Gesicht. Diese natürliche Mitte stimmt im Normalfall nicht mit der skelettalen Mitte überein. Das Oberkiefermodell (.ply-Datei) muss raum- und schädelbezogen zugeordnet werden. Hierzu benötigt man die Natural Head Position (NHP), also einen stabilen Bezugsrahmen, von dem aus unbeeinflusst von der skelettalen Klasse die dreidimensionale Lage des Oberkiefers im Schädel erfasst werden und die Vermessung und Neigung der individuellen Okklusionsebene winkelgenau zur referenzierbaren Nullebene entsprechend der Asymmetrien im Gesicht des Patienten erfolgen kann. Der Patient nimmt dafür die natürliche Kopfposition ein – dabei bildet das Gesicht zum Boden einen Null-Grad-Winkel, genau wie zum Artikulator. So erhält man eine von körperlichen Asymmetrien unabhängige Bezugsebene. Die Okklusionsebenen sind nach Plaster¹⁰ aufgrund von natürlichen Asymmetrien auf beiden Gesichtshälften unterschiedlich stark geneigt, was anhand der Ala-Tragus-Linie festgestellt werden kann. Die Ala-Tragus-Linie wird vom unteren Rand der Nasenflügel (Ala nasi) und vom Knorpel vor dem Gehörgang (Tragus) gebildet und verläuft parallel zur Okklusionsebene. Für die Registrierung der Oberkieferstellung und zur Vermessung der Okklusionsebene benötigt man nach Kamm^{11,12} im digitalen Workflow die





NHP. Herkömmliche Transferbögen liefern diese Bezugsebene nicht, da sie am asymmetrischen Schädel angebracht werden. Daher sind sie fehlerbehaftet und können die natürlichen Gesichtsasymmetrien nicht erfassen. Diese Vermessungen und Analysen werden daher bei uns in der Praxis Zahngesundheits Baden-Baden digital mit einem One-Shot-Gesichtsscan von Ray Europe durchgeführt, denn damit ist keine Übertragung mit Gesichtsbögen mehr notwendig.

Wie entsteht ein digitaler Zwilling?

Die Software führt den Anwender durch den kompletten Prozess des Gesichtsscans und der 3D-Rekonstruktion mittels KI. Dabei lassen sich sowohl die schädelbezogene Ausrichtung der NHP sowie die Okklusionsebene (Ala-Tragus-Ebene und Bipupillarlinie) automatisiert mithilfe künstlicher Intelligenz ermitteln. Zusätzlich kann auch die Oberkiefermitte mit der Gesichtsmitte abgeglichen werden. Eine virtuelle, schädelbezogene Montage der Kiefer im digitalen Artikulator ist mittels Gesichtsscan ebenfalls in einfacher und schneller Weise exakt möglich. Durch die reibungslose Integration von RayFace können wir Intraoralscans an den Ray-Gesichtsscans ausrichten. Das fertig ausgerichtete Ergebnis kann in einer Laborsoftware (z. B. exocad, 3Shape etc.) für das Design von gesichtsorientierten Restaurationen exportiert werden, sodass das individuelle Lächeln und die Lippenlinie des Patienten mitberücksichtigt werden.

3D-Gesichtsscan und 3D-Röntgen-daten für eine bessere Planung

Zuerst wird ein Scan vom Gesicht angefertigt – beim Lächeln oder Lachen –, damit die Zähne gut zu sehen sind. Dabei steht der Patient in der sogenannten NHP vor dem Spiegel des Ray Scanner. Die Ray Software erleichtert durch Einblenden des Lippenprofils die korrekte Positionierung des Patienten und gewährleistet somit die präzise 3D-Erfassung für das Autoadjustment von Gesichtsscan- und Zahnschans. Auf die

gleiche Weise können auch 3D-Röntgendaten dem 3D-Datensatz zugeordnet werden. Mit der RayFusion-Software können nun zusätzlich die fusionierten 3D-Röntgendaten von DICOM in .stl-Dateien konvertiert werden. RayFusion ermöglicht die Ausrichtung von CT-DICOM- sowie 3D-Gesichtsdaten und damit die Trennung und Auswahl anatomischer Strukturen. Darüber hinaus bietet es separate .stl-Dateien für jede Zahnkrone und -wurzel, indem es IOS-Bilder (Krone) und CT-Bilder (Wurzel) kombiniert und so optimale 3D-Modelle für die Behandlungsplanung erstellt. Weiterhin sind die Atemwege, Nebenhöhlen und Nasennebenhöhlen trennbar. Die RayFace Software gestattet die An- und Abwahl anatomischer Strukturen sowie die Veränderung der jeweiligen Transparenz, wodurch verborgene Strukturen (retinierte Zähne, Nervkanäle etc.) sichtbar werden. Über die universelle Exportfunktion zu allen gängigen CAD-Softwaresystemen (exocad, 3Shape, OnyxCeph) werden dieselben Daten zur Verfügung gestellt. RAYFace Smile Design ist ein weiteres Tool, eine 3D-Software für digitales Smile Design und Simulation. Die Beratung des Patienten wird damit effektiver und Behandler können ihren Patienten einen Vorher-Nachher-Vergleich anbieten.

Fazit

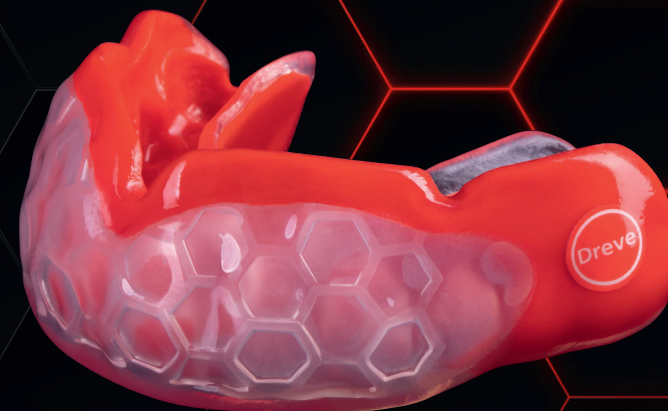
Der Gesichtsscan hat den Gesichtsbogen im digitalen Workflow abgelöst. Mithilfe der KI können alle relevanten Raum- sowie Bezugsebenen analysiert und übertragen werden. Durch die vollautomatisierte Fusion von Intraoralscan, Gesichtsscan, Funktionsdaten und einem DVT entsteht durch 3D-Konstruktion in der RayFace-Software ein digitaler Avatar. Dabei werden alle Daten im einheitlichen Koordinatensystem übertragen, sodass diese beim Import erhalten bleiben und man direkt ohne erneute Zuordnung der Daten weiterarbeiten kann.

Dr. med. dent. Karsten Kamm

An-Institut für Digitale Kompetenz in der Zahnmedizin an der Universität Witten/Herdecke
www.z-b-b.de



*Mouthguards für alle
Olympischen Sommerspiele
seit Sydney 2000*



Der perfekte Mundschutz für die besten Sportler

Unser Professional-3D Mundschutz mit der patentierten Einlage im Wabendesign, der bei der Olympiade in Paris für Furore sorgte.

Alle Mouthguards wurden in Paris mit dem Drufomat scan hergestellt. Auch kamen exklusiv unsere Abformmaterialien Zerosil® und Dynax® zum Einsatz.

Weitere Informationen unter:

dentamid.dreve.de

