

Technik  
Material  
Wissen

von Ralph Dahl, Düsseldorf

„Erwartet uns in der Zahntechnik eine industrielle Revolution?“  
Dieser Frage widmet sich der Autor und kommt zum Ergebnis,  
dass digitale Technologien hilfreich sind, jedoch viele  
handwerkliche Fertigkeiten der Zahntechniker:innen nicht  
ersetzen. An einem Patientenfall stellt er die Optionen vor,  
die sich durch das Zusammenspiel digitaler Technologien,  
moderner Werkstoffe und zahntechnischem Geschick ergeben.  
Ein Verfahrensweg, bei dem digitale Technologien (CAD/CAM-  
Fertigung) mit manuellen Fertigkeiten (Verblendung) vereint  
werden. Eine Besonderheit ist der Systemgedanke,  
der dem Fertigungsprozess zugrunde liegt.

# Alles aus einer Hand



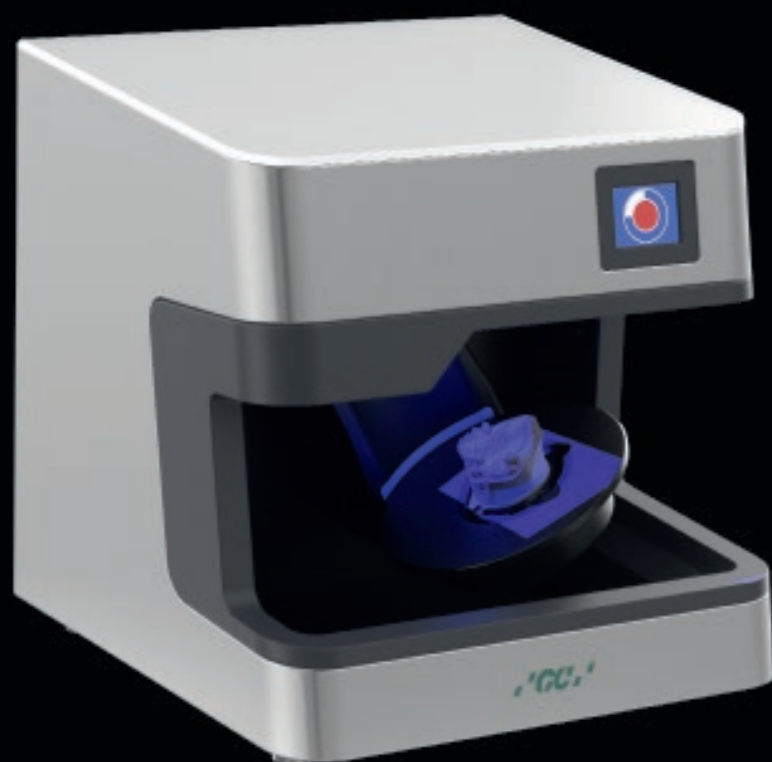
GC-Keramik trifft auf  
GC-CAD/CAM-System





## DATENERFASSUNG IM LABOR: NEUE GENERATION VON LABORSCANNERN

**Abb. 1:** Vollautomatisch, präzise und intuitiv in der Bedienung: Der neue Aadva Lab Scan 2 (GC)



Um CAD/CAM-gestützt arbeiten zu können, müssen die Arbeitsgrundlagen digitalisiert werden. GC hat mit dem Aadva Lab Scan 2 (**Abb. 1**) einen modernen, vollautomatischen Laborscanner mit einer innovativen Sensortechnologie auf den Markt gebracht, die auf Blaulicht-LEDs mit Streifenlicht-Triangulation beruht. Der Sensor ist mit einer hochauflösenden 5-Megapixel-Kamera ausgestattet, die eine sehr hohe Scan-Genauigkeit – 4 µm nach ISO12836 – bietet und zugleich mit einer kurzen Aufnahmezeit – nur ca. 22 Sekunden für den vollständigen Zahnbogen – beeindruckt. Aufnahmen erfolgen entweder als monochrome oder als farbige Textur-Scans. Die Wahlfreiheit zwischen den beiden Optionen ist im Laboralltag hilfreich: Farbscans ermöglichen eine höhere Informationsvielfalt; es können Anzeichnungen, Anmerkungen etc. erfasst

werden. Eine Zeitersparnis beim Scannen ergibt sich durch die automatisierte Z-Achse. Zusätzlich zu Schnelligkeit, Präzision und Benutzerfreundlichkeit überzeugt die leistungsfähige Anwendersoftware des Aadva Lab Scan.

### Die ideale Gerüstgeometrie

Um ein präzises Zirkonoxid-Gerüst herzustellen, bedarf es einiger wichtiger Voraussetzungen. Während der Scanner fast alle Geometrien erfassen kann, die im visuellen Bereich liegen, lassen sich frästechnisch komplizierte Präparationsbereiche nur schwer darstellen. Es gibt gewisse Grundanforderungen, die aus material- und verfahrenstechnischer Sicht an eine keramikgerechte Präparation zu stellen sind. Bei ungeeigneten Geometrien ist die Software teilweise nicht in der Lage, die Formen exakt zu erfassen. Die Folge sind lange Nachbearbeitungszeiten und ein aufwändiges Aufpassen der Gerüste. Für einen detailgetreuen Scan sollten die Stümpfe eine ideale Geometrie aufweisen; die Grundlage für einen ideal passenden Zahnersatz. Benötigt werden weiche Formen, abgerundete Kanten, eine ausreichende Hohlkehle und genügend Platz im Verblendbereich. Okklusal sollte der Freiraum für ein tragfähiges Gerüst und eine stabile Verblendkeramik ausreichend dimensioniert sein (**Abb. 2**). Optimal sind weiche Formen und abgerundete Kanten (**Abb. 3**).

Auch bezüglich des Gerüstdesigns sind grundlegende Vorgaben zu beachten, die oft bereits in der Konstruktionssoftware hinterlegt sind. Beispielsweise sind die vorgeschriebenen Werte für den Querschnitt im Bereich der Konnektoren in der Software (exocad) hinterlegt und dürfen beim Ausarbeiten nicht unterschritten werden. Durch eine geschickte Positionierung und Gestaltung stehen die ästhetischen Anforderungen jedoch nicht im Widerspruch zu stabilen Gerüsten, die auf Sicherheit und Langlebigkeit ausgelegt sind. Bei strenger Einhaltung aller vorgegebenen Parameter werden eine gute Passung und eine hohe Stabilität des CAD/CAM-gefertigten Gerüsts erzielt.

Abb. 2: Keramikgerechte Präparation im Frontzahnbereich



Abb. 3: Ideale Stumpfgeometrie



## RALF DAHL

schloss seine zahntechnische Ausbildung 1985 ab. Bis 1988 intensivierte er seine Kenntnisse in einem gewerblichen Labor mit den Schwerpunkten Edelmetall, Keramik und Geschiebearbeiten. Nach Stationen in einer Privatpraxis und als Zahntechniker in leitender Funktion schloss er 1991 die Meisterschule Düsseldorf erfolgreich ab. Seit 1994 ist er Mitinhaber und Geschäftsführer der MB Dentaltechnik GmbH. Er ist Mitglied der „dental excellence international Laboratory Group“, der EDA sowie der DGÄZ. Der Autor zahlreicher Fachartikel ist auf Fachvorträge und praktische Arbeitskurse im Bereich Verblendtechnik und Vollkeramik spezialisiert. Spezialgebiete sind polychrome Verblendtechnik im Bereich Keramik, funktionelle und ästhetische Herstellung vollkeramischer Inlays, Onlays, Veneers und Vollkronen sowie die Herstellung und Verblendung von Kronen und Brücken aus Oxidkeramiken und Lithium-Disilikat. Über GC Europe bietet er Fortbildungen zum Thema „Alles Vollkeramik“ an. Mehr unter [gcfortbildung.de](http://gcfortbildung.de)

## PATIENTENFALL: ERFOLG IST PLANBAR

Ein Patient stellte sich in der Zahnarztpraxis mit dem Wunsch einer verbesserten Ästhetik im Frontzahnggebiet vor. Die Zähne 12 und 21 waren mit Komposit gefüllt und stark verfärbt (**Abb. 4**). Gemeinsam beschloss das prothetische Arbeitsteam, die beiden Zähne mit Kronen auf Basis eines Zirkonoxid-Gerüsts zu versorgen. Um den hohen ästhetischen Herausforderungen zu entsprechen, sollten die Kronen manuell verblendet werden. Die Zähne wurden entsprechend präpariert. Eine abgerundete Hohlkehle, weiche Formen und ausreichend Platz für die Verblenderkeramik boten beste Voraussetzungen für eine funktionell-ästhetische, langzeitstabile Restauration (**Abb. 5**). Nach der Abformung wurden die Modelle hergestellt. Auf dem präzisen Meistermodell ist die Präparationsgrenze exakt dargestellt (**Abb. 6**).

### Digitales Handwerk: Scannen und CAD-Konstruktion

Das Digitalisieren des Modells erfolgte mit dem neuen Aadv Lab Scan 2 (GC). Das offene Design des Scanners ermöglicht den direkten Zugang zum geräumigen Arbeitsbereich. Dank seiner großen Systemplatte können selbst Artikulatoren aufgenommen werden. Auch das kondylenbezogene Scannen artikulierter Kiefermodelle ist mit entsprechenden Geräten möglich. Alternativ erfolgt das Scannen mit Mittelwert-Artikulatoren.



**Abb. 4:** Ausgangssituation. Zähne 12 und 21 sollen prothetisch versorgt werden



**Abb. 5:** Keramikgerechte Präparation der beiden Zähne als ideale Grundlage

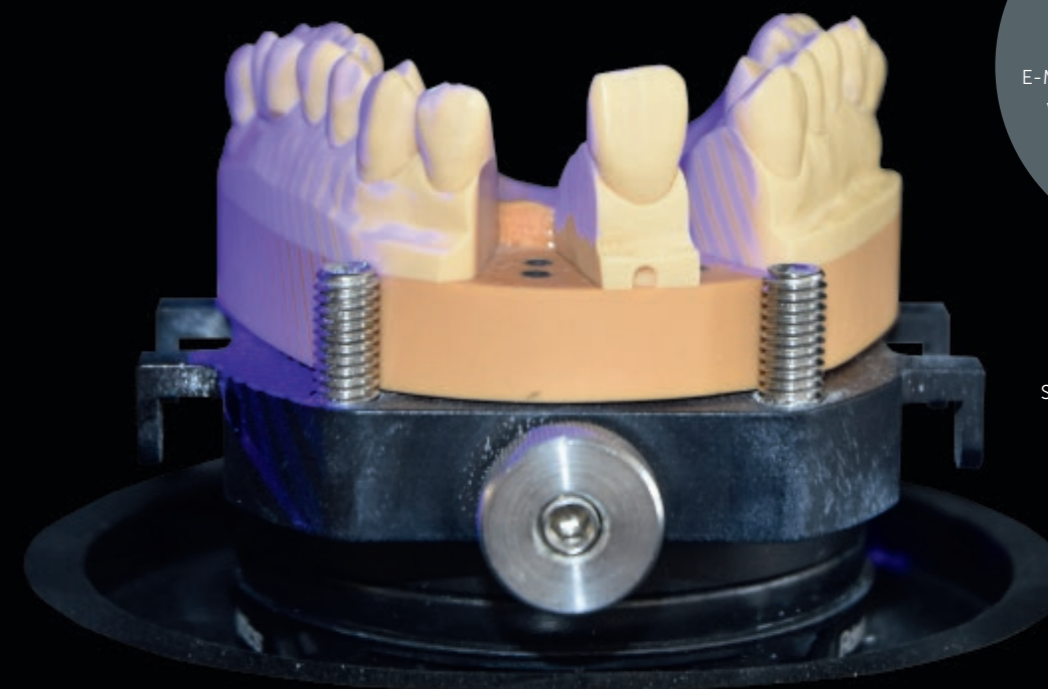
Abb. 6: Das Modell mit den präparierten Stümpfen



Das Modell wurde entsprechend eingespannt (**Abb. 7**). Hierbei zeigte sich ein weiterer Vorteil des Scanners: Die rutschfeste Gummimatte auf der Systemplatte sorgt für optimale Standsicherheit. Intuitiv erfolgt die Navigation durch die Anwendersoftware. Der Scanner besitzt einen bedienerfreundlichen Touchscreen, über den sich die wichtigsten Befehle direkt eingeben lassen. Ideal in der Anwendung ist das breite Messfeld-Spektrum (X x Y x Z) von 85,2 x 58,1 x 82 mm. Komfortabel: Das zu scannende Objekt wird automatisch in das Messfeld geführt. Zudem bietet das Automatisieren der Z-Achse eine erhebliche Erleichterung. Das Modell bewegt sich automatisch in die richtige Höhe, sodass nur noch in Einzelfällen in den Scan-Vorgang eingegriffen werden muss. Der Scanner bietet eine erstaunlich hohe Flexibilität; die Abläufe in der Software sind variabel wählbar. Zwar

übt das Umgebungslicht keinen störenden Einfluss auf den Scanvorgang aus. Die Scanner ermöglicht das Verwenden offener Dateiformate (PLY, STL), die sich hervorragend für jede offene CAD-Designsoftware eignen. Zudem ist der Aadv Lab Scan 2 uneingeschränkt kompatibel mit exocad.

Die Modelle waren in kürzester Zeit digitalisiert (**Abb. 8, Seite 8**). Auch das Vorgehen beim Vorbereiten der digitalen Modelle folgte einem intuitiven Ablauf. In der Scanner-Software lassen sich verschiedenste Konfigurationen vornehmen, etwa das Adaptieren der Passungsparameter und die Bestimmung der Einschubrichtung (**Abb. 9, Seite 8**). Die digitalen Daten für das Herstellen der Gerüstkrappen wurden für das Fräszentrum vorbereitet und anschließend versandt.



**Kontakt**  
**ZTM Ralf Dahl**  
E-Mail: [dahlralf@googlemail.com](mailto:dahlralf@googlemail.com)  
[www.mbdentaltechnik.com](http://www.mbdentaltechnik.com)

**Abb. 7:** Eingespanntes Sägeschnittmodell im Aadv Lab Scan 2

schlägt das Programm eine Abfolge von Scans-Tabs zur Datenerfassung vor, allerdings kann der Anwender frei entscheiden, ob diese Sequenz geändert und an individuelle Bedürfnisse angepasst werden soll.

Die Sensortechnologie – Blaulicht-LEDs mit der Streifenlicht-Triangulation – bietet eine sehr hohe Präzision, sodass die Sicherheit einer exakten Wiedergabe gegeben ist. Dank des intelligent konzipierten Gehäuses des Aadv Lab Scan 2

### Materialkompetenz und Vielfalt

Dank moderner Materialien stehen verschiedene Fertigungswege für vollkeramische Restaurationen zur Verfügung. So können beispielsweise mit transluzentem Zirkonoxid monolithische Restaurationen erstellt werden, die eine gute Festigkeit mit hohen ästhetischen Ansprüchen vereinen. Die vollanatomischen Gerüste werden beispielsweise mit Lustre Pastes NF (GC) oder/und Spectrum Stains (GC) bemalt und erhalten so



Abb. 8: Fertiggestellte Scans der präparierten Zähne 12 und 21

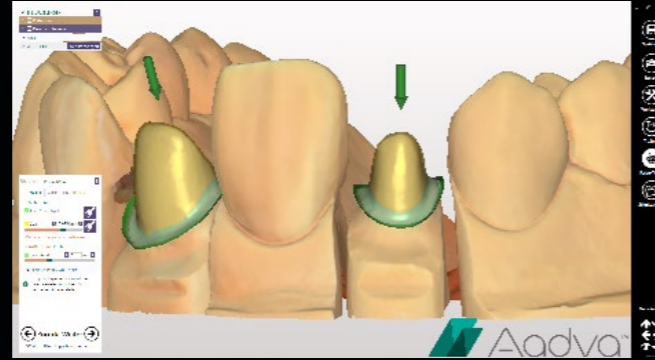


Abb. 9: Bestimmen der Einschubrichtung

Abb. 12: Nahansicht Gerüstkappe Zahn 21; nahezu perfekter Randschluss



Abb. 13: Wash-Brand mit GC Lustre Paste



Abb. 10: Zirkonoxid-Kappen mit palatinaler Girlande auf dem Modell



Abb. 11: Nahansicht Gerüstkappe Zahn 12 von vestibulär

ihr natürliches Finish. Zudem lassen sich farblich individualisierte Zirkonoxid-Materialien mit der Micro-Layering-Methode (dünne Schicht-Verblendkeramik, siehe dzw zahntechnik Edition 1) individualisieren. Bei besonders anspruchsvollen Frontzahnkronen mit komplexer Farbstruktur ist die individuelle Verblendtechnik (GC Initial ZR-Fs) das Mittel der Wahl. Bei einer Farbauswahl am Patienten werden interne Farbstrukturen, verschiedene Opazitäten und Transluzenzen gezielt bestimmt. Durch die Materialvielfalt im jeweiligen Schichtkeramik-System können alle in der Natur vorkommenden lichtoptischen Charakteristika eines natürlichen Zahns nachgeahmt werden. Auch in diesem Fall war die Verblendtechnik der optimale Weg zum Ziel. Die Zirkonoxid-Gerüste wurden in anatomisch verkleinerter Zahnform gefräst.

Abb. 14: Wechselspiel aus konkaven und konvexen Bereichen für Tiefe und Dreidimensionalität



### Ausarbeiten der Zirkonoxid-Gerüste

Durch die hohe Präzision des Scanners und das Herstellen der Gerüste durch einen erfahrenen Fräsdienstleister war das Aufpassen der Gerüstkappen auf das Meistermodell mit nur wenig Aufwand verbunden. Durch das Aufpassen unter einem Stereo-Mikroskop lassen sich eventuelle Frühkontakte des Gerüsts auf der Präparationsgrenze präzise entfernen. Um materialschonend vorzugehen, erfolgte das Ausarbeiten der Kappen mit geeigneten rotierenden Werkzeugen. Im vorliegenden Fall wurden die Gerüstkappen im palatinalen Bereich mit einem Zirkonoxid-Rand gestaltet (Girlande) (Abb. 10 und 11, Seite 8). Der kleine Rand adaptiert sich erfahrungsgemäß gut an das Weichgewebe und gewährleistet aus materialtechnischer Sicht eine hohe Stabilität. Die Inzisalkanten wurden in einem unregelmäßigen Verlauf nachgearbeitet, um die Lichtbrechungskante möglichst natürlich zu gestalten (Abb. 12).

### Klassisches Handwerk: Die Schichtung

Beim Verblenden von Gerüsten obliegt das Schichten einer hohen handwerklichen Fertigkeit. Der Zahntechniker sollen den Umgang mit seinen keramischen Massen gut beherrschen. Bei dieser Arbeit erfolgte das Verblenden mit GC Initial Zr-FS (GC). Das Manual dieser Kera-

mik sowie die Informationen in der App „GC get connect“ enthalten relevante Grundlagen sowie Tipps und Tricks für die praktische Anwendung.

Wichtiger Aspekt im Vorfeld der Verblendung ist das Aufbringen eines Wash-Brands. Dieser erfolgte mit den GC-Lustre-Pasten (Abb. 13, Seite 9). Die Farbmassen verleihen dem Zirkonoxid-Gerüst seine natürliche Fluoreszenz. Zugleich sorgen sie für mehr Chroma sowie Tiefenwirkung und bilden somit die Basis für die nachfolgende individuelle Keramikschiichtung. Die gewünschte Farbtiefe wurde durch den unterschiedlichen Aufbau hochchromatischer Inside-Massen auf den gebrannten Lustre-Paste-Käppchen zusätzlich unterstützt (Abb. 14, Seite 9). Durch das Einschichten von Inside 41 sollten natürlich wirkende inzisale Strukturen realisiert werden. Die Massen wurden in die konkav sowie konvex vorbereiteten Dentin-Areale – wellenförmiges Wechselspiel – geschichtet. Um Dreidimensionalität und Tiefenwirkung zu verstärken, diente eine Zwischenschicht mit „CLF-Massen“; ähnlich einer sogenannten Proteinschicht zwischen Dentin und Schneide am natürlichen Zahn. Die Schneide als letzte Schicht der Verblendung wurde an den Seitenleisten mit einer bläulichen Schneidemasse (EOP 3) und im zentralen inzisalen Bereich mit einer Mischung aus E57 und ca. 20 Prozent EOP 2 aufgebaut.

Abb. 15: Die fertig verblendeten Kronen zeigen eine hohe Natürlichkeit und ein lebendiges internes Farbspiel.



### Das Ergebnis

Nach einem abschließenden Brand präsentieren sich beide Kronen mit hoher Natürlichkeit und lebendigem internem Farbspiel (Abb. 15). Die Übereinstimmung einer keramischen Restauration zu den Nachbarzähnen wird grundsätzlich durch unendlich viele Faktoren bestimmt. Je mehr davon berücksichtigt und umgesetzt werden, desto größer ist die Adaption an die natürlichen Zähne. Die vollkeramischen Kronen 12 und 21 haben eine optimale Passung und zeigen eine Harmonie in Form und Farbe der Nachbarzähne (Abb. 16 und 17). Ein solcher Behandlungserfolg ist immer das Produkt von Teamarbeit. Ohne gute Arbeitsgrundlagen und das offene Miteinander sind solche zahntechnischen Ergebnisse nicht möglich. Daher geht an dieser Stelle ein großes Dankeschön an den Zahnarzt Dr. Heiko Brahms (Düsseldorf).



Abb. 16 und 17: Eingegliedert – Die vollkeramischen Kronen 12 und 21 integrieren sich unauffällig und natürlich in die Zahnreihe ein.

Fotos: Dahl