

# ZAHNTECHNIK MAGAZIN

**03**

**Juni 2025**

29. Jahrgang

ISSN 1433-6197

SAY HELLO TO...

 **Dental  
Direkt**

## **TECHNIK**

Präzision durch stapelbare  
Bohrschablonen

## **RECHT**

Compliance versus  
Entbürokratisierung

## **LABORFÜHRUNG**

Arbeitssicherheit beim  
3D-Druck

# Zirlux®

## COMPLETE & ESTHETIC TR

NEU



Neue Multilayer Zirkonoxide mit hoher Härte und Transluzenz - sowie Härteverlauf.

Zirlux Complete Zirlux Esthetic TR



### Die beste Verbindung zwischen Praxis und Labor heißt ConnectDental

Unter der Dachmarke ConnectDental bündelt Henry Schein sein Angebot zur digitalen Vernetzung von Zahnarztpraxis und Dentallabor sowie die Integration von offenen CAD/CAM-Systemen und innovativen Hightech-Materialien. Dabei bietet Henry Schein seinen Kunden ein lückenloses Portfolio aus Materialien, Geräten und Systemen mit verschiedenen Kapazitäten und individuellen Konzepten. Sie wünschen eine persönliche Beratung - unser spezialisiertes ConnectDental Team freut sich auf Sie.

 HENRY SCHEIN®  
ConnectDental®

Trusted  
Digital  
Solutions™

FreeTel: 0800-1700077 · FreeFax: 08000-404444 · [www.henryschein-dental.de](http://www.henryschein-dental.de)

Exklusiv bei Henry Schein

Zirlux

vhf

[www.zirlux.de](http://www.zirlux.de)

## Wie nachhaltig kann Zahntechnik sein?



Liebe Leserinnen und Leser,

wenn man es genau betrachtet, leben wir quasi in einem System kommunizierender Gefäße: Wenn in dem einen Gefäß etwas verändert wird, passiert auch in dem anderen etwas. Der erleichterte Bau von Windrädern zum Beispiel führt unter anderem dazu, dass letzte zusammenhängende Waldgebiete gerodet werden, was zwar die Windökonomie begeistert, aber Naturschützer verzweifeln lässt. Und auch mit der Wolfsfrage hadert nicht nur Rotkäppchen. Die Kunst des Lebens besteht wohl darin, jeden Tag aufs Neue den vermeintlich besten Kompromiss zu finden.

Die Zahntechnik unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit zu betrachten, ist ein gleichermaßen diffiziles Unterfangen. Heute ist es gang und gäbe, überall ein grünes Etikett aufzukleben. Man sollte allerdings hinterfragen, ob es nicht bloß Potemkinsche Dörfer sind, die mit viel Aufwand gebaut werden, aber womöglich gar nicht nachhaltig sind. Wenn man beispielsweise in den 1980er-Jahren ein Labor ausstattete, lebte man noch in der Gewissheit, dass ein solider ordentlicher Gerätepark ein Berufsleben lang (und oft darüber hinaus) das Labor tragen konnte – neben den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die jede Woche 40 Stunden plus x

Zahnersatz erster Güte anfertigten. Trimmer, Fräsgerät, Bunsenbrenner, Gussapparatur etc. waren solide konstruiert und auf Langlebigkeit angelegt. Dies kann man getrost als nachhaltig bezeichnen. Bis auf die Abbeizflüssigkeiten für die Oxidschicht nach dem Guss hielten sich auch die Sondermüllkontingente in Grenzen.

Mit Beginn der Digitalisierung hat sich das Betreiben eines Dentallabors grundlegend verändert: Die Austauschzyklen von Hardware werden nicht mehr in Jahrzehnten angesetzt. Wohl kaum einer fräht oder druckt noch mit den Maschinen der ersten Generation, sei es aus maschinentechnischen Gründen oder aufgrund von Softwareveränderungen. Hier werden oft kostspielige Nachinvestitionen fällig, die natürlich mit einer Inflationsrate verknüpft sind, während die Gebührenordnungen nur in homöopathischer Dosierung angepasst wurden. Die Verwendung von Druckern mündet in einer Chemikalienschlacht, die eine aufwendige Resteentsorgung von Sondermüll nach sich zieht\*.

Ich möchte auf keinen Fall gegen die Digitalisierung und den Fortschritt sprechen, aber doch wieder ins Feld führen, dass man überlegen sollte, was letztlich unter dem Strich herauskommt.

Ist die Anschaffung eines neuen Elektroautos tatsächlich nachhaltiger als der Golf-Diesel mit 4-Liter-Verbrauch, der schon 20 Jahre seinen zuverlässigen Dienst tut? Und braucht es tatsächlich die Werbegeschenke unterhalb der sogenannten Bestechlichkeitsgrenze, um sich das Wohlwollen seiner per se nur zahnärztlichen Kundinnen und Kunden zu sichern? Viele Dinge sind leider tatsächlich nur Wegwerfartikel. Ein hochwertiger, aber heutzutage verbotener Kugelschreiber eines Labors vergangener Tage liegt mir auch heute noch in der Hand. Wie viele 20-Cent-Werbekugelschreiber landen dagegen wohl schon bald nach ihrer Ausgabe in der Restmülltonne?

Ich plädiere für die Investition in eine gute Ausbildung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und eine angenehme Arbeitsatmosphäre – sowie die Auswahl seiner Kundschaft: Am nachhaltigsten ist die Arbeit, die nur einmal gemacht werden muss.

Ihr

Prof. Dr. Peter Pospiech  
Chefredakteur

\* VDDI: 3D-Druck mit flüssigen Kunstharzen in der Dentalindustrie.  
Leitfaden: Entsorgung von Abfällen bei wannenbasierten Systemen. Januar 2025

@ Bußmeier



@ macrovector/freepik



© Carbon



## ■ TECHNIK

- 126 **Statisch navigierte Implantologie: Präzision und Effizienz durch stapelbare Bohrschablonen**  
Felix Bußmeier
- 132 **Niemals ohne Zähne – Unterschiedliche Anforderungen in der Implantatprothetik**  
Petra Streifeneder-Mengele
- 138 **3D-Druck in der Zahnmedizin**  
PD Dr. Christian Höhne
- 146 **Abteilungsübergreifende CAD-Software**  
Ralph Riquier

## ■ ABRECHNUNG

- 150 **Digital – das neue Normal**  
Stefan Sander

## ■ RECHT

- 156 **Compliance versus Entbürokratisierung**  
Dr. Tobias Meyer

## ■ LABORFÜHRUNG

- 160 **Digitale Personalsuche ohne Stolpersteine**  
Sebastian Weidner
- 162 **Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz beim 3D-Druck**  
Werner Hebendanz
- 166 **Brandschutz im Dentallabor**  
Stefan Budde-Siegel
- 170 **Grünes Image als Wettbewerbsvorteil**  
Ursula Katthöfer

## ■ INTERVIEW

- 174 **Den Weg zur effizienten Zahnmedizin drucken**  
Terri Capriolo

## ■ WEITERE RUBRIKEN

- 123 **Editorial**  
Prof. Dr. Peter Pospiech
- 155 **Nachruf Prof. Dr. Matthias Kern**  
Prof. Dr. Peter Pospiech
- 176 **Produktinformationen**
- 177 **Personalblog**  
Nico Heinrich
- 178 **Vorschau**



## HOCHPRÄZISE 3D-MODELLMATERIALIEN MADE IN GERMANY

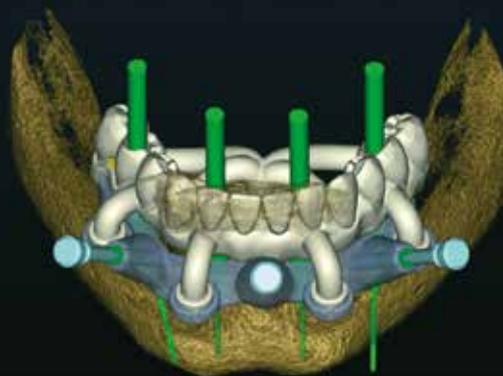
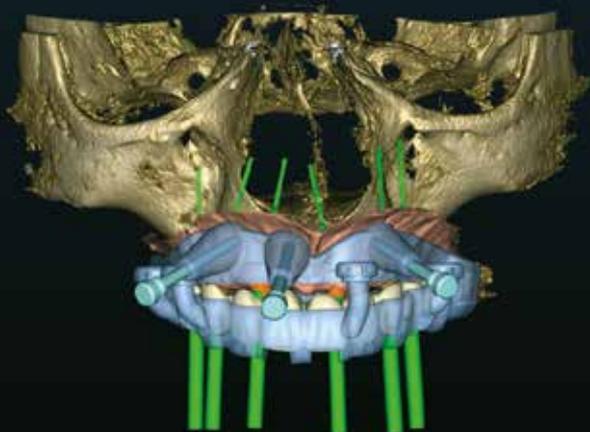
Unsere SHERAprint-Modellmaterialien sind hochwertige, lichthärtende Kunststoffe, die speziell für den 3D-Druck im Digital Light Processing (DLP) konzipiert sind. In unserem Werk in Lemförde fertigen wir für Sie nach den höchsten Qualitätsstandards. Für unsere hauseigenen Materialien haben wir die optimalen Druckparameter ermittelt und auf den 3D-Druck mit SHERAprint abgestimmt. Für präzise und zuverlässige Ergebnisse von Anfang an. Unsere Modellmaterialien sind die erste Wahl, wenn es um perfekte Meistermodelle, Implantatmodelle, Modelle für Aligner-Technik oder Veneermodelle geht. Weitere Infos unter <https://shop.shera.de/digital/3d-druck-material.html>



**SHERA.** *The model.*

**SHERA Werkstoff-Technologie GmbH**

Espohlstr. 53 | 49448 Lemförde | Deutschland | Tel.: +49 (0) 5443-9933-0 | [www.shera.de](http://www.shera.de)



## Statisch navigierte Implantologie: Präzision und Effizienz durch stapelbare Bohrschablonen

Die statisch navigierte Implantologie hat sich als präzise und effiziente Methode zur sicheren Positionierung von Implantaten etabliert. Ein innovativer Ansatz in diesem Bereich ist der Einsatz stapelbarer Bohrschablonen, die durch ihren modularen Aufbau gekennzeichnet sind. Diese Technik erleichtert den intraoperativen Arbeitsablauf und reduziert die Behandlungszeit, da mehrere chirurgische Schritte in einer präzisen Sequenz durchgeführt werden können. Dieser Fachbeitrag beleuchtet die technischen Grundlagen sowie den klinischen Nutzen dieser Methode und zeigt auf, wie stapelbare Bohrschablonen zur weiteren Optimierung der statisch navigierten Implantologie beitragen können.

**B**ei der Umsetzung komplexer implantatprothetischer Versorgungen hat sich das Konzept des Backward-Plannings in den vergangenen Jahren bewährt. Dabei wird die Implantatposition unter Berücksichtigung der zukünftigen prothetischen Versorgung und der anatomischen Gegebenheiten des Patienten oder der Patientin exakt ermittelt. Mithilfe moderner Bildgebung, computergestützter Planung und spezieller Führungsschablonen kann diese Planung präzise umgesetzt werden, sodass Implantate mit nur minimalen Abweichungen inseriert werden können. Das trägt nicht nur zu einer höheren Sicherheit und Vorhersagbarkeit des Eingriffs bei, sondern schont auch das periimplantäre Weich- und Hartgewebe, verkürzt die Behandlungszeit und verbessert insgesamt die Patientenversorgung.

Einen entscheidenden Beitrag zu dieser Entwicklung leisten additive Fertigungsverfahren, insbesondere der 3D-Druck. In der Zahntechnik eröffnet diese Technologie neue Möglichkeiten, da sie mehr Designfreiheit bietet und eine wirtschaftliche sowie präzise Herstellung patientenspezifischer Schablonen ermöglicht. Ohne den 3D-Druck wäre die Fertigung stapelbarer Bohrschablonen in ihrer aktuellen Form kaum realisierbar. Diese Technologie ermöglicht es, komplexe Geometrien mit hoher Genauigkeit und in kürzerer Zeit zu produzieren, wodurch der digitale Workflow in der Implantologie weiter optimiert werden kann. Dabei ist es wichtig, die technischen Grundlagen zu kennen, die in die-

sem Beitrag am Beispiel einer stapelbaren Schablone gezeigt werden und die das Potenzial im klinischen Anwendungsbereich aufzeigen.

### Genauigkeit und Einflussfaktoren der geführten Implantation

Das Ziel einer geführten Implantation mittels Bohrschablone und anschließender Sofortversorgung besteht darin, die Implantatposition sowie den prothetischen Entwurf, der unter Berücksichtigung von Ästhetik und Funktion auf Basis der Planungsunterlagen erstellt wurde, präzise auf die postoperative Situation zu übertragen. Trotz akribischer Planung und geführter Insertion der Implantate können dennoch Abweichungen von der zuvor digital festgelegten Position auftreten.

Übersichtsarbeiten haben gezeigt, dass zahngetragene Schablonen den rein schleimhautgetragenen Schablonen hinsichtlich der durchschnittlichen Abweichung überlegen sind [1,2]. Dies lässt sich hauptsächlich darauf zurückführen, dass anatomische Strukturen zur Fixierung fehlen. In solchen Situationen ermöglichen sogenannte Anchor-Pins, die im Kieferknochen verankert werden, eine stabilere Fixierung und können intraoperative Verschiebungen minimieren.

In zahnlosen Kiefern können Bohrschablonen entweder schleimhaut- oder knochengestützt sein. Hinsichtlich der Abweichungen dieser beiden Methoden gibt es zu wenig

Daten und keine klare Aussage darüber, welche der beiden Abstützungen eine genauere Positionierung der Implantate ermöglicht [1,3]. Die beschriebenen Abweichungen lassen sich unter anderem auf Bewegungsartefakte in der Bildgebung und die damit verbundene fehlerbehaftete Überlagerung der Daten im anschließenden digitalen Planungsprozess zurückführen [4]. Weitere Einflussfaktoren sind der Herstellungsprozess der Schablonen, Anwendungsfehler im chirurgischen Protokoll sowie eine fehlerhafte Positionierung der Schablone, beispielsweise durch eine ödematöse Schwellung infolge einer infiltrativen Anästhesie [2,5].

### Herausforderungen bei der Sofortversorgung

Besonders bei einer Versorgung unmittelbar nach der Implantation stellt die exakte Ausrichtung der vertikalen und horizontalen Dimension ohne die Möglichkeit einer großflächigen Abstützung auf der Schleimhaut bzw. ohne eine vorhandene Restbezahnung eine besondere Herausforderung dar. Potenzielle Abweichungen wirken sich direkt auf die Passgenauigkeit der prothetischen Versorgung aus. Daher können bei einer Sofortversorgung die provisorischen Aufbauten im Labor nicht direkt mit dem Provisorium auf Basis der Planungsunterlagen verklebt werden. Stattdessen müssen sie nach der Implantation nach dem Prinzip der Passiv-Fit-Technik spannungsfrei im Mund des Patienten bzw. der Patientin verklebt werden. Da die Kanäle für die spannungsfreie Verklebung mit einem Aufmaß versehen sind, entsteht eine gewisse Toleranz in der horizontalen und vertikalen Dimension. Diese Toleranzen können beim Verkleben zu einer fehlerhaften Okklusion und vertikalen Bisshöhe führen. Notwendige Korrekturen sind zeitaufwendig und verfehlen das ursprünglich formulierte Ziel einer präzisen Übertragung der prothetischen Planung auf die postoperative Situation.

Durch die Verwendung der Stapelschablone ist es möglich, die Sofortversorgung exakt an der zuvor geplanten Position zu fixieren, da die angebrachten Konnektoren eine direkte Verbindung zwischen der Schablone und der prothetischen Versorgung herstellen und so die digitale Ausrichtung präzise auf die analoge Situation übertragen.

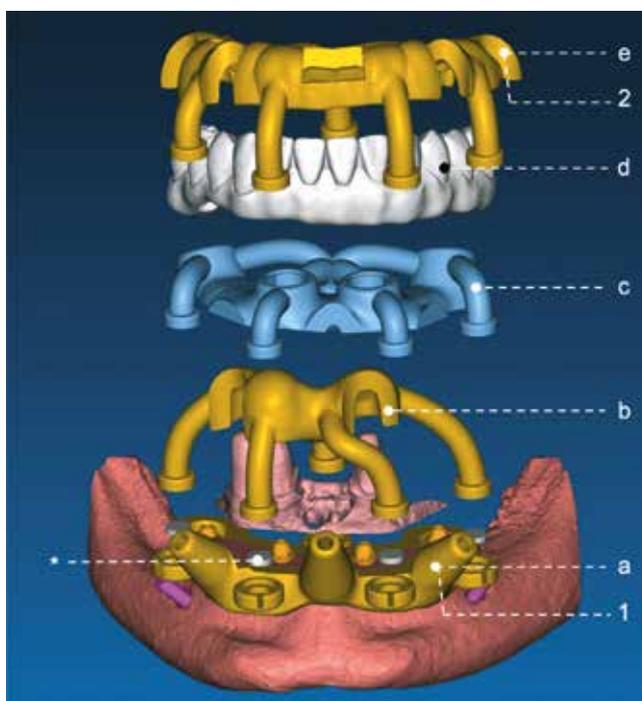
### Aufbau

Der grundlegende Aufbau einer stapelbaren Bohrschablone besteht aus mehreren Modulen, deren Anzahl und Art sich nach dem Umfang der chirurgischen Maßnahmen sowie der geplanten prothetischen Versorgung richtet. Auch bei der Verbindung dieser Module gibt es verschiedene Möglichkeiten – von einfachen Abstützungen über Steckverbindungen bis hin zur Integration von Magnetverbindungen.

Nicht jede Software zur Implantatplanung ermöglicht die Konstruktion dieser speziellen Art von Bohrschablonen, da hierfür oft erweiterte Designfunktionen erforderlich sind. Für den nun folgenden Patientenfall wurde die MagellanX-Software (medentis medical) verwendet, die auf der RealGUIDE-Software (3DIEMME) basiert.

Der dargestellte Patientenfall zeigt die einzelnen Module in vertikaler Anordnung, die jeweils über eine Steck- oder Magnetverbindung miteinander verbunden werden können (**Abb. 1**). Als chirurgische Maßnahme wurde eine Knochenreduktion zur Glättung des Alveolarkamms unter Verwendung einer knochengetragenen Stapelschablone durchgeführt, und für die prothetische Versorgung wurde ein Sofortprovisorium gewählt.

Die Trägerschablone in **Abb. 1a** mit Fixierungspins bildet die Basis zur Aufnahme aller weiteren Module. Sie kann mithilfe einer Fixierungsschablone (**b**), die auf der Restbezahnung abgestützt wird, präzise positioniert werden. Nach erfolgter Resektionsosteotomie wird die eigentliche Implantationsschablone (**c**) zur Durchführung des Bohrprotokolls magnetisch aufgesteckt. Zur eindeutigen Fixierung des Sofortprovisoriums (**d**) kann eine zweite Trägerschablone (**e**) verwendet werden. Alternativ sind die Konnektoren direkt mit dem Provisorium verbunden.



**Abb. 1a-e:** Virtuelle Ansicht in der Planungssoftware (MagellanX) mit schrittweiser Einblendung des modularen Aufbaus einer Stapelschablone mit Magnetverbindungen(\*): Trägerschablone (Nr. 1), knochengetragen mit drei Fixierungspins und Resektionsprofil (a), Fixierungsschablone zur eindeutigen Positionierung der Trägerschablone (Nr. 1) auf der vorhandenen Restbezahnung (b), Implantationsschablone (c), Sofortprovisorium ohne Konnektoren (d), Trägerschablone (Nr. 2) zur Aufnahme der Sofortversorgung (e).

### Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Der Designprozess der Stapelschablone beginnt mit der durch den Behandler oder die Behandlerin freigegebenen Implantatplanung. Besonders bei komplexen Fällen ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Zahntechnikermeister/-in und Behandler/-in unerlässlich.

Einen zentralen Aspekt stellt die Auswahl der Module zur Unterstützung chirurgischer Maßnahmen sowie das temporäre Belassen vorhandener Restbezahnung dar, da diese Faktoren nicht nur die exakte Ausrichtung der Trägerschablone erleichtern, sondern auch maßgeblich den Ablauf des chirurgischen Protokolls beeinflussen. Dabei sollte die Wertigkeit der verbleibenden Zähne als Positionierungshilfe gemeinsam mit dem Behandler bzw. der Behandlerin sorgfältig beurteilt werden, denn ein erhöhter Lockerungsgrad kann die Stabilität und Ausrichtung der Schablone negativ beeinflussen.

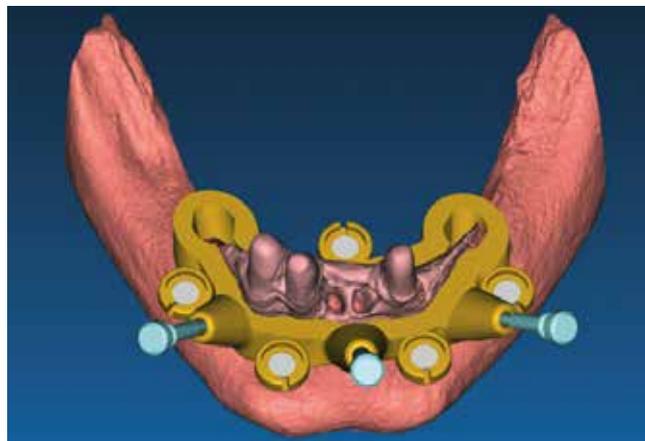
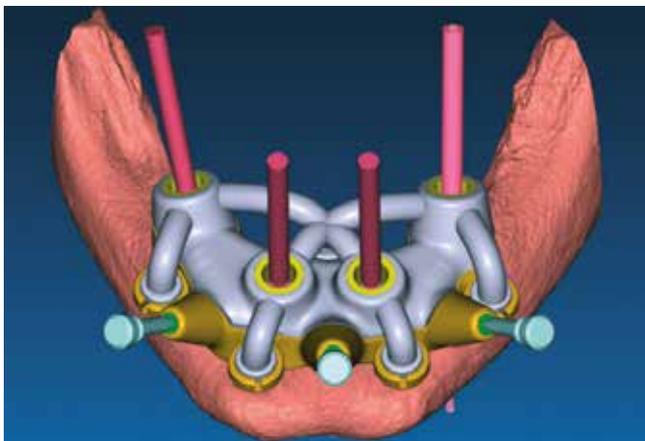
Eine präzise Abstimmung aller Schritte ist erforderlich, um die chirurgischen Maßnahmen exakt zu definieren und einen reibungslosen intraoperativen Ablauf zu gewährleisten. Nur durch diese interdisziplinäre Zusammenarbeit können eine hohe Präzision und eine Vorhersagbarkeit des Eingriffs sichergestellt werden.

### Designprozess und schrittweiser Ablauf

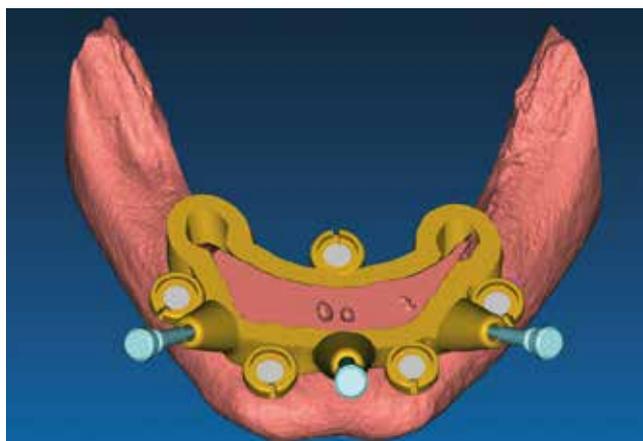
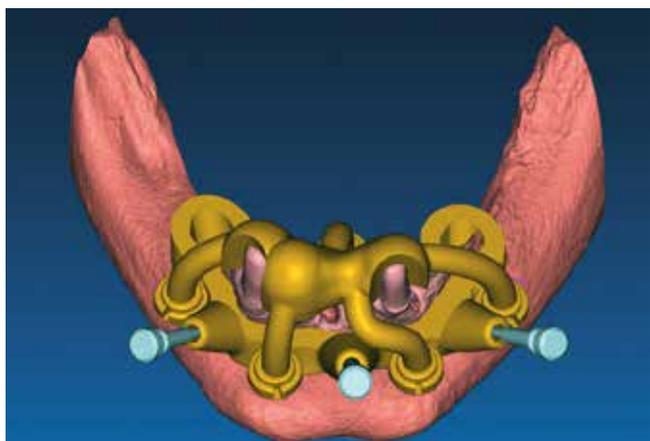
Für das Design einer Schablone ist ein STL-Datensatz erforderlich, der bei einer knochengetragenen Schablone zunächst durch eine Knochensegmentierung aus dem DVT-Datensatz generiert werden muss. Hierzu wird der Schwellenwert für Knochendichte so angepasst, dass eine eindeutige Kontur um die Kompakta dargestellt wird. Auf Basis der generierten Knochenstruktur wird zunächst die Implantationsschablone mit den Führungshülsen erstellt (**Abb. 2a**). Durch eine Volumenspaltung, die gleichzeitig eine Reduktion des Alveolarkamms auf Höhe der Implan-

tatschultern hervorruft, entsteht die Trägerschablone 1, die mit einem Abstand von 0,5 mm zur darüberliegenden Bohrschablone versehen wird (**Abb. 2b**). Bei dieser Vorgehensweise handelt es sich um eine CAD-Funktion, bei der ein oder mehrere Volumenkörper durch eine definierte Geometrie aufgespalten werden, sodass daraus eigenständige neue Körper entstehen. Im gezeigten Beispiel wird dadurch ein Teil des Alveolarkamms abgetrennt und verworfen. Aus der ursprünglichen Schablone entstehen simultan die Trägerschablone 1 (a) und die Implantationsschablone (c). Die Schablonen (a) und (c) waren ursprünglich ein und derselbe Volumenkörper, wurden jedoch durch die Volumenspaltung getrennt und anschließend mit Attachments versehen, die einen modularen Aufbau ermöglichen (**Abb. 1**). Sie führt hier also nicht nur zur Abtrennung des Knochensegments, sondern definiert gleichzeitig ein Resektionsprofil, anhand dessen der Alveolarknochen präzise auf das geplante Niveau reduziert werden kann.

Die Konnektoren für die Steck-/Magnetverbindung wurden individuell in der CAD-Software Autodesk Fusion (Autodesk) konstruiert, in die Planungssoftware importiert und in einheitlicher Einschubrichtung mit 4 mm starken schlauchförmigen Geometrien mit den Modulen verbunden. Die Konnektoren sind so konzipiert, dass die Magnete ohne Verklebung, sondern rein durch Friktion in ihrer vorgesehenen Position halten. Magnetverbindungen anstelle von reinen Steckverbindungen haben den Vorteil, dass sie durch die magnetische Haltekraft die Module – vor allem im Oberkiefer – auch ohne permanente manuelle Fixierung an Ort und Stelle halten. Sie bieten eine einfache Handhabung und ein schnelles Einrasten. Zudem verursachen sie weniger mechanische Fehlerquellen als Steckverbindungen, die durch wiederholte Nutzung verschleiben können. Die Fixierungsschablone zur Positionierung der Trägerschablone wird analog zum



**Abb. 2a und b:** Erstellung der Implantationsschablone mit Führungshülsen und Fixierungspins, die über eine Steck-/Magnetverbindung an der Trägerschablone abgestützt ist (a). Durch die Volumenspaltung entsteht die Trägerschablone mit Resektionsprofil (b).



**Abb. 3a und b:** Mithilfe der Fixierungsschablone wird die knochengetragene Trägerschablone ausgerichtet und mit Fixierungspins am Kieferknochen befestigt (a), virtuelle Osteotomie des Knochensegments anhand des Resektionsprofils mit eingblendeten Multiunit-Abutments (b).

Design einer Schiene auf dem Knochensegment mit Restbezahnung erstellt (**Abb. 3a**). Eingearbeitete Sichtfenster ermöglichen dem Behandler oder der Behandlerin eine visuelle Kontrolle der Passgenauigkeit.

Nach der präzisen Ausrichtung wird die Trägerschablone mit Fixierungspins am Kieferknochen befestigt und bleibt während des gesamten Eingriffs bis zur Verklebung der Sofortversorgung in exakt derselben Position. Dies stellt einen wesentlichen Vorteil der Stapelschablonen gegenüber einem nicht modularen Aufbau dar, bei dem einzelne Schablonen nacheinander entfernt und ausgetauscht werden müssen. Dadurch können sich minimale Abweichungen in der Positionierung summieren, was die Präzision der Implantatinserterion und der prothetischen Versorgung beeinträchtigen kann. Die stapelbare Konstruktion hingegen ermöglicht eine schrittweise und kontrollierte Durchführung des Eingriffs, wodurch die Planungsgenauigkeit bestmöglich in die klinische Umsetzung übertragen werden kann.

Die Sofortversorgung, die zuvor auf Basis einer vorhandenen Situation in der Anwendung Exocad (exocad) erstellt wurde und als Orientierung für die Positionierung der Implantate diente, wird durch eine zweite Trägerschablone fixiert. Nach dem Einbringen der Multiunit-Abutments (**Abb. 3b**) und der provisorischen Abutments wird die Sofortversorgung nach dem Prinzip der Passiv-Fit-Technik im Mund des Patienten mit dualhärtendem Komposit spannungsfrei verklebt (**Abb. 4a und b**).

Die Konnektoren können alternativ direkt mit der Sofortversorgung verbunden werden. Der Vorteil der hier dargestellten Methode liegt in einer reduzierten Nachbearbeitungsphase. Für die Verklebung mit dualhärtendem Komposit kann es sinnvoll sein, zusätzliche Injektionskanäle in vestibulorale Ausrichtung einzuplanen, um eine gleichmäßige und effektive Verteilung um das Abut-

ment zu gewährleisten und so einen optimalen Verbund zu erzielen.

### Fazit

Zusammengefasst ist erkennbar, dass stapelbare chirurgische Schablonen ein vielversprechendes Konzept in der Implantologie darstellen. Die Möglichkeit, verschiedene Module der Schablone miteinander zu verbinden, erlaubt eine präzise Positionierung der Implantate sowie eine passgenaue Sofortversorgung. Der Vorteil der modularen Struktur liegt vor allem in der Flexibilität, verschiedene klinische Situationen zu berücksichtigen.

Eine enge Zusammenarbeit zwischen Dentallabor und Zahnarztpraxis ist entscheidend, um die Vorteile dieser Schablonentechnik voll auszuschöpfen. Besonders bei komplexen Fällen kann der modulare Aufbau der Schablone in Verbindung mit modernen Softwarelösungen wie der MagellanX-Planungssoftware den Erfolg der Behandlung verbessern.

picodent®  
Der neue Fräsblank  
jetzt bei picodent.de

MSI  
REMOVA

THERMEO® MSI  
pro3dure

Die Verwendung von 3D-gedrucktem Acrylharz für die Herstellung der Schablonen stellt eine kostengünstige und effiziente Lösung dar, die es ermöglicht, alle Module des stapelbaren Schablonensystems zu fertigen. In Kombination mit digitalen Workflows, die eine genaue Planung und eine nahtlose Übertragung der Planung auf die Klinik ermöglichen, profitieren sowohl Patienten/-innen als auch Behandler/-innen von einer reduzierten Behandlungsdauer und einer präziseren Umsetzung der Planung.

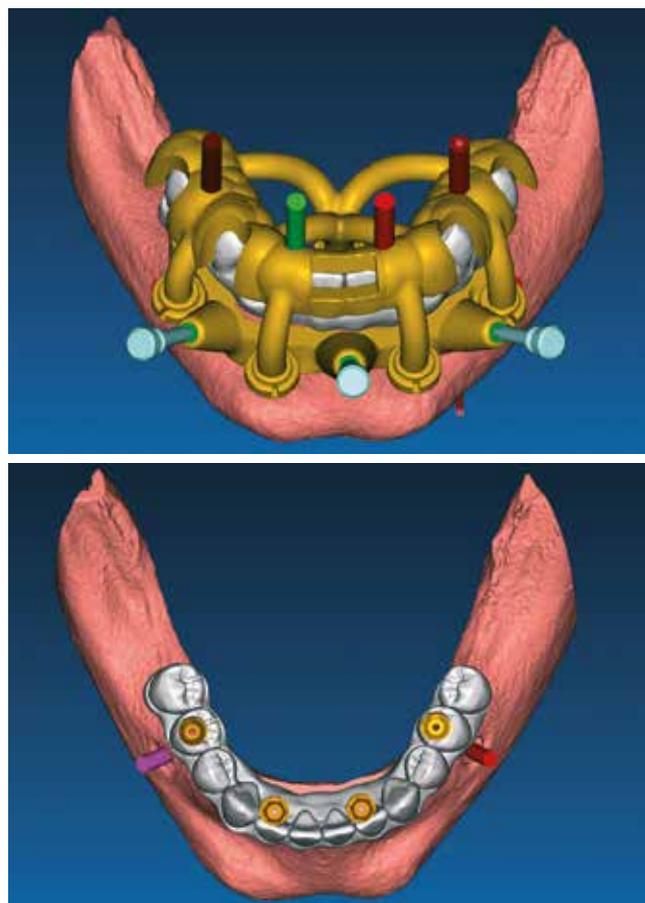
Die Möglichkeit der sehr genauen Übertragung der digitalen Planung zur analogen Situation im Sinne des Backward-Plannings kann postoperative Komplikationen reduzieren und in Kombination mit einer Sofortbelastung den Patientenkomfort bereits während der Einheilung erhöhen. Allerdings müssen potenzielle Risiken und Herausforderungen, wie die Notwendigkeit einer gründlichen Planung, der Umgang mit eventuell auftretenden Komplikationen und der spezifische Lernaufwand für das chirurgische Team, berücksichtigt werden.

Insgesamt stellt das stapelbare Schablonensystem eine bedeutende Weiterentwicklung der herkömmlichen schablonengeführten Implantationen dar, wenngleich es noch weiterer Studien bedarf, um die genaue Relevanz und die optimalen Einsatzmöglichkeiten umfassend zu bewerten [6]. ■

Bilder: © Bußmeier

Literatur

- [1] Tahmaseb A., Wu V., Wismeijer D., Coucke W., Evans C. (2018). The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic re-view and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 29 Suppl 16:416-435.
- [2] Azevedo M., Correia F., Faria Almeida R. (2024). Accuracy of Implant Guided Surgery in Fully Edentulous Patients: Prediction vs. Actual Outcome-Systematic Review. *J Clin Med* 13.
- [3] Vercruyssen M., Cox C., Coucke W., Naert I., Jacobs R., Quirynen M. (2014). A randomized clinical trial comparing guided implant surgery (bone- or mucosa-supported) with mental navigation or the use of a pilot-drill template. *J Clin Periodontol* 41:717-723.
- [4] Schnutenhaus S., Groller S., Luthardt R.G., Rudolph H. (2018). Accuracy of the match between cone beam computed tomography and model scan data in template-guided implant planning: A prospective controlled clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 20:541-549.
- [5] Cunha R.M., Souza F.A., Hadad H., Poli P.P., Maiorana C., Carvalho P.S.P. (2021). Accuracy evaluation of computer-guided implant surgery associated with prototyped surgical guides. *J Prosthet Dent* 125:266-272.
- [6] Lan R., Marteau C., Mense C., Silvestri F. (2024). Current knowledge about stackable guides: a scoping review. *Int J Implant Dent* 10:28.



**Abb. 4a und b:** Zweite Trägerschablone mit provisorischer Sofortversorgung zur Verklebung auf provisorischen Abutments (a), okklusale Aufsicht und Darstellung der Klebekanäle und Einblendung der Multiunit-Abutments (b).

**ZT Felix Bußmeier**



- 2013 – 2017 Ausbildung zum Zahntechniker bei Zahntechnik Uwe Bußmeier, Greven
- Seit 2017 Weiterbeschäftigung bei Zahntechnik Uwe Bußmeier, Greven
- Seit 2018 Beiratsmitglied „Zahntechnik Magazin“
- Seit 2020 Studium der Zahnmedizin, RWTH Aachen



**Felix Bußmeier**

Zahntechniker, cand. med. dent.  
 Zahntechnik Uwe Bußmeier  
 Marktplatz 1-3  
 48268 Greven  
 felix.bussmeier@rwth-aachen.de

# Langlebigkeit trifft auf Natürlichkeit

NEU: Multicolor-Disc in 12 mm Höhe



## GANZ NAH AM NATÜRLICHEN ZAHN: NANOKERAMISCHES HYBRID-MATERIAL

Grandio disc

- **Exzellente Ästhetik:** Invisible-Layer-Technologie schafft einen stufenlosen Farbverlauf bei multicolor-Restaurationen
- **Leistungsstark:** Sehr hoher Füllstoffgehalt (86 Gew.-%) für langlebige CAD/CAM-Versorgungen
- **Antagonistenfreundlich:** Erhält Vitalität und Form der Antagonisten
- **Zeitersparnis:** Weder Sinter- noch Glanzbrand erforderlich
- **Handling:** Präzises Schleifen dünn auslaufender Ränder





©giorgiomtb/Adobe

## Niemals ohne Zähne

Unterschiedliche Anforderungen in der Implantatprothetik

Im zweiten Teil stellt ZTM Petra Streifeneder-Mengele ein weiteres Beispiel einer festsitzenden Komplettversorgung auf Implantaten vor. Statt zementiert wurden in diesem Fall die Restauration nun verschraubt: Die Oberkieferbrücke ist klassisch mit Komposit verblendet.

### Fall 3: Gemeinsame Team-Planung vor der Extraktion der Zähne – unabdingbare Voraussetzung bei schwierigen Situationen

#### Ausgangslage

- 66-jährige Frau, berufstätig als Lehrkraft, steht kurz vor dem Ruhestand
- vollbezahnter Oberkiefer mit einer nicht erhaltungswürdigen Kronen- und Brückenversorgung aufgrund einer Parodontitis
- ungünstiges Knochenangebot im Frontzahnbereich
- kein sichtbares Zahnfleisch beim Lachen

- Der Unterkiefer ist protrudiert. Als Ausgleich der Bissituation erfolgte eine Stellungskorrektur der oberen Frontzahnkronen auf Kopfbiss.
- Im Gegenkiefer sind alle natürlichen Zähne noch vorhanden und erhaltungswürdig. Allerdings bestehen durch die Kronenversorgung im Seitenzahnggebiet und die Schachtelstellung in der Front ebenfalls ungünstige Gegebenheiten.
- Die Patientin hat große Bedenken, ob die aktuelle Situation ohne Einschränkungen von Funktion, Sprache und Zunge wiederherzustellen ist.

Der Patientin war bewusst, dass eine komplette Entzahnung des Oberkiefers nicht zu vermeiden war. Sie wollte allerdings unter keinen Umständen eine Vollprothese tragen und war deshalb bereit, in eine Implantatlösung zu investieren. Sie wünschte sich eine festsitzende Brücke oder zumindest eine herausnehmbare gaumenfreie Lösung. Soweit möglich sollten Zahnstellung und -form der vorhandenen Situation weitestgehend übernommen werden.

Da sie zu diesem Zeitpunkt noch berufstätig war, scheute Sie sich davor, die Behandlung anzufangen. Sie hatte große Bedenken, dass das Proviso-



Abb. 1–3: Situationsmodelle der schwierigen Ausgangssituation.

rium nicht gut sitzt und sie beim Sprechen einschränken könnte. Deshalb wollte sie den Zeitpunkt der Extraktion so weit wie möglich nach hinten schieben.

Aufgrund der schwierigen Ausgangslage bezüglich Stellung, Knochenangebot und parodontaler Situation (**Abb. 1–3**) kam nur eine bedingt abnehmbare Brücke in Frage. Würde man eine Teleskopversorgung wählen, würden Implantate im Frontzahnbereich aufgrund des Knochenangebots zu weit palatinal und zu steil stehen und könnten nicht optimal versorgt werden. Allerdings ist eine Abstützung in der Front aufgrund der Kopfbissstellung unabdingbar, um eine Kippung zu verhindern. Auch Locatoren kamen nur eingeschränkt in Frage. Daher entschieden wir uns trotz der parodontalen Situation zusammen mit der Patientin für eine bedingt abnehmbare Brücke und gegen eine teleskopierende Lösung. Damit auch die Möglichkeit zur Nacharbeit im Falle einer Gingivarezession besteht, fiel die Wahl auf eine Versorgung, die mit Komposit verblendet werden sollte.

Um die Ausgangslage nicht weiter zu verschlechtern, sollte der Beginn der Behandlung nicht noch weiter verzögert werden. Daher verständigten wir uns darauf, vorerst die beiden Weisheitszähne als Abstützung für das Provisorium stehen zu lassen. Damit konnte gewährleistet werden, dass die Patientin ein gut fixiertes Provisorium während der Übergangszeit erhält. Nach Eingliederung der definitiven Brücke sollten diese dann ebenfalls extrahiert werden.

### **Finanzierung**

Die Patientin ist gesetzlich versichert und verfügt über ausreichend Ersparnisse. Trotzdem sollte ein gewisser Kostenrahmen nach Möglichkeit eingehalten werden.

### **Materialwahl**

Die Wahl des Implantatsystems fiel auf Astra EV Implantate (Dentsply Sirona). Die Herstellung des Brückengerüsts sollte CAD/CAM-gestützt bei Atlantis (Dentsply Sirona) erfolgen. Für die Komplettierung in Komposit war die Verblendschalen-Technik von Bredent vorgesehen. Vorteil hierfür ist eine sichere und effiziente Vorgehensweise, die es ermöglicht, vorhersehbar und kostensparend zu arbeiten. Die Aufstellung für das Provisorium mit neo.lign Vollzähnen (Bredent) kann später mit den novo.lign Verblendschalen (Bredent) exakt auf das Gerüst übertragen werden, da die Zahnformen der Systeme identisch sind. Außerdem ermöglichen diese Schalen ein schnelles Cut-back für die Gerütherstellung, da diese bereits eine optimale Schichtstärke aufweisen.

Übrigens gelingt es mit dieser Technik auch weniger geübten Zahntechnikern oder Zahntechnikerinnen mit Hilfe der Schalenteknik zu einem sehr guten Ergebnis zu kommen, da Vollverblendungen in Komposit mit der Schichttechnik viel Übung und Können erfordern.

### **Herausforderungen**

Durch die Frontzahnstellung und das eingeschränkte Knochenangebot war bereits im Vorfeld klar, dass die Implantate prothetisch nicht optimal gesetzt werden können. Weitere vorgeschlagene chirurgische Maßnahmen zur Verbesserung der Situation lehnte die Patientin ab.

Nachdem Zahnform und -stellung der ursprünglichen Situation entsprechen mussten, war es deshalb sehr wichtig, dass die Lage der Implantate sich nicht auf den Zungenraum und die Sprache der Patientin auswirkten. Zudem sollten die Schraubenzugänge optimal liegen, um die Funktion wenig zu beeinträchtigen. Da aber zu

erwarten war, dass der Neigungswinkel der Implantate divergent ausfallen würde, kamen angulierte Schrauben zum Einsatz. Außerdem sollten die Verblendungen aus einem reparaturfähigen Material (Komposit) ästhetisch ansprechend hergestellt werden – unter Berücksichtigung des vorgegebenen Kostenrahmens.

### **Vorgehensweise und Umsetzung**

Da bereits vor der Extraktion der Zähne alle wichtigen Informationen zum Gebiss gesichert wurden, konnte ich gleich loslegen und effizient arbeiten. Eine angenehme Ausnahme, denn leider wird in der Praxis nicht so oft daran gedacht, bereits in diesem Stadium das Labor mit ins Boot zu holen. Vor der Herstellung des Provisoriums wurde ein Silikon-Vorwall über die noch vorhandenen Zähne platziert, die ursprüngliche Situation damit „eingefroren“ und übertragbar gemacht. Danach konnten auf dem Modell alle Gipszähne außer 18 und 28 mit einer Fräse entfernt und neu aufgestellt werden (**Abb. 4 und 5**). Natürlich kann dieser Schritt auch digital erfolgen – je nach Gusto und Möglichkeit. Wichtig dabei ist, die Ursprungssituation zu konservieren. Auch das Provisorium wurde in Wachs reproduziert (**Abb. 6–8**).

Nachdem das Provisorium bereits vor der Extraktion hergestellt wurde, verließ die Patientin wie von ihr gewünscht die Praxis mit Zähnen. Allerdings war es erforderlich, nach einer kurzen Zeitspanne (ca. zwei Wochen später) die Basis zu unterfüttern, um weiterhin eine gute Passung zu gewährleisten. Die Patientin kam gut zurecht und fand das ästhetische Erscheinungsbild auch sehr gelungen. Somit waren ihre Befürchtungen hinsichtlich der provisorischen Phase hinfällig, was ihr Vertrauen in die weitere Behandlung stärkte.



Abb. 4 und 5: Die Aufstellung des Provisoriums entspricht der ursprünglichen Situation mit Optimierungen.

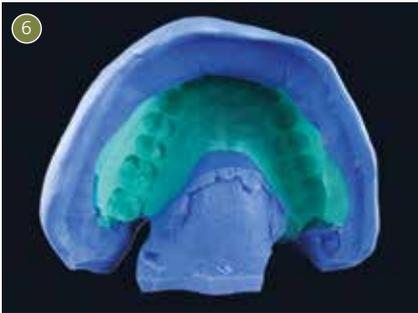


Abb. 6–8: Von dem fertiggestellten Provisorium wird ebenfalls eine Silikonform angefertigt und mit Hilfe eines Wax-Injektors reproduziert.

Dazu noch ein Hinweis: Manche Behandler argumentieren – vor allem bei der Frage nach den Kosten –, dass es sich doch „nur“ um eine provisorische Prothese handle und unterschätzen dabei deren wichtige Bedeutung. Für mich stellt ein Provisorium immer ein therapeutisches Hilfsmittel dar und muss dementsprechend sorgfältig angefertigt werden. Es dient zur Vertrauensbildung und stellt ein wichtiges Probestück für die definitive Versorgung dar. Selbstverständlich muss der Aufwand hierfür entsprechend honoriert werden. Das angefertigte Provisorium dient schließlich auch als Grundlage für eine Bohrschablone und so konnten nach einer Abheilphase von etwa sechs Wochen sechs Im-

plantate in Regio 16,15,12,22,25,26 inseriert werden. Während der Einheilphase wurde die Basis des Provisoriums nochmals direkt im Mund mit einem weichbleibenden Material unterfüttert, um die Implantate zu entlasten und einen komfortablen Sitz zu gewährleisten.

Nachdem alles komplikationslos eingeheilt war, freute sich die Patientin fünf Monate später auf den Beginn der definitiven Versorgung. Diese erfolgte nach dem Standardprozedere: Zuerst erfolgten ein Vorabdruck mit Abdruckpfosten für eine geschlossene Abformung (Abb. 9–11) sowie eine Vor-Bissnahme aus Silikon.

Auf diesem Vorabmodell wurden die Abformpfosten für die offene Abfor-

mung für eine Verblockung vorbereitet und ein passgenauer individueller Abformlöffel dazu angefertigt (Abb. 12–15). Zudem erfolgte die Anfertigung einer Bisschablone mit Frontzahaufstellung und Wachswällen im Seitenzahnggebiet (Abb. 16). Leider gibt es beim Astra EV-System keine Bissnahmepfosten, so dass ich mir etwas einfallen lassen musste, um die Bisschablone im Mund sicher fixieren zu können. In diesem Fall habe ich vier Abformpfosten für die geschlossene Abformung verwendet und in der Kunststoffbasis befestigt. Aufgrund der Vorarbeiten konnten die Verblendschalen einfach übertragen werden (Abb. 17 und 18). Nachdem nur eine kleine Bisskorrektur

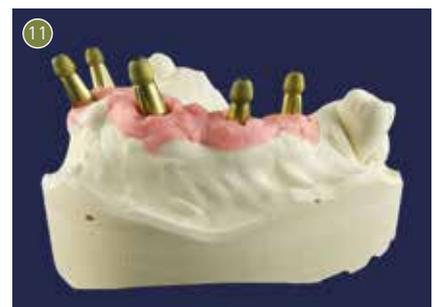
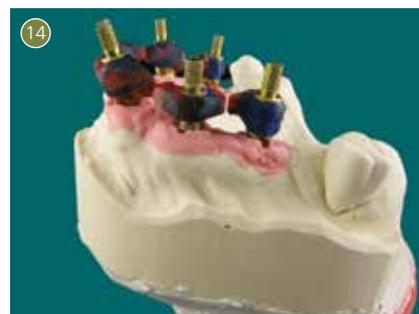
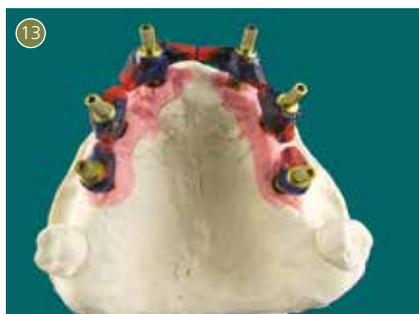


Abb. 9–11: Vorabdruck mit Modell und Pfosten für eine geschlossene Abformung. Hier erkennt man bereits die Divergenz der Implantate.



nötig war, konnte ich mit dem Gerüst beginnen. Als Vorgabe für das Fräszentrum habe ich ein Wax-up erstellt. Die optimale Reduzierung erfolgte mit Hilfe eines Silikonsschlüssels und der Verblendschalen (Abb. 19 und 21). Das so vorbereitete Wachsgerüst wird nun zu Atlantis (Dentsply Sirona) geschickt, die eine exakte Kopie im Lasermelting-Verfahren mit nachgefrästen Interface-Anschlüssen herstellten (Abb. 20 und 22). Dieses spannungsfreie Gerüst mit abgewinkelten Schraubenkanälen muss nicht nachgearbeitet werden, passt exakt und besitzt den Vorteil einer retentiven Oberflächenstruktur. Die Verblendschalen mussten dann nur noch mit Hilfe des Vorwalles auf das Gerüst umgesetzt und mit Wachs ergänzt werden (Abb. 23 und 24).



Abb. 12–16: Vorbereitende Maßnahmen für die definitive Abformung und Bissübertragung.



Abb. 17 und 18: Die Bissnahme kann nun mit Hilfe der fixierten Bisschablone nochmals optimiert und verschlüsselt werden. Die aufgestellte Front gibt dabei zusätzliche Anhaltspunkte.



Abb. 19–22: Um ein optimales Gerüst zu erhalten, wurde ein Wax-up erstellt und mit Hilfe eines Silikonsschlüssels reduziert. Das spannungsfreie Gerüst muss nicht nachgearbeitet werden.

Abb. 23 und 24: Umsetzung der bereits verwendeten Verblendschalen auf das Gerüst.



Abb. 25–28: Fertig vorbereitetes Gerüst für die Wachseinprobe.

Abb. 29 und 30: Die Fertigstellung der Brücke ist dann Routine.

Ein schnelles und sicheres Verfahren! Mit der Schalenteknik konnten Form und Stellung von Anfang an exakt reproduziert werden (Abb. 25–28). So vermied ich Überraschungen, und alle Beteiligten hatten bereits das Endergebnis vor Augen. Die Fertigstellung der Brücke war dann Routine und entsprach dem vorhergesagten Ergebnis (Abb. 29 und 30).

Die heutigen Verblendkomposite stehen meiner Meinung nach ästhetisch gegenüber den Keramiken in nichts nach. Ganz im Gegenteil, in manchen Fällen kann es sogar vorteilhafter sein. Die Qualität der Materialien ist sehr hochwertig, die Ver-

sorgungen besitzen eine lange Lebensdauer und sind zudem reparaturfähig. Es gilt dabei zu beachten, dass alles sehr sorgfältig verarbeitet wird, damit sich im Laufe der Zeit bei den Übergängen keine Risse und Verfärbungen bilden. Um Kosten einzusparen, verwendete ich in diesem Fall Kompositeschalen und ergänzte sie mit dem passenden Flow-Material (Abb. 31–33). Alternativ kann man die Verblendschalen nur als Mock-up verwenden und mit Hilfe der Küvettentechnik alles aus Komposit pressen. Auf Basis der Daten eines Oralscans entstand zudem eine Schutzschiene für die Nacht: Auf einem gedruckten Modell habe

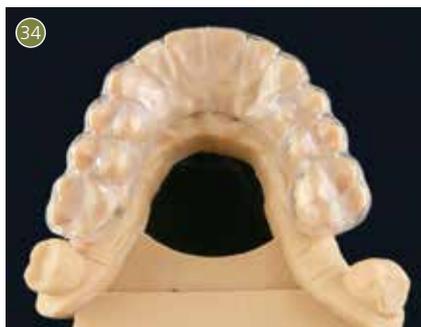
ich eine einfache Tiefziehschiene angefertigt (Abb. 34). Die beiden Weisheitszähne wurden nach Abschluss der Behandlung extrahiert.

**Fazit:**

Die Patientin war während der gesamten Behandlungsdauer immer gut versorgt und konnte damit den Totalverlust aller Zähne auch während der Übergangsphase gut bewältigen. Trotz der weit palatinal stehenden Implantate bestand keine Störung bei der Lautbildung und im Zungenbereich. Die angulierten Schrauben glichen zudem weitere Mängel bei der Implantatstellung aus, so dass trotz ungünstiger Aus-



Abb. 31–33: Die Qualität von Verblendkompositen ist heute sehr hochwertig. Um Kosten einzusparen, verwendete ich in diesem Fall Kompositeschalen und ergänzte diese mit dem passenden Flow-Material.



**Abb. 34:** Ein Muss zum Schluss: die Schutzschiene für die Nacht.

gangslage ein sehr zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden konnte. Da ich vor Behandlungsbeginn als Labor mit einbezogen wurde, konnte ich diesen schwierigen Fall sicher und kostengünstig lösen. ■

Bilder: © Streifeneder-Mengele

### ZTM Petra Streifeneder-Mengele

- 1991–1992 Meisterschule München/Abschluss als Zahntechnikermeisterin
- 1992–1993 Angestellte Zahntechnikermeisterin/Abteilungsleiterin
- 1993 Gründung von Streifeneder Zahntechnik in München
- 1999 Umzug in eigene Räumlichkeiten nach Ottobrunn
- 2000 Spezialisierung auf metallfreien Zahnersatz für Allergiepationen
- 2002–2003 Installieren eines Qualitäts-Managementsystems mit abschließender Zertifizierung des Labors nach DIN ISO 9001–2000
- 2009 Fortbildung zum Implantatexperten: Curriculum für Implantologie
- Seit 2013 Spezialistin für Atlantis-Suprastrukturen
- Seit 2015 Mitglied im Expertenteam PEERS für Implantatprothetik
- 2016 Beginn von Vortrags- und Kurstätigkeiten
- 2023 Vorstandsmitglied in der südbayerischen Zahntechnikerinnung



### ZTM Petra Streifeneder-Mengele

Streifeneder Zahntechnik  
Ranhazweg 4 · 85521 Ottobrunn  
info@streifeneder-zahntechnik.de  
www.streifeneder-zahntechnik.de

Lucitone Digital Print Denture™ System

Entwickelt und  
hergestellt für  
hervorragende  
Leistung



## Lucitone Digital Print Denture™ System für Primeprint™ Solution

Dentsply Sirona bietet eine 3D-Drucklösung für hochwertige Totalprothesen, unterstützt von Primescan und DS Core durch die Integration von digitalen Workflow-Optionen. Die Lucitone Digital Print Denture™ Materialien zusammen mit Primeprint™ Solution ermöglichen Praxen und Laboren die einfache Herstellung von genauen und reproduzierbaren Ergebnissen.

Erfahren Sie mehr über Lucitone Digital Print Denture System für Primeprint Solution unter [www.dentsplysirona.com/lucitonefuerprimeprint](http://www.dentsplysirona.com/lucitonefuerprimeprint)



## 3D-Druck in der Zahnmedizin

Im Bereich des 3D-Drucks gab es in den letzten Jahren eine rasante industrielle Entwicklung. Die bestehenden Verfahren wurden verbessert, neue Technologien und Materialien entwickelt. Durch das Auslaufen diverser Patente gab es die Möglichkeit, neue kostengünstige Geräte zu entwickeln und auf den Markt zu bringen. Das hat neben der industriellen Fertigung auch private Anwendungen maßgeblich beeinflusst.

Die Verwendung der verschiedenen 3D-Druckverfahren erstreckt sich mittlerweile neben industriellen Anwendungen auf alle denkbaren Bereiche des täglichen Lebens. Die Herstellung funktionaler Prototypen ist möglich geworden. Je nach verwendetem Verfahren können Veränderungen innerhalb weniger Stunden umgesetzt und erprobt werden. Dies führt zu einer deutlichen Zeit- und Kostenersparnis und resultiert in einem besseren Endprodukt. Einer der größten Vorteile ist es, auch sehr kleine Stückzahlen und Einzelstücke herstellen zu können. Dies war früher nur mit erheblichem Aufwand und entsprechenden Kosten möglich. Davon profitiert auch zunehmend die Zahnmedizin, da gerade hier, wie auch in anderen Bereichen der Medizin, oft Einzelanfertigungen notwendig sind. 3D-Druckverfahren, auch bekannt unter den Begriffen des „Rapid Prototyping“ oder der „additiven Fertigung“, haben sich dadurch in der Zahnmedizin schon nach einer kurzen Zeit fest etabliert.

### Ursprünge, Anwendung und Zukunft

Der 3D-Druck hat seinen Ursprung in der Industrie zur Herstellung von reinen Anschauungsobjekten ohne Funktion. Mittlerweile haben sich verschiedene Verfahren bewährt, die dennoch gewisse Gemeinsamkeiten aufweisen. Bei allen Fertigungsver-

fahren wird das Material Schicht für Schicht aufgetragen und dadurch werden dreidimensionale Körper hergestellt. Die verwendeten Materialien liegen dabei in flüssiger, fester oder Pulverform vor. Aus diesen werden vor allem Kunststoffe, Composite und Metalle verarbeitet. Die aktuelle Entwicklung hin zu druckbaren Keramiken, die später in einem Sinterverfahren in Keramik umgewandelt werden können, hat vor allem für die Zahnmedizin große Bedeutung. Bis jetzt sind jedoch noch keine wirtschaftlich verwendbaren Geräte auf dem Markt, und die Materialien befinden sich noch in der Erprobung und Weiterentwicklung.

### Anwendungen in der Zahnmedizin

Der 3D-Druck fand zuerst Anwendung in der Chirurgie ab 1990 bei der Herstellung von gedruckten anatomischen Modellen auf der Basis von Patientendaten. Diese waren in Form von computertomografischen Aufnahmen (CT) oder digitalen Volumentomografien (DVT) vorhanden und können in dreidimensionale Objekte umgewandelt werden. Mithilfe der Modelle sind nun Operationen direkt digital möglich oder können anhand von physischen gedruckten Modellen geplant werden. Damit ist es möglich, operative Eingriffe vorab zu trainieren. Durch die Konstruktion von gedruckten Schnitthilfen und Bohrschablonen sind Operationen präziser und schneller durchzuführen. Damit sind auch die Endergebnisse besser vorherzusagen. Dies waren erste revolutionäre und vielversprechende Ansätze. Leider haben sich bis heute aus wirtschaftlichen, ausbildungstechnischen und personellen Gründen solche Planungsmethoden noch nicht allgemein durchgesetzt. Hierbei sind nun nicht mehr die Anschaffungskosten der verwendeten Geräte von Bedeutung, son-

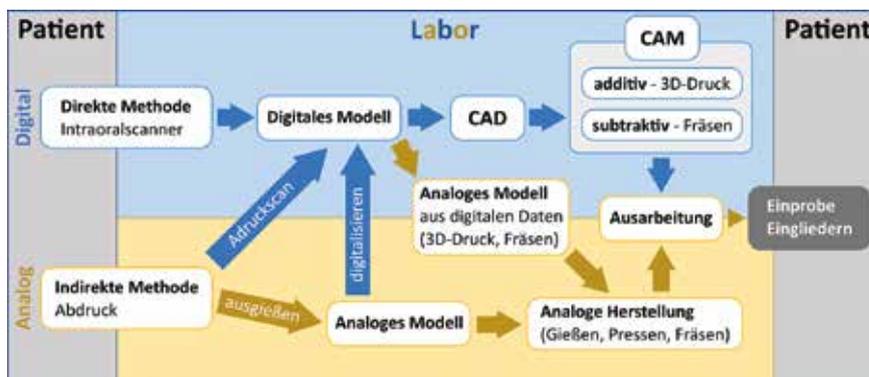


Abb. 1: Schematischer Ablauf der analogen und digitalen Herstellung von Restaurationen und deren Verknüpfungspunkte.

dern die aufgebrauchte Zeit für eine auf den Patienten bzw. die Patientin individuell zugeschnittene Behandlung. Die größten Probleme sind auch das mangelnde Fachpersonal in diesem Bereich und die Integration in die Ausbildung aller Beteiligten.

Im Gegensatz dazu haben sich in den letzten Jahren in der Zahnmedizin viele neue Anwendungen für den 3D-Druck entwickelt. Das hat wohl auch damit zu tun, dass in der Zahnmedizin schon immer patientenindividuell in Form von Einzelstücken gearbeitet wurde. Dadurch hat das 3D-Druckverfahren seinen Platz im analogen und digitalen Zusammenspiel zwischen Patienten/-innen, Behandler/-innen und Labor schnell gefunden (**Abb. 1**). Der 3D-Druck zeichnet sich besonders durch seinen geringen Materialverbrauch aus. Durch die Möglichkeit, auch Metalle mit dem selektiven Laserschmelzen (SLM) zu verarbeiten, ist es mittlerweile gängige Praxis, die klassischen Herstellungsverfahren zu verdrängen (**Abb. 2a**). Das sind in der Zahnmedizin vor allem das händische Gießen von Werkstücken aus Metallen und das Fräsen. Wenn benötigt, sind durch den 3D-Druck hochpräzise Modelle für das händische Arbeiten und Finalisieren der Werkstücke herstellbar (**Abb. 2b**). Dadurch kann komplett abdruck- und gipsfrei gearbeitet werden. Doch eine Kombination neuer und alter Methoden ist auch durch den 3D-Druck vorstellbar. Ein Beispiel hierfür ist das Wachsausschmelzverfahren, bei dem Körper aus Wachsen oder Polymeren hergestellt werden. Diese werden danach eingebettet, das Material ausgebrannt und der entstandene Hohlraum im Anschluss durch den Metallguss in das Werkstück überführt (**Abb. 2c**).

In der Zahnmedizin ist jedoch auch die Biokompatibilität von großer Bedeutung. Hierbei ist eine der Anwendungen die Herstellung von Aufbissschienen (**Abb. 2d**). Ein großer Vorteil des 3D-Drucks besteht in der Reproduzierbarkeit und der kostengünstigen Herstellung. Zu feste oder zu lockere Schienen können einfach mit neuen Parametern hergestellt werden. Es ist möglich, zuvor durchgeführte Einschleifmaßnahmen auf neue Schienen zu übertragen und bei Verlust diese innerhalb von Stunden neu zu fertigen. Das ist auch in der Kieferorthopädie von Interesse, da dadurch Modelle für Zahnkorrekturen hergestellt werden können. Auch der Druck weiterer auf Polymeren basierender Apparaturen bis hin zu Metallen ist möglich. Neue Photopolymere haben nun die Eigenschaften erlangt, Festpartikel besser in Suspension zu halten. Das hat für die Zahnmedizin ganz neue Anwendungen ermöglicht. Fast monatlich kommen neue Materialien auf den Markt mit immer höheren Füllstoffgehalten an Keramikpartikeln. Von anfänglich nur für Provisorien geeigneten

Materialien sind wir nun schon bei der Herstellung von Langzeitprovisorien angelangt, die auf Dauer im Mund verbleiben dürfen (**Abb. 2e**). Die Zukunft ist der vollständig gedruckte keramische Zahnersatz. Erste Ansätze sind schon vorhanden. Auch die früher komplett händische Herstellung von Prothesen kann ersetzt werden (**Abb. 2f**). Die Basis der Prothese und die Zähne werden separat gedruckt oder konfektioniert gekauft und danach miteinander verbunden. Der Vorgang unterscheidet sich nicht von der konventionellen Herstellung, jedoch sind die einzelnen Arbeitsschritte größtenteils digital geworden.

Es ist heutzutage gängige Praxis, durch gedruckte Bohrschablonen Implantate gezielt zu inserieren (**Abb. 2g**). Dadurch war es erst möglich, in vollem Umfang Behandlungen im Sinne eines „Backward Planning“ durchzuführen. Hier wird durch das Behandlungsziel der Therapieweg vorgegeben. Ähnlich der Implantologie sind damit auch Schienen für eine geführte Wurzelkanalbehandlung bei schwierigen Fällen herstellbar. Eine weitere Anwendung ist die kosteneffiziente und modellfreie Herstellung von individuellen Abformlöffeln (**Abb. 2h**). Dies hat auch hygienische Aspekte. Die korrekte Aufbereitung benutzter Abformlöffel stellt oft durch die vorhandenen Retentionen eine große Herausforderung dar. Durch individuell hergestellte Löffel kann das vermieden werden. Auch die Materialersparnis des teuren Abformmaterials ist nicht von der Hand zu weisen.

### Konstruktionsdateien

Die technische Grundlage jedes gedruckten Objektes ist eine Konstruktionsdatei. Sie wird durch „rechnerunterstütztes Konstruieren“ (CAD) erstellt. Dieser Vorgang ist eine Entwicklung aus der Industrie und wurde erstmalig von General Motors (GMC) mit dem Programm DAC-1 ab 1963 zum Entwurf von digitalen Konstruktionszeichnungen verwendet. 1982 wurde das kommerzielle AutoCAD (Autodesk) vorgestellt. Hiermit waren allerdings auch nur 2D-Zeichnungen möglich, ähnlich dem konventionellen Zeichenbrett für Konstruktionszeichnungen. Heutzutage sind weit komplexere dreidimensionale Konstruktionen möglich. Es gibt unterschiedlichste Software und Verfahren, die aber zusammengefasst immer auf zwei Grundprinzipien beruhen: dem dreidimensionalen Konstruieren von Körpern und dem Konstruieren mit Skizzen. Man unterscheidet hierbei vereinfacht direktes und indirektes Modellieren. In der Zahnmedizin und der hier verwendeten Software ist es eine Kombination aus beiden Methoden. Das indirekte Modellieren oder die Akquise der Rohdaten ist mit dem „Reverse Engineering“ zu vergleichen. Dabei wird ein vorhandenes Objekt durch einen optischen

3D-Scanner direkt oder indirekt nach einem Abdruck erstellt. Bei beiden Methoden erfolgt die Berechnung des Modells auf ähnliche Weise. Anwendung finden für intraorale Geräte, Streifenlicht- oder Doppelkameranassysteme. Laborscanner verwenden vor allem Laser- und Streifenlichtsysteme.

Nach der Abtastung der Oberfläche wird eine Punktwolke erstellt und diese in das in der Zahnmedizin übliche Format einer STL-Datei für die spätere Weiterverarbeitung umgewandelt (**Abb. 3**). Basierend auf dem Modell erfolgt die weitere direkte Konstruktion des gewünschten Objekts passend zu dem digitalen Modell. Im Anschluss wird die Konstruktionsdatei in ein druckbares Format umgewandelt und danach durch die Software des 3D-Druckers in eine für jeden Drucker individuelle Druckdatei konvertiert (**Abb. 6a**). Die Drucksoftware schneidet das Ausgangsobjekt in horizontale Schichten. Der Vorgang wird auch als „Slicing“ bezeichnet. Für jede der Schichten wird nun eine für den Drucker passende Arbeitsanweisung erzeugt, die alle benötigten Informationen enthält. Die hierfür am weitesten verbreitete Programmiersprache ist der G-Code. Er ist für alle Schichten fortlaufend geschrieben. Hier enthaltene Informationen können z.B. Geschwindigkeiten, Positionen, Temperaturen, Belichtungszeiten und noch viele weitere Informationen sein.

Die ersten Ansätze für diesen G-Code wurden schon Ende der 1950er-Jahre am MIT (Massachusetts Institute of Technology) entwickelt. Dünnere Schichten führen hierbei allgemein zu glatteren Objekten, verlängern aber auch erheblich die Druckzeit. Die vertikale Auflösung des Druckers wird durch die Schichthöhe bestimmt, und es entsteht immer ein „Treppemuster“ auf der Oberfläche des gedruck-

ten Objektes. Dieses ist je nach Schichtdicke und Inklination des Druckobjekts verschieden stark ausgeprägt. Bei sehr hohen vertikalen Auflösungen ist sie mit dem bloßen Auge oft nicht zu erkennen. Damit ist das gedruckte Objekt immer nur eine Annäherung an die ursprüngliche Konstruktion und je nach den Eigenschaften des Druckers und der verwendeten Auflösung verschieden präzise. In der Praxis hat sich gezeigt, dass dies in der Zahnmedizin für festsitzen-



**Abb. 2:** Ein Teil der im Moment möglichen Behandlungsoptionen im 3D-Druckverfahren.

- (a) SLM-Gerüste aus NEM für z.B. Kronen und Brücken,
- (b) Sägemodell mit Hilfsstrukturen für das Einartikulieren und die Kontrolle der Druckqualität,
- (c) ausbrennbares Druckmaterial und gegossene Brücke vor dem Aufpassen,
- (d) gedrucktes Modell mit dazu passender gedruckter Aufbisschiene vor dem Ausarbeiten,
- (e) provisorischer und definitiver Zahnersatz, (f) komplett gedruckte Ober- und Unterkieferprothese,
- (g) Bohrschablone zur Implantation mit vorhandenen Stützstrukturen, (h) individueller Abformlöffel.

den Zahnersatz von Vorteil ist. Durch das „Treppemuster“ entstehen Retentionen, durch die der Zement zum Einsetzen von Zahnersatz besser haftet.

### Verwendete Dateiformate

Gängige Formate, die für den Export aus Konstruktionsprogrammen verwendet werden, sind STL-Dateien (.stl), Wavefront OBJ-Dateien (.obj) und das sich aktuell immer mehr durchsetzende 3MF-Format (.3mf). Das bis heute am weitesten verbreitete Format für die Vorbereitung von Dateien für den 3D-Druck ist jedoch immer noch das STL-Format. Es ist ein Format aus den Anfängen des 3D-Drucks und wurde für den ersten kommerziellen Drucker entwickelt. Das Format wurde 1988 von 3D System (3D Systems) in ihrer Stereolithografie-Software eingeführt. Die Abkürzung STL steht ursprünglich für Stereolithografie, wurde aber mittlerweile im Nachhinein auch mit anderen Namen wie „Standard Triangle Language“ oder „Standard Tessellation Language“ bezeichnet. Durch STL-Dateien werden die Oberflächen von Körpern in Form von Dreiecks- oder Vierecksfacetten beschrieben (Abb. 3b). Jede der Facetten wird durch drei oder vier Eckpunkte und die dazugehörige Flächennormale dargestellt. Gekrümmte Oberflächen sind daher Annäherungen an die ursprüngliche Form durch Polyeder. Eine Erhöhung der Polyeder führt direkt zu einer genaueren Darstellung der Oberfläche. Damit kommt es immer zu einer Reduktion der Genauigkeit der eigentlichen primären Konstruktion, da keine Informationen in Form des ursprünglichen Konstruktionskörpers mehr enthalten sind. Durch eine geeignete Auflösung ist das beim späteren Druckvorgang jedoch nicht von Belang, da die Auflösung der Datei diejenige des 3D-Druckers übersteigen

sollte. Im Gegensatz zu STL-Dateien werden bei OBJ-Dateien geometrische Eigenschaften eines Objektes gespeichert. Dies sind Ecken, Normalen, Flächen und Glättungen. Damit ist es möglich, Konstruktionsdateien exakt und mit sehr kleinen Dateigrößen darzustellen. Bei unregelmäßigen „organischen“ Oberflächen hat das Format hingegen weniger Vorteile, ist aber dennoch in der Lage, auch solche Oberflächen darzustellen. Im Folgenden werden nun die Haupttechnologien im Bereich des 3D-Drucks im Detail beschrieben, die auch ihre Anwendung in der Zahnmedizin finden.

### Druckverfahren – selektives Laserschmelzen (SLM)

Das am häufigsten in der Industrie eingesetzte Druckverfahren ist das selektive Laserschmelzen (SLM). Es findet Anwendung bei der Herstellung von funktionalen Prototypen und Kleinserien bis hin zu höchsten Anforderungen in der Raumfahrt. Die bedruckten Objekte werden aus einem Pulver hergestellt, das Schicht für Schicht nach dem Auftragen durch einen Laser punktförmig aufgeschmolzen wird (Abb. 4a). Das Verfahren ist eine Entwicklung der Universität von Texas und wurde 1988 von Carl Deckard zum Patent angemeldet. Es können theoretisch alle durch einen Laser schmelzbaren Materialien in Pulverform verarbeitet werden. Der Bauraum und der mit Pulver gefüllte Tank werden bis kurz vor den Schmelzpunkt des Materials aufgewärmt. Durch das Vorheizen des Tanks wird deutlich weniger Energie für den Laser benötigt, um das Material aufzuschmelzen. Dadurch werden thermische Unterschiede und ein durch den Druck entstehender Verzug des Objekts minimiert. Die Ausdehnung des Materials durch den Heizprozess wird beim Druckvorgang miteinberechnet. Nach dem Härten jeder Schicht wird durch einen Schieber wieder neues Pulver aufgetragen und so nach und nach das Modell hergestellt. Nach dem Abschluss des Druckvorgangs kühlt das Werkstück aus und wird vom Pulver befreit und gereinigt (Abb. 4b). Ein großer Teil des dabei anfallenden Pulvers kann für erneute Drucke nach einem Reinigungsprozess wiederverwendet werden. Nach der

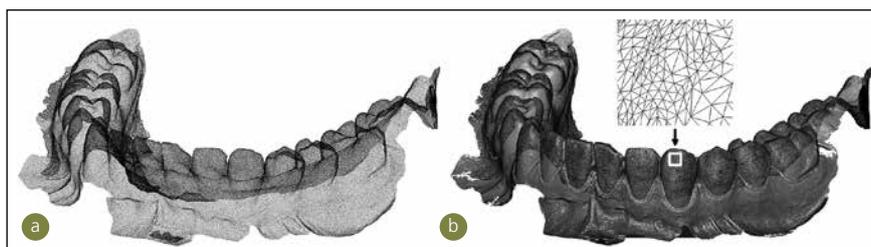


Abb. 3: (a) Abtastung der Oberfläche und Berechnung der Punktwolke, (b) Umwandlung der Punktwolke in eine STL-Datei, Oberfläche durch Dreiecke oder Vierecke dargestellt (siehe Ausschnitt).

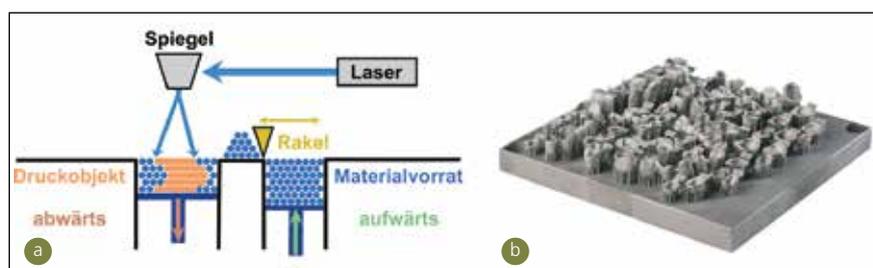


Abb. 4: (a) Schematischer Aufbau des selektiven Laserschmelzens: Beim Druck wird aus dem Vorrat Schicht für Schicht neues Material durch eine Rakel in den eigentlichen Druckbereich überführt. Dort wird das Material durch einen Laser über einen Spiegel aufgeschmolzen. Danach wird die Druckplattform abgesenkt und eine weitere Schicht aufgebracht. (b) Bauplattform mit Zahnersatz nach der Entfernung von überschüssigem Pulver.

Reinigung des gedruckten Objekts werden noch vorhandene Stützstrukturen entfernt und die Oberfläche nachbearbeitet. Danach schließt sich bei Metallen oft eine Wärmebehandlung an, um Spannungen zu beseitigen, die im Material während des Drucks entstehen.

Dadurch, dass das Druckobjekt komplett von Pulver umgeben wird, sind in der Theorie keine Stützstrukturen notwendig. In der Realität helfen dünne Stützstrukturen jedoch, die Wärme während des Druckvorgangs besser zu verteilen und die Verformung und Spannung zu reduzieren. Wie bei allen Druckvorgängen sollte auch hier das Objekt so ausgerichtet werden, dass die Stützstrukturen an Bereichen angebracht werden, in denen die Genauigkeit und Oberflächenglätte eher zweitrangig ist. In der prothetischen Zahnmedizin ist das Verfahren für die Herstellung von Metallgerüsten für Zahnersatz von Bedeutung. Beispiele in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (MKG) sind individuelle Titanetze zur Knochenaugmentation, individuelle Osteosyntheseplatten bis hin zum Ersatz von Teilen oder gesamten Kiefern. In der Kieferorthopädie findet das Verfahren Verwendung für individuelle Apparaturen. Wegen der hohen Anschaffungskosten der Geräte ist dies bis heute auf spezialisierte Fräs- und Druckzentren ausgelagert und findet keine direkte Anwendung in einer zahnärztlichen Praxis. Über Dentallabore werden die Werkstücke meist dort angefertigt und dann nachgearbeitet, bevor sie Verwendung in der Behandlung finden.

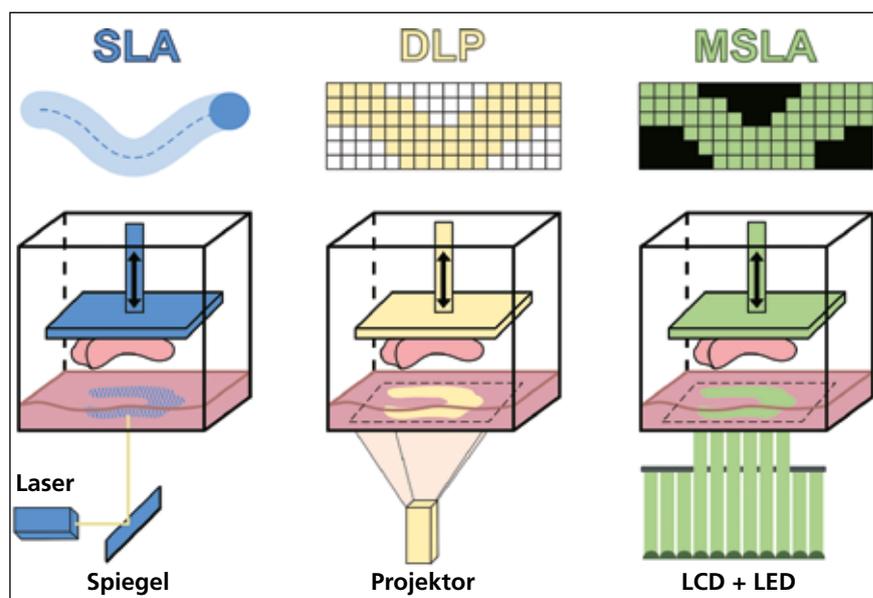
### Druckverfahren – Stereolithografie (SLA)

Das sich aktuell in Kliniken, Praxen oder Hauslaboren am schnellsten verbreitende Verfahren ist die Stereolithografie (SLA) bzw. das sehr ähnliche DLP-Verfahren. Mit diesem Verfahren

ist es möglich, individuelle und hochkomplexe Strukturen relativ schnell, kosteneffektiv und ohne Formen herzustellen. Ein Nachteil des SLA-Verfahrens ist, dass nur ein Material auf einmal gedruckt werden kann. Deswegen ist es nötig, Zahnersatz aus verschiedenen Materialien nach dem Druck zusammenzusetzen. Dies trifft vor allem bei der Herstellung von Totalprothesen zu. Das ist jedoch im Gegensatz zu den früheren „analogen“ Methoden kein aufwendiger Prozess. Die Stereolithografie besitzt eine sehr hohe Auflösung, und es entstehen mittlerweile nahezu glatte Oberflächen. Es ist das älteste additive Fertigungsverfahren, und die Anmeldung des Patentes erfolgte 1984 durch den US-Physiker Chuck Hull. Er gründete die Firma 3D Systems (3D Systems), 1987 war mit dem SLA-1 das erste kommerzielle Produkt auf dem Markt. Dabei werden, wie bei allen 3D-Druckverfahren, durch das Aushärten Schicht für Schicht dreidimensionale Körper erstellt (**Abb. 5, links**).

### Druckverfahren – Digital Light Processing (DLP)

Ein weiteres, der Stereolithografie sehr ähnliches Verfahren ist das „Digital Light Processing“ (DLP). Es findet äquivalent der Stereolithografie in der Zahnmedizin Verwendung. Es wurde von dem Unternehmen Texas Instruments (Texas Instruments) ursprünglich für Videoprojektoren entwickelt. Die Technologie stammt aus dem Jahr 1987, der erste Projektor wurde hingegen erst 1997 auf den Markt gebracht. Das Herzstück eines solchen Systems ist ein „Digital Micromirror Device“ (DMD), das aus rechteckig angeordneten Mikrosiegeln besteht. Der Winkel der Spiegel kann individuell eingestellt werden. Dadurch können, wie bei einem Computermonitor, einzelne Lichtpunkte in Form von Pixeln auf eine Oberfläche geworfen werden. Die Auflösung steht in direktem Zusammenhang mit der Anzahl an Mikrosiegeln und der Entfernung zum Objekt. Der Unterschied zur Stereolithografie besteht darin, dass nicht ein Laser die Strukturen nachfährt, sondern jede Schicht durch den Projektor komplett auf einmal ausgehärtet wird (**Abb. 5, mittig**). Dadurch ist das Verfahren theoretisch deutlich schneller. In den Anfängen gab es Probleme mit der Genauigkeit



**Abb. 5:** Schematische Darstellung der Unterschiede und Gemeinsamkeiten von SLA-, DLP- und MSLA-Druckverfahren. Die Aushärtung erfolgt durch einen Laser mit beweglichem Spiegel (SLA), durch einen Projektor (DLP) oder LCD-Bildschirm (MSLA), der die Oberfläche auf einmal belichtet.

der Projektoren. Mittlerweile sind immer hochauflösendere und kostengünstigere Projektoren auf dem Markt erhältlich.

### Masked Stereolithografie (MSLA)

Der Unterschied zum „Digital Light Processing“ (DLP) besteht bei diesem Verfahren darin, dass anstatt eines Projektors ein LCD-Bildschirm verwendet wird (**Abb. 5, rechts**). Dieser Bildschirm wird von einer UV-Quelle in Form einer Anordnung von LEDs beleuchtet. Auf dem LCD-Bildschirm werden einzelne Elemente (Pixel) transparent geschaltet und so kann das UV-Licht den Bildschirm durchdringen. Dieses Verfahren findet aktuell eine schnelle Verbreitung, weil es sehr kostengünstig ist. Dadurch war es möglich, innerhalb kurzer Zeit Drucker mit 12K-Auflösungen zu entwickeln und auf den Markt zu bringen. Dieses Verfahren hat keine Nachteile zum DLP-Verfahren und wird es in Zukunft komplett verdrängen.

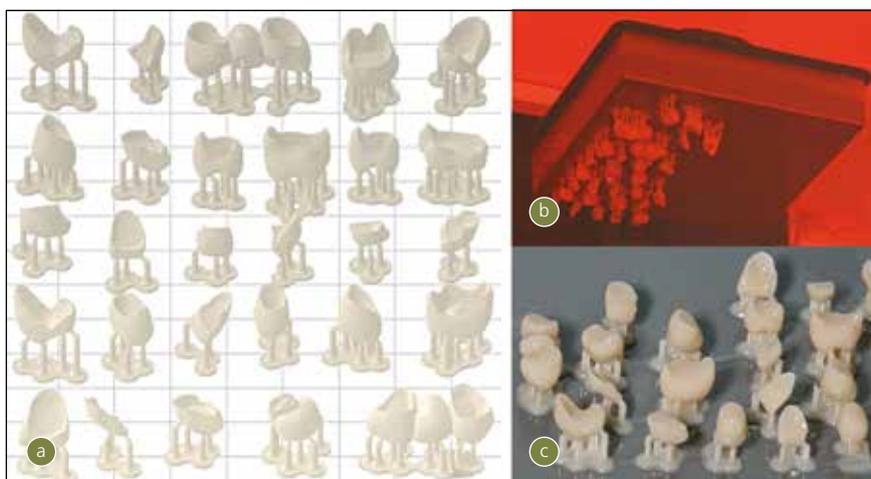
### Ablauf der Fertigung bei SLA, DLP und MSLA

Das Verfahren kann vereinfacht in die Bewegung der Druckplattform und der Aushärtung durch einen Laser mit beweglichem Spiegel bzw. Projektor unterteilt werden. Die Druckplattform, auf der das Objekt entsteht, wird nach und nach angehoben (**Abb. 5 und Abb. 6b**). Die Dicke der Druckschichten kann verschieden eingestellt werden. Das beeinflusst maßgeblich die Geschwindigkeit des Drucks. Mittlerweile gibt es auch Verfahren, die Schichtstärken individuell für jede Schicht anzupassen, um die Druckgeschwindigkeit zu erhöhen. Übliche Schichtstärken sind zwischen 0,025 und 0,3 mm. In der Zahnmedizin werden für Zahnersatz immer die höchstmöglichen Auflösungen und die dünnsten Schichtstärken verwendet. Für eher einfache Modelle, Scha-

blonen oder Abformlöffel werden wegen der Zeitersparnis höhere Schichtstärken verwendet. Oft sind solche Vorgaben nicht vom Benutzer einstellbar und werden direkt vom Hersteller in der Software, dem verwendeten Drucker und Material vorgegeben (**Abb. 6a**). Das Druckobjekt wird in einem Tank gefertigt, der mit flüssigem Druckmaterial gefüllt ist. Das Material wird per Hand oder automatisch kontrolliert nachgefüllt. Um die Viskosität für den Druck positiv zu beeinflussen, wird das verwendete Material oft erwärmt. Das Druckmaterial ist ein lichtsühärtender Kunststoff (Photopolymer), der durch einen Laser ausgehärtet wird. Abhängig vom verwendeten Drucker hat der Laser eine Wellenlänge von 385 oder 405 nm, wobei neuere Drucker eher einen Laser im Wellenbereich von 385 nm verwenden. Dadurch ist es möglich, dem Photopolymer weniger Initiatoren zuzusetzen. Nach Abschluss des Drucks wird das Druckobjekt von der Bauplattform entfernt und muss von überschüssigem Harz mit einem Lösungsmittel gereinigt werden (**Abb. 6c**). Dazu ist Isopropanol weit verbreitet. Danach trocknet das Druckobjekt und wird in den meisten Fällen noch unter UV-Licht nachgehärtet. Als Abschluss werden die für den Druck notwendigen Hilfsstrukturen entfernt und das Objekt bei Bedarf nachbearbeitet.

### Druckverfahren – Fused Deposition Modeling

Beim „Fused Deposition Modeling“ (FDM-Verfahren) wird das zu druckende Objekt Schicht für Schicht durch ein schmelzfähiges Material aufgebaut, das nach dem Erkalten wieder eine feste Form annimmt (**Abb. 7a**). Dies sind ein schmelzfähiger Kunststoff, ein Wachs oder andere in diese beiden eingebettete Stoffe von Carbonfasern bis hin zu Metallen. Die meisten Geräte verwenden hierzu einen als Filament bezeichneten und auf einer Rolle aufgewickelten Materialdraht, der in einem Extrusionskopf geschmolzen und durch eine Düse extrudiert wird. Der Druckprozess benötigt für größere und komplexe Objekte Stützelemente, die am Ende des Druckvorgangs händisch entfernt werden müssen. Im Jahr 1992 wurde das Verfahren unter dem Namen „Fused Deposition Modeling“ von der Firma Stratasys (Stratasys, Rehovot, Israel) patentiert. Daraufhin wurden sowohl für professionelle Anwendungen als auch für Privatpersonen viele verschiedene Druckertypen entwickelt. FDM ist wegen der



**Abb. 6:** (a) Diverse Konstruktionsdateien für Zahnersatz mit der Software des 3D-Druckers, mit Stützstrukturen versehen und für den Druck vorbereitet. (b) Blick durch den UV-Schutz auf die Bauplattform des 3D-Druckers nach Abschluss des Druckvorganges. (c) Detailaufnahme der Druckplattform nach Entfernung aus dem Drucker vor dem Ablösen, Waschen und Härten.

Kosten eines der meistverbreiteten Verfahren im Hobbybereich. Ein Nachteil des Verfahrens ist sowohl bei Hobbygeräten als auch professionellen Geräten die Präzision des gedruckten Modells.

Da in der Zahnmedizin sehr genaue Werkstücke benötigt werden, ist das Verfahren wenig verbreitet. In den meisten Fällen wird es nur verwendet, um einfache Anschauungs-, Planungs-, Dokumentationsmodelle und Abformlöffel herzustellen (**Abb. 7b**). Eine Hauptanwendung ist die Herstellung von haltbaren Modellen in der Kieferorthopädie. Im Bereich der Medizin, vor allem der Orthopädie, findet gerade der FDM-Druck große Anwendung für präoperative Planungsmodelle und intraoperative Schablonen.

### Vorteile und Nachteile der additiven Fertigung

Die älteste alternative Herstellungsmethode zum 3D-Druck im Bereich des Computer Aided Manufacturing (CAM) ist das Fräsen von Zahnersatz. Schon die hier entstehenden Investitionskosten auf Seiten der Fräse, beginnend bei circa 50.000 €, sind ein Argument gegen die Anschaffung solcher Geräte für eine Praxis oder ein Hauslabor. Doch es gibt weitere Nachteile. Subtraktive Verfahren besitzen einen großen Materialverbrauch und Verschleiß an den verwendeten Werkzeugen. Im Gegensatz dazu arbeitet die additive Fertigung berührungslos und zu großen Teilen nahezu verschleißfrei. Beim Fräsen kann nur ein Werkstück gleichzeitig hergestellt werden. Das Objekt wird aus einem Rohling mit hohem Materialverlust gefräst, und dieser Verlust kann bis zu 90% betragen. Zur Bearbeitung in der Fräse sind unterschiedliche Werkzeuge notwendig, die sich abnutzen. Die Genauigkeit der Oberfläche wird durch die verwendeten Fräs-

werkzeuge limitiert. Auch ist es nicht möglich, komplexere interne Strukturen herzustellen. Die Herstellung eines einzelnen Objektes ist im Allgemeinen schneller als jedes 3D-Druckverfahren. Werden hingegen mehrere Objekte gleichzeitig hergestellt, ist der 3D-Druck dem Fräsen deutlich überlegen. Jedoch müssen bei der additiven Fertigung bis heute Einbußen in der Geschwindigkeit bei der Herstellung der Druckobjekte in Kauf genommen werden. Bei einer hohen Präzision sind je nach Höhe des zu druckenden Gegenstandes tausende einzelne Schichten für ein hochpräzises Objekt notwendig. Dies trifft vor allem auf die Zahnmedizin zu.

In letzter Zeit gibt es hier den Ansatz, durch Anpassungen das Material und die Drucktechnologie zu verbessern. Beispiele hierfür sind die Nutzung stärkerer Laser, Projektoren und anderer Bereiche des Lichtspektrums für die zu härtenden Materialien. Ein weiterer Ansatz ist die Verwendung variabler Schichthöhen, je nach der für das Objekt an dieser Stelle benötigten Genauigkeit. Ein Vorteil des 3D-Drucks ist, dass selbst komplexeste Geometrien in einem Druckvorgang hergestellt werden können. Änderungen am Design des Druckobjekts sind einfach und schnell durchzuführen und danach direkt als ein neues Modell herstellbar. Das ist nicht nur in der Industrie, sondern auch in der Zahnmedizin für die Herstellung und Anprobe von Zahnersatz von großem Interesse. Ein Nachteil des SLA- und DLP-Verfahrens ist neben der ebenso notwendigen Entfernung von Stützstrukturen eine Nachbearbeitung der gedruckten Objekte. Sie müssen von flüssigem Harz befreit und danach oft noch weiter gehärtet werden. Ein weiteres Problem stellt hierbei auch die Entsorgung der Abfallprodukte dar.

### Preisspanne der Geräte

Die Preisspanne der bei der additiven Fertigung verfügbaren Geräte reicht von einfachen Einsteigergeräten ab circa 200 € bis hin zu Industriegeräten für weit über 100.000 €. Der 3D-Druck hat deswegen auch im privaten Gebrauch schnell Fuß gefasst. Selbst mit einem Einsteigergerät ist es möglich, vergleichsweise präzise Anschauungs- und Funktionsmodelle herzustellen. Dafür sind mittlerweile auch diverse Materialien verfügbar. Das unbestreitbar kostengünstigste Verfahren ist das „Fused Deposition Modeling“ (FDM). Hierbei wird ein schmelzfähiges Material Schicht für Schicht aufgetragen. Sehr einfache Drucker sind schon ab circa 200 € erhältlich, und die Preise für das für den Druck verwendete Material beginnt bei circa 20 € pro Kilogramm. Verwendung finden die Geräte in der Chirurgie und Kieferorthopädie, um einfache Operationscha-



**Abb. 7:** (a) Schematischer Aufbau eines FDM-Druckers: Das Filament auf einer Spule wird dem Extruder zugeführt, dort geschmolzen und Schicht für Schicht in der X- und Y-Achse aufgetragen. Nach jeder Schicht wird die Z-Achse abgesenkt, und der Vorgang beginnt von Neuem. (b) Situationsmodelle eines unbezahnnten Ober- und Unterkiefers nach dem Druckvorgang vor dem Ablösen von der Bauplattform.

blonen, Anschauungs-, Übungs- und auch Trainingsmodelle herzustellen. Mittlerweile wurde dieses Verfahren komplett durch die sehr kostengünstigen DLP-Drucker und die stark gesunkenen Preise des Druckharzes verdrängt. Es bestehen jedoch immer noch Vorteile bei diesem Verfahren, jedoch sind diese Drucker im Großen und Ganzen wartungsintensiver und weniger anwenderfreundlich.

Ein weiterer Punkt ist, dass in der Zahnmedizin genauere Modelle und biokompatible Materialien benötigt werden. Deswegen wird zum großen Teil das SLA- und DLP-Verfahren in Kliniken, Praxen und Hauslaboren verwendet. Auch hier sind in den letzten Jahren die Kosten sehr stark gesunken. Dies wurde auch maßgeblich durch das Auslaufen diverser Patente ermöglicht. Kurz danach kam es zu einer rasanten Entwicklung, Verbesserung und Kostenersparnis. Einfache Geräte sind in diesem Bereich ebenso ab ca. 200 € erhältlich. Sehr günstige Photopolymere sind schon für ca. 50 € pro Kilogramm zu kaufen. Die in der Zahnmedizin verwendeten biokompatiblen Photopolymere können hingegen bis zu 1.500 € je Kilogramm kosten. Ein Vorteil ist jedoch, dass meistens nur sehr kleine Objekte gedruckt werden müssen und deswegen die Kosten der Ausgangsmaterialien eine eher untergeordnete Rolle spielen. In der Zahnmedizin liegen die Kosten für Desktopgeräte für die Klinik, Praxis und das Hauslabor bei ca. 7.000 €. Mit diesen lassen sich biokompatible Materialien verarbeiten, die zur Herstellung von z.B. Abdrucklöffeln, Schienen, Bohrschablonen, Langzeitprovisorien und Totalprothesen verwendet werden. Für die reine Fertigung von Anschauungs- und Arbeitsmodellen können jedoch auch deutlich günstigere Geräte eingesetzt werden. ■

Bilder: © 2a Zahntechnik Jung, Wertheim  
3b BEGO GmbH & Co.KG, Bremen  
alle weiteren PD Dr. Höhne

#### Interessenkonflikt:

Von Seiten des Autors bestehen keine Interessenskonflikte. Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

#### PD Dr. Christian Höhne

2011 Assistenz Zahnarzt in Wertheim  
2013 Promotion im Bereich der Physiologie an der Universität Würzburg  
Seit 2020 Oberarzt der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik am Universitätsklinikum Würzburg  
2023 Habilitation über 3D-Druck in der Zahnmedizin; Lehrbefugnis als Privatdozent für das Fach Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, insbesondere Prothetik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg



#### PD Dr. Christian Höhne

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
Universitätsklinikum Würzburg  
Pleicherwall 2 · 97070 Würzburg  
Tel.: 0931 201-74809 · hoehne\_c@ukw.de

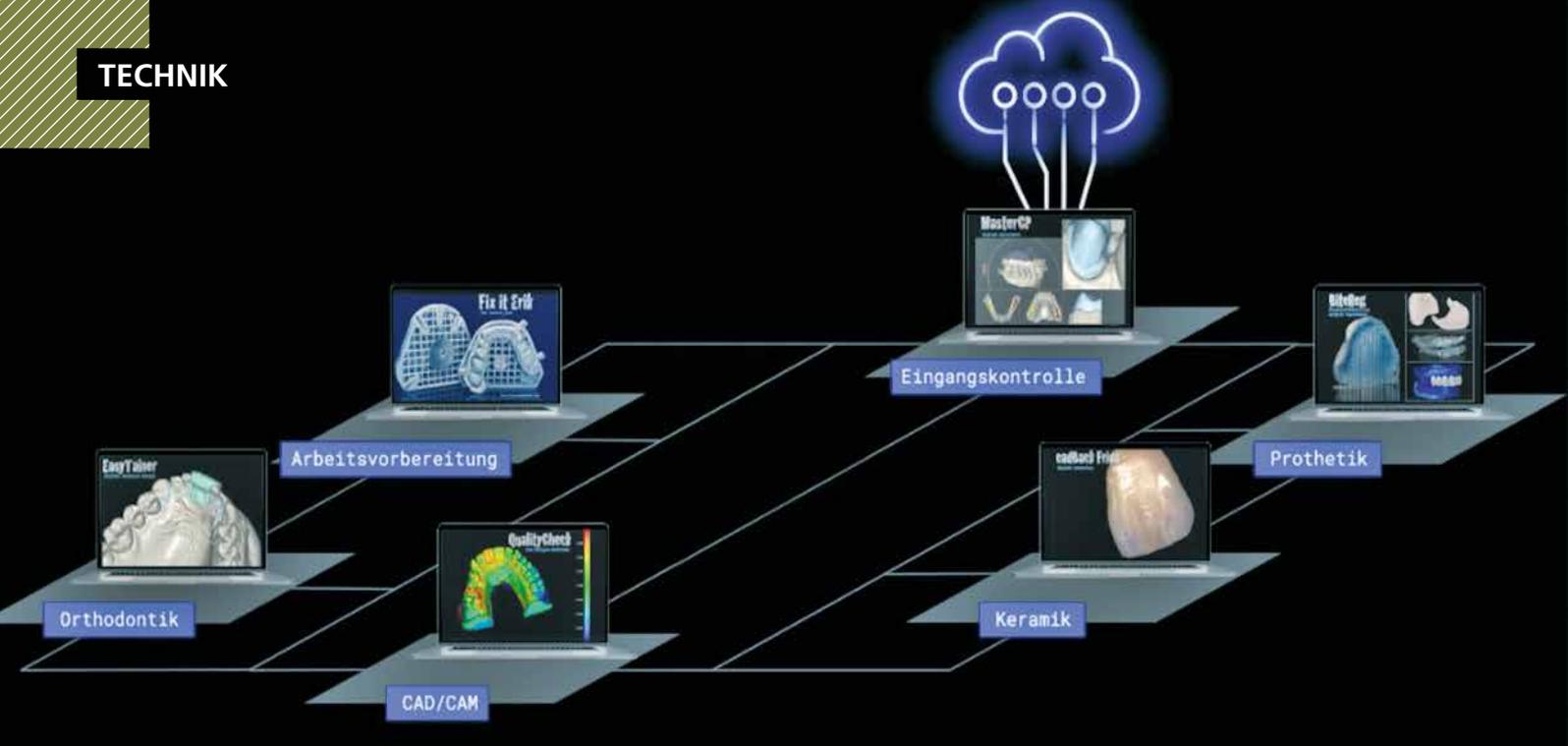


## FOKALDRY: der Turbo-DRYer

Lösungsmittelgemisch zur schnellen Reinigung, Entfettung, Trocknung von Kavitäten, Wurzelkanälen und Zahnoberflächen, auch für Kronen und Brücken geeignet.

- ✓ Reinigt, entfettet und trocknet in einem Arbeitsgang
- ✓ Trocknet sekundenschnell rückstandsfrei
- ✓ Reduziert Keime





## Abteilungsübergreifende CAD-Software

Die Softwarestruktur hat sich in Dentallaboren in den vergangenen Jahren rasch weiterentwickelt. War es zu Beginn nur der Einsatz einer CAD-Applikation, um im Bereich von Kronen und Brückentechnik digital fertigen zu können, werden aktuell immer häufiger ergänzende CAD-Abläufe abteilungs- bzw. technikerübergreifend integriert.

Der Vorteil hierbei ist, dass nicht ein Arbeitsbereich, die CAD-Abteilung, alle digitalen Konstruktionen durchführt muss. So können Mitarbeiter aller Abteilungen in den digitalen Ablauf mit einbezogen werden. Gerade bei CAD-Konstruktionen, die „nur“ Hilfssteile wie individuelle Löffel, Bissregistratur, Modelle etc. darstellen, macht diese Arbeitsteilung Sinn (Abb. 1–4). Wertvolle Arbeitszeit des CAD-Technikers wird so eingespart, der sich somit auf komplexere Arbeiten besser konzentrieren kann. Aber auch bei Arbeitsschritten mit besonderer Expertise, wie der Konstruktion von Anti-Schnarchschiennen

oder der Gerüstreduktion für Microlayering, ist eine Konstruktion von dem jeweiligen Experten effizienter. Denn wenn der CAD-Techniker die Aufgabe des Konstruierens zu übernimmt, sind im Nachgang meist manuelle Anpassungen durch den Experten notwendig (Abb. 5 und 6).

### Abteilungsübergreifend

Abteilungsübergreifender Softwareeinsatz bedeutet, jeder Abteilung bzw. jedem Techniker die digitalen Tools zur Verfügung zu stellen, die jeweils benötigt werden – Nicht mehr und nicht weniger. Da bei vielen

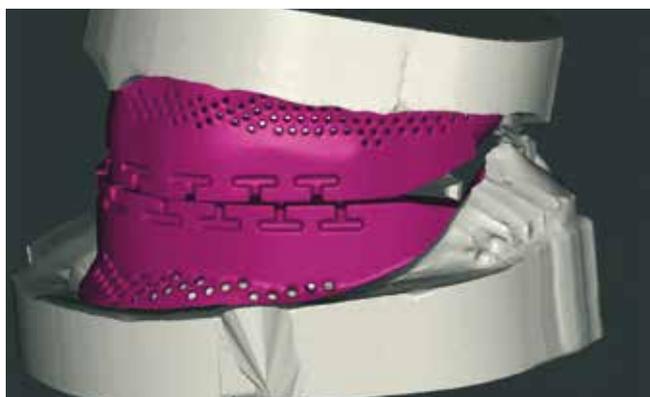


Abb. 1: Konstruierte Bissregistratur (BiteReg)

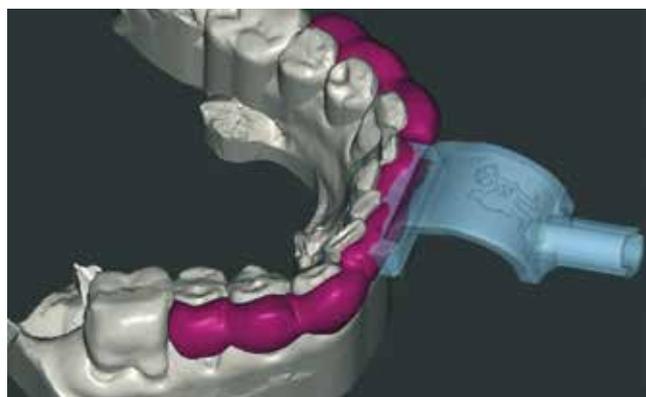


Abb. 2: CAD-Hilfsstück für die Gelenksvermessung



IHR DIREKTER WEG  
ZUR LIQUIDITÄT



## Ruhiges Fahr- wasser für Ihre Liquidität.

Bleiben Sie auf Kurs und verlassen Sie sich auf einen stabilen Cashflow. Unser Factoring für Dentallabore nimmt Ihnen das Ausfallrisiko von Rechnungswerten ab und gibt Ihnen die Freiheit, mutig voranzusteuern und jederzeit liquide zu bleiben – ganz ohne Unsicherheiten und finanzielle Flauten.

**Wann holen Sie uns ins Boot?**



L.V.G. Labor-Verrechnungs-Gesellschaft mbH  
Hauptstraße 20 / 70563 Stuttgart  
T 0711 66 67 10 / F 0711 61 77 62  
kontakt@lv.g.de

[www.lv.g.de](http://www.lv.g.de)

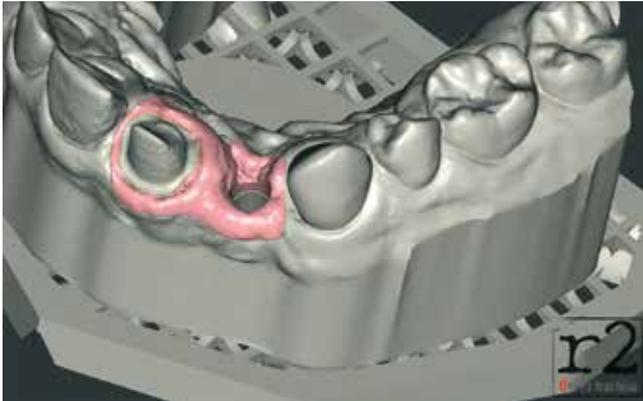


Abb. 3: Digitales Modell (Fix it Erik)



Abb. 4: Verschiedene Sockelsysteme stehen zur Auswahl (hier Roto-Click)



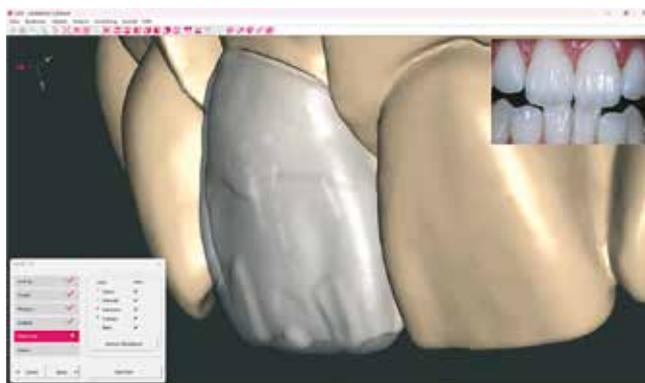
Abb. 5: Konstruktion einer Anti-Schnarchschiene

individuellen Indikationen Allround-Softwareprogramme nicht optimal abgestimmt sind oder wichtige Funktionen vermissen lassen, besteht die Möglichkeit, auf speziell auf einen Arbeitsbereich abgestimmte Programme zurückzugreifen (**Abb. 7**). Zumeist sind diese aufgrund ihrer verringerten Komplexität einfach zu erlernen und in der speziellen Indikation auch schnell und unkompliziert anwendbar. Derzeit haben sich verschiedene Anbieter auf den Bereich der spezialisierten CAD-Software fokussiert. Kategorisiert man diese nach Einsatzgebiet oder Abteilung, ergibt sich folgendes Bild:

- Arbeitseingang: Bite-Finder (Bite-Finder), MasterCP (r2deixmachina) (**Abb. 8**)
- Arbeitsvorbereitung: Blender for dental (Blenderfordental), Fix it Erik (r2deixmachina), Magic Model3D (Baumann dental), didex (Dentona), Shera easy-Model (Shera), Biss-Print (Promadent), axioprisa/axiosnapmount (SAM)
- Prothetik: shera easy-base (Shera), BiteReg (r2deixmachina), Blender for dental (Blenderfordental), Silabite (Siladent), Biss-Tray (Promadent)
- Modellguss: silapart (Siladent)
- Keramik: cadBack (Dentaurum)
- Datenkontrolle: QualityCheck (r2deixmachina) (**Abb. 9**), Meshmixer (Autodesk), Zeiss Inspect (Zeiss)

**Zusammenfassung**

Es muss nicht immer alles von einer einzigen CAD-Software erledigt werden. Der Einsatz von spezialisierten, indikationsbezogenen Softwareprogrammen kann die laborseitige Softwarestruktur sinnvoll



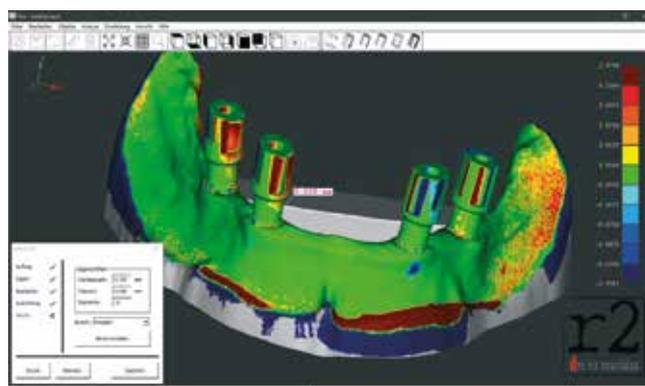
**Abb. 6:** Individuelle Reduktion der Vollanatomie für das Microlayering



**Abb. 7:** Vielseitige Integration von verschiedenen Vermessungssystemen



**Abb. 8:** KI-basierte Okklusionskorrektur auf maximaler Vierpunktkontakt (MasterCP)



**Abb. 9:** Softwareseitige Datenkontrolle (QualityCheck)



Abb. 10: Nahtlose Integration einer Spezialsoftware in eine Allroundsoftware (exocad)

ergänzen. Die Durchführung von Konstruktionen durch den auch sonst für diesen Arbeitsschritt vorgesehenen Techniker ist zeitsparend und ermöglicht eine effektive Arbeitsteilung. Überlastete CAD-Techniker oder sogar ganze Abteilungen können sich so wieder auf ihre Kernbereiche fokussieren. Spezialisten haben die Möglichkeit, ihr Know-How bereits in der CAD-Konstruktion einbringen, um manuelle Nacharbeit zu vermeiden. Entscheidend für ein abteilungsübergreifendes Verteilen der CAD-Konstruktion ist allerdings die unkomplizierte Integration der Spezialsoftware in den digitalen Arbeitsablauf. Die nahtlose Übergabe der benötigten oder erstellten Dateien sollte von der zusätzlich eingesetzten Software unterstützt werden (Abb. 10). ■

Bilder: © Riquier



**ZTM Ralph Riquier**

r2dental



CAD/CAM Consultant

Niemandsberg 77 · 75196 Remchingen



riquier@r2dental.de

www.r2dental.de

spitta

# CAD/CAM korrekt abrechnen

Damit Ihre Leistungsabrechnung genauso präzise ist wie die Technik.



Für mehr Infos  
QR-Code scannen  
oder direkt unter  
[spitta.de/cadcam](http://spitta.de/cadcam)  
bestellen!



Jetzt das neue **Print-Werk** sichern und durchstarten!

Spitta GmbH | Ammonitenstraße 1 | 72336 Balingen | 07433 952-0 | [kundencenter@spitta.de](mailto:kundencenter@spitta.de) | [www.spitta.de](http://www.spitta.de)



© WanXNia/freepik

## Digital – das neue Normal

Die herkömmlichen Abrechnungsschemata stoßen angesichts der veränderten Kostenstrukturen, der Integration neuer digitaler Verfahren und der Komplexität digitaler Workflows zunehmend an ihre Grenzen. Die transparente und korrekte Erfassung sowie Weiterberechnung der erbrachten digitalen Leistungen wird somit zu einem zentralen Aspekt für den wirtschaftlichen Erfolg zahntechnischer Labore und für die partnerschaftliche Zusammenarbeit mit den Zahnarztpraxen.

Die digitale Transformation hat in den vergangenen Jahren unaufhaltsam in nahezu allen Industriezweigen Einzug gehalten – auch die Zahntechnik bildet hier keine Ausnahme. Die Implementierung digitaler Technologien revolutioniert die traditionellen Arbeitsabläufe in zahntechnischen Laboren seit geraumer Zeit grundlegend.

Computergestützte Designprozesse (CAD), innovative Fertigungsverfahren, wie der 3D-Druck (additive Fertigung) und der Einsatz neuartiger Materialien, ermöglichen eine präzisere, effizientere und oft auch patientenfreundlichere Herstellung von Zahnersatz, kieferorthopädischen Apparaturen und anderen dentalen Produkten.

Diese technologischen Fortschritte eröffnen Zahntechnikern/-innen und Zahnarztpraxen ein enormes Potenzial für qualitativ hochwertigere Versorgungs- und optimierte Produktionsprozesse. Allerdings bringt diese tiefgreifende Veränderung auch neue Herausforderungen mit sich, insbesondere im Bereich der zahntechnischen Abrechnung.

### Anpassung an digitale Verfahren

Der Übergang von traditionellen analogen Verfahren in der Zahntechnik hin zu digitalen Technologien revolutioniert nicht nur die Herstellungsprozesse, sondern erfordert auch eine Anpassung der Abrechnungsgrundlagen. Mit der Einführung von CAD/CAM, 3D-Druck und anderen digitalen Workflows entstehen neue Leistungsinhalte, die in der bisherigen Bundeseinheitlichen Benennungsliste für zahntechnische Leistungen (BEB) oft keine adäquate Abbildung finden.

Deshalb ist es notwendig, neue Abrechnungspositionen zu definieren und einzuführen, um die veränderten Kostenstrukturen und den Innovationswert digitaler zahntechnischer Leistungen transparent und nachvollziehbar erfassen zu können. Die Neuanlage und Kalkulation von (digitalen) BEB-Positionen ist somit ein entscheidender Schritt, um die wirtschaftliche Grundlage zahntechnischer Labore im digitalen Zeitalter zu sichern. Betrachten wir die Veränderung anhand eines praktischen Beispiels:



### Digitaler Herstellungsprozess

Wie würde sich die Abrechnung verändern, wenn die Brücke über einen digitalen Herstellungsprozess angefertigt werden würde? Die Modelle werden eingescannt und das Brückengerüst im eigenen Betrieb aus NEM gefräst.

BEB 97	abrechenbare Leistungen	Menge	Anmerkung
0732	Desinfektion	2	
0007	Kontrollmodell	je	
0002	Modell aus Superhartgips	1	Gegenkiefermodell
0021	Modell für Sägesegmente	1	
0xxx	CAD/CAM Auftragsanlage	1	neue eigene Leistung
0xxx	CAD/CAM Modell einscannen	2	neue eigene Leistung
0xxx	CAD/CAM Modell/Kieferrelation scannen	1	neue eigene Leistung
0103	Modellsegment sägen	6	je erzeugtem Segment
0xxx	CAD/CAM Modellsegment teilen	je	neue eigene Leistung
0104	Stumpf aus Superhartgips	6	
0212	Dowel-Pin setzen (nach Anzahl)	12	
0xxx	CAD/CAM Ausblocken eines Stumpfes	2	neue eigene Leistung
0217	Stumpf unter Mikroskop vorbereiten	2	
0xxx	CAD/CAM Konstruktionsgrenze festlegen	2	neue eigene Leistung
0222	Modellergänzung aus Kunststoff	1	z.B. Modellplatte
0xxx	CAD/CAM Zahn vermessen	2	neue eigene Leistung
0253	Split-Cast-Sockel an Modell	2	
0405	Modellmontage in individuellen Artikulator II	1	
0408	Montage eines Gegenkiefermodelles	1	
0xxx	CAD/CAM Nutzung virtueller Artikulator	1	neue eigene Leistung
0724	Zahnfarbenbestimmung II	1	
2xxx	CAD/CAM Konstruktion CAD-Krone – für vollständige Verblendung	2	neue eigene Leistung
2xxx	CAD/CAM Konstruktion CAD-Brückenglied – für vollständige Verblendung	1	neue eigene Leistung
2xxx	CAD/CAM Design Verbindungsstelle	2	neue eigene Leistung
2xxx	CAD/CAM Krone – für vollständige Verblendung	2	neue eigene Leistung
2xxx	CAD/CAM Brückenglied – für vollständige Verblendung	1	neue eigene Leistung
2xxx	CAD/CAM Krone/Brückenglied nacharbeiten	3	neue eigene Leistung
2612	Mehrflächige Verblendung aus Keramik	3	
2951	Individuell charakterisieren Keramik	3	
2981	NEM Zuschlag	3	
2965	Zuschlag für Arbeiten unter Stereomikroskop	3	
0701	Versand je Versandgang	2	
Mat.	Fräsmaterial	3	

### Mit IOS und digitaler Kiefergelenksvermessung

Wie würde sich die Abrechnung weiter verändern, wenn ein intraoraler Scan und eine digitale Kiefergelenksvermessung an das Labor gesendet werden? Die Modelle werden gedruckt. An den Modellen wird ein individueller „Artikulator“ – angepasst an die patientenindividuellen Kiefergelenkswerte – gedruckt und das Brückengerüst im eigenen Betrieb aus NEM gefräst.

BEB 97	abrechenbare Leistungen	Menge	Anmerkung
0732	Desinfektion	2	
0xxx	CAD/CAM Auftragsanlage	1	neue eigene Leistung
0xxx	CAD/CAM Import Scandaten	1	neue eigene Leistung
0xxx	3D Modell – Design	1	neue eigene Leistung
0xxx	3D Modell	1	neue eigene Leistung
0xxx	3D Zahnkranz – Design	1	neue eigene Leistung
0xxx	3D Zahnkranz	1	neue eigene Leistung
0xxx	3D Stumpf aus Kunststoff, gedruckt	2	neue eigene Leistung
0xxx	3D Präzisionskontrollmodell – Design	1	neue eigene Leistung
0xxx	3D Präzisionskontrollmodell, gedruckt	1	neue eigene Leistung
0xxx	CAD/CAM Modellsegment teilen	je	neue eigene Leistung
0xxx	CAD/CAM Ausblocken eines Stumpfes	2	neue eigene Leistung
0xxx	CAD/CAM Konstruktionsgrenze festlegen	2	neue eigene Leistung
0xxx	CAD/CAM Zahn vermessen	2	neue eigene Leistung
0xxx	CAD/CAM Werte von digitaler Kiefergelenksvermessung übernehmen	1	neue eigene Leistung
0xxx	CAD/CAM Anpassung individueller Artikulator	1	neue eigene Leistung
0xxx	CAD/CAM Okklusionskontrolle, auch dynamisch	1	neue eigene Leistung
0xxx	3D gedruckte Kondylen an Modell	1	neue eigene Leistung
0xxx	3D gedruckte Gegenlager zu Kondylen an Modell	1	neue eigene Leistung
0724	Zahnfarbenbestimmung II	1	
2xxx	CAD/CAM Konstruktion CAD-Krone – für vollständige Verblendung	2	neue eigene Leistung
2xxx	CAD/CAM Konstruktion CAD-Brückenglied – für vollständige Verblendung	1	neue eigene Leistung
2xxx	CAD/CAM Design Verbindungsstelle	2	neue eigene Leistung
2xxx	CAD/CAM Krone – für vollständige Verblendung	2	neue eigene Leistung
2xxx	CAD/CAM Brückenglied – für vollständige Verblendung	1	neue eigene Leistung
2xxx	CAD/CAM Krone/Brückenglied nacharbeiten	3	neue eigene Leistung
2612	Mehrflächige Verblendung aus Keramik	3	
2951	Individuell charakterisieren Keramik	3	
2981	NEM Zuschlag	3	
2965	Zuschlag für Arbeiten unter Stereomikroskop	3	
0701	Versand je Versandgang	2	
Mat.	Fräsmaterial	3	
Mat.	Druckmaterial	je	

Die weltweit meist-verkaufte Glaskeramik<sup>[1]</sup>

IPS e.max® CAD



[1] Basierend auf Verkaufszahlen.



Ob die keramikverblendete Krone auf konventionelle Weise angefertigt wird, in einem digitalen Herstellungsprozess oder mit Hilfe eines IOS und digitaler Kiefergelenksvermessung, nimmt Einfluss auf die Abrechnungsmöglichkeiten.  
© Ümit Kuzuluk/AdobeStock

Die Erstellung individueller BEB-Positionen sollte sich nicht auf das „Endprodukt“ (z.B. „gedrucktes Modell“ oder „CAD/CAM Krone“) beziehen, sondern auf den individuellen Herstellungsprozess.

Dadurch können sich in der Abrechnung verschiedene Vorteile ergeben:

- Abrechnungstransparenz
- Nachvollziehbarkeit
- Prozessbeschreibung (wichtig für die MDR)

Bedenken Sie, dass die neuen BEB-Leistungen auch betriebswirtschaftlich zu kalkulieren sind.

## Fazit

Die digitale Transformation bietet immense Chancen, erfordert aber gleichzeitig eine konsequente Anpassung der Rahmenbedingungen, insbesondere im Bereich der Abrechnung. Unser Beispiel zeigt deutlich, dass die herkömmlichen Abrechnungssysteme mit dieser Entwicklung kaum Schritt halten können. Die Gegenüberstellung von analogen und digitalen Fertigungsprozessen macht klar, dass eine grundlegende Anpassung der Abrechnungsgrundlagen unbedingt notwendig ist. Die bisherige BEB 97 vermag die neu-

en Leistungsinhalte und veränderten Kostenstrukturen digitaler Workflows nicht adäquat abzubilden. Entwicklung und Einführung neuer, spezifischer BEB-Positionen sind daher unerlässlich, um die wirtschaftliche Basis zahntechnischer Labore im digitalen Zeitalter zu sichern. Dabei ist es entscheidend, dass sich diese neuen Positionen nicht primär auf das Endprodukt, sondern auf die einzelnen innovativen Herstellungsprozesse beziehen. Dieser Ansatz schafft nicht nur die notwendige Abrechnungstransparenz und Nachvollziehbarkeit, sondern liefert auch wichtige Prozessbeschreibungen im Hinblick auf die Medizinprodukteverordnung (MDR).

Die Beispiele verdeutlichen, wie sich mit fortschreitender Digitalisierung die Anzahl der abrechenbaren Einzelschritte signifikant erhöht. Von der digitalen Auftragsanlage über das Scannen von Modellen und Kieferrelationen bis hin zur Konstruktion im virtuellen Artikulator und dem 3D-Druck entstehen neue, eigenständige Leistungen, die in der Abrechnung berücksichtigt werden müssen.

Die Integration von Daten aus intraoralen Scans und digitalen Kiefergelenksvermessungen führt zu einer weiteren Zunahme spezifischer digitaler Arbeitsschritte. Daher ist es unerlässlich, dass Zahntechniker/-innen an der Definition und Kalkulation dieser neuen BEB-Positionen arbeiten. Nur so kann gewährleistet werden, dass Innovationskraft und Mehrwert digitaler zahntechnischer Leistungen angemessen vergütet werden und die wirtschaftliche Zukunftsfähigkeit der Labore gesichert ist. ■



## Stefan Sander

medical-dental-solutions  
Burgwedeler Straße 95g  
30657 Hannover  
0511 21330343  
info@medical-dental-solutions.de  
www.medical-dental-solutions.de



# ivoclar

## Inspired by nature

### IPS e.max® Ceram

Die Verblendkeramik  
für naturgetreue  
Ästhetik

- für Zirkonoxid und  
Lithium-Disilikat
- für alle Verarbei-  
tungstechniken
- mit durchdachtem  
Farbsystem



ivoclar.com

Making People Smile

**Prof. Dr. Matthias Kern**

11.07.1958 – 16.04.2025

**Ein Nachruf**



Ausdauernd und diszipliniert, vorbildlich und kollegial – diese Attribute fallen mir spontan ein, wenn ich den Namen meines Kollegen Matthias Kern höre. Das Joggen vor oder nach einem anstrengenden Tagungstag gehörte ebenso dazu wie seine aufmerksame Präsenz als Zuhörer im Auditorium mit aufgeschlagenem Notebook oder gerne auch auf der Bühne als Sitzungsleiter oder Vortragender. Immer diskussionsfreudig und gleichermaßen fair, auch wenn so manche Frage schon ans Eingemachte gehen konnte. Man sollte als Referent schon gut vorbereitet auf die Bühne gehen, wenn Matthias Kern im Saal war.

So habe ich ihn von zahlreichen Treffen in Erinnerung und so hat er die deutsche zahnärztliche Prothetik und auch Zahntechnik mitgeprägt. Uns verband das Thema der vollkeramischen Klebebrücke – gemeinsam waren wir lange Jahre auch in der AG Keramik.

Kleben und minimalinvasives Vorgehen waren seine Leidenschaft – sogar bei herausnehmbarem Zahnersatz: Seien es die Klebe-Attachments oder die auf einem mittigen Implantat verankerte Prothese des zahnlosen Unterkiefers: sparsame, aber effiziente Konstruktionen zum Wohl des Patienten.

Matthias Kern war ein Hochschullehrer, der nicht nur darüber dozierte, sondern auch machte. Er war auch ein Praktiker und neidvoll musste ich immer anerkennen, dass er stets up to date war, was seine Literaturkenntnisse anbelangte. Diese flocht er fortwährend in seine Fortbildungen ein und gab sie freundschaftlich-kollegial weiter.

Zähne waren seine Leidenschaft und das spürten auch seine Studenten. Er war ein Hochschullehrer, wie man ihn sich nicht besser wünschen konnte – und genauso brannte er für seine Wissenschaft. So war nicht nur das Zahnklinikgebäude in Kiel ein Leuchtturm der Zahnmedizin, sondern auch der darin wirkende Prothetiker.

An der University of Maryland erwarb er sein akademisches und wissenschaftliches Rüstzeug. Zu vielen internationalen Kolleginnen und Kollegen pflegte er eine langjährige Freundschaft.

Lieber Matthias, eigentlich sollte mit 66 Jahren das Leben noch einmal anfangen. Für dich hat es hier auf Erden schon viel zu früh ein Ende gefunden. Aber Dein Erbe wird bleiben.

*Prof. Dr. Peter Pospiech*



© kues1/freepik

## Compliance versus Entbürokratisierung

Sind Compliance-Managementsysteme in Zeiten von Bürokratieabbau für Dentallabore (noch) zeitgemäß?

Die Forderung nach einem Abbau überbordender Bürokratie wird zunehmend lauter – auch und gerade im Gesundheitswesen. Im Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung ist dem Bürokratieabbau im Gesundheitsbereich sogar ein eigener Abschnitt gewidmet. Geplant ist u.a. eine deutliche Reduzierung von Dokumentationspflichten und des Kontrollaufwands [1].

Parallel dazu wird seit Jahren über die Notwendigkeit und den Nutzen von Compliance-Managementsystemen (CMS) in Unternehmen diskutiert.

**Z**iel eines CMS ist die Sicherstellung der Regelkonformität im Unternehmen. Es umfasst sowohl die systematische Dokumentation von getroffenen Maßnahmen als auch interne Kontrollmechanismen. Vor diesem Hintergrund stellt sich für Dentallabore die berechnete Frage: Ist ein CMS angesichts des erklärten Ziels einer Entbürokratisierung noch zeitgemäß?

### Bürokratieabbau und CMS – ein Widerspruch?

Während Compliance auf die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und interner Richtlinien abzielt, bedeutet Entbürokratisierung die Vereinfachung administrativer Abläufe – oft durch den Abbau unnötiger Vorschriften. Auf den ersten Blick mögen sich diese Ziele widersprechen. Bei genauer Betrachtung ergibt sich jedoch ein ergänzendes Verhältnis: Je mehr Regelungen bestehen, desto mehr muss auf deren Einhaltung geachtet werden. Werden unnötige Regelungsbereiche jedoch abgebaut, hat auch ein CMS weniger zu tun. Es besteht also kein Widerspruch zwischen der Notwendigkeit eines CMS und dem Ziel des Bürokratieabbaus.

Ein CMS ist kein Selbstzweck, sondern ein Werkzeug zur Risikominimierung. Es schützt Unternehmen vor Rechtsverstößen, finanziellen Sanktionen und Reputationsverlust. Zudem kann ein gut implementiertes CMS die betriebliche Effizienz fördern – etwa durch standardisierte Abläufe und klar definierte Verantwortlichkeiten. Damit

wird das CMS zu einem strategischen Instrument für zukunftsorientierte Unternehmensführung – auch im Dentallabor.

### Strategischer Vorteil

Für Dentallabore besteht keine gesetzliche Pflicht zur Einführung eines CMS. Dennoch ist die Implementierung empfehlenswert – gerade in einem so hochregulierten und haftungssensiblen Umfeld wie dem Gesundheitswesen. Ein CMS dient nicht nur der rechtlichen Absicherung, sondern kann auch helfen, interne Abläufe zu optimieren und nachhaltig zu professionalisieren.

Ein Beispiel für branchenspezifische Compliance-Unterstützung ist die Compliance-Leitlinie der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung (KZBV) aus dem Jahr 2015. Sie bietet Vertragszahnärztinnen und -zahnärzten Orientierung hinsichtlich ihrer rechtlichen Pflichten – ohne jedoch deren konkrete Umsetzung vorzugeben. Solche Leitlinien können auch Dentallaboren Anhaltspunkte liefern, die ihnen helfen, das Thema Compliance richtig anzugehen.

### Umsetzung mit Augenmaß

Gerade kleine und mittelständische Dentallabore sollten beim Aufbau eines CMS auf Augenmaß setzen. Ein CMS muss dem Unternehmensalltag dienen und soll ihn nicht zusätzlich belasten. Daher sind hier nicht die gleichen Strukturen notwendig wie beispielsweise bei einem inter-

national agierenden Konzern. Ein zu bürokratisches System kann sogar einen gegenteiligen Effekt erzielen und Umgehungsstrategien fördern [2].

Compliance-Vorgaben sollten praxisnah, verständlich und verhältnismäßig sein – orientiert an den realen Risiken und Anforderungen des konkreten Dentallabors. Als Maßstab empfiehlt sich hier: so viel wie nötig, so wenig wie möglich.

### Compliance-Themen im Dentallabor

Ein CMS verfolgt das Ziel, Regelverstöße frühzeitig zu erkennen und zu verhindern. Insbesondere dann, wenn Risiken im Tagesgeschäft nicht unmittelbar erkennbar sind, kann ein CMS helfen, kritische Konstellationen sichtbar zu machen. Im Folgenden werden einige Compliance-Themen dargestellt, die für Dentallabore relevant sind.

#### • Organisation des Labors

Zuerst muss grundlegend sichergestellt werden, dass im Dentallabor sämtliche allgemeinen Unternehmenspflichten eingehalten werden – etwa im Arbeitsrecht (z.B. Arbeitsschutz, Mindestlohn) oder im Bereich der steuerlichen Compliance („Tax-Compliance“). Auch dem Datenschutz kommt im Laborbetrieb besondere Bedeutung zu – nicht zuletzt, weil mit sensiblen Gesundheitsdaten gearbeitet wird. So sollten beispielsweise personenbezogene Patientendaten nicht unverschlüsselt per E-Mail oder (soweit noch vorhanden) per Fax übermittelt werden. Ebenso ist auf die Einhaltung von Löschfristen nach Ablauf gesetzlicher Aufbewahrungsfristen zu achten.

Ein aktuelles Beispiel für die praktische Relevanz von Compliance ist die Einführung der E-Rechnung [3]. Zwar bedeutet ihre Umsetzung zunächst organisatorischen Mehraufwand, langfristig lassen sich aber Abläufe effizienter gestalten, Fehler reduzieren und Ressourcen einsparen. Wichtig: Auch wenn Dentallabore derzeit nicht verpflichtet sind, E-Rechnungen zu versenden, müssen sie in der Lage sein, diese zu empfangen. Ist dies technisch nicht möglich, gilt die Rechnung dennoch als gestellt, Zahlungsverzug tritt ein und Reputationsschäden können drohen.

Nicht zuletzt unterliegt auch der eigentliche Tätigkeitsbereich – die Herstellung von Medizinprodukten – strengen regulatorischen Anforderungen. Die Medizinprodukteverordnung verpflichtet Labore unter anderem zur Einführung eines Qualitätsmanagementsystems, zur Produktklassifizierung sowie zur Ausstellung von Konformitätserklärungen. Hier bestehen klare Anforderungen an Dokumentation, Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit.

#### • Zusammenarbeit mit Geschäftspartnern

Ein weiterer zentraler Aspekt der Compliance betrifft die Geschäftsbeziehungen – bei einem Dentallabor insbesondere die zur Zahnarztpraxis. Für deren Bewertung sind vier Prinzipien von besonderer Bedeutung:

- Nach dem Trennungsprinzip dürfen Zuwendungen nicht mit Beschaffungsentscheidungen verknüpft werden.
- Das Transparenzprinzip fordert, alle Zuwendungen und Vergütungen offen zu legen.
- Aus dem Äquivalenzprinzip folgt, dass Leistung und Gegenleistung in einem angemessenen Verhältnis zueinander stehen sollen. Ein Ungleichgewicht kann darauf hindeuten, dass mit der entsprechenden Leistung (auch) etwas anderes verfolgt wird.
- Alle Leistungen sollten schriftlich fixiert werden (Dokumentationsprinzip).

Bei der Zusammenarbeit zwischen Dentallaboren und Zahnarztpraxen ist vor allem ein Bereich unter Compliance-Gesichtspunkten interessant: die Preisgestaltung. Denn Zahnarztpraxen unterliegen hier Vorgaben zur Abrechnung gegenüber Patientinnen und Patienten. In der Vergangenheit wurde jedoch immer wieder versucht, diese zu umgehen. Zwar könnte sich ein Dentallabor auf den Standpunkt stellen, dass es ihm egal sein könnte, wie die Zahnarztpraxis ihre Rechnungen stellt. Wer so denkt übersieht jedoch, dass sich Rechtsverstöße des Geschäftspartners in bestimmten Konstellationen auch für einen selbst nachteilig auswirken können. Führt ein Verstoß etwa zur Nichtigkeit des getroffenen Vertragsabschlusses, kann ggf. der eigene Honoraranspruch hierauf nicht mehr gestützt werden. Und auch eine strafrechtliche Verantwortung der Geschäftspartner kann sich auf die weiteren Beteiligten erstrecken (zum Beispiel als Beihilfe).

Zahnarztpraxen dürfen nach § 9 Abs. 1 der Gebührenordnung für Zahnärzte (GOZ) nur die tatsächlich entstandenen angemessenen Kosten der zahntechnischen Leistungen berechnen. Rabatte dürfen daher nicht zur eigenen Gewinnerzielung einbehalten, sondern müssen weitergegeben werden. Das bedeutet auch, dass eine Zahnarztpraxis von einem eingeräumten Rabatt ggf. gar nicht selbst profitiert. Lediglich übliche Skonti (2–3 % bei Zahlungsziel bis 14 Tage) sind zulässig.

Eine Vertragsvereinbarung, die dies zu unterlaufen versucht, ist rechtlich unzulässig. Dem Transparenzprinzip folgend sollten Rabatte klar ausgewiesen werden. Denn dann können diese auch den rechtlichen Vorgaben entsprechend weitergegeben werden. Wird ein solcher Rabatt „versteckt“, kann dies als ein erster Hinweis darauf

verstanden werden, dass eine Rabattweitergabe zugunsten des Vertragspartners umgangen werden soll – mit den oben geschilderten Konsequenzen.

Nur dort, wo Materialkosten pauschaliert in den zahnärztlichen Gebührenscheinen schon mitberücksichtigt werden, wie beispielsweise bei Brackets, verbleibt der Rabatt rechtlich zulässig in der Zahnarztpraxis.

### Beispiel: Partner-Factoring

Ein anschauliches Beispiel für einen potenziellen Compliance-Verstoß stellt das sogenannte Partner-Factoring dar. Dieses ist zwischenzeitlich weitestgehend vom Markt verschwunden – und das nicht ohne Grund; an den dargestellten Compliance-Prinzipien lässt sich erkennen, warum. Bei dem Partner-Factoring beteiligt sich das Dentallabor an den Kosten, die einer Zahnarztpraxis für die Abtretung ihrer Forderung gegenüber einer Patientin bzw. einem Patienten entstehen – und zwar bezogen auf den Forderungsteil für die zahntechnischen Leistungen. Allerdings ist das Labor kein Vertragspartner der Patientin bzw. des Patienten, sondern nur der Zahnarztpraxis. Deshalb erhält es von der Zahnarztpraxis die vereinbarte Vergütung auch dann, wenn die Rechnung von Patientenseite nicht beglichen wird. Das Labor profitiert also selbst nicht von dem Factoring, eine Beteiligung an den Kosten stellt sich deshalb als eine Bezuschussung der Zahnarztpraxis dar. Das Trennungsprinzip wird hier verletzt, da die Zahnarztpraxis durch die finanzielle Unterstützung in ihrer Beschaffungsentscheidung beeinflusst werden soll. Mangels angemessener Gegenleistung liegt zudem ein Verstoß gegen das Äquivalenzprinzip vor. Häufig fehlte auch die Offenlegung der Leistung (Verstoß gegen das Transparenzprinzip).

Die genannten Compliance-Prinzipien führen somit zu einer Bewertung dieser Kooperation als kritisch. Das rechtliche Problem, das hier dahintersteckt, ist folgendes: Da die Zahnarztpraxis nur die tatsächlich entstandenen Kosten weiterberechnen darf (s. o.), und die Bezuschussung für das Factoring die tatsächlichen Kosten der Praxis mindert, muss dieser Betrag weitergegeben werden. Ansonsten ist die zahnärztliche Rechnungsstellung unrichtig. Wenn dieser Zusammenhang auch Gegenstand der Absprache war bzw. das Dentallabor von Verstößen hiergegen wusste, kann sogar eine Korruption nach § 299a f. StGB (Bestechlichkeit und Bestechung im Gesundheitswesen) in Betracht kommen.

### Beispiel:

#### Rückvergütung einer Dentalhandels-gesellschaft

Ein weiteres Beispiel aus der Praxis ist das Geschäftsmodell

einer Dentalhandels-gesellschaft, die zahntechnische Leistungen günstig im Ausland einkaufte und zu inländischen Preisen mit entsprechendem Gewinn an Zahnarztpraxen verkaufte. Letztere stellten die hierbei entstandenen Kosten Patientinnen und Patienten bzw. Kostenträgern in Rechnung. Im Nachhinein erhielten die Zahnarztpraxen jedoch einen Teil des Gewinns als „Kick-back“ wieder ausgezahlt. Dieser wurde dann weder an Versicherte noch Krankenkassen weitergegeben.

Da Zahnarztpraxen bei der Zahntechnik nur die tatsächlich entstandenen Kosten berechnen dürfen, wäre die Rückvergütung zu berücksichtigen gewesen. Diese hatte zum Ziel, die Kundschaft langfristig in das System einzubinden, also die Beschaffungsentscheidungen zu beeinflussen. Damit wurde das Trennungsprinzip nicht eingehalten. Das Transparenzprinzip wurde missachtet, weil die Rückvergütungen nicht offengelegt wurden, und das Dokumentationsprinzip, weil die Rückvergütung nicht schriftlich festgehalten, sondern nur mündlich vereinbart wurde. Auch die Einhaltung des Äquivalenzprinzips erscheint fraglich, denn eine (zulässige) Gegenleistung für die Rückvergütung wurde nicht vereinbart. Mehrere Beteiligte wurden strafrechtlich wegen Betrugs verurteilt; nach aktueller Rechtslage käme zusätzlich eine Korruptionsstrafbarkeit gemäß § 299a StGB in Betracht.

### Fazit

Auch in Zeiten des Bürokratieabbaus bleibt ein CMS für Dentallabore ein sinnvolles Instrument. Es schafft Klarheit, reduziert rechtliche Risiken und unterstützt effiziente Abläufe. Ein CMS hilft, Risiken zu erkennen und regelkonforme Lösungen zu etablieren. Damit wird es zu einem wichtigen Baustein für rechtssicheres und zukunftsfähiges Wirtschaften im Dentallabor. ■

#### Literatur

- [1] [https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag2025\\_bf.pdf](https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag2025_bf.pdf), Zeile 3491 ff.
- [2] Passarge: Aktuelle Compliance-Herausforderungen und -Thesen zur Zukunft – Teil 1, CB 2025, 45, 46.
- [3] Siehe hierzu auch ZTM 02/2025, S. 102.



### Dr. Tobias Meyer

Rechtsanwalt/Syndikusrechtsanwalt  
Leiter Referat Recht  
Kassenzahnärztliche Vereinigung  
Baden-Württemberg  
Albstadtweg 9 · 70567 Stuttgart  
tobias.meyer@kzvbw.de



Aufwand reduzieren mit  
der Telematikinfrastruktur

E-Rechnung?  
Ganz einfach mit der BSD-Software

Bild- und Chargendokumentation,  
Verfolgung der Aufträge, ...

Schnellste und einfachste  
Abrechnung

Zuverlässiger Support und  
langjährige Erfahrung

- ✓ Abrechnung
- ✓ Organisation
- ✓ Verwaltung

BSD GmbH  
Högestr. 10  
79108 Freiburg  
Telefon: 07665-9226 0  
[www.bsd-freiburg.de](http://www.bsd-freiburg.de)  
[info@bsd-freiburg.de](mailto:info@bsd-freiburg.de)



© creativeart/freepik

## Digitale Personalsuche ohne Stolpersteine

Der Fachkräftemangel in der Zahntechnikbranche spitzt sich weiter zu und der „War for Talents“ geht munter weiter. Zahlen der Bundeszahnärztekammer und des Verbands Deutscher Zahntechniker-Innungen (VDZI) zufolge bleiben immer mehr Stellen in Dentallaboren unbesetzt. Wenn man diese Lücken schnell schließen möchte, sollte man auf digitale Recruiting- und Bewerbungsprozesse setzen. Doch hier lauert der eine oder andere Stolperstein.

**B**esonders junge Talente fehlen, da die Zahl der Auszubildenden in den vergangenen zehn Jahren um mehr als 25% gesunken ist. Gleichzeitig steigt der Bedarf an qualifizierten Fachkräften durch den technologischen Fortschritt und die wachsende Nachfrage nach hochwertigem Zahnersatz. Wie sollte ein Dentallabor seine Strategien in der Personalsuche an diese Situation anpassen und welche Fehler gilt es zu vermeiden?

### Mitarbeitersuche digital

Immer mehr Dentallabore setzen mittlerweile auf digitale Strategien zur Personalgewinnung. Social Media und zielgerichtete Online-Werbung ersetzen zunehmend klassische Methoden wie Stellenanzeigen in Jobportalen, der Zahntechniker-Innung oder der Tageszeitung. Moderne Labore haben erkannt, dass digitale Kanäle entscheidend sind, um sich als attraktiver Arbeitgeber zu positionieren und aktiv die richtigen Fachkräfte anzusprechen.

Über digitale Kanäle und angepasste Suchalgorithmen haben Labore also die Chance, ihre gewünschte Bewerberzielgruppe zuverlässig und gezielt online zu erreichen, um zu vermeiden, dass eine freie Stelle lange unbesetzt bleibt. Doch bei der digitalen Personalsuche gibt es typische Fehler, die auch Dentallaboren unterlaufen können.

Nachfolgend werden die häufigsten Stolpersteine aufgezeigt, und es wird erklärt, wie die Personalgewinnung auf digitalem Weg auf ein stabiles Fundament gestellt werden kann.

### Falsche Kanäle

Viele Labore setzen auf klassische Jobportale, die nach dem Pull-Prinzip funktionieren – sie sprechen nur aktiv suchende Bewerber an. Allerdings sind viele qualifizierte Zahntechniker gar nicht aktiv auf Jobsuche. Um diese sogenannten passiven Kandidaten zu erreichen, ist ein Push-Ansatz erforderlich: Durch gezielte Werbeanzeigen auf Social-Media-Plattformen wie Facebook, Instagram, TikTok und LinkedIn können Labore diese potenziellen Bewerber direkt ansprechen. Wichtig ist dabei, gezielt die richtigen Kanäle auszuwählen und mit datengetriebenen Werbeanzeigen zu arbeiten, also mit Werbeanzeigen, die nach einer speziellen Analyse der Interessen der Zielgruppe an den richtigen Stellen platziert werden. Nur so kann die Zielgruppe effektiv erreicht werden.

Laut ARD/ZDF-Medienstudie 2024 ist hierbei Instagram mittlerweile die wichtigste Plattform. Fast die Hälfte der Bevölkerung nutzt diese Plattform regelmäßig, wodurch man hier sehr gute Chancen hat, Talente aus der eigenen Region auf sich aufmerksam zu machen.

## FINOHIT ZR ML und HT

hochtransluzent | vorgesintert | voreingefärbt

- ✓ Hohe Biegefestigkeit
- ✓ Natürlicher Farbverlauf
- ✓ Homogene Dichte
- ✓ Für offene CAD/CAM-Systeme

 Made in Germany



Bereits ab 79,00 €



Jetzt zum  
Vorteilspreis testen!

# DT&SHOP

GmbH · Mangelsfeld 11 - 15 · 97708 Bad Bocklet  
Germany · info@dt-shop.com · www.dt-shop.com

### Blasse Präsentation

Ein weiteres Problem ist die fehlende Transparenz in den Anzeigen. Viele Labore gestalten ihre Außendarstellung wenig individuell und scheinen in ihrem Auftritt beliebig austauschbar. Doch Bewerber möchten wissen, was sie in einem neuen Job erwartet. Deshalb sollten Labore authentische Einblicke in den Arbeitsalltag bieten. Fotos und Videos vom Team, von modernen Arbeitsplätzen und der Unternehmenskultur schaffen Vertrauen. Außerdem werden visuelle Inhalte von Social-Media-Algorithmen bevorzugt und erzielen deutlich mehr Reichweite sowie Interaktion. Labore, die auf persönliche und emotionale Inhalte setzen, erhalten nachweislich mehr Bewerbungen.

### Kein Mobile-First-Bewerbungsprozess

Über 80% der Jobsuchen finden mittlerweile mit dem Smartphone statt. Digitale Bewerbungsprozesse sollten unbedingt auch für mobile Endgeräte optimiert sein. Oft ist es jedoch bei Laboren so, dass Bewerbungen ausschließlich über komplizierte Formulare auf ihrer jeweiligen Website möglich sind. Das wiederum lässt viele Interessenten abspringen.

Moderne Ansätze wie automatisierte Chatbots, die Bewerber in wenigen Minuten durch den Prozess leiten, sind wesentlich effektiver. Sie ermöglichen eine schnelle, persönliche und dennoch automatisierte Vorqualifizierung der Bewerber. Dadurch können Labore die Anzahl der qualifizierten Bewerbungen steigern und die Effizienz ihrer Personalgewinnung steigern.

### Digitales Recruiting in Eigenregie

Der Anspruch an digitales Recruiting ist 2025 noch weiter gestiegen. Da reicht es nicht mehr aus, nur (online) Anzeigen zu schalten. Wer sich beim digitalen Recruiting Unterstützung holen will, sollte darauf achten, Anbieter zu wählen, die ein tiefes Verständnis der Zielgruppe besitzen, Performance-Marketing beherrschen und den gesamten Bewerbungsprozess optimieren. Eine strategische Planung sorgt langfristig für mehr Erfolg in der Personalgewinnung.

### Fazit

Der Fachkräftemangel wird weiterhin eine der größten Herausforderungen für Dentallabore sein. Digitale Recruiting-Strategien bieten eine große Chance, wenn sie richtig umgesetzt werden. Wer sich auf den falschen Kanälen präsentiert, keine authentischen Einblicke gewährt, keinen mobilen Bewerbungsprozess anbietet oder mit den falschen Partnern arbeitet, wird es schwer haben, passende Mitarbeiter zu finden. Mit einer durchdachten Strategie können Dentallabore jedoch ihre Sichtbarkeit erhöhen, qualifizierte Bewerber ansprechen und langfristig ein starkes Team aufbauen. Auf das Gesundheitswesen spezialisierte Anbieter können Dentallaboren einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil verschaffen und Systeme implementieren, durch die mehr passende Bewerbungen eingereicht werden. ■



### Sebastian Weidner

Gründer und Geschäftsführer von Rankingdocs  
rankingdocs.de



© macrovector/freepik

## Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz beim 3D-Druck

Die Technologie des 3D-Drucks erschließt dem Dentallabor neue Möglichkeiten für die Herstellung von Zahnersatz. Neben Zeitersparnis und Arbeitserleichterung sind mit der Anwendung dieser Verfahren aber auch Fragen bezüglich des Arbeits- und Gesundheitsschutzes verbunden. Worauf Sie als Unternehmerin und Unternehmer achten müssen, um Ihre Beschäftigten beim Umgang mit 3D-Drucktechnik zu schützen, wird in diesem Beitrag erläutert.

**Z**ur Herstellung von gedruckten Objekten im Polymerdruckverfahren sind drei Arbeitsschritte notwendig:

1. Herstellung des Objekts im 3D-Drucker mit Kunstharz
  2. Reinigung des gedruckten Objekts von Resinresten mit Isopropanol
  3. Komplette Aushärtung des Objekts durch Nachhärtung
- In jedem dieser Schritte kommen Geräte oder Mittel zum Einsatz, die eine gewisse Sorgfalt und Umsicht erfordern.

### 3D-Drucker

Der geeignete Platz für den 3D-Drucker wird in den Hinweisen der Hersteller so beschrieben:

- Der Drucker ist an einem Ort aufzustellen, der keinen ständig benutzten Arbeitsplatz tangiert.
- Absaugung oder freie Lüftung sind täglich zu nutzen.
- Aktivkohlefilter binden die Dämpfe und verbessern die Luftqualität deutlich.

Vom 3D-Drucker gehen folgende Gefahren aus: künstliche optische Strahlung, mechanische Gefährdung sowie elektrische Gefährdung.

### Künstliche optische Strahlung

Um das Kunstharz auszuhärten, wird eine Energiequelle benötigt. Dafür kommt LED oder Laser zum Einsatz. Handelt es sich um einen Laser, so ist dieser der Laserklasse 1 zugeordnet. Diese ist als geringe Gefährdung eingestuft und gilt unter normalen Bedingungen als sicher.

Achtung: Wenn das System manipuliert wird, wenn beispielsweise Bauteile am Laser entfernt werden, besteht das Risiko einer Exposition gegenüber einer deutlich höheren Laserklasse. Diese ist dann gefährlich für das Auge, häufig

auch für die Haut. Deshalb ist es wichtig, dass keine eigenen Reparaturversuche durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter durchgeführt werden! Dafür ist kompetentes Fachpersonal notwendig. Außerdem verfügt der Drucker über ein Verriegelungssystem, das den Laser automatisch abschaltet, wenn die Abdeckung geöffnet ist. Da es sich um eine technische Schutzmaßnahme handelt, ist es wichtig, das Gerät in regelmäßigen Abständen einer Sichtprüfung zu unterziehen, um zu überprüfen, ob dieser Mechanismus noch ordnungsgemäß funktioniert.

### Mechanische Gefährdung

Um das gedruckte 3D-Objekt von der Druckplattform zu lösen, wird oft eine scharfkantige Spachtel verwendet. Zudem besteht beim Abzwicken der Stützkonstruktion vom 3D-Objekt mit dem Seitenschneider die Gefahr, sich zu schneiden. Daher ist darauf zu achten, die Werkzeuge immer vom Körper wegzubewegen.

Bei Reinigungsarbeiten im Drucker kann es an beweglichen Teilen sowie an den Leitspindeln zu Quetschungen und zum Einklemmen von Haaren und Kleidungsstücken kommen. Zum Schutz lange Haare zusammenbinden, Kleidung mit enganliegenden Ärmeln tragen und Schmuck wie Armbänder ablegen.

### Elektrische Gefährdung

Bei jedem elektrischen Gerät mit Stromkabel besteht die Gefahr, dass eine Beschädigung dieser Stromzuführung zu einer Körperdurchströmung führt. Diese kann sogar lebensbedrohlich sein. Daher sollte vor der Benutzung eine Sichtprüfung durchgeführt werden, ob die Kabel in Ordnung und frei von Beschädigungen sind. Bei Reinigungsarbeiten im Drucker wird das Gerät vom Stromnetz getrennt.

### Kunstharz (Resin)

Das flüssige Medium in der Druckwanne des 3D-Druckers besteht größtenteils aus Acrylaten. Damit wird die identische Stoffgruppe verarbeitet wie bei der handwerklichen Herstellung von Kunststoffprothesen. Jedoch handelt es sich beim 3D-Druck um ganz andere Mengen – nicht nur um ein kleines Silikonöpfchen MMA! Die Wannen im 3D-Drucker fassen meist einen Liter Kunstharz und mehr. Deshalb sind hier auch die Gefährdungen neu zu bewerten. Die Druckflüssigkeit ist mit dem Gefahrenpiktogramm Ausrufezeichen (GHS-Symbol GHS07) gekennzeichnet. Es steht unter anderem für eine Reizwirkung auf die Haut, für eine Sensibilisierung der Haut sowie für eine Reizung der Augen und der Atemwege.

Mit dem Gefahrenpiktogramm Umwelt (GHS-Symbol GHS09) ist die Druckflüssigkeit ebenfalls gekennzeichnet. Es bedeutet, dass das Material gewässergefährdend ist.



### Dermale Gefährdung (Gefährdung der Haut)

Im Sicherheitsdatenblatt der Druckflüssigkeit ist der H-Satz H317 zu lesen: „Kann allergische Hautreaktionen verursachen.“ Demnach kann es beim Kontakt von Resin mit der Haut zu einer allergischen Reaktion, einem allergischen Kontaktekzem, kommen. In manchen Fällen kann sich daraus auch eine Allergie entwickeln. Da das Gerät beim Drucken ein geschlossenes System ist, kann kein Kontakt mit der Haut stattfinden. Dies ändert sich jedoch beim Entnehmen des Druckobjekts, bei der Reinigung des Druckraums und beim Filtern des Kunstharzes. Auch die Entfernung eines Fehldrucks kann zum Hautkontakt führen, ebenso das Umfüllen der Kartuschen. Als persönliche Schutzmaßnahme sind Schutzhandschuhe aus Nitrilkauschuk als Einmalhandschuh kurzzeitig zu tragen.

### Dermale Gefährdung von Familienangehörigen

Wann härtet eigentlich das flüssige Resin aus, wenn es beispielsweise versehentlich über die Hose geschüttet wurde? Tatsächlich ist das erst der Fall, wenn es UV-Licht ausgesetzt wird; es härtet also zunächst nicht aus.

Gibt man die Hose dann in die heimische Waschmaschine zum Waschen, wird das Resin teilweise ausgewaschen und verteilt sich durch Verschleppung in der Waschmaschine auf die Wäsche der nächsten Waschgänge. Um Familien- oder Haushaltsangehörige vor Hautreizungen zu schützen, darf kontaminierte Kleidung nicht zu Hause gewaschen werden. Als Schutzmaßnahme kann es sinnvoll sein, für Tätigkeiten wie das Um- oder Einfüllen von Kunstharz in

die Druckwanne besondere Schutzkleidung zu tragen. Dies kann auch eine einfache Schürze bzw. Einwegschrürze sein.

### Gefährdung der Augen

Im Sicherheitsdatenblatt der Druckflüssigkeit ist weiterhin der H-Satz H319 zu lesen: „Verursacht ernsthafte Augenreizung.“ Wie klebrig sich das Material im Auge verhält, ist zu erahnen, wenn man im Sicherheitsdatenblatt unter dem Punkt „Erste Hilfe“ nachliest. Dort steht: Nach Augenkontakt 15 Minuten lang mit reichlich langsam fließendem, lauwarmem Wasser abspülen. Deshalb ist der Kontakt von Resin mit dem Auge zu verhindern. Als persönliche Schutzausrüstung ist eine Schutzbrille zu tragen.

### Gefährdung der Umwelt

Der H-Satz H411 ist ebenso im Sicherheitsdatenblatt der Druckflüssigkeit enthalten: „Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.“ Das bedeutet, dass das Material nicht in das Abwasser gelangen darf. Dies ist bei wasserbasierten 3D-Druck-Waschmitteln ein wichtiger Punkt. Hersteller weisen auf Nachfrage auch auf diesen Umstand hin. Für den Fall, dass eine größere Menge Kunstharz verschüttet wird, ist Tonerde oder Kieselgur als Bindemittel vorzuhalten.

### Isopropanol (IPA)

Bei Isopropanol handelt es sich um Alkohol, der auch Isopropylalkohol genannt wird. Besonders bei den Spülanlagen kommen große Mengen an Isopropanol zum Einsatz – in einigen Geräten sind das über 20 Liter! Aufgrund der damit verbundenen Gefahren ist es jedoch sinnvoll, die Menge so gering wie möglich zu halten. IPA ist ein Gefahrstoff und mit folgenden Piktogrammen sowie dem Signalwort Gefahr gekennzeichnet:

Das Ausrufezeichen steht wieder für eine Reizwirkung auf die Haut, für eine Sensibilisierung der Haut sowie für die Reizung von Augen und Atemwegen.

Die Flamme (GHS-Symbol GHS02) kennzeichnet unter anderem entzündbare Flüssigkeiten, Gase und Feststoffe.



### Gefährdung durch Dämpfe

Da die 3D-gedruckten Objekte nach dem Spülen bzw. Waschen mit IPA abtropfen und an der Luft trocknen, kommt es zur Verdunstung von Isopropanol. Das betrifft sowohl die manuelle Reinigung als auch die im Reinigungsgerät (Washer). Die Dämpfe gehen in die Atemluft über.

Der Arbeitsplatzgrenzwert liegt bei 200 Millilitern pro Kubikmeter und ist gemäß TRGS 900 einzuhalten (TRGS = Technische Regel für Gefahrstoffe). Unter bestimmten Bedingungen kann sich sogar eine explosionsfähige Atmosphäre entwickeln. Sie entsteht bei mehr als zwei Volumenprozent IPA in der Luft. Diese zwei Prozent werden bereits erreicht, wenn ein Taschentuch mit 20 Millilitern IPA getränkt ist und in einen Behälter mit 10 Litern Fassungsvermögen gelegt wird. Bei schlechter oder fehlender Lüftung des Raumes könnte das auch im Dentallabor erreicht werden!

Bei der Verwendung von Isopropanol als Waschmittel ist zu beachten:

- Für ausreichend Belüftung sorgen.
- Deckel des IPA-Behälters bei Nichtgebrauch geschlossen halten.
- Zündquellen wie Bunsenbrenner, aber auch heiße Oberflächen (Vorwärmeofen, Keramikofen, Sinterofen, Gusschleuder) von diesem Bereich fernhalten.
- Auf Sauberkeit am Arbeitsplatz achten.
- Isopropanol auf die notwendige Menge begrenzen.
- Verspritzen vermeiden.
- Beim Befüllen sowie Entleeren des Waschbehälters ist eine Siphonpumpe zu verwenden. Sie schützt vor Überfüllung und weitgehend auch vor Spritzern. Bei dieser Tätigkeit Schutzbrille und Nitrilhandschuhe tragen.

Bei der Lagerung von Isopropanol ist zu beachten:

- Weil IPA leicht entzündbar ist, ist die Aufbewahrung in einem Brandabschnitt gemäß TRGS 510 nur bis maximal 25,6 Liter (entspricht 20 kg) erlaubt. Bei größeren Mengen wird ein Sicherheitsschrank für Gefahrstoffe benötigt.
- Nur in gekennzeichnete Behälter abfüllen – keine Lebensmittelbehältnisse (Verwechslungsgefahr)!
- Möglichst im Originalbehälter aufbewahren. Es sind nur unzerbrechliche Gefäße mit maximal 10 Liter Fassungsvermögen zu verwenden. Auf eine entsprechende Kennzeichnung ist zu achten.
- Nicht auf Verkehrswegen, zum Beispiel im Treppenraum, und nicht in Sozialräumen lagern.
- Am Lagerort dürfen sich keine Zünd- und Wärmequellen befinden.
- Vor Überhitzung/Erwärmung, zum Beispiel Sonneneinstrahlung, schützen.
- Behälter an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

Bei der Entsorgung von Isopropanol ist zu beachten:

- Da IPA als Gefahrstoff eingestuft ist, bedarf es einer speziellen Entsorgung. Verbrauchtes IPA hat bei seinem Ein-

satz einen Anteil von nicht ausgehärtetem Kunstharz aufgenommen!

- Die lokalen Entsorgungsvorschriften sind zu beachten. Mittlerweile gibt es auch Firmen, die die Entsorgung als Dienstleistung anbieten.

## Nachhärtung

Die Nachhärtung der 3D-gedruckten Objekte erfolgt in einer Nachhärtungskammer (Lichthärtegerät) mit Licht und mit Wärme. Es gelten dieselben Anforderungen an den Aufstellort des Lichthärtegerätes wie beim 3D-Drucker, siehe oben.

## Gefährdung durch heiße Oberflächen

Durch das Heizelement im Inneren des Lichthärtegerätes können Oberflächen innen und außen heiß werden. Daher ist Folgendes zu beachten:

- Die 3D-Objekte müssen vollständig getrocknet sein, um während des Nachhärteprozesses eine Entzündung durch eventuell noch vorhandenes IPA zu vermeiden.
- Beim Reinigen des Lichthärtegerätes mit IPA darf das Gerät nur noch maximal handwarm sein.
- Das gesamte IPA im Gerät muss abgetrocknet sein, bevor der nächste Nachhärtezyklus gestartet wird.

## Weitere Maßnahmen

Auch im Bereich des 3D-Drucks sind die allgemeinen Aufgaben im Arbeitsschutz zu erledigen:

- Aufnehmen der Tätigkeiten in die Gefährdungsbeurteilung.
- Eintragen der Gefahrstoffe in das Gefahrstoffverzeichnis. Grundlage ist das jeweilige Sicherheitsdatenblatt.
- Erstellen der sich daraus ergebenden Betriebsanweisungen.
- Unterweisen der Beschäftigten.

## Fazit

Integrieren Sie den Gesundheitsschutz Ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auch in Ihre Ablaufprozesse beim 3D-Druck. Beziehen Sie bei Kaufentscheidungen für neue Geräte immer den Aspekt der Arbeitssicherheit mit ein. ■



## Werner Hebendanz

Zahntechnikermeister  
 Fachkraft für Arbeitssicherheit  
 Sifadent GmbH  
 Gottschedstraße 18 · 04109 Leipzig  
 www.sifadent.de



# SO SMART WIE DU: UCAN PRINT



Für schlaue Köpfe: Mit UCAN Print von CANDULOR bekommst Du die ganze Palette an High-End-Materialien für den 3D-Druck – und damit ein perfektes Upgrade Deines digitalen Workflows.



© Budde-Siegel

## Brandschutz im Dentallabor

Warum ist Brandschutz in den Räumen eines Dentallabors so wichtig? Brände sind hier zwar selten, aber ihre Folgen können verheerend sein – von hohen Sachschäden bis hin zu Gefahr für das Personal. Zudem drohen rechtliche Konsequenzen: Werden Vorschriften missachtet, können Behörden Bußgelder verhängen und Versicherungen im Ernstfall die Regulierung verweigern.

Selbst kleine Unachtsamkeiten können einen Brand auslösen – etwa ein versehentlich eingeschalteter Wasserkocher im Personalraum, der unbemerkt überhitzt und das Zimmer in Flammen setzt. Da zwischen Entstehungsbrand und Vollbrand oft nur wenige Minuten liegen, zählt im Ernstfall jede Sekunde. Ein Brandereignis ist oft das Ende eines Dentallabors oder einer Praxis: Nur 23% der Firmen waren nach einem Brandereignis wieder voll betriebsfähig, für 71% war es das Ende. Nur 33% aller Unternehmen überleben einen Brand auf lange Sicht – so das Ergebnis einer Erhebung der IHK Trier.

### Gesetzliche Grundlagen und Vorschriften

In Deutschland unterliegt der Brandschutz in Dentallaboren einer Reihe von Gesetzen und technischen Regeln. Bauordnungsrechtlich gelten die Landesbauordnungen (LBO) der jeweiligen Bundesländer. Sie verlangen in der Regel zwei voneinander unabhängige, bauliche Rettungswege aus jeder Nutzungseinheit (§ 33 MBO) – zumindest einen ersten baulichen Fluchtweg (z.B. Treppenhaus) und einen zweiten Rettungsweg, der ersatzweise auch durch Anleiterung der Feuerwehr über Fenster oder Balkon erfolgen kann. Diese Anforderungen werden bereits in der Baugenehmigung bzw. im Nutzungsänderungsbescheid festgelegt. Auflagen betreffen typischerweise Rettungswege, Notausgänge und deren Beschilderung, Feuerlöscher sowie feuerbeständige Türen. Fehlt beispielsweise ein vorge-



schriebener zweiter Notausgang, kann dies nicht nur behördliche Auflagen nach sich ziehen – im Brandfall könnte sogar die Versicherung wegen Verletzung von Sicherheitsvorgaben Leistungen verweigern. Strafrechtliche Folgen und zivilrechtliche Forderungen sind die logische Folge. 2019 stellte die Aufsichtsbehörde bei der Begehung eines Dentallabors mit 25 Beschäftigten „Gefahr im Verzug“ fest, weil der zweite Rettungsweg unzureichend war – in diesem Fall nur eine Wendeltreppe in den Keller und gleichzeitig waren alle Fenster vergittert; eine sofortige Betriebsstilllegung stand da im Raum. Wer ein Dentallabor eröffnen oder in neue Räumlichkeiten umziehen möchte, sollten daher frühzeitig mit Architekten, Sachverständigen und Behörden klären, wie die bauordnungsrechtlichen Brandschutzanforderungen (insbesondere Rettungswege) erfüllt werden können.

Auch das Arbeitsstättenrecht ist relevant: Die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) schreibt allgemeine Schutzmaßnahmen vor, die in technischen Regeln konkretisiert werden. Gemäß ArbStättV/ASR müssen Arbeitgeber jederzeit mit der Möglichkeit eines Brandes rechnen und entsprechend vorsorgen. Konkret fordert die Technische Regel ASR A2.2 „Maßnahmen gegen Brände“ eine angemessene Ausstattung und Organisation des Brandschutzes. Dazu zählen zum Beispiel eine ausreichende Anzahl und die richtige Art von Feuerlöschern, die Einrichtung von Rettungswegen und Notausgängen,

Alarmierungseinrichtungen sowie die Bestellung und Ausbildung von Brandschutzhelfern. Hält sich der Arbeitgeber an diese technischen Regeln, kann er davon ausgehen, dass er die ArbStättV-Anforderungen erfüllt. Andernfalls muss durch andere Lösungen das gleiche Schutzniveau nachgewiesen werden. Diese werden aber nur selten von den Aufsichtsbehörden (§ 3a ArbStättV) anerkannt.

**Achtung:** Viele Freiberufler sind der Meinung, dass für sie die Arbeitsstättenregeln nicht gelten würden. Dies ist aber eine Fehldeutung. Sie müssen sich auch im kleinen Rahmen an diese Regelungen halten.

Für den Umgang mit gefährlichen oder brennbaren Stoffen greifen das Gefahrstoffrecht und entsprechende Unfallverhütungsvorschriften. TRGS 800 „Brandschutzmaßnahmen“ (Technische Regeln für Gefahrstoffe) richtet sich an alle Betriebe, die mit brennbaren Gefahrstoffen umgehen. Sie gilt auch in Dentallaboren, in denen zum Beispiel entzündliche Flüssigkeiten (alkoholbasierte Desinfektionsmittel, Lösungsmittel etc.) verwendet oder gelagert werden. Bei einer normalen Brandgefährdung, wie zum Beispiel im Büro, fordert TRGS 800 keine über die allgemeinen Maßnahmen hinausgehenden Schritte. Liegen jedoch erhöhte Brandgefahren vor, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich. In Dentallaboren können solche Gefahren zum Beispiel durch die Menge entflammbarer Flüssigkeiten oder den Einsatz von vielen elektrischen Geräten gegeben sein. Hier sollte im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sorgfältig bewertet und dokumentiert werden, ob die Brandgefahr über „das Übliche“ hinausgeht. Gegebenenfalls sind dann weitergehende Vorkehrungen (zusätzliche Löschschrüstung, mehr Brandschutzhelfer, automatischer Melder, Gefahrstoffkataster etc.) zu treffen. Die Ergebnisse dieser Beurteilung müssen schriftlich vorliegen und regelmäßig überprüft werden. Ergänzend sind diverse DIN-Normen einschlägig. So regelt beispielsweise DIN 14096 Aufbau und Inhalte einer Brandschutzordnung (Teile A, B, C) für Betriebe, die vor allem bei erhöhter Gefährdung verlangt wird, aber auch sonst eine sinnvolle Orientierung ist. DIN 4102 (und Eurocode EN 13501) klassifizieren Baustoffe und Bauteile nach ihrem Feuerwiderstand, was wichtig für Türen, Decken und Wände ist. DIN EN 3 normiert tragbare Feuerlöscher (Kennfarben, Brandklassen etc.), DIN 14676 gibt Hinweise zur Rauchwarnmeldung. Zwar muss ein Laborinhaber diese Normen nicht auswendig kennen, aber Fachplaner und Ausstatter orientieren sich daran.



### Merke

Laborinhaber sollten zumindest die wichtigsten Rechtsgrundlagen kennen und bei Planung bzw. Übernahme einer Betriebes Brandschutzexpertise (Architekt, Sachverständiger, Feuerwehrberatung) hinzuziehen, um alle Vorgaben einzuhalten.

### Häufige Brandgefahren

Dentallabore unterschätzen leicht die Brandrisiken im Alltag. Tatsächlich gehören sie durch die spezifischen Arbeitsmittel und Materialien zu den Bereichen mit potenziell erhöhter Brandgefährdung. Das gesamte Team sollte daher für typische Gefahren sensibilisiert sein. Zu den häufigsten Brandursachen bzw. Gefahrenquellen zählen:

- **Defekte oder überlastete Elektrogeräte und -anlagen:** Elektrizität ist die Brandursache Nr. 1. Über die Hälfte aller untersuchten Brandschäden lässt sich auf Defekte oder unsachgemäße Nutzung elektrischer Geräte zurückführen. Mangelnde Wartung (z.B. veraltete Kabel, fehlende Prüfung) und Überlastung – ein Klassiker ist der „Mehrfachstecker am Mehrfachstecker“ – führen schnell zur Überhitzung. Beispiel: Ein überhitztes Laborgerät oder ein kurzschlussanfälliger Autoklav kann unbemerkt einen Schwelbrand auslösen.
- **Brennbare Chemikalien und Materialien:** In Laboren werden etliche entzündliche Flüssigkeiten eingesetzt – allen voran alkoholische Desinfektionsmittel (Flächendesinfektion, Händedesinfektion), aber auch Lösemittel im Labor oder chemische Reinigungsmittel. Diese sind leicht entflammbar und können bei falscher Handhabung oder Leckagen zu Brandherden werden. Papier, Kartonagen, Textilien und Kunststoffabfälle können in größerer Menge ebenfalls ein erhebliches Brennmaterial darstellen – insbesondere, wenn sie unsachgemäß in der Nähe von Zündquellen gelagert werden. TRGS 800 weist darauf hin, dass selbst solche „gewöhnlichen“ Stoffe im betrieblichen Kontext als Gefahrstoff zu betrachten sind, wenn von ihnen aufgrund der Menge beziehungsweise der Umgebung eine erhöhte Brandgefahr ausgeht.
- **Offenes Feuer und heiße Oberflächen:** Offenes Licht ist selten nötig – umso fataler, wenn es doch verwendet wird. Beispielsweise Kerzen zur Adventszeit im Empfangsbereich oder Bunsenbrenner im Labor stellen eine klare Brandgefahr dar und sollten nie unbeaufsichtigt betrieben werden. Ebenso sind Raucher in und vor den Räumlichkeiten oder Wärmequellen wie Heizdecken, Kaffeemaschinen, Heizlüfter im Auge zu behalten.

- **Unachtsamkeit und organisatorische Mängel:** Ein häufiger Faktor ist menschliches Fehlverhalten. Dazu gehört, wenn Geräte nicht ausgeschaltet oder trotz Warnung weiter genutzt werden („das wacklige Kabel geht schon noch“), in der Hektik Essen auf dem Herd im Personalraum vergessen wird, aber auch fehlendes Gefahrenbewusstsein allgemein.
- **Brennbare Materialien in Rettungswegen:** Abgestellte Kartons, Dekoration oder leicht entflammbare Wandverkleidungen im Flur können im Brandfall schnell Feuer fangen und Fluchtwege unpassierbar machen. Auch verstellte oder verschlossene Notausgänge sind ein gefährliches Organisationsdefizit.

Besondere Risikobereiche sind vor allem der Technik-/Elektrobereich und der Hygiene-/Sterilisationsbereich. Im Steri laufen Autoklaven bei hohen Temperaturen, Ultraschallbäder mit Alkohollösungen, Thermodesinfektoren etc. Hier treffen Hitze und entzündliche Flüssigkeiten zusammen. Wichtig ist, diese Geräte gemäß Herstellerangaben zu betreiben, ausreichend zu lüften und Gegenstände, die mit Desinfektionsmittel behandelt wurden, vor der Weiterbearbeitung mit Hitze oder Strom trocknen zu lassen (Verpuffungsgefahr). Im Laborbereich wiederum können brennbare Dentalmaterialien (z.B. Alkohol in Polierpasten, Kunststoffmonomere) und Geräte wie Brennöfen oder Schleifmaschinen eine Rolle spielen. Insgesamt gilt es, in allen Bereichen potenzielle Zündquellen und Brennstoffe zu erkennen und durch technische oder organisatorische Maßnahmen zu entschärfen.

### **Baulicher Brandschutz: Gebäude, Fluchtwege und Technik**

Bauliche (vorbeugende) Brandschutzmaßnahmen bilden das Grundgerüst der Sicherheit – sie sollen Brände verhindern und im Ernstfall die Ausbreitung begrenzen sowie die Flucht ermöglichen. Für Laborbetreiber (insbesondere bei Neugründung oder Übernahme) lohnt sich ein Blick in das Brandschutzkonzept des Gebäudes, sofern vorhanden. Viele moderne Gebäude haben ein Brandschutzkonzept, das Vorgaben zu Bauart, Rettungswegen, technischen Anlagen etc. enthält. Ist kein formelles Konzept vorhanden, greifen die Mindestanforderungen der Landesbauordnung und ArbStättV.

Rettungswegen und Notausgänge sind das A und O. Jedes Dentallabor muss einen ausreichend breiten, jederzeit freien Hauptfluchtweg ins Freie oder in einen sicheren Bereich haben – in der Regel ist das der Flur zum Gebäudeausgang oder das Treppenhaus. Zusätzlich ist – außer im Erdgeschoss mit

Tür direkt nach draußen – ein zweiter Rettungsweg notwendig (z.B. ein weiteres Treppenhaus, eine Außentreppe oder ein Fenster bzw. Balkon, der von der Feuerwehr mit Leitern erreicht werden kann). Prüfen Sie bereits bei der Auswahl der Räumlichkeiten, ob ein zweiter Rettungsweg vorhanden ist oder ob ggf. bauliche Anpassungen nötig sind. Notausstiege über Fenster müssen groß genug und erreichbar sein; falls sie in Innenhöfe führen, ist eine Feuerwehrzufahrt dorthin erforderlich.

Türen auf Fluchtwegen dürfen nicht verschlossen sein, müssen in Fluchtrichtung aufschlagen und dürfen den dahinterliegenden Fluchtweg nicht einschränken, damit im Gedränge niemand dahinter blockiert wird. Typische Fehler, die es zu vermeiden gilt, sind z.B. zugestellte

Flure (durch Rollstühle, Kinderwagen, Möbel) oder Notausgangstüren, die abgeschlossen sind oder durch Vorhänge verdeckt werden. Denken Sie daran: Im Alarmfall zählt jede Sekunde – niemand darf erst ein Hindernis wegräumen oder nach einem Schlüssel suchen müssen, um ins

Freie zu gelangen!

Alle Rettungswege und Notausgänge sind gemäß ArbStättV/ASR mit Sicherheitszeichen zu markieren (grüne Hinweisschilder „Ausgang“/„Notausgang“ mit Richtungspfeilen). In vielen Laborräumen genügt die allgemein bekannte Beschilderung zum Gebäudeausgang. Befinden sich die Räumlichkeiten des Labors jedoch in einem größeren Komplex oder oberhalb des Erdgeschosses, sollte ein Flucht- und Rettungsplan aushängen (am besten im Eingangsbereich oder Wartebereich). Dieser Plan zeigt den Gebäudegrundriss, den aktuellen Standort, Fluchtwege, Notausgänge, Feuerlöscher und den Sammelplatz. Besucher können sich so im Vorfeld orientieren. Zudem ist in fensterlosen Fluren oder bei Räumen im Kellergeschoss eine Notbeleuchtung sinnvoll oder vorgeschrieben, damit im Falle eines Stromausfalls die Fluchtwege beleuchtet bleiben. Fehlende Beschilderung oder Notbeleuchtung zählen zu den häufigen Mängeln in Dentallaboren.

Oft befinden sich Unternehmen wie Dentallabore in Mischgebäuden (Wohn- und Geschäftshäuser). Hier ist darauf zu achten, dass die Räumlichkeiten ggf. feuerbeständig von angrenzenden Nutzungseinheiten getrennt sind – zum Beispiel durch Wände und Decken in entsprechender Feuerwiderstandsklasse (F30, F90 etc., je nach Anforderung). So soll verhindert werden, dass ein Feuer aus der Labor auf Wohnungen übergreifen kann und natürlich umgekehrt). Türen in feuerbeständigen Wänden müssen in der Regel selbstschließend und dichtschießend sein (Rauchschutztüren). Ein klassisches Beispiel ist die



Tür vom Dentallabor ins Treppenhaus. Diese muss oft als T30-RS Tür (30 Minuten feuerhemmend, Rauchschutz) ausgeführt sein, damit Feuer und Rauch nicht sofort ins Treppenhaus – den wichtigen ersten Rettungsweg – gelangen. Durchbrüche (etwa für Leitungen, Rohre, Kabelschächte) müssen brandsicher abgedichtet sein. Bei Übernahme eines bestehenden Labors lohnt es sich, solche baulichen Punkte mit einem Sachverständigen oder dem Vermieter zu klären. Insbesondere in Altbauten entspricht die Substanz nicht immer modernen Brandschutzstandards.

Eine häufige Brandursache sind elektrische Anlagen. Baulich kann hier viel vorbeugend getan werden: Lassen Sie die Elektroinstallation regelmäßig prüfen (Stichwort E-Check, DGUV V3-Prüfung der ortsfesten Anlage). In medizinischen Betrieben gelten erhöhte Anforderungen an den Fehlerschutz; achten Sie zum Beispiel auf funktionierende FI-Schutzschalter (RCDs), die Fehlerströme ableiten und Brände durch Kurzschluss oder Erdschluss verhindern. Mehrfachsteckdosen sollten fachgerecht installiert sein – Kaskadierungen („Steckerleiste in Steckerleiste“) sind wegen der Gefahr einer Überlastung tabu. Elektrische Betriebsräume (Serverräume, Verteilungen) sollten keine unnötigen Brennstoffe (Papierlager etc.) enthalten und im Idealfall mit Rauchwarnmeldern ausgestattet sein. Gerade nach Praxisschluss kann ein Schwelbrand in einem Technikraum unbemerkt großen Schaden anrichten – ein Rauchmelder mit Funkalarm oder Aufschaltung kann frühzeitig warnen.

Lüftungsanlagen und Klimageräte sind ebenfalls brandtechnisch relevant: Filter in Klima- und Absauganlagen müssen regelmäßig gewechselt werden, damit sich kein brandfördernder Staub oder Flusen ansammeln. Durchführungen in andere Brandabschnitte brauchen Brandschutzklappen.

Für gewöhnliche Dentallabore sind Brandmelde- (BMA) oder Sprinkleranlagen meist nicht gesetzlich vorgeschrieben – die Personenbelegung ist relativ gering und die Räume sind vergleichsweise klein. Allerdings können solche Anlagen freiwillig installiert werden oder im Einzelfall durch Behörden oder Versicherer gefordert sein (etwa in Kliniken oder großen Medizinzentren). Rauchmelder sind in Privaträumen (Schlafzimmer, Flure in Wohnungen) in fast allen Bundesländern Pflicht, in gewerblichen Räumen bisher aber nicht flächendeckend vorgeschrieben. Trotzdem ist es empfehlenswert, zumindest in kritischen Bereichen Rauchwarnmelder anzubringen (z.B. im Technikraum, Archiv, Aufenthaltsraum). Diese können auch ohne Voll-BMA kostengünstig nachgerüstet werden. Löschanlagen wie automatische Sprinkler sind in normalen Dental-

laboren unüblich; sie kommen eher in Kliniken oder Sonderbauten zum Einsatz.

Sinnvoll können jedoch fest installierte Löschmittel in Spezialbereichen sein. Dazu gehört beispielsweise eine CO<sub>2</sub>-Löschanlage in einem servergesicherten EDV-Schrank, sofern dort sehr empfindliche Geräte stehen. Solche Entscheidungen trifft man am besten in Absprache mit einem Brandschutzfachplaner unter Berücksichtigung von Kosten und Nutzen. ■

Im zweiten Teil des Artikels geht der Autor auf die Ausstattung mit Feuerlöschern sowie auf den organisatorischen Brandschutz ein.

### Stefan Budde-Siegel VDI



- Planer, Sachverständiger, Gerichtsgutachter und Fachautor.
- Über 30 Jahre Erfahrung in Bauplanung, AMOK-Prävention, Brandschutz, Sicherheit, Genehmigungsmanagement, Bauherrenvertretung, Immobilienbewertung und Baurevision.
- Ehemaliger Lehrbeauftragter für Baukonstruktion an einer Hochschule
- Ehemaliger Brandschutzbeauftragter der Stadt Dülmen sowie von Potsdam.
- Mitglied im VDI und in mehreren Bundesländern mit dem Schwerpunkt auf NRW und Berlin tätig.
- Regelmäßige Publikationen zu Fragen des organisatorischen Brandschutzes und Brandschutzplänen.



### Stefan Budde-Siegel VDI

Tel. 0800 0200112  
[info@stefanbuddesiegel.de](mailto:info@stefanbuddesiegel.de)  
[stefanbuddesiegel.de](http://stefanbuddesiegel.de)



© rawpixel.com/Freepik

## Grünes Image als Wettbewerbsvorteil

Der Umweltbewusstseinsstudie 2022 zufolge befürworten 91% der deutschen Bürger/-innen einen klimafreundlichen Umbau der deutschen Wirtschaft [1]. Dentallabore sollten diesen Trend nutzen, um ihr gutes Image aufrechtzuerhalten. Nachhaltigkeit ist zu einem wertvollen Marketinginstrument geworden.

**E**in Labor, das nachhaltig denkt und handelt, sollte dies kommunizieren. Denn ein grünes Image kann ein Wettbewerbsvorteil sein und die Arbeitgebermarke stärken. Allerdings müssen die Marketingaussagen authentisch, ehrlich und nachvollziehbar sein. Sonst ist das Risiko groß, des Greenwashings bezichtigt zu werden.

### Begriffe wie „klimaneutral“ sind irreführend

Der für das Wettbewerbsrecht zuständige I. Zivilsenat des Bundesgerichtshofs hat entschieden, dass Werbung mit dem Begriff „klimaneutral“ regelmäßig nur dann zulässig ist, wenn in der Werbung selbst erläutert wird, welche konkrete Bedeutung diesem Begriff zukommt [2]. Zuvor hatte ein Süßwarenhersteller damit geworben, seine Produkte „klimaneutral“ herzustellen. Das sah die Zentrale zur Bekämpfung unlauteren Wettbewerbs anders und zog vor Gericht. Die Werbeaussage sei irreführend, weil der Herstellungsprozess von Lakritz und Fruchtgummi keineswegs CO<sub>2</sub>-neutral sei. Stattdessen hatte das Unternehmen seine Treibhausgasemissionen über die Organisation „ClimatePartner“ kompensiert, also Klimaschutzprojekte im Ausland finanziell unterstützt. Dieses Verhalten ist zwar rechtens, hat jedoch den Beigeschmack, dass Unternehmen sich von ihrer Verantwortung für den Klimaschutz freikaufen. Der Bundesgerichtshof begründete seine Entscheidung damit, dass die Werbung mehrdeutig sei und „sowohl im Sinne einer

Reduktion von CO<sub>2</sub> im Produktionsprozess als auch im Sinne einer bloßen Kompensation von CO<sub>2</sub> verstanden werden kann“.

Das Beispiel zeigt, wie sensibel Öffentlichkeit und Justiz inzwischen auf Etiketten wie „nachhaltig“ und „klimapositiv“ reagieren. Für Dentallabore heißt dies, dass sie ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoß zwar z.B. über Spenden an Klimaschutzprojekte ausgleichen können, dies aber genauso kommunizieren sollten. Wird parallel über Geräte, Heizung, Auslieferung des Zahnersatzes und Anfahrt der Mitarbeitenden weiterhin CO<sub>2</sub> verursacht, sollte das Labor sich nicht ohne Weiteres als „klimaneutral“ bezeichnen. Es muss ersichtlich sein, auf welchem Wege CO<sub>2</sub> eingespart wird.

### Tue Gutes und rede darüber

Es gilt also, den Mittelweg zu finden: Einerseits ist es für die Imagebildung gut, über das nachhaltige Engagement zu berichten. Andererseits droht Imageverlust, wenn die Aussagen übertrieben wirken. Eine eigene Unterseite „Nachhaltigkeit“ der Labor-Homepage ist der beste Platz, um umwelt- und klimafreundliches Engagement zu kommunizieren. Social Media eignet sich für besondere Aktionen, etwa wenn das Labor auf Ökostrom umstellt oder den Zahnersatz ab sofort mit einem E-Auto ausliefert.

Die wenigsten Labore sind so groß, dass sie nach der seit dem 5. Januar 2023 gültigen EU-Richtlinie Corporate Sustainability Reporting Directive [3] zur Nachhaltigkeit be-

richtspflichtig sind. Dennoch kann es sich lohnen, einen eigenen Nachhaltigkeitsbericht zu schreiben und zu veröffentlichen.

### Moderne Markenbotschafter

Ein anderes Mittel zur Markenkommunikation sind Werbegeschenke. Der Gesamtverband der Werbeartikel-Wirtschaft e.V. (GWW) betrachtet Werbeartikel als einzige Werbeform, die alle fünf Sinne des Menschen ansprechen kann: Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Fühlen. Werbeartikel seien moderne Markenbotschafter. Ihr Umsatz erreichte 2019 dem GWW zufolge einen Rekordwert: In Deutschland wurden 3,65 Milliarden Euro für Werbeartikel ausgegeben [4].

Ob Kugelschreiber oder Regenschirm, ob Schlüsselanhänger oder Quetscheentchen – nahezu jeder Mensch besitzt und nutzt Werbeartikel. Im Zuge der ökologischen Transformation sollen auch sie nachhaltiger werden. Das Angebot wächst, doch nicht jedes als grün beworbene Werbemittel ist es auch. Werbeartikel sind nur dann nachhaltig, wenn sie einen Nutzen und Mehrwert für den Empfänger haben. Artikel, die sofort weggeworfen werden, verschwenden nicht nur Ressourcen wie Wasser und Energie, sondern auch Arbeitskraft und -zeit.

Dentallabore, die umweltbewusste Zahnarztpraxen als Kunden gewinnen, positiv wahrgenommen werden und in Erinnerung bleiben möchten, können bei kleinen Aufmerksamkeiten auf Plastik-Goodys „Made in Vietnam“ verzichten. Nachhaltige Werbegeschenke sind umwelt- und klimafreundlich sowie sozial verantwortlich produziert. Sie wurden mit erneuerbaren Energien hergestellt und hatten kurze Transportwege, stammen aus Produktionsstätten, in denen Arbeitnehmerrechte wie Jugendarbeitsschutz und Arbeitszeitschutz gelten und in denen Kinder- und Zwangsarbeit absolut tabu sind.

Inzwischen gibt es bereits Klassiker unter den nachhaltigen Werbegeschenken, die dabei helfen, Müll zu vermeiden und Ressourcen zu schonen. Hier nur einige Beispiele, die sich für Dentallabore eignen:

- Lippenpflegestifte mit Lichtschutzfaktor und einer Außenhülle aus nachwachsenden Rohstoffen,
- Zahnbürsten aus Bambus,
- Kugelschreiber und USB-Sticks aus recyceltem Holz, Weizenstroh oder Kork,
- Taschen aus Baumwolle, Jute, Papier, Filz, ehemaligen Lkw-Planen oder recycelten Tee- und Kaffeesäcken. Je praktischer und geschmackvoller die Tasche gestaltet ist und je häufiger sie vom Empfänger verwendet werden kann, desto nachhaltiger.

### Ökologische Nachteile

#### grün gemeinter Werbeartikel

Auch grüne Werbegeschenke können negative Auswirkungen auf die Umwelt haben: Zahnpflegesets haben zwar einen hohen Mehrwert, verursachen jedoch wegen der kleinen Behälter viel Abfall. Bambus wächst schnell, ist langlebig und bietet sich daher als Alternative zu Holz an. Kommt der Bambus allerdings aus China, dürften die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Transport die positive Ökobilanz ins Gegenteil verkehren. Vorsicht ist auch bei biologisch abbaubaren Kunststoffen wie Maisstärke geboten. Denn sie lassen sich nur unter sehr speziellen Bedingungen kompostieren und landen meist im Kunststoffmüll. Werbemittel aus Ocean Plastic sind sehr energieintensiv produziert, weil der Plastikmüll aus den Ozeanen viel aufwendiger gereinigt werden muss als der Müll aus der gelben Tonne. Auch steht noch aus, wie langlebig und solide Produkte aus Plastikmüll, der viele Jahre im Salzwasser schwamm, überhaupt sind. Wer nachhaltige Werbemittel verschenkt, bleibt also nicht davon befreit, die Auswirkungen auf Umwelt und Soziales zu recherchieren. Falls im eigenen Dentallabor niemand dafür Zeit hat, kann eine Agentur beauftragt werden, die sich beispielsweise auf grünes Marketing spezialisiert hat.



© remixed media/freepik

Der neue Fräsblank  
jetzt bei picodent.de

THERMEO | MSI  
pro3dure

MSI  
REMOVA

THERMEO® MSI

### Sinnvolle Tätigkeit ist erwünscht

Auch die Mitarbeitenden im Dentallabor haben Ansprüche an Nachhaltigkeit. Diese können sehr unterschiedlich sein. Zwar zeigen Studien, dass Nachhaltigkeit als Teil der Arbeitgebermarke überschätzt wird. Ein gutes Gehalt, eine ausgeglichene Work-Life-Balance und die Möglichkeit, Verantwortung zu übernehmen, sind vielen Bewerber/-innen wichtiger als das grüne Gewissen.

Dennoch steigt unter den Beschäftigten der Wunsch, etwas Sinnvolles zu tun – unabhängig von den dienstlichen Aufgaben. Hier kommen die Greenteams ins Spiel [5]. In diesen Teams schließen sich Mitarbeitende freiwillig zusammen, um sich für mehr Nachhaltigkeit im Labor einzusetzen. Projekte sind z.B.:

- das Erstellen einer CO<sub>2</sub>-Bilanz,
- das Schreiben eines Nachhaltigkeitsberichts,
- ein umweltfreundliches Konzept zur Auslieferung von Zahnersatz, etwa mit einer App zur klimaschonenden Routenplanung,
- der Umstieg auf erneuerbare Energien oder
- die ökologische Umgestaltung der Laborräume.

Greenteams heben das Gefühl der Sinnhaftigkeit auf eine weitere Stufe. Dennoch entstehen sie nicht von selbst.

### Greenteams begleiten, aber nicht bevormunden

Möchte ein Labor das grüne Engagement fördern, sollte eine Führungskraft zu ersten Treffen eines Greenteams einladen. In einem überschaubaren Rahmen kann das freiwillige Engagement während der Arbeitszeit stattfinden, doch sollten die Mitglieder des Greenteams auch dazu bereit sein, ihre Freizeit zu investieren. Möglich ist auch, dass das Labor ein Budget zur Verfügung stellt, z.B. für eine E-Bike-Ladestation.

Greenteams arbeiten dann besonders kreativ, wenn sie dem Führungspersonal nicht Bericht erstatten müssen. Sie brauchen Platz für Selbstorganisation und eigene Interessen. Demotivierend ist, wenn der Arbeitgeber sich mit den Errungenschaften des Greenteams schmückt. Wird eine Wallbox installiert, kann die Geschäftsführung in der Öffentlichkeit zwar zeigen, dass

sie stolz darauf ist. Doch sollte sie sich davor hüten, das Projekt als das eigene zu präsentieren. Deplatziert ist, bei einem Aktionstag zur Müllsammlung zuerst zu prüfen, ob der eigentliche Job bereits getan wurde. Zu kontrollieren, ob der Zahnersatz schon modelliert ist und die Modelle bereits aus dem 3D-Drucker gekommen sind, stoppt jedes freiwillige Engagement.

### Stärkung der Arbeitgebermarke

In diesem Zusammenhang spielt die Arbeitgebermarke wieder eine Rolle. Für Mitarbeitende, die sich für Klima- und Umweltschutz stark machen, ist die Teilnahme an einem Greenteam durchaus ein Argument, sich an einen Arbeitgeber zu binden und im Freundes- und Familienkreis positiv über ihn zu berichten. Für die Imagebildung haben Greenteams einen weiteren Vorteil: Sie sind authentisch nachhaltig. Sie beweisen, dass ein Labor kein Greenwashing betreibt, sondern es mit der Nachhaltigkeit ernst meint. Nur dann strahlt das grüne Engagement auf die Attraktivität des Arbeitgebers aus. ■

Verweise:

- [1] <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltbewusstsein-in-deutschland-2022>
- [2] <https://www.bundesgerichtshof.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/2024138.html?nn=19698724>
- [3] CSRD, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464>
- [4] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/170691/umfrage/umsatz-mit-werbeartikeln-in-deutschland-seit-2004/>
- [5] <https://www.alanus.edu/de/forschung-kunst/wissenschaftliche-kuenstlerische-projekte/detail/projekt-green-team-mitarbeitendenengagement-fuer-nachhaltige-entwicklung>



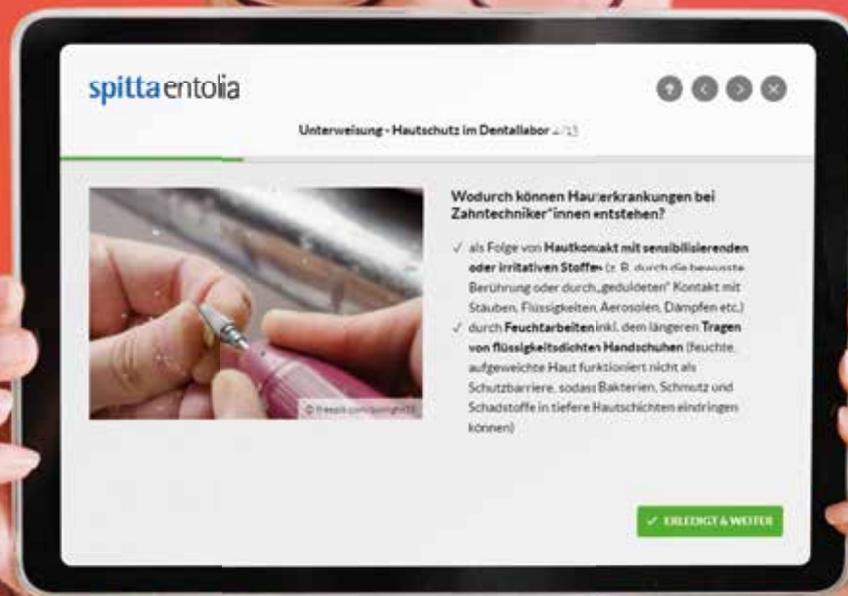
### Ursula Katthöfer

Textwiese  
Ferdinand-Porsche-Str. 1  
53123 Bonn  
katthoef@textwiese.com  
www.textwiese.com

# So geht Mitarbeiter- unterweisung heute

Der einfachste Weg,  
alle Mitarbeitende im  
Dentallabor schnell &  
sicher zu unterweisen.

Zum Unterweisungspaket:  
„Pflichtunterweisungen  
Dentallabor“



#### Zeit & Aufwand sparen

entolia übernimmt die komplette Organisation von Unterweisungen am Arbeitsplatz.



#### Aktuell & komplett

Alle entolia Unterweisungen entsprechen zu 100 % den aktuellen gesetzlichen Anforderungen.



#### Lückenlose Dokumentation

entolia erfüllt alle rechtlichen Anforderungen und schützt vor Regressansprüchen.



#### Erinnerungsmanagement

Mit der Erinnerungsfunktion werden Unterweisungstermine nie mehr vergessen.



#### Individualisierbare Pakete

Unterweisungen passgenau auf die individuellen Anforderungen zusammenstellen.



[www.entolia.com](http://www.entolia.com)

Jetzt  
Vorstellungsvideo  
anschauen





Bild: © Carbon

## Den Weg zur effizienten Zahnmedizin drucken

Wenn die Zukunft der Zahnmedizin in der digitalen Transformation liegt, dann übernimmt der 3D-Druck ohne Frage eine entscheidende Rolle. Terri Capriolo, Senior Vice President Oral Health bei Carbon, erklärt, wie diese Technologie Prozesse verändern kann, welche Entwicklungen wir in den nächsten Jahren erwarten können und warum es für Dentallabore sinnvoll sein kann, jetzt in diese Technologie einzusteigen.

### Was sind die wichtigsten Vorteile, die der 3D-Druck Dentallaboren bietet?

Es gibt mehrere klare Vorteile, die Dentallaboren helfen, tägliche Herausforderungen besser zu meistern. Kurz gesagt: Wer auf digitale Zahnmedizin mit 3D-Druck setzt, kann die Effizienz im Labor deutlich steigern. Viele manuelle und zeitaufwändige Arbeitsschritte lassen sich durch automatisierte Prozesse ersetzen. Dazu gehört unter anderem die Herstellung kieferorthopädischer Modelle und verschiedener Hilfsmittel, einschließlich digitaler Prothesen und chirurgischer Bohrschablonen. Dadurch gewinnt der Techniker wertvolle Zeit, in der er sich auf weitere Fälle konzentrieren kann oder die für Marketing und Weiterbildung der Mitarbeitenden genutzt werden kann.

Darüber hinaus ermöglichen 3D-Drucktechnologien eine hohe Präzision und Wiederholgenauigkeit – und das mit einer modernen, digitalen Methode, die klassi-



schen Verfahren in der Regel überlegen ist. Im Endeffekt sprechen wir hier von einer Technologie, die das Spiel verändert: Arbeitsintensive manuelle Prozesse, für die es ohnehin immer schwieriger wird, Fachkräfte zu finden, werden ersetzt durch automatisierte Abläufe, die aus Wochen Stunden machen können. Das spart nicht nur Zeit und Kosten, sondern erweitert auch das Anwendungsspektrum und sorgt für eine gleichbleibend hohe Qualität.

### Ist also die Herstellung digitaler Prothesen besonders gut für den 3D-Druck geeignet?

Absolut. Sie sind besonders komplex und erfordern ein hohes Maß an Präzision und Haltbarkeit. Ich bin überzeugt, dass digitale Prothesen im Laufe dieses Jahres stark an Bedeutung gewinnen werden. Wir sehen bei vielen Laboren, die unsere Technologie bereits nutzen, ein jährliches Wachstum von 100 % – größ-

tenteils dank dieser einen Anwendung und der Art, wie Labore die Vorteile aktiv den Behandlern kommunizieren.

Vergangenes Jahr wurden weltweit knapp 200.000 digitale Prothesen auf unserer Plattform gefertigt. Ich gehe davon aus, dass sich diese Zahl in diesem Jahr verdoppeln wird.

### **Wie genau hilft 3D-Druck dabei, dieses Potenzial zu erschließen?**

Aus Kostensicht kann der 3D-Druck den Aufwand für Design und Fertigung von Prothesen um etwa 75 bis 90 % senken. Daraus ergeben sich für das Labor höhere Gewinnmargen und/oder niedrigere Kosten für Patientinnen und Patienten.

Neue Materialien – wie unser kürzlich eingeführtes FP3D für partielle Prothesen – ermöglichen darüber hinaus zusätzliche Anwendungen, wie den Einzelzahnersatz. Das schafft neue Umsatzmöglichkeiten für Labore und hilft ihnen, wettbewerbsfähig zu bleiben.

Hier zeigt sich, wohin die Reise in der Prothetik mit digitaler Zahnmedizin geht. Es gibt noch viel zu tun, aber das Potenzial ist enorm. Für Dentallabore und Zahnarztpraxen liegt hier eine große Chance, mit Hilfe dieser kosteneffizienten Technologie mehr zahnlose Patientinnen und Patienten zu erreichen und ihnen eine kostengünstige Versorgung zu ermöglichen.

### **Wie sieht es mit den Einstiegskosten aus? Ist 3D-Druck auch für kleinere Labore rentabel?**

Auf jeden Fall. Es hängt natürlich immer von den individuellen Anforderungen und dem passenden Setup ab. Bei Carbon liegt der Fokus allerdings nicht darauf, 3D-Drucker zu verkaufen – so seltsam das klingen mag. Wir arbeiten mit einem Abo-Modell, bei dem Labore nicht in teure Hardware investieren müssen. Sie zahlen nur für deren Nutzung.

Dieses Modell kommt sehr gut an, da es unseren Kundinnen und Kunden maximale Flexibilität bietet. Sie können zunächst mit einem kurzen Abo verschiedene Druckermodelle testen, ohne sich festlegen zu müssen. Danach können sie frei entscheiden, ob sie verlängern, ein Upgrade machen oder den Drucker zurückgeben. Das reduziert das Risiko für das Labor und nimmt den Druck, sofort wirtschaftlich erfolgreich sein zu müssen.

Ein weiterer Vorteil dieses Modells: Software-Updates und Wartungen erfolgen automatisch. Unsere Teams

führen viele Anpassungen sogar aus der Ferne durch – so bleiben die Geräte zuverlässig im Betrieb, und Labore können sich auf eine gleichbleibend hohe Qualität verlassen.

### **Welche weiteren Fortschritte erwarten Sie in den kommenden Jahren?**

Unser Fokus – und der vieler anderer Anbieter – liegt auf der Entwicklung digitaler Lösungen für weitere Arbeitsschritte, die heute noch manuell durchgeführt werden. Ein zentraler Bestandteil ist hier die Entwicklung neuer Materialien, die speziell auf Geschwindigkeit und Präzision hin optimiert sind.

Ein Beispiel ist das flexible Material FP3D, das ich bereits erwähnt habe. Wir erforschen derzeit, wie es über den Einzelzahnersatz hinaus eingesetzt werden kann – und nutzen dabei unsere Dual-Cure-Technologie, um die Eigenschaften gezielt weiterzuentwickeln. Ein weiteres großes Ziel unserer Forschung und Entwicklung ist ein direkt druckbares Material für Aligner. Heute werden Aligner meist tiefgezogen. Wir arbeiten daran, Aligner zu drucken, die stark genug sind, um Zähne über einen längeren Zeitraum zu bewegen direkt zu drucken.

### **Welche Herausforderungen und Chancen sehen Sie aktuell für Carbon und die Branche insgesamt?**

Ich sehe großes Potenzial in der weiteren Automatisierung – nicht nur in der Produktion, sondern auch beim Design. Viele Labore steigen in CAD/CAM ein, doch gerade im Designbereich gibt es noch Hürden. Uns wird oft berichtet, dass die entsprechenden Fachkenntnisse fehlen oder entsprechendes Personal schwer zu finden ist. In den nächsten zwei bis drei Jahren wird die Branche daher verstärkt auf KI- und Machine-Learning-Lösungen setzen, um auch das Design von Prothesen oder flexiblen Materialien zu automatisieren.

### **Was möchten Sie Dentallaboren zum Schluss noch sagen?**

Ich möchte betonen, wie effizient der 3D-Druck für Labore wirklich ist. Gerade für diejenigen, die sich damit noch nicht beschäftigt haben, lohnt sich ein genauer Blick. Dank unseres Know-hows entwickeln wir diese Technologie kontinuierlich weiter – mit neuen Materialien, besserer Präzision und höherer Druckgeschwindigkeit. Das bedeutet nicht nur Vorteile für die Labore, sondern auch für deren Patientinnen und Patienten.

## Digitaler Gesichtsbogen – Head Tracker

Zirkonzahn stellt mit dem Head Tracker eine innovative Lösung zur Patientenanalyse vor, die eine präzise und patientenindividuelle Bestimmung der Oberkieferposition unter Berücksichtigung aller relevanten Informationen ermöglicht. Im Gegensatz zur analogen Methode mit dem PlaneFinder®, bei der die Daten nachträglich digitalisiert wurden, kann der gesamte Prozess nun direkt aus Intraoralscans heraus gestartet und vollständig digital weitergeführt werden. Der Head Tracker erfasst die natürliche Kopfposition (NHP) und Referenzebenen digital, kontaktlos und ohne externe Beeinflussungen. Mithilfe von zwei modernen Sensoren und der mobilen Zirkonzahn.App werden wichtige Daten wie die Oberkieferposition, Ala-Tragus-Ebenen und 2D-Bilder der Gesichtsphysiognomie des Patienten oder der Patientin erfasst. Die Fotos werden patientenindividuell in der App ausgerichtet und dienen als Arbeitsgrundlage für den Zahntechniker und die Zahntechnikerin. In der Software Zirkonzahn.Modifier werden die importierten Head-Tracker-Daten automatisch



im Koordinatensystem des Artikulators ausgerichtet, so dass Ober- und Unterkiefer nach NHP positioniert und weiterbearbeitet werden können. Idealerweise wird der Head Tracker in Kombination mit dem PlaneFinder® verwendet, das System kann aber auch eigenständig genutzt werden.



[www.zirkonzahn.com](http://www.zirkonzahn.com)

## Neues SKY Shortie

Im neuen SKY Shortie auf YouTube mit dem Titel „Offene und geschlossene Abformung auf Implantatniveau“ zeigt Christoph Zips anschaulich die offenen und geschlossenen Abformtechniken für SKY classic, narrowSKY und blueSKY auf Implantatniveau. Er verrät, welche Optionen zur Verfügung stehen und welche Produkte dabei für die optimale Unterstützung eingesetzt werden können. Außerdem bieten drei weitere SKY Shorties wertvolle Einblicke unter anderem in die Themen SKY Gingivaformer und BioHPP SKY elegance. Für klinische, chirurgische und prothetische Themen bieten diese Shorties wertvolle Tipps und praktische Anleitungen für den Arbeitsalltag in Dentallabor und



Zahnarztpraxis. Die vollständigen Videos sind im YouTube-Kanal der bredent group zu finden.



[www.youtube.com/@bredentgroup](http://www.youtube.com/@bredentgroup)

## Neu im Sortiment: DD cubeY® HL – Hybridlayer-Zirkonoxid in Yellow-Ästhetik

Mit DD cubeY® HL bringt Dental Direkt ein neues Hybridlayer-Zirkonoxidmaterial auf den Markt. Die warme „Yellow-Ästhetik“ und eine Stabilität von über 800 MPa im Inzisalbereich machen das Material zu einer sehr guten Lösung für monolithische Restaurationen – sicher, leis-

tungsstark und wirtschaftlich attraktiv. DD cubeY® HL ist für alle Indikationen geeignet, lässt sich zuverlässig verarbeiten und überzeugt durch hervorragende ästhetische Eigenschaften. Mit der Einführung von DD cubeY® HL bringt das Unternehmen nicht nur ein neues Hybridlayer-



© Lisa Stöbers  
Photographie

## „Wir haben die Wahl“

Die neue Regierung ist im Amt. Aber ganz gleich, wie Friedrich Merz ihre Richtung definiert: Warten ist für unsere Branche keine Option. Nicht auf Förderungen, nicht auf Reformen, nicht auf politische Wunderlösungen. Denn der Arbeitskräftemangel ist längst Realität. Und wir müssen ihn selbst angehen, denn das, was auf uns zurollt, ist gewaltig. Laut des IW-Kurzberichts 78/2024, „Die Babyboomer gehen in Rente“ scheidet bis 2036 rund 19,5 Mio. Babyboomer aus dem Berufsleben aus. Gleichzeitig rücken nur etwa 12,5 Mio. junge Erwerbstätige nach. Das bedeutet: Jahr für Jahr scheiden im Schnitt 500.000 bis 800.000 Menschen aus dem aktiven Arbeitsleben aus. Diese Lücke lässt sich nicht mit Zuwanderung oder politischen Maßnahmen allein schließen. Wir sind in einem harten Wettbewerb angekommen, denn dieser strukturelle Umbruch trifft uns alle.

Wir haben die Wahl: Ob wir selbst ausbilden, ob wir in die Öffentlichkeit gehen, ob wir Sichtbarkeit für unseren Beruf schaffen, ob wir uns in moderner Führung weiterbilden und diese in den Unternehmen wertschätzend leben, ob wir Mitarbeitende durch Kommunikation, Entwicklungsmöglichkeiten und ein starkes Miteinander an uns binden. Die Demografie ist ein Fakt. Sie ist der feste Rahmen für die personelle Ausrichtung unserer Unternehmen – aber wir bestimmen mit unserem Veränderungswillen das Bild darin selbst. Natürlich kann und soll auch die Politik ihren Beitrag leisten. Was wir erwarten dürfen, und was jetzt dringend kommen muss, ist ein massiver Bürokratieabbau. Damit wir wieder mehr Ressourcen haben, uns um das zu kümmern, was wirklich zählt: Menschen, Ausbildung, Zukunft. Gleichzeitig braucht es exzellente Berufsschulen und moderne Lernorte, die unsere Branche stärken.

Friedrich Merz kann Gesetze ändern (lassen). Aber er wird nicht derjenige sein, der in Ihrem Unternehmen ausbildet. Er wird nicht Ihr Personal führen. Und er wird nicht auf Ihrem Messestand Talente gewinnen. Das müssen Sie schon selbst tun.

Wir alle haben die Wahl. Nutzen wir sie.

Hoffnungsvolle Grüße  
Ihr Nico Heinrich



Zirkonoxid auf den Markt, sondern auch den cubeGuide, einen praktischen Begleiter für den Laboralltag. Ob hilfreiche Tools, Anwendungsvideos oder Support: Der cubeGuide unterstützt Zahntechnikerinnen und Zahntechniker dabei, das Material optimal zu verarbeiten – für effiziente Prozesse und hochästhetische Ergebnisse.



[www.dentaldirekt.de/de/cube-guide](http://www.dentaldirekt.de/de/cube-guide)

## Mühelose Artikulation von 3D-Druckmodellen

Viele Dentallabore erhalten digitale Abformungen und drucken zu Kontrollzwecken Modelle – eine einfache Lösung für eine gipsfreie und schnelle Übertragung in den physi-



schischen Artikulator fehlte bislang. Bei Artex Print&Click wird das Modell mit einer speziellen basalen Auflage für die Modellsockelplatte gedruckt, über Magnetkraft auf der Sockelplatte fixiert und mithilfe von Distanzplatten exakt im Artikulator positioniert. Neben den Vorteilen im Workflow bietet Artex Print&Click wirtschaftliche und ökologische Vorteile. Die wiederverwendbaren Komponenten reduzieren Materialkosten und vereinheitlichen die Prozesse. Die standardisierten Modellsockel- und Distanzplatten gewährleisten zuverlässige Ergebnisse. Das offene System ermöglicht die Verwendung verschiedenster Drucker und Druckmaterialien. Spezielle Distanzplatten erlauben die flexible Höheneinstellung und Anpassung an unterschiedliche Modellhöhen und -positionen im Artikulator. Integriert in die Ceramill M-Build-Software unterstützt es ein breites Anwendungsspektrum: von Modellen für Kronen und Brückenarbeiten über Schienen und Implantatarbeiten bis hin zur Totalprothetik.



[www.amanggirrbach.com/ids](http://www.amanggirrbach.com/ids)

# Die nächste Ausgabe der **ZTM** erscheint am 15.09.2025



© Qazix/AdobeStock

## TECHNIK

### Modulare Rehabilitationsschiene im digitalen Workflow

Digitale Produktionsprozesse erleichtern mittlerweile viele Schritte in der Zahntechnik. Auch die Herstellung modularer Rehabilitationsschienen lässt sich gut in den digitalen Workflow des Dentallabors integrieren.



© Streifeneder-Mengele

## TECHNIK

### Kombination aus Keramik und Komposit

Für einen Patienten mit einem unbezahnten Oberkiefer und bereits eingehheilten Implantaten sollte eine festsitzende Lösung mit Keramik angefertigt werden. In diesem speziellen Fall kam zudem Komposit zum Einsatz.



© rawpixel.com/freepik

## LABORFÜHRUNG

### Brandschutz: Löschmittel im Dentallabor

Auch wenn man natürlich hofft, dass sie nie gebraucht werden, ist es wichtig, mit Feuerlöschern vorzusorgen. Ob Schaum-, Pulver- oder doch besser CO<sub>2</sub>-Löschers zum Einsatz kommen sollten, hängt vom jeweiligen Brandherd ab.

## Impressum

»ZTM«, ZAHNTECHNIK MAGAZIN  
www.dentalwelt.spitta.de,  
www.facebook.com/zahntechnik.magazin/



Spitta GmbH,  
Ammonitenstraße 1, 72336 Balingen,  
Postfach 10 09 63, 72309 Balingen,  
Tel.: 07433 952-0, Fax: 07433 952-111

### Chefredaktion

Prof. Dr. Peter Pospiech  
E-Mail: peter.pospiech@spitta.de

### Redaktion

Ramona Dreher  
Tel.: 07433 952-421  
E-Mail: Ramona.Dreher@spitta.de

### Online-Redaktion

Claudia Mastnak  
Tel.: 07433 952-302  
E-Mail: Claudia.Mastnak@spitta.de

### Ständige Mitarbeit

Dr. Antje Merz-Schönpflug

### Redaktionsbeirat

ZT F. Bußmeier, ZTM J. Freitag, Prof. Dr. S. Hahnel,  
ZTM W. Hebbendanz, PD Dr. D. Hellmann, Dr. U. Mahlike,  
A. Mühlhäuser, Prof. Dr. M. Rosentritt, ZTM S. Sander,  
ZTM M. Schenk, ZTM C. Schumann, ZT J. Schweiger (M.Sc.),  
ZTM P. Streifeneder-Mengele, ZTM C. Weber

### Anzeigenleitung

Josefa Seydler, Tel.: 07433 952-171,  
E-Mail: josefa.seydler@spitta.de

### Anzeigenverkauf

Heike Möller, Tel.: 07433 952-356,  
E-Mail: heike.moeller@spitta.de

### Anzeigenservice/Aboverwaltung

Claudia Mastnak, Tel.: 07433 952-302  
E-Mail: Claudia.Mastnak@spitta.de

### Bezugsmöglichkeiten

Bestellungen nehmen der Verlag und alle Buchhandlungen im In- und Ausland entgegen. Sollte die Fachzeitschrift aus Gründen, die nicht vom Verlag zu vertreten sind, nicht geliefert werden können, besteht kein Anspruch auf Nachlieferung oder Erstattung vorausbezahlter Bezugsgelder.

### Leserhinweis/Datenschutz

Ihre dem Verlag vorliegenden Adressdaten werden unter strikter Einhaltung der Datenschutzvorschriften gespeichert, zur internen Weiterverarbeitung und für verlagseigene Werbezwecke genutzt. Fremdunternehmen werden Ihre Adressdaten zur Aussendung interessanter Informationen zur Verfügung gestellt. Sofern Sie die Speicherung und/oder Weitergabe Ihrer Adressdaten nicht wünschen, so teilen Sie uns dies bitte schriftlich an die Verlagsadresse oder per E-Mail an datenschutz@spitta.de mit.

### Urheber und Verlagsrecht

Für unverlangt eingesendete Manuskripte, Abbildungen und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung. Mit Annahme eines eingereichten Manuskriptes gehen das Recht der Veröffentlichung sowie die Rechte zur Übersetzung, zur Vergabe von Nachdruckrechten, zur elektronischen Speicherung in Datenbanken oder Internet, zur Herstellung von Sonderdrucken, Fotokopien und Mikrokopien an den Verlag über. Jede Verwertung außerhalb der durch das Urheberrechtsgesetz

festgelegten Grenzen ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig. Alle in dieser Veröffentlichung enthaltenen Angaben, Ergebnisse usw. wurden von den Autoren nach bestem Wissen erstellt und von ihnen und dem Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Gleichwohl sind inhaltliche Fehler nicht vollständig auszuschließen. Daher erfolgen alle Angaben ohne jegliche Verpflichtung oder Garantie des Verlages oder der Autoren. Sie garantieren oder haften nicht für etwaige inhaltliche Unrichtigkeiten (Produkthaftungsausschluss). Mit anderen als redaktionseigenen Signa oder mit Verfasseramen gezeichnete Beiträge geben die Auffassung der Verfasser wieder, die der Meinung der Redaktion nicht zu entsprechen braucht. Gekennzeichnete Sonderteile liegen außerhalb der Verantwortung der Redaktion.

### Redaktionelle Hinweise

Unter der Rubrik „Produkt-Highlight“ veröffentlichte Artikel wurden mit freundlicher Unterstützung der Dentalindustrie erstellt; die Firmenbezeichnung ist im Beitrag ersichtlich. Die im Text genannten Präparate und Bezeichnungen sind zum Teil patent- und urheberrechtlich geschützt. Aus dem Fehlen eines besonderen Hinweises bzw. des Zeichens ® oder ™ darf nicht geschlossen werden, dass kein Schutz besteht.

### Bezug

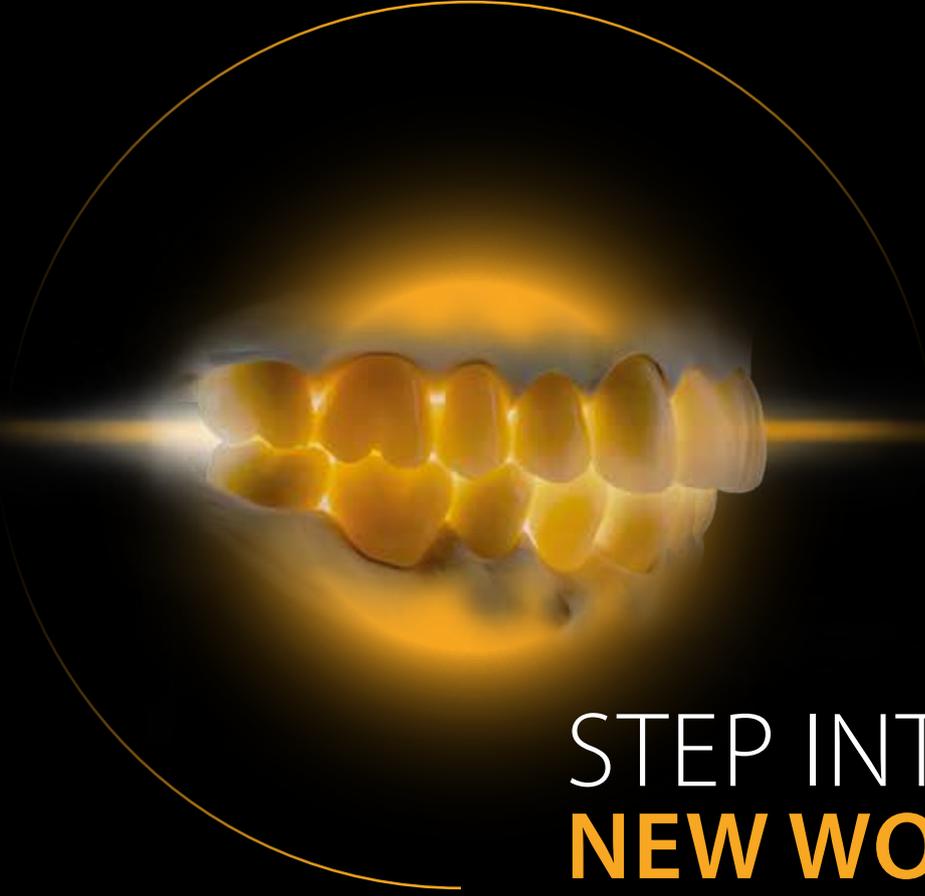
6. Ausgaben jährlich, ISSN 1433-6197,  
Jahresabonnement 50 Euro zzgl. MwSt.

### Satz

B2H Werbeagentur  
91058 Erlangen  
www.b2h-werbeagentur.de

### Druck, Verarbeitung, Versand

F&W MEDIENCENTER, Kienberg



# STEP INTO A NEW WORLD breCAM.multiCOM<sup>+</sup>

Die zweite Generation von polychromatischem PMMA mit Cross-Linker bietet herausragende Vorteile:

- **Lange Haltbarkeit und Zuverlässigkeit**  
Bis zu 3 Jahre Tragedauer für Kronen, Brücken (bis zu zwei Zwischenglieder) und Sofortversorgungen wie fast & fixed
- **Dauerhafte Lösung spart Zeit und Kosten**  
Unbegrenzte Tragedauer bei Prothesenzähnen
- **Sicherheit**  
Biegefestigkeit > 110 MPa
- **Hohe Kundenzufriedenheit**  
Natürlicher stufenloser Farbverlauf und Farbtreue analog zu den Vita Classic-Farben
- **Vielfältige Farbauswahl**  
Erhältlich in allen Vita Classic-Farben und BL1
- **Flexibilität in der Anwendung**  
Erhältlich in Ø 98,4 mm und den Höhen 14, 16, 20 und 25 mm



# multiCOM<sup>+</sup>

50 years of bredent

bredent<sup>gmbh</sup>

# Primär & Sekundär in einem!



Zwei Komponenten.  
Ein CAD-Schritt.  
100% Passung.  
Ohne Wenn & Aber.  
Dafür mit Wow.

Das ist

**AllinONE**  
by millhouse®

## Warum doppelt Arbeit machen, wenn's AllinONE gibt?

Mit AllinONE by millhouse werden Primär- und Sekundärteile in einem einzigen CAD-Arbeitsschritt konstruiert – hochpräzise automatisiert gefertigt, sofort einsatzbereit und reproduzierbar. Minimale Nachbearbeitung. Perfekte Friktion auf Antrieb. Im Fräsverfahren oder Hybridtechnik. Natürlich auch für Implantatlösungen.

**Und das Beste:** Wir begleiten Sie auf dem Weg in den digitalen Workflow mit praxisnahen Schulungen in 3Shape und exocad. In unserer millCADEMY wird aus Innovation echte Routine.

Profitieren Sie von einem Qualitätsprozess, der Ihre Zeit wertschätzt und Ihren Laboralltag noch besser macht. Wir machen Dentaltechnik einfach smarter:

millhouse GmbH | [www.millhouse.de](http://www.millhouse.de) | 06122 6004

Wir sind  
Vertriebspartner:

3shape ▶

exocad

smart optics



AllinONE by millhouse | Ihre Lösung für perfekt passende Teleskoparbeiten

