



# Materialvielfalt in der CAD/CAM-Technologie

Petra Ina Wanschka

## Einleitung

Der vierte Teil der Serie beschäftigte sich mit Tools rund um das Marketing und mit der Frage, wie man die CAD/CAM-Technologien und die Produkte aus dem Labor bei Zahnärzten, Patienten und den Kooperationspartnern noch bekannter machen kann. Diese fünfte Folge wendet sich wieder den grundsätzlichen Themen zu und beleuchtet die aktuelle und beständig wachsende Vielfalt der maschinentechnisch bearbeitbaren Materialien.

Ein Vorteil der CAD/CAM-Fertigung im Hinblick auf die Materialien ist mit Sicherheit die hohe Güte der industriell vorgefertigten Rohlinge. Welche Materialien Verwendung finden können, ist allerdings vom jeweiligen Maschinensystem abhängig und zum Teil auf die Herstellerfirmen reduziert. In der Industrie ist aktuell ein Trend zu Kooperationen erkennbar, somit können hochwertige Materialien für mehr Anwender verfügbar gemacht werden. Dabei ist zu erkennen, dass die Unternehmen sich unterschiedlich viel Zeit nehmen, um die Materialien auf den eigenen Maschinen zu testen und sie zu prüfen, bevor sie freigegeben werden.

Eine entscheidende Frage, der sich jeder Anwender stellen sollte, ist: Springe ich auf jeden innovativen (Material) Zug, der gerade vorbeifährt, auf, ohne zu wissen, wohin die Reise geht, oder verlasse ich mich in erster Linie auf klassische Materialien, wie z. B. inzwischen auch Zirkoniumdioxid ( $ZrO_2$ ), bei dem bereits Erfahrungswerte von über 10 Jahren und erste klinische Studien hinterlegt sind. Denn ein wichtiger Punkt ist auch, dass im Labor Medizinprodukte erstellt werden, forensische Aspekte darum in die Materialauswahl mit einfließen sollten. Die Fragen, die diesem Beitrag zugrunde liegen, sind z. B.:

- Welche Materialgruppen gibt es am Markt?
- Welche Einsatzgebiete werden hauptsächlich genutzt?
- Was ist besser: Wissenschaftlich untersuchte und dokumentierte Sicherheit versus Innovationen?
- Wie kann das Labor den Überblick behalten?

Dieser Teil der Beitragsserie hat zusätzlich den Hintergrund, dass im sechsten Teil der Fräsprozess und der

Einfluss, den die Materialien darauf haben, beschrieben werden sollen, denn der Bearbeitungsprozess einer Kobalt-Chrom-Legierung beispielsweise unterscheidet sich stark von der Bearbeitung von Zirkoniumdioxid.

## Materialvielfalt

War die CAD/CAM-Technologie phasenweise hauptsächlich als Bearbeitungsinstrument für Zirkoniumdioxid gesehen worden, ist die Materialvielfalt inzwischen enorm gewachsen und hat zudem Herstellungswege hervorgebracht, die vor fünf Jahren noch unbekannt waren (Abb. 1).

Geeignete Materialien für die CAD/CAM-Bearbeitungen sind:

- Metalle
- Kunststoffe
- Wachse
- Infiltrationskeramiken
- Silikatkeramiken
- Oxidkeramiken

Reine Maschinenhersteller wie Röders oder Datron geben bei ihren offenen Systemen den Laborkunden nur Empfehlungen für Materialien, die im Industrieunternehmen bereits getestet und auf ihre Tauglichkeit bezüglich ihrer Fräs- und Schleifeigenschaften geprüft worden sind.

## Metalle

Stark zugenommen hat die maschinelle Bearbeitung von Kobalt-Chrom-Legierungen, Titan und Titan-Legierungen (Abb. 2).

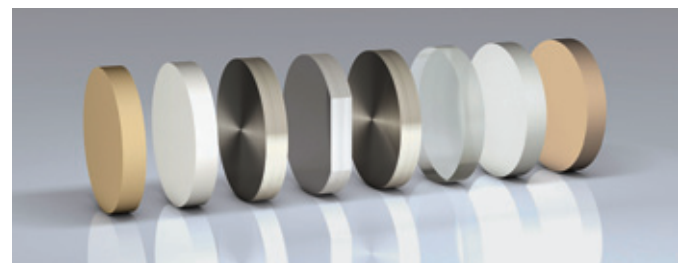
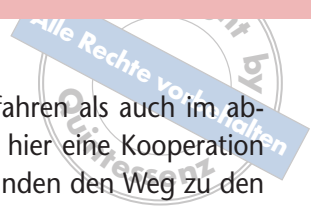


Abb. 1 Die Bandbreite der maschinenbearbeitbaren Materialien auf dem Dentalmarkt wächst (Bild: R+K CAD/CAM-Technologie).



In einer funktionierenden Prozesskette gehört das Material zu den wichtigen Komponenten. Bei CoCr-Legierungen sollten die gute maschinelle Verarbeitbarkeit ebenso wie die hohe Materialqualität die Auswahlkriterien darstellen. Bei der Firma R+K CAD/CAM Technologie wurden z. B. zunächst fünf Jahre in die Forschung und Entwicklung investiert, um die heute am Markt verfügbaren NEM-Ronden fräsbar zu machen (Abb. 3). Dabei verwendet das hauseigene Fräszentrum immer die gleiche Charge wie die Kunden, um bei Fragen oder Problemen kompetenter Ansprechpartner zu sein. Eine wichtige wirtschaftliche Betrachtung ist die Nachbearbeitungszeit, die bei der maschinellen Bearbeitung nur noch ca. 25 % der Zeit gegenüber gegossenen Objekten beträgt.

Bei Straumann ist bei Kronen und Brücken aktuell eine höhere Nachfrage nach Silikatkeramik und Titan feststellbar. Durch die maschinelle Bearbeitung entfallen hier verfahrenstechnische Schwierigkeiten gegenüber dem Guss. Es entsteht keine Alpha-case-Schicht und keine damit verbundene Versprödung der Metalloberfläche. Einige frühere Probleme mit der zahnfarbenen Verblendung von Titan sind somit vereinfacht. Gerade in der Implantologie ergibt sich die Möglichkeit, bei dem Gerüst auf das gleiche Material wie bei dem Implantat zurückzugreifen (Abb. 4).

Gerade im Bereich der outgesourcten Herstellung kann der Herstellungsweg dem Anwender eigentlich gleichgültig sein, da hier nur die Passung, die schnelle Weiterverarbeitung und die hochwertigen Materialeigenschaften der angelieferten Objekte zählen. Bego nutzt für ihre industrielle Herstellung die langzeitbewährten EMF-Materialien des Unternehmens. Angeboten werden diese Materialien

sowohl im aufbauenden SLM-Verfahren als auch im abtragenden Fräsverfahren. KaVo ist hier eine Kooperation eingegangen, um den eigenen Kunden den Weg zu den verfahrenstechnischen Möglichkeiten von Bego zu eröffnen.

Im Mix zwischen lokaler und zentraler Fertigung können entscheidende laborindividuelle Vorteile gefunden werden. Schwerer zu verarbeitende Werkstoffe, wie z. B. CoCr-Legierungen oder Titan, können in eine Zentralfertigung ausgegliedert werden. Vor der Entscheidung hierzu sollte die Frage stehen: Was will ich mit CAD/CAM für mein Labor erreichen und „wie integriere ich was“ in meine Laborabläufe (Jürgen Pohling, Degudent).

Viele Anwender der CAD/CAM-Technologie haben sich vielleicht schon gefragt, warum es so viel schwieriger ist, bei CoCr-Legierungen ebenso gute Ergebnisse zu erzielen wie bei Zirkoniumdioxid. Ein Grund ist, dass sich die CAD/CAM-Bearbeitung von NEM in Vergleich zu Zirkoniumdioxid verhält wie das Schneiden von Butter gegenüber einem Stein. Zwei Punkte sind hierfür maßgeblich, zum einen ist das Material Zirkoniumdioxid sehr viel härter und die Zerspanbarkeit schlechter. Zum anderen wird Zirkoniumdioxid im Maßstab 1:1,25 gefräst, was nach dem Sinterprozess eine wesentlich bessere Optik erzielt als beim Fräsen 1:1 (Dr. Böhm, Heraeus) (Abb. 5).

Edelmetall-Dentallegierungen sind für das Fräsen mit CAD/CAM-Maschinen aufgrund der hohen Materialkosten und des Materialverlusts wirtschaftlich uninteressant. Für die Nachfrage nach zentral gefertigten Gerüsten im industriellen Feingussverfahren gibt es bereits Anbieter, wie z. B. Bego oder DeguDent.



Abb. 2 Stark zugenommen hat die maschinelle Bearbeitung von CoCr-Legierungen, Titan und Titan-Legierungen (Bild: Nobel Biocare).



Abb. 3 Bei CoCr-Legierungen spielen gute maschinelle Verarbeitbarkeit und hohe Materialqualität eine Rolle für die Maschinenbearbeitung (Bild: R+K CAD/CAM-Technologie).



Abb. 4 Durch die maschinelle Bearbeitung entfallen bei der Bearbeitung von Titan oder Titan-Legierungen verfahrenstechnische Schwierigkeiten gegenüber dem Guss (Bild: Straumann).



Abb. 5 CoCr-Legierungen zu fräsen ist anspruchsvoller als Zirkoniumdioxid (Bild: Heraeus).



### Kunststoffe

Im Bereich der CAD/CAM-Technologien kommen Kunststoffe in zwei Verfahrenswegen zum Einsatz. Langzeitprovisorien können als Kronen- oder Brückengerüste und auch vollanatomisch gefräst werden (Abb. 6). Eine deutliche Zeitersparnis gegenüber bisherigen manuellen Verfahren ist gegeben. Die zweite Anwendungsmöglichkeit in der CAD-Planung ist das Erstellen von Objekten, welche aus rückstandsfrei verbrennbarem Kunststoff herausgefräst und anschließend eingebettet und gegossen werden, z. B. in Edelmetall-Dentallegierungen. Oder das Objekt kann eingebettet und in Glaskeramik gepresst oder im File-Splitting der CAD-Planung für eine Overpress-Technik geplant und in Glaskeramik gepresst werden.

Das gefräste Kunststoffprovisorium nimmt in seiner Wichtigkeit in der Laboraufstellung zu. Monochrome oder mit voreingebautem Farbverlauf geschichtete Blöcke bietet die Vita an. Diese multicolor Komposit-Blöcke sind aus vier unterschiedlichen Farbschichten mit unterschiedlichem Chroma aufgebaut und simulieren den bei natürlichen Zähnen vorhandenen Farbverlauf in Bezug auf Transluzenz und Chroma.

Für R+K ist die Nachfrage bei den Laboratorien speziell im Bereich von Set-ups, Schalenprovisorien und Table-Tops (Bisserrhöhungen) gestiegen. Eine Bisserrhöhung herzustellen ist gegenüber den früheren sehr aufwendigen händischen Herstellmethoden mit Duplierung etc. um ein Vielfaches vereinfacht. Angebote, die das Labor für seine Selbstvermarktung nutzen sollte.

Bego erstellt mit einem Rapid-Manufacturing-Verfahren Kunststoffkronen und -brücken. Diese werden anschließend eingebettet und in den Materialien der Wahl



Abb. 6 Langzeitprovisorien vollanatomisch gefräst und poliert (Bild: Nobel Biocare).



Abb. 7 Eine stereolithografisch hergestellte Brücke aus rückstandsfrei verbrennbarem Kunststoff (Bild: Bego).

(vorwiegend EM-Legierungen) im Vakuum-Druckguss-Verfahren ausgegossen (Abb. 7).

### Wachse

Durch die hohen Passgenauigkeiten der CAD/CAM-Restaurationen sind gefräste Wachsrohlinge interessant geworden, die im Lost-wax-Verfahren eingebettet und ausgegossen werden. Ebenso wie rückstandsfrei verbrennbare Kunststoffe eignen sich diese Materialien der unterschiedlichen Hersteller auch für die Press- und Überpresstechnik. Wie alle Wachse haben diese Materialien gegenüber den Kunststoffen den Vorteil nicht zu quellen.

### Infiltrationskeramiken

Schleifbare Blöcke aus Infiltrationskeramiken sind von der Vita erhältlich für Kronen- und Brückengerüste. Sie werden im porösen, kreidigen Zustand bearbeitet und anschließend mit Lanthanglas infiltriert.

### Silikatkeramiken

Schleifbare Silikatkeramikblöcke sind im Labor für die Herstellung von Inlays, Onlays, Veneers, Teilkronen und Vollkronen (teilreduziert oder vollanatomisch) interessant.

Die Vita bietet mit ihren Blöcken aus Feldspatkeramik ein Material, das bereits seit 1986 am Markt etabliert und bewährt ist. Die Blöcke wurden weiterentwickelt und so gibt es neben den monochromen und den geschichteten Blöcken inzwischen noch eine dritte ästhetische Variante für Frontzähne. Hierbei kann sogar die Menge des Schmelzanteils selbst bestimmt werden (Manfred Cordes, Vita Zahnfabrik) (Abb. 8).

Weiterhin gibt es leuzitverstärkte Silikatkeramikblöcke für diese Anwendungsbereiche. Auf ein großes Echo stoßen in letzter Zeit auch die Lithiumdisilikat-Keramiken, die für vollanatomische Front- und Seitenzahnkronen und Käppchen im Front- und Seitenzahnbereich verwendet werden können. Mit dem Hersteller Ivoclar Vivadent haben z. B. die Firmen KaVo, Nobel Biocare, R+K und Strau-

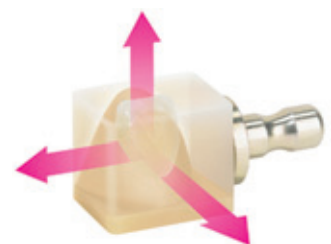


Abb. 8 Nachbildung des natürlichen Dentin-Schmelzverlaufs im vorgefertigten Block (Bild: Vita).

mann Kooperationsvereinbarungen geschlossen (Abb. 9). Alle diese Silikatkeramiken sind mit Fluorwasserstoffsäure (HF) ätzbar und können adhäsiv befestigt werden.

### Oxidkeramiken

Unter diese Gruppe fallen aktuell Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), yttriumstabilisiertes Zirkoniumdioxid (Y-TZP), eingefärbt und weiß, und dichtgesintertes yttriumstabilisiertes, gehipptes Zirkoniumoxid (HIP Y-TZP = hoch isostatisch gepresst). Y-TZP steht für „Yttrium Oxide stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals“, also Zirkoniumoxid im tetragonalen polykristallinen Zustand, welcher durch Yttriumoxid bei Raumtemperatur eingefroren wird. Welche Oxidkeramiken verwendet werden können, geben zum Teil die Maschinen vor. Beim Outsourcing kann auf den Hersteller zugegriffen werden, der das gewünschte Material anbietet (Abb. 10).

Aluminiumoxid findet seine Anwendung hauptsächlich im Bereich der hochästhetischen Frontzahnrestaurationen, auch für Implantateinzelzahnversorgungen, meist unter Verwendung eines individuellen Abutments aus Zirkoniumdioxid. Die Keramik wird in einem vorgesinterten Stadium geschliffen und anschließend im Sinterofen dichtgesintert (Dr. Kai Klimek, Nobel Biocare).

Das isostatisch gepresste Zirkoniumdioxid, das bei Heraeus Verwendung findet, zeichnet sich durch seine sehr glatte Oberfläche und die hohe Qualität des Rohmaterials aus, was im Nachbearbeitungsprozess im Labor besonders effektiv und zeitsparend ist.

Das Zirkoniumdioxid von 3M Espe erzeugt durch seine hohe Transluzenz eine dentinähnliche Wirkung. Dies wird nicht nur von Anwendern, sondern auch von Studien bestätigt (Dr. Peter Schubinski, 3M Espe) (Abb. 11).<sup>1</sup>



Abb. 9 Feinste Bearbeitung von Silikatkeramikblöcken (Bild: KaVo).



Abb. 10 Zirkoniumdioxid als Hochleistungskeramik wurde für dentale Anwendungen erst durch die CAD/CAM-Technologien einsetzbar (Bild: Bego).



Abb. 11 Dentinähnliche Wirkung des Gerüstmaterials (Bild: 3M Espe).

DeguDent besitzt zu seinem  $\text{ZrO}_2$ -Werkstoff- und Systemangebot eine 10-jährige Erfahrung, die es zum klinisch abgesicherten Zirkoniumdioxid machen (Jürgen Pohling, Degudent).

Die Firma Wieland geht einen Schritt weiter und bietet zu ihrem weißen und dem voreingefärbten ein transluzentes Zirkoniumdioxid an, für Einzelkronen und Brückengerüste.

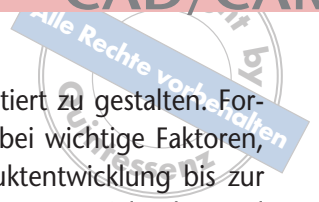
R+K verweist darauf, dass besonders beim Zirkoniumdioxid auf eine Zertifizierung des Herstellprozesses zu achten sei. Für gefährlich wird es erachtet, dass Zirkon teilweise inzwischen in der Garage gepresst wird, waren doch auf der IDS 2009 Zirkonpressen zu erwerben.

### Innovationen

Innovationen sind ein interessantes Marketinginstrument in der Kundenansprache. Derzeit gehen Entwicklungen dahin, dass das Verblenden der Gerüstkonstruktionen im ästhetisch nicht so relevanten Bereich der Seitenzahnrestaurationen durch einfachere und schnellere Techniken abgelöst wird. Die Pressover-Technik im File-Splitting ist eine davon, die sich bereits am Markt etabliert hat. Dies wohl auch deshalb, da fast jedes Labor einen Pressofen besitzt.

Für Einzelkronen bietet 3M Espe mit DVS (DVS = Digital Veneering System) ein digitales Verblendsystem an. Im CAD wird nach dem Vollkonturdesign ein File-Splitting durchgeführt. Anschließend werden das Zirkoniumdioxidgerüst und die Glaskeramikkappe als Schmelzanteil gefräst. Die definitive Krone entsteht dadurch, dass die beiden Komponenten mit einer Fusionskeramik, die das Dentin darstellt, verbunden werden. Zusätzlich gibt es Malfarben und Glasurmasse für das System.

Einen anderen Weg bietet Vita mit der Rapid Layer Technology. Den Multischichtblock gibt es dafür in größerer Dimension als TF-40/19-Geometrie. Dies ermöglicht die Herstellung von Gerüst- (= Zirkoniumdioxid) und Verblendstruktur (= Feldspatkeramik) in einem digitalen Herstellungsprozess, wiederum im File-Splitting. Hergestellt



werden können bis zu viergliedrige Brücken mit zwei Zwischengliedern. Der Block aus der bewährten Feldspatkeramik erzeugt die Verblendstruktur mit natürlichem Farbverlauf durch seine Schichtung (Abb. 12). Gerüst- und Verblendstruktur werden bei der Vita Rapid Layer Technologie durch ein Befestigungskomposit miteinander verbunden.

Wieland bietet aktuell das ZENOSTAR Konzept an: Vollanatomisch gefräste Kronen und Brücken aus transluzentem Zirkoniumdioxid als zahnfarbene Alternative zu NEM-Versorgungen. Hier werden die Restaurationen vollanatomisch gefräst, eingefärbt, gesintert, wenn nötig bemalt, auf jeden Fall hochglanzpoliert und zusätzlich glasiert (Abb. 13 und 14). Das Ganze kann auch als reduzierte Krone in der Cut-back-Technik im Frontzahnbereich beschichtet und gebrannt werden, als ästhetische Variante des Konzepts.

### Diskussion

Wann soll ich als Labor in neue Techniken einsteigen? Eine Frage, die nicht einfach zu beantworten ist. Gibt es doch genügend Beispiele an Produkten und Unternehmen, die sich in der Vergangenheit nicht am Dentalmarkt etablieren konnten. Für die an dieser Serie teilnehmenden Unternehmen stellt dies keinen grundsätzlichen Widerspruch dar. Trotzdem können die Standpunkte zum Teil als konträr gelten.

### Innovationen versus wissenschaftlich dokumentierte Sicherheit

Innovation ist das Ziel der Produktentwicklungen bei Wieland. So bieten wir unseren Kunden stets neue Lösungen,

um den Laboralltag zukunftsorientiert zu gestalten. Forschung und Wissenschaft sind dabei wichtige Faktoren, die diesen Prozess von der Produktentwicklung bis zur Marktreife begleiten (Reinhold Brommer, Wieland Dental + Technik).

Die Vielfalt des Marktes bietet viele Möglichkeiten für die Laborausrichtung. Dabei sollte der Wettbewerb über Innovationen laufen, nicht über Knebelverträge. Studien bezüglich unserer Materialien laufen (Andreas Klar, R+K).

Wissenschaftlich fundierte Qualität ist wichtig, darum gehen wir den sicheren Weg und geben Produkte erst frei, wenn die entsprechenden Erkenntnisse vorliegen (Jens Bünemann, Heraeus).

Innovationen von Newcomern auf dem Dentalmarkt sollten doch sehr kritisch hinterfragt werden. Zu diesem kritischen Hinterfragen gehört auch die Betrachtung, ob sich das neue Unternehmen auf Dauer am Markt etablieren kann und dies auch finanziell durchhält (Manfred Cordes, Vita).

Wissenschaftliche Dokumentation und hier vor allem Langzeitergebnisse sind für uns enorm wichtig. Deshalb dauert es bei uns immer etwas länger bis Materialien freigegeben werden. Zuerst muss der Gesamtprozess evaluiert sein (Dr. Kai Klimek, Nobel Biocare).

Nur klinisch relevante und erprobte Bereiche sind für das Gesamtsystem und das Indikationsspektrum nachhaltig. Manche Entwicklungen sind durchaus kritisch dahingehend zu betrachten, ob bereits genügend Langzeiterfahrung besteht (Markus Ewertz, KaVo) (Abb. 15).

Die Prozesssicherheit ist ein wichtiger Aspekt im Angebot innovativer Werkstoffe und Verfahren. Alle in einem CAD/CAM-System angewandten Komponenten und Arbeits-



Abb. 12 Digitale Verblendung – der nächste Schritt in der CAD/CAM-Technologie? (Bild: Vita).



Abb. 13 Gesprühte Glasur nach händischer Hochglanzpolitur (Bild: Wieland Dental + Technik).



Abb. 14 Okklusalfäche einer monolithischen Seitenzahnkrone (Bild: Wieland Dental + Technik).



Abb. 15 Innovation versus langzeiterprobte Materialien, jeder Anwender muss selbst entscheiden (Bild: KaVo).

schritte sind qualitätsbeeinflussend und durch Untersuchungen zu belegen (Jürgen Pohling, Degudent) (Abb. 16).

Lösungen sollten grundsätzlich hinterfragt werden. Was auf den ersten Blick preisgünstig erscheint, muss es im Nachgang nicht bleiben, vor allem Sondervereinbarungen sind zu prüfen. Der „Alles-aus-einer-Hand-Gedanke“ mit dem Zugriff auf eine große Material- und Anwendungsbreite hat oft Vorteile (Peter Kleefuß, Straumann) (Abb. 17).

Innovationen sind wichtig für den Markt, trotzdem sollten Anwender auf ein nachhaltiges am Markt etabliertes Gesamtsystem zurückgreifen, welches gerade im Bereich der Materialien auf klinische Studien, insbesondere In-vivo-Langzeitstudien, verweisen kann. Im Materialbereich kann ein sehr günstiger Preis ein hohes Risiko bergen, insbesondere bei Materialien mit fehlender Langzeitevaluierung (Dr. Peter Schubinski, 3M Espe) (Abb. 18).

Sicherheit geht bei uns im Haus immer vor. Nicht jeder Trend sollte gleich vorbehaltlos und euphorisch mitgemacht werden. Die Kunden sollen wissenschaftlich erforschte Materialien zur Weiterverarbeitung erhalten (Axel Klarmeyer, Bego).

### Fazit

Nicht alle Techniken und Materialien sind für alle Maschinen verfügbar. Bei den Materialien wurde in diesem Beitrag absichtlich auf Markennamen verzichtet.

Die Bearbeitbarkeit von Zirkoniumdioxid mit der CAD/CAM-Maschinenteknik hat neue Impulse gesetzt, mit der Folge, dass nach weiteren Materialien und Verfahrenswegen geforscht wurde und aktiv weitergeforscht wird. Inzwischen gibt es bereits eine Fülle von maschinenbearbeitbaren Materialien auf dem Dentalmarkt. Den

hier teilnehmenden Unternehmen war es sehr wichtig, deutlich zu machen, dass die Materialien, die für Zahnersatz Verwendung finden, nur von geprüfter Qualität und möglichst mit klinischen Studien unterlegt sein sollten.

Die Herausforderung für die Labore ist, sich darüber im Klaren zu sein, worin die eigenen Anforderungen und die Anforderungen der Kunden und Patienten bestehen? Dabei ist die Langlebigkeit von Zahnersatz mit Sicherheit ein primärer Patienten- und Behandlerwunsch. Hat doch fast jeder Anwender bereits Materialien erlebt, die nach kurzer Zeit wieder vom Markt verschwunden waren. Eine klare Strategie kann hier Planungssicherheit geben und große Fehlinvestitionen verhindern. Dabei gibt es den risikobehafteten Weg, immer die aktuellen Innovationen anzubieten. Dies hat den Vorteil, neuen Gesprächsstoff in die Kundenansprache einbringen zu können. Oder es gibt die Möglichkeit, nach Neueinführungen die ersten klinischen Studien abzuwarten, um ein Sicherheitspolster zu haben. In Hinsicht auf die Forensik und die steigenden Zahlen von Klagen ein bedenkenswerter Weg.

Da bereits heute die ersten unwirtschaftlich gewordenen Fräsmaschinen im Keller der Laboratorien stehen, ist das Abwägen der Ziele vor der Investition wichtig. Den Weg der Kooperationen sollte dabei das Labor nicht ausschließen, können doch Synergien gewonnen und neue Verfahrenstechniken für die eigenen Kunden bezahlbar gemacht werden.

Dieser Beitrag erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und kann nur Einblicke in die Materialvielfalt der Hersteller gewähren. Bei weiterführenden Fragen bittet die Autorin um direkte Kontaktaufnahme mit den Unternehmen und deren Produktspezialisten.



Abb. 16 Die Langzeiterfahrungen bei etablierten Edelmetalllegierungen liegen für Zirkoniumdioxid noch in weiter Ferne (Bild: Degudent).



Abb. 17 Preisgünstige Kostenvarianten sollten hinterfragt werden – wer kommt für die Kosten bei Misserfolg auf? (Bild: Straumann).

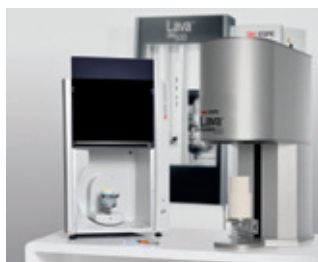


Abb. 18 Etablierte Systeme lassen Rückschlüsse auf den Langzeiterfolg zu (Bild: 3M Espe).

### Literatur

1. Rosentritt M, Behr M, Thaller C, Rudolph H, Feilzer A. Fracture performance of computer-aided manufactured zirconia and alloy crowns. Quintessenz Int 2009;40:655-662.

### Adresse der Verfasserin

Petra Ina Wanschka  
wanschka media GmbH  
Fockensteinweg 7  
83707 Bad Wiessee  
E-Mail: p.wanschka  
@wanschka-media.de