

CAD/CAM in der zahnärztlichen Praxis

Was gibt es – was kommt – was ist nicht mehr wegzudenken?

Die CAD/CAM-Technologie bietet der modernen Zahnheilkunde zahlreiche Möglichkeiten, die für die optimale Versorgung unserer Patienten kaum noch wegzudenken sind. Weder auf die Werkstoffe, die nur mittels CAD/CAM-Technik zu verarbeiten sind, oder auf Fertigungstechniken, die für eine bestmögliche Materialqualität sorgen, noch auf die Alternativen und das Potenzial rund um die implantatprothetische Versorgung – um nur einige Beispiele zu nennen – wird man gerne verzichten wollen, wenn man erst einmal angefangen hat, sie zu nutzen.

Chairside-Fertigung von Einzelzahnrestorationen

Seit nunmehr fast drei Jahrzehnten gibt es die Chairside-Fertigung von Restaurationen mit dem CEREC-System (Sirona). Klinische Studiendaten liegen mittlerweile für einen Zeitraum von über 20 Jahren vor und belegen den klinischen Erfolg¹⁻⁵. Ein alternatives, deutlich jüngeres System ist das amerikanische E4D Dentist (D4D Technologies), welches jedoch in Europa bislang nur in den skandinavischen Ländern vertrieben wird. Auf der diesjährigen IDS (Internationalen Dental Schau, <http://www.ids-cologne.de>) in Köln wurde zudem der PlanScan (Planmeca) als Messeneinheit vorgestellt, welcher sowohl in den Behandlungsstuhl integriert als auch mobil (Cart) erhältlich ist. Anders als das deutsche und das amerikanische System handelt es sich bei dieser Möglichkeit zur intraoralen Digitalisierung um ein offenes, mit einer Schnittstelle zu verschiedenen CAD/CAM-Systemen ausgestattetes Verfahren.

Für Patienten bietet die Versorgung in nur einer Sitzung einen Vorteil. Durch die intraorale Digitalisierung kann auf Abformmaterial und die nachfolgende Meistermodellherstellung sowie durch das Einsetzen am selben Tag auf ein Provisorium verzichtet werden. Immer dann also, wenn der Wunsch nach einer zahnfarbe-

nen Restauration an nur einem Termin besteht, ist ein Chairside-CAD/CAM-System unverzichtbar. Die Anwendung ist jedoch auf Einzelzahnrestorationen beschränkt. Für alle mehrgliedrigen Versorgungen ist weiterhin der Weg über ein zahntechnisches Labor oder ein Fertigungszentrum notwendig.

Der Schlüssel zur virtuellen Welt: die Digitalisierung

Wenn CAD/CAM-Technologie oder dreidimensionale Implantatplanung zum Einsatz kommen soll, ist der erste Schritt stets die Digitalisierung⁶⁻⁹. Sie kann intraoral oder extraoral erfolgen. Für die intraorale Datenerfassung stehen vier Technologien zur Auswahl:

- Weißlicht-Streifenprojektionsverfahren (analog der extraoralen Digitalisierung)
- Active Wavefront Sampling (AWS)
- Hochgeschwindigkeits-Videosequenzaufnahmen
- Konfokale Mikroskopie

Während ältere Verfahren noch eine vollständige Mattierung der zu versorgenden Zähne und ihrer Nachbarn mit speziellen Pudern erfordern (Abb. 1), benötigen die



Abb. 1 – Titanoxidpuder zur Mattierung der transluzenten Zähne muss gleichmäßig und flächendeckend aufgetragen werden. Bei dem hier gezeigten Negativbeispiel kommt es im digitalen Datensatz zu Streupunkten in den nicht vollständig bedeckten Bereichen.

nachfolgenden Generationen nur noch ein leichtes Bestäuben der Zähne. Das Puder dient dabei der Mustererkennung für das zumeist in Echtzeit erfolgende Zusammensetzen der Einzelaufnahmen. Die Systeme der jüngsten Generation erfordern kein Mattieren mehr und liefern zusätzlich Farbinformationen der digitalisierten Strukturen. Allerdings wird für manche puderfreien Systeme dennoch ein leichtes Bepudern empfohlen, um die Präzision des Gesamtbildes zu erhöhen. Auf der diesjährigen IDS wurden zahlreiche Kameras für die intraorale Digitalisierung vorgestellt, die zum Teil an einen beliebigen Laptop angeschlossen werden können. Knackpunkt ist bei allen Verfahren das Zusammensetzen der Einzelaufnahmen zum Gesamtbild. Da durch das begrenzte Platzangebot in der Mundhöhle die Kameragröße zwangsläufig limitiert wird, ist ein solches Matching unvermeidlich. Mittlere Abweichungen von ca. 85 µm für eine Gesamtkieferdigitalisierung werden – sehr ehrlich – von manchen Entwicklern für Systeme, die auf konfokaler Mikroskopie beruhen, angegeben. Häufig sind diese Angaben jedoch ein wohlgehütetes Betriebsgeheimnis. Fakt ist, dass mit zunehmender Größe des digitalisierten Bereiches der Gesamtfehler zwangsläufig steigt, jedoch bei Einzelzahnversorgungen und 3- bis 4-gliedrigen Restaurationen bei den etablierten Verfahren unkritisch ist¹⁰. In jedem Fall ist der maximalen vom jeweiligen Anbieter freigegebenen Spanne Beachtung zu schenken.

Anfang des letzten Jahres wurde die internationale Norm ISO EN DIN 12836 „Prüfverfahren für CAD/CAM Digitalisierungsgeräte“ (2012) veröffentlicht. Mit ihr wurde erstmals eine Grundlage für die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Systeme zur 3D-Datenerfassung geschaffen^{11, 12}. Sie beschreibt Prüfverfahren zur Beurteilung der Genauigkeit und Vergleichspräzision von Digitalisierungsgeräten für CAD/CAM-Systeme für indirekte dentale



Restaurationen, die der intra- und extraoralen Erfassung von Oberflächen dienen, und gilt für Hart- und Weichgewebe und Komponenten von Dentalimplantatsystemen sowie allen Modellen davon. Die Norm legt fest, dass die ermittelte Genauigkeit in der Gebrauchsanweisung eines 3D-Datenerfassungssystems angegeben werden muss. Auf diese Angaben nach Norm sollte man also achten, da sie, sofern vorhanden, Aufschluss über die Präzision des Digitalisiersystems geben. Ebenfalls hilfreich kann die Verständigungsnorm DIN 13995 „Zahnheilkunde – Terminologie der Prozesskette für CAD/CAM-Systeme“ (2010) sein, nach der die in Produktbeschreibungen und Gebrauchsanweisungen durchaus unterschiedlichen Begriffe und Bezeichnungen für die einzelnen Systemteile und Prozessschritte einheitlich benannt werden¹³. Insgesamt ist die Entwicklung im Bereich der intraoralen Digitalisierung erfreulich, doch gleichzeitig trennen sich namhafte Anbieter aus wirtschaftlichen Gründen wieder von ihren Intraoralsystemen. Speziell dieser Bereich der CAD/CAM-Technologie bleibt in der nahen Zukunft also spannend.

Extraorale Digitalisierung

Der Nachteil gegenüber der intraoralen Digitalisierung liegt auf der Hand: Für die extraorale Digitalisierung wird mindestens eine Abformung und zumeist ein daraus resultierendes Meistermodell benötigt. Die optischen Verfahren bestehen zumeist aus einer Projektor- und einer Detektoreinheit und unterscheiden sich durch die Anzahl der rotatorischen und translatorischen Achsen (Abb. 2). Auch die Lichtquellen der Systeme sind verschieden. Zum Einsatz kommen

- Weißlicht-Streifenprojektionsverfahren,
- Projektion von Spektralfarben,
- Laser unterschiedlicher Farben und Wellenlängen.

Untersuchungen der Klinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Ulm zeigten, dass sowohl zahlreiche extraorale Digitalisierverfahren als auch digitalisierbare Abformmaterialien eine ausgezeichnete Präzision aufweisen. Die mittleren Abweichungen lagen in den Analysen von Einzelstümpfen bei 15 µm, häufig so-

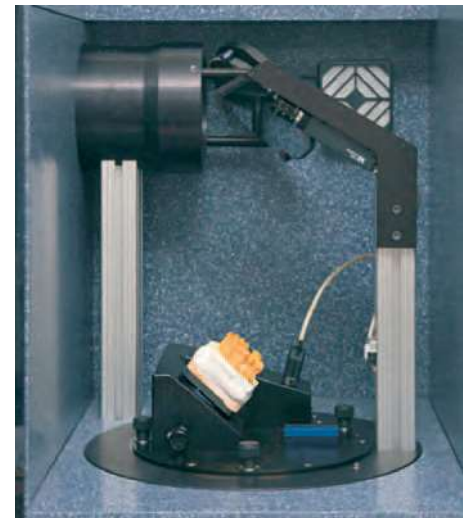


Abb. 2: Messaufbau aus Projektor- und Detektoreinheit, die in einem definierten Abstand zueinander stehen. Das Modell kann auf einem großen und einem kleinen Messtisch rotiert werden, um einen vollständigen Messdatensatz ohne Abschattungen zu erhalten.

gar unter 10 µm, womit die Grenzen des angewendeten Analyseverfahrens ausgeschöpft wurden.

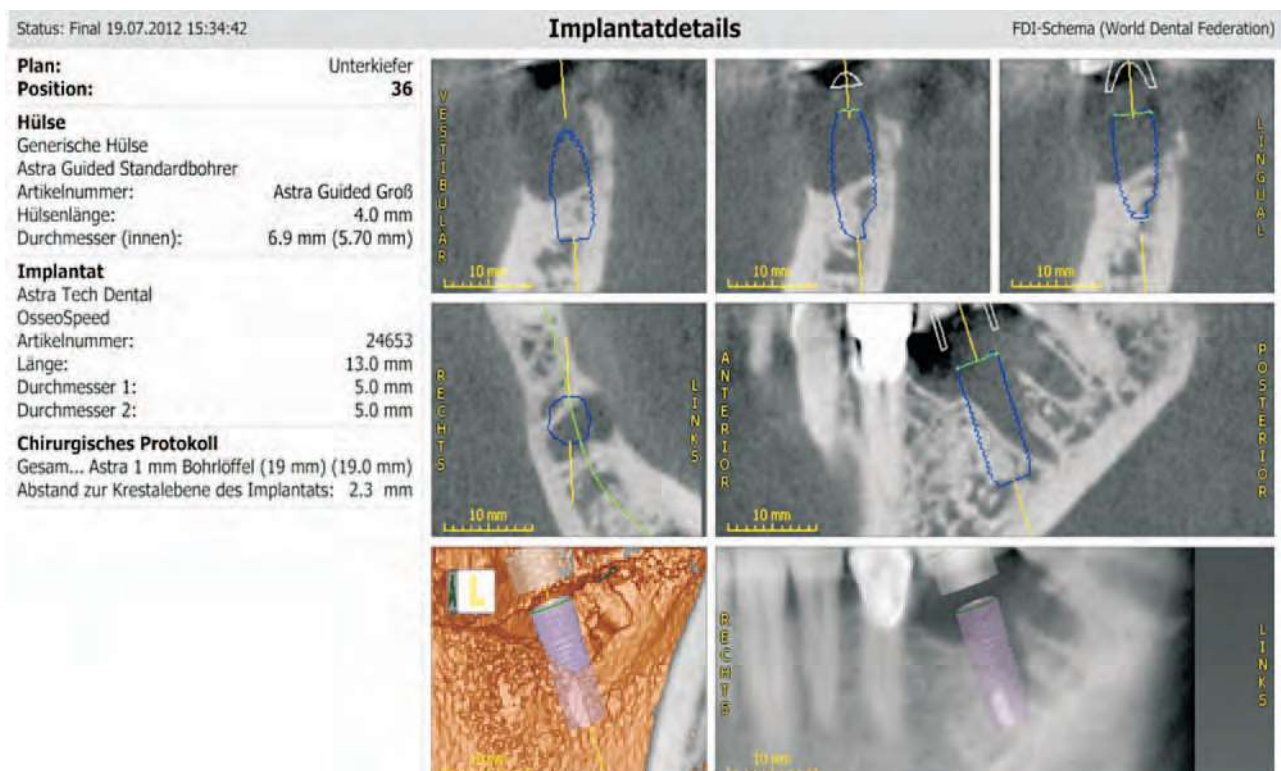


Abb. 3 – Optimale Nutzung des ortständigen Knochens reduziert den Augmentationsbedarf und damit Risiken. Die Lagebeziehung benachbarter anatomischer Strukturen kann eindeutig nachvollzogen werden.



Auch für die extraorale Digitalisierung gilt eine Grundregel der Messtechnik, nach der mit steigender Messfeldgröße auch die Messunsicherheit wächst. Abweichungen bei einer Ganzkieferaufnahme sind also zwangsläufig größer als die für Einzelstümpfe bestimmten Differenzen. Im Vergleich zur intraoralen Digitalisierung empfiehlt sich vor dem Hintergrund der erreichbaren Präzision bei einer Ganzkieferdigitalisierung oder einer Digitalisierung für größere, 5- und mehrgliedrige Restaurationen bislang die extraorale Datenerfassung vom Meistermodell.

Ebenfalls eine hohe Präzision zeigt die mechanische extraorale Digitalisierung, die jedoch weit seltener zum Einsatz kommt als die berührungslos-optischen Verfahren¹⁴.

Weitere Möglichkeiten der digitalen Datenerfassung

Bei der dreidimensionalen Therapieplanung kommt ein bildgebendes Tomographie-Verfahren unter Nutzung von Röntgenstrahlen, das DVT, zum Einsatz. Die Dentale VolumenTomographie unterscheidet sich technisch von der klassischen Computertomographie (CT) durch

den Einsatz eines dreidimensionalen Nutzstrahlenbündels sowie eines zweidimensionalen Bildrezeptors. Im englischsprachigen Raum ist die Bezeichnung ‚cone-beam CT‘ (CBCT) üblich. Die Daten können zusätzlich mit Gesichtsscandaten im Rahmen der kieferorthopädischen Diagnostik verknüpft werden. Die 3D-Daten können in der Endodontie, Parodontologie und der chirurgischen Zahnheilkunde zum Einsatz kommen, sind jedoch für die Kariesdiagnostik, ins-



Abb. 4 – Eine CAD/CAM gefertigte Bohrschablone ermöglicht eine exakte Übertragung der computergestützten 3D-Planung. Voraussetzung ist, dass sich die Schiene intraoral exakt und eindeutig positionieren lässt. Eine Skelettierung der Schiene gewährt den intraoperativen Überblick.

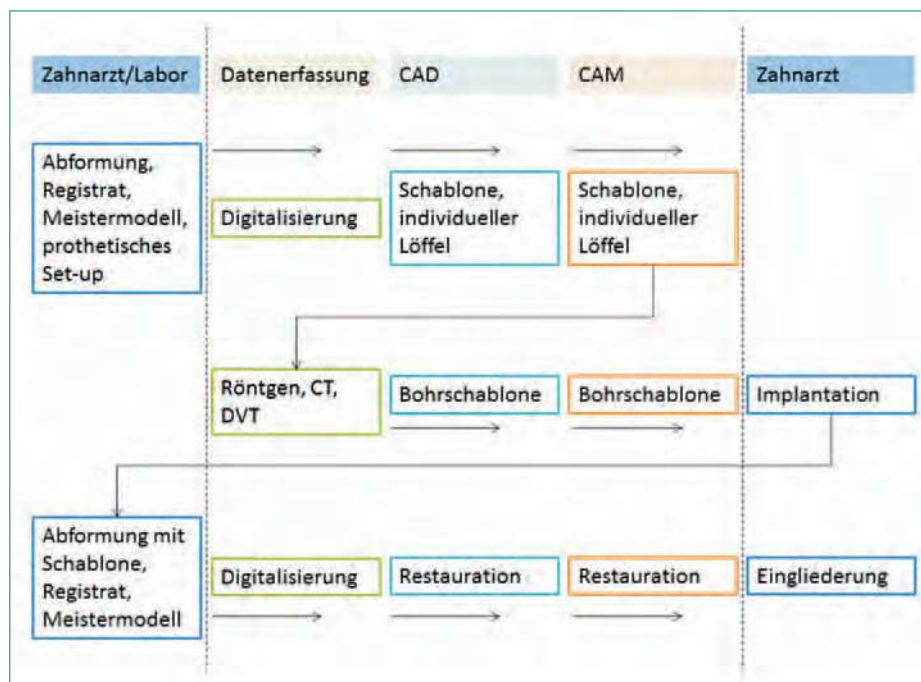


Abb. 5 – Schematische Darstellung der Abläufe im Rahmen der computergestützten Implantologie und prothetischen CAD/CAM-gefertigten Versorgung



DocSnoreNix®
Keep your sleep!



- Maximale Reduktion der Kondylus-Belastung
- Superelastische Verbindungselemente
- Schluckreflex bequem möglich



Drewe

www.docsnorenix.de

besondere bei der Beurteilung der Approximalräume, kaum geeignet¹⁵. Die Visualisierung des quantitativen und qualitativen Knochenangebotes für implantatgestützten Zahnersatz ermöglicht die virtuelle Planung (Abb. 3)¹⁶. Für Patienten von Vorteil ist vor allem die optimale Ausnutzung des vorhandenen Knochenangebots, gegebenenfalls durch bewusste Angulierung des Implantates. Der Winkel des Implantates kann durch ein entsprechend anguliertes Abutment ausgeglichen werden und Maßnahmen zum Knochenersatz und -wiederaufbau können vermieden werden. Die Belastung des Patienten durch den operativen Eingriff sinkt, während gleichzeitig das Implantatverlustisiko durch augmentative Maßnahmen minimiert wird. Die DVT-Daten können mit der Konstruktions-Software von CAD/CAM-Systemen verknüpft werden, um Bohrschablonen (Abb. 4), Langzeitprovisorien oder definitiven Zahnersatz zu generieren. Es ist also möglich, die implantologische mit der prothetischen Therapieplanung zu kombinieren (Abb. 5). Der erhöhte Aufwand bei der Planung und Vorbereitung im Rahmen der implant-

tatprothetischen Versorgung wird durch die erzielbaren Ergebnisse aufgewogen (Abb. 6). Vor allem bei komplexen Fällen wird durch die 3D-Information das notwendige Maß an Sicherheit geschaffen.

CAD/CAM-gefertigte individuelle Abutments

Der Einsatz von individuellen Implantat-abutments ermöglicht zum einen, die

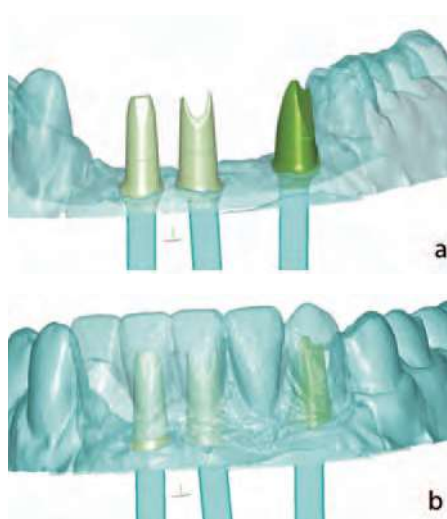


Abb. 7 – Computergestützte Planung von individuellen Abutments (a). Bild 7b zeigt die Überlagerung mit dem Wax-up für die optimale Positionierung der Abutments. Die Software warnt, falls Mindestmaterialstärken unterschritten werden oder fertigungstechnische Probleme bestehen.



Abb. 6 – Orthopantomogramm zur gezeigten dreidimensionalen Planung in Abb. 3 (Prof. R. Luthardt). Bild 6a zeigt die Situation vor Entfernung des nicht erhaltungsfähigen Zahnes 36, Bild 6b den Zustand 3 Monate nach Implantation.



Abb. 8 – Der Einsatz von individuellen und falls erforderlich angulierten Abutments ermöglicht den Verzicht auf aufwendige augmentative Maßnahmen. Die Abbildung zeigt den in den Bildern 3 und 6 vorgestellten Fall von Prof. R. Luthardt.

computergestützte Planung konsequent weiterzuführen, und zum anderen ausgezeichnete ästhetische Behandlungsergebnisse. Im Seitenzahnggebiet ist Titan das Material der Wahl. Die individuelle Gestaltung sorgt für die optimale Unterstützung des Weichgewebes (Abb. 7).

Auch in schwierigen Situationen kann mit individuellen Implantat-Abutments ein befriedigendes Behandlungsergebnis erzielt werden (Abb. 8).

Im Frontzahnbereich ist Zirkoniumdioxidkeramik als Abutmentmaterial auch aus ästhetischen Gründen von Vorteil. Ein dunkles, graues Durchschimmern bei dünnem vestibulären Knochen und Weichgewebe kann so vermieden werden. Da gehobene ästhetische Ansprüche zumeist zu einer vollkeramischen Restauration führen, muss die „Keine scharfen Kanten“-Regel unbedingt beachtet werden. Während das Abutment selbst aufgrund der eingehaltenen Mindestmaterialstärke nicht gefährdet ist, steigt das Frakturrisiko für die vollkeramische Restauration deutlich an (Abb. 9).



Abb. 9 – Nach wenigen Monaten frakturierte die vollkeramische Restauration auf diesem Zirkoniumdioxid-Abutment. Spannungsspitzen im Bereich scharfer Kanten stellen ein hohes Risiko für Frakturen dar.

Erweitertes Materialangebot

Ästhetische zahnfarbene Restaurationen von großer Langlebigkeit sind ein wichtiger Bestandteil unseres Behandlungsspektrums. Ein ganz besonders leistungsfähiges Material ist hierfür die dicht gesinterte Zirkoniumdioxidkeramik, oft vereinfachend Zirkon genannt. Die Be- und Verarbeitung dieser Hochleistungskeramik ist ausschließlich mittels CAD/CAM-Technologie möglich. Von allen dentalen Kerami-

ken weist sie die mit Abstand höchste Biegebruchfestigkeit von mehr als 1.000 MPa auf und ist dadurch für den Seitenzahnbereich und mehrgliedrige Restaurationen uneingeschränkt geeignet – auch dort, wo das Frakturrisiko für eine glaskeramische Versorgung viel zu hoch wäre.

Eine weitere Besonderheit dieses Materials ist sein sogenannter „Selbstheilungseffekt“. Durch die ständig wechselnde Belastung im feuchten Milieu der Mundhöhle altern die eingegliederten Werkstoffe. Im Falle von Keramik breiten sich dabei Risse, die von oberflächlichen kleinsten Defekten ausgehen, trotz unterkritischer Belastung in die Tiefe aus. Die Energie an der Risspitze bewirkt jedoch eine Phasenumwandlung in der Zirkoniumdioxidkeramik. Waren die Elemente zuvor in einer tetragonalen Raumgitterstruktur stabilisiert, wandeln sich diese als Folge des Risswachstums in die monokline Phase um. Diese dem martensitischen Stahl ähnliche Transformation geht mit einer Volumenzunahme einher – der Riss wird durch den Gegendruck an der weiteren Ausbreitung gehindert. Die Mindestgerüststärke, die für Versorgungen mit Zirkoniumdioxid erforderlich ist, gleicht den Anforderungen an eine metallkeramische Versorgung. Unverblendet sind 0,3 bis 0,4 mm ausreichend, wodurch ein hohes Maß an Zahnhartsubstanzerhalt gewährleistet werden kann. Zum Vergleich: Die Mindestschichtstärke bei einer

glaskeramischen Versorgung beträgt 1,0 bis 1,2 mm. Im ästhetisch nicht relevanten Bereich kann zur Substanzschonung auf die Verblendung des Zirkoniumdioxidgerüsts mit glaskeramischen Massen vollständig verzichtet werden, da eine Politur der Gerüstoberfläche vollständig ausreichend ist. Für ein gutes ästhetisches Ergebnis empfiehlt sich in solchen Fällen der Einsatz von gefärbten Gerüsten.

Der Verbund zwischen Gerüst- und Verblendkeramik war Gegenstand zahlreicher klinischer Untersuchungen. Wie auch vor Jahren bei metallkeramischen Restaurationen, zeichnet sich hier eine positive Lernkurve ab. Für den Langzeiterfolg sind vier Faktoren von besonderer Bedeutung:

- Bereits bei der Präparation sind scharfe Kanten und Übergänge unbedingt zu vermeiden.
- Die statische und dynamische Okklusion muss bei der Eingliederung sorgfältig überprüft und gegebenenfalls in einem Folgetermin nochmals kontrolliert werden.
- Es sollten möglichst individuell verstärkte Gerüste verwendet werden, die eine maximale Schichtstärke der Verblendkeramik von 2 mm sicherstellen (Abb. 10).
- Die Verblendkeramik muss vom WAK her, dem Wärmeausdehnungskoeffizienten, auf die Gerüstkeramik abgestimmt sein.



Abb. 10 – Das individuell verstärkte Gerüst aus Zirkoniumdioxidkeramik auf einem Implantat (Regio 36) sorgt für die notwendige Unterstützung der Verblendkeramik und verhindert Frakturen (Behandlungsfall und Fotos von Prof. R. Luthardt)

Hybridkeramik und Nanokomposit

Die jüngsten Materialentwicklungen für die CAD/CAM-Verarbeitung sind zum einen die Hybridkeramik VITA ENAMIC (VITA Zahnfabrik) und Resin-Nanokeramik Lava Ultimate (3M ESPE). Die Hybridkeramik-Blöcke eignen sich

Anzeige

Erlernen Sie die Lachgassedierung von Spezialisten

Exklusivschulungen - Individuelles Lernen in kleinen Gruppen:

Chemnitz	26. / 27.04. 2013
Brake	24. / 25.05. 2013
Hamburg	07. / 08.06. 2013
Wien	14. / 15.06. 2013
Rosenheim	05. / 06.07. 2013
Dortmund	12. / 13.07. 2013
Düren	06. / 07.09. 2013
Kitzbühel	13. / 14.09. 2013
Leipzig	20. / 21.09. 2013

Aktuelle Termine unter: www.ifzl.de

Teamschulungen vor Ort in Ihrer Praxis:

Das rundum Sorglospaket – Wir kommen mit unseren Referenten in Ihre Praxis und schulen Ihr gesamtes Team inklusive Supervision!



Institut für zahnärztliche Lachgassedierung
Stefanie Lohmeier

Kontakt:

IfzL – Stefanie Lohmeier
Bad Trißl Straße 39
D-83080 Oberaudorf
Tel: +49 (0) 8033-9799620
E-Mail: info@ifzl.de
Internet: www.ifzl.de

Lachgas
Fortbildung

Beide Fortbildungsmöglichkeiten werden mit Fortbildungspunkten gemäß BZÄK und DGZMK validiert

Bezugsquelle TECNOGAZ
Lachgasgerät - TLS med
sedation GmbH
Tel: +49 (0) 8035-9847510
Vorteilspreise bei Buchung
eines Seminars bei
IfzL Stefanie Lohmeier!

Referenten:

Wolfgang Lüder, Zahnarzt & Lachgastrainer:
Lachgassedierung in der Erwachsenen Zahnheilkunde
Andreas Martin, Facharzt für Anästhesie
Cynthia von der Wense, Dr. Isabell von Gymnich,
Kinderzahnärztinnen: in der Kinderzahnheilkunde
Malte Voth, Notfalltrauma für Zahnärzte

Facharzt für Anästhesie und
Notfallmedizin
Andreas Martin

NEU



Fortbildung

nicht nur für die Fertigung klassischer Inlays, Onlays und Veneers und Kronen im Front- und Seitenzahnbereich, sondern auch für minimalinvasive Restaurationen wie „Non-Prep-Veneers“ bzw. Versorgungen bei reduziertem Platzangebot. Das keramische Netzwerk wird von einem Polymernetzwerk verstärkt und durchdrungen. Die duale Keramik-Polymer-Netzwerkstruktur soll die positiven Eigenschaften von Keramik- und Kompositmaterial vereinen, weniger spröde als reine Glaskeramik sein und abrasionsfester als traditionelle Kompositmaterialien. Die Hybridkeramik verfügt bereits über ihre Endfestigkeit und kann direkt nach dem Schleifen eingesetzt werden, da sie nicht nachbehandelt werden muss. Die Resin-Nanokeramik Lava Ultimate besteht zu fast 80 % Prozent aus Nanokeramik-Komponenten (Zirkoniumoxid- und Siliziumoxid-Nanopartikel), die in eine hoch vernetzte polymere Matrix eingebunden sind. Das Material weist eine dentinähnliche Elastizität, eine vergleichsweise hohe Biegefestigkeit, eine geringere Sprödigkeit als Glaskeramik und eine hohe Resilienz auf. Lava Ultimate wird vom Hersteller für Veneers, Inlays, Onlays und Kronen und aufgrund der stoßdämpfenden Eigenschaften vor allem für implantatunterstützte Kronen empfohlen. Im Gegensatz zur Hybridkeramik wird die Resin-Nanokeramik nicht mit Flußsäure geätzt, sondern nur sandgestrahlt und entfettet. Es kann unmittelbar nach der CAD/CAM-Fertigung und Politur eingesetzt werden. Beide neuen Materialien sind für die Chairside-Anwendung (mit Cerec/inLab, Sirona) bestimmt.

Fertigungsverfahren: HSC-Fräsen und Rapid Prototyping

Das wohl bekannteste Verfahren für CAM, die computergestützte Fertigung, ist das HSC-Fräsen (High speed contouring), das von den unterschiedlich großen Schleifeinheiten verwendet wird. Neben Materialien, die der Gusstechnik oder dem Heißpressverfahren gar nicht zugänglich sind, ist das Fräsen oder Schleifen vor allem für gusstechnisch schwierige, fehleranfällige Materialien von Vorteil (Titan, edelmetallfreie Legierungen (EMF), da mit unter industriellen Bedin-

gungen hergestellten Rohlingen gearbeitet werden kann. Diese Art der Bearbeitung führt nicht nur zum Erhalt der bestmöglichen Materialeigenschaften, sondern ist häufig auch kostengünstiger als die Anwendung konventioneller Herstellungsverfahren¹⁷.

Darüber hinaus stehen bei Verwendung der CAD/CAM-Technologie verschiedene zusätzliche Fertigungsmöglichkeiten aus dem Bereich der Rapid Prototyping-Verfahren, der schnellen Prototypenfertigung, zur Verfügung:

- Selektives Lasersintern (SLS oder SLA) für Thermoplaste und Metallpulver (EM, EMF)
- Fused Deposition Modeling (FDM) für Thermoplaste
- Stereolithographie (SLA) für Photopolymere
- 3D-Drucken (3D Printing, 3DP) für Wachs und Thermoplaste

Die Stereolithographie hat sich bei der Herstellung von Bohrschablonen und Schienen bereits bewährt. Immer wenn mit intraoraler Digitalisierungsabformungs- und modellfrei gearbeitet wird, kann ein beispielsweise für die individuelle Verblendung einer Restauration notwendiges Modell mit dieser Technik gefertigt werden. Auf der IDS wurden totale Prothesen gezeigt, die mit dem SLA-Verfahren hergestellt wurden. Die resultierenden Arbeiten zeigten eine ausgezeichnete Oberflächenqualität. Ob sich das Konzept im klinischen Alltag bewährt, muss jedoch geprüft werden.

Fazit

Insgesamt zeigte sich auch in diesem Jahr eine zunehmende Vernetzung verschiedener Anbieter in neuen Verbänden, mit dem Ziel, dem einzelnen Anwender den Zugang zu der gesamten Bandbreite der CAD/CAM-Technologien zu erleichtern. Wie also findet man das richtige Verfahren? Am Anfang steht eine Art Inventur der bisher eingesetzten Therapieoptionen und der zu erwartenden Stückzahlen oder der Häufigkeit. Anhand dieser Informationen kann dann die Abwägung erfolgen:

- Chairside-Systeme sind zunächst mit höheren Investitionskosten verbunden, machen dann jedoch einen Teil der

Wertschöpfungskette zugänglich, die dem Zahnarzt sonst nicht offen steht.

- Wird nur selten ein Modell oder Stumpf digitalisiert, ist es sinnvoll, diesen Schritt gegen eine geringe Gebühr in einem Scan- oder Fertigungszentrum durchführen zu lassen und die Anschaffungskosten für ein eigenes Digitalisierungsgerät zu sparen.
- Steigt zum Beispiel die Anzahl der zu versorgenden Implantatfälle stetig an, ist die Nutzung von Implantatplanungssoftware und solcher für die Abutmentgestaltung sinnvoll.

Bezüglich der Passgenauigkeit CAD/CAM-gefertigter Restaurationen ist der einfachste klinische Zugang eine Probe mit dünnfließendem Silikon: Die Restauration wird damit gefüllt und auf die Pfeilerzähne aufgesetzt. Ist der resultierende Film gleichmäßig dünn und durchscheinend, liegt eine gute Passgenauigkeit vor. Der anhaltende Trend zu immer mehr offenen CAD/CAM-Systemen und Komponenten ist erfreulich, weil er Flexibilität schafft. Einzelkomponenten müssen jedoch stets – von der Digitalisierung bis zur Fertigung – aufeinander abgestimmt sein, da es sonst im Rahmen der gesamten Prozesskette zu Über-, Unter- oder Fehlkompensation kommen kann. Zahlreiche Hersteller geben an, welche Einzelkomponenten für ihr System freigegeben sind. Ohne vollkeramische Restaurationen aus Zirkoniumdioxid, individuelle Implantatabutments und die ganze Bandbreite an Therapieoptionen, die sich uns durch die CAD/CAM-Technologie erschließt, ist eine moderne Zahnheilkunde kaum noch vorstellbar.

Dr. Heike Rudolph, Prof. Ralph G. Luthardt
Universitätsklinikum Ulm
Klinik für Zahnärztliche Prothetik
Department für Zahnheilkunde
Albert-Einstein-Allee 11, Ulm
heike.rudolph@computerzaehne.de,
ralph.luthardt@computerzaehne.de

Dr. med. dent. Sebastian Quaas
Praxis für Zahnmedizin, Kempten/Allgäu
sq@sebastian-quaas.de

Literaturverzeichnis abrufbar unter:
www.zahnaerzte-in-sachsen.de

