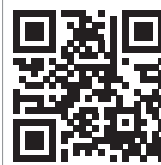


Die Restaurative Zahnmedizin steht an der Schwelle eines nachhaltigen Wandels, der Neuerungen auf allen Gebieten einleiten wird und die zahnärztlichen Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche genauso wie die zahntechnischen Arbeits- und Fertigungsprozesse ergreift. Dazu benötigt das Dentallabor neben der technischen Ausstattung auch perfekt ausgebildete Dentaltechnologe:n. So revolutioniert die Informationstechnologie gerade den gesamten Prozess der Herstellung von Zahnersatz – von der Erfassung der Ausgangssituation, über das Design der Arbeit bis hin zur Fertigung durch 3-D-Druck oder Fräsmaschinen. In wenigen Jahren wird man den Beruf des Zahntechnikers nicht wiedererkennen.

Dr. Karsten Kamm
[Infos zum Autor]



Dr. Susann Kamm
[Infos zur Autorin]



Literatur



CAD/CAM: Unverzichtbare Technologie für zahnärztliche Praxis und Dentallabor

Dr. med. dent. Karsten Kamm, Dr. med. dent. Susann Kamm



Abb. 1

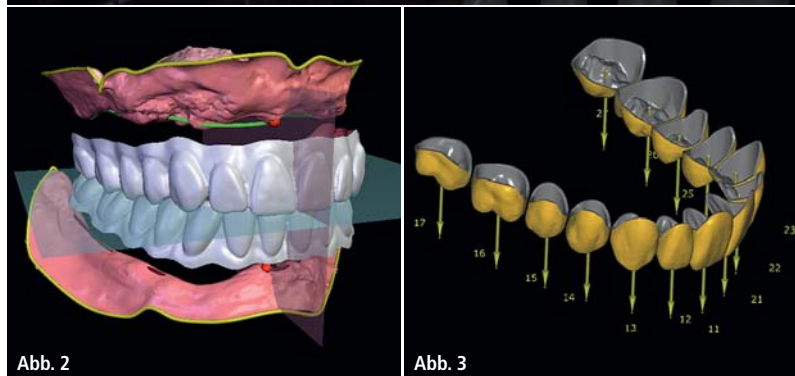


Abb. 2

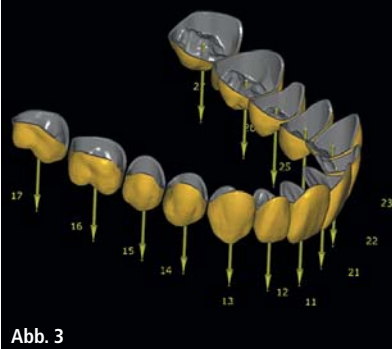


Abb. 3

Abb. 1: Totalprothese gefräst, mit individuellen Zähnen aus Keramik. – **Abb. 2:** Konstruktion Totalprothese. – **Abb. 3:** Individuelle Keramikzähne für Totalprothese.

Die technische Entwicklung im Bereich der dentalen Technologie führt zu einem erweiterten Qualifizierungsbedarf. Die Systeme werden noch anwenderfreundlicher; die Software wird immer besser. Es kommen neue Indikationen (z.B. Totalprothetik, Abb. 1 bis 3) hinzu.

Die Materialpalette (Tab. 1) wird immer vielfältiger. Während zu Beginn der Digitalisierung nur wenige Arbeitsschritte über den digitalen Weg umgesetzt wurden, zum Beispiel das Herstellen von Gerüsten, kann heute der gesamte Behandlungsablauf rein digital abgebildet werden. Angefangen von der digitalen Augmentation, über das Backward Planning (Abb. 4) bis hin zur CAD/CAM-gefertigten vollanatomischen Krone. Die Etablierung computergestützter Herstellungsverfahren hat in den vergangenen Jahren im Bereich der prothetischen Zahnmedizin zu einem Wandel der Versorgungskonzepte geführt. Neben neuartigen Fertigungstechniken stehen dabei insbesondere innovative Materialien im Fokus (Abb. 5).

metallische Werkstoffe	Keramiken	Polymere
<ul style="list-style-type: none"> – Titan – CoCrMb: gefräst, lasergesintert, Sintermetall 	<ul style="list-style-type: none"> – Feldspatkeramik – Oxidkeramik (Zirkumdiooxid) – Infiltrationskeramik – Glaskeramik: Lithiumdisilikat LS_2 (e.max), leuzitverstärkte Glaskeramik (Empress), zirkonverstärktes Lithiumsilikat ZLS (Celtra Duo/Suprinity) – Hybridkeramik (Enamic) 	<ul style="list-style-type: none"> – PMMA – PEEK – Resin Nano Keramik (Lava Ultimate)

Tab. 1: Materialübersicht für die CAD/CAM-Technologie.

Mehrere In-vitro-Untersuchungen belegen heute die hervorragende Passgenauigkeit von CAD/CAM-gefertigten Konstruktionen.^{1,2} Festsitzende implantatgestützte prothetische Versorgungen zeigen für Suprakonstruktionen hohe Überlebensraten.^{3,4} Parallel zeigte sich, dass vermehrt technische Komplikationen aufgetreten sind. So stellte sich u. a. eine hohe Inzidenz für Verblendkeramikfrakturen (Chipping 66 %) heraus. Das Versagen der Verblendkeramik bildet immer mehr die Hauptkomplikatonsrate vollkeramischer Restaurationen mit Zirkondioxidgerüsten auf implantatgetragem Zahnersatz. Durch den digitalen Workflow rücken monolithische Materialien (Abb. 5) immer häufiger in den Vordergrund. Hierbei kann auf die zusätzliche Modellherstellung verzichtet werden, da die notwendige Verblendung nicht zwingend nötig ist. Die Herstellung dieser monolithischen Materialien erfolgt zumeist aus verstärkten Glaskeramiken (LS_2/ZLS),⁵ transparentem Zirkonoxid⁶ und Hochleistungspolymeren.⁷ Komplexe okklusale Strukturen können am Computer mittlerweile patientenindividuell

gestaltet werden, wobei gleichzeitig funktionelle Voraussetzungen des Patienten in einen virtuellen Artikulator eingezogen werden können. Die Entwicklung des Zirkonmaterials geht immer weiter in die Richtung super, hochtransluzentes Zirkonoxid (Ceramil Zolid FX, Amann Girrbach, Prettau® Anterior®, Zirkonzahn u. a.). Die bereits vorhandenen Zahndatenbanken können dabei individuell über eine Software modifiziert und durch einen virtuellen Artikulator verschiedene Okklusionskonzepte realisiert werden. So kann heute schon der digitale Workflow aussehen:

Digitalisierung und Datenerfassung

Am Anfang der Prozesskette steht immer die digitale Datenerfassung der klinischen Situation:

- intraorale Digitalisierung
- extraorale Digitalisierung
- Gesichtsscan
- Farberkennung
- Funktionsaufzeichnungen
- DICOM-Daten

Die beiden Varianten der Datenerfassung (intraoral, extraoral) haben jeweils Vor- und Nachteile. Intraorale Scanner bedeuten zuerst einmal Arbeit, Aufwand und Kosten, die konventionelle Abformung ist hingegen Praxisalltag. Die neue Technik erfordert aber auch ein Umdenken. Die digitalen Systeme eröffnen ganz neue Anwendungsgebiete. Die bildgebende Kontrolle der Präparation (Abb. 6, Präparationsrand, Einschubrichtung, Platzbedarf) erhöht in erster Linie die Qualität. Fehler werden erkannt und können sofort korrigiert werden. Studien, die beide Wege vergleichen, zeigen, dass die konventionelle Abformung und Modellherstellung enorme potenzielle Fehlerquellen birgt.⁸ Der Vergleich zwischen Intraoralscan und Extraoralscan zeigt einen Präzisionsvorsprung von $15\mu m$ beim Intraoralscan.^{9,10} Die modernen intraoralen Scanner erreichen heute einen Genauigkeitsfehler von ca. 0,1 %. Dies bedeutet bei einer großen Restauration von ca. 5 cm sagittaler und transversaler Länge eine maximale Ungenauigkeit von ca. $50\mu m$, was absolut den prothetischen Anforderungen

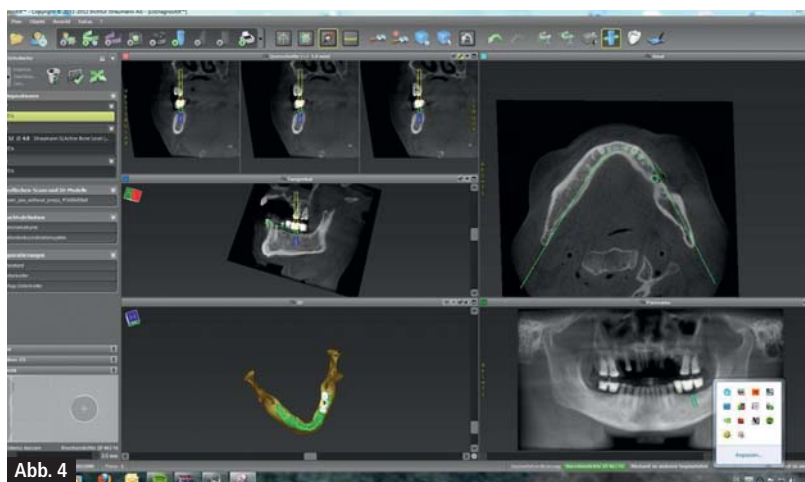


Abb. 4



Abb. 5

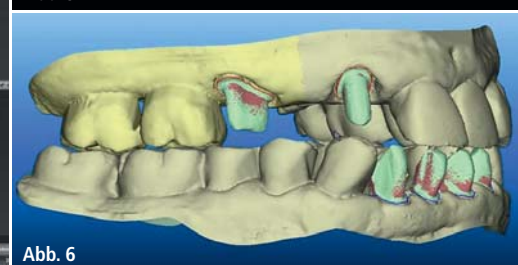


Abb. 6

Abb. 4: Backward Planning. – Abb. 5: Prettau® Anterior®, monolithisches hochtransluzentes Zirkon. – Abb. 6: Qualitätskontrolle beim intraoralen Scan.

entspricht.⁹ Die einzige derzeitige Problematik, die wir heute noch sehen, sind Ganzkieferscans. Problem ist dabei, dass der Scanner nicht den ganzen Kiefer erfassen kann, sondern nur einzelne Bereiche. Die Software „matcht“ diese einzelnen Bereiche zu einem Gesamtbild zusammen. Kauflächen sind unproblematisch, weniger konturierte Frontzähne, präparierte Zähne und besonders Schleimhaut bereiten Probleme. Leichtes Bepudern erhöht dabei aber die Genauigkeit. Hier entsteht durch das Bestäuben ein Muster, das von der Digitalisierungssoftware für das Matching genutzt wird. Die Puderpartikel dienen aufgrund ihrer Zufallsverteilung als Landmarken.

Datenverarbeitung/Data Matching: Kombinieren verschiedener Daten

Unabhängig von der Art der Digitalisierung ist das Resultat eine Punktwolke (Abb. 7), bei der jeder Punkt mit seinen Koordinaten in x, y und z einen Punkt auf der Oberfläche des digitalisierten Objekts widerspiegelt.⁹ Alle Daten werden

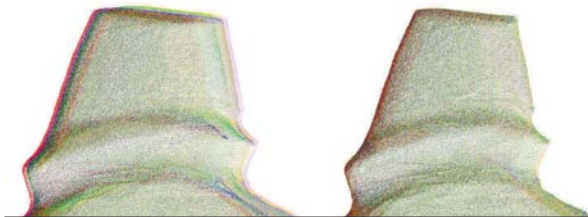


Abb. 7: Unabhängig von der Art der Digitalisierung ist das Resultat eine Punktwolke.

in ein CAD-Programm für die spätere Konstruktion importiert. Dabei werden alle Punkte der Punktwolke wieder in eine zusammenhängende Fläche rücküberführt. Dies erfolgt durch das Prinzip der Triangulation bei den meisten Systemen. Vor dem Export der Daten entsteht die sogenannte STL-Datei (Surface-Tesselation-Language oder Standard-Triangulation-Language). Beim Dateiformat STL handelt es sich um eine Standardschnittstelle vieler gängiger CAD-Systeme. Die präzise Lage von Biss und Gegenbiss zueinander, das Überlagern von wichtigen Informationen zu Kiefergelenkbewegungen, Bissebene, Knochenstrukturen, Darstellung in den virtuellen Artikulator sind Grundvoraussetzungen für das sogenannte Backward Planning. Mittels Backward Planning ist es möglich, schon vor der chirurgischen Phase prothetische Aspekte

in die Planung einfließen zu lassen. Die Implantate werden so genau an der Stelle inseriert, an der sie prothetisch gebraucht werden. Man matcht DICOM-Daten (DVT) mit einem intraoralen Scan (STL-Daten) und einem virtuellen Wax-up.

Guided Surgery

Heute ist eine interaktive Prothetik- und Implantatplanung möglich. Es sind keine Scanschablonen für die Erstellung der digitalen Bohrschablone mehr notwendig. Basierend auf den gewünschten Kronendesigns und der Kronenposition kann das Implantat platziert werden. Dies passiert in Übereinstimmung mit der klinischen Situation wie der Knochensituation, der Position der Nerven und der Weichteilsituation. Die Weichteilsituation wird über den intraoralen Scan eingefügt. Mit diesen Informationen können kostengünstige Bohrschablonen vor Ort hergestellt werden (Abb. 9 und 10, 3-D-Druckschablone). Die 3-D-Volumendaten aus dem DVT-/CT-Gerät werden mit einem Oberflächenscan kombiniert, weiterhin kann ein virtueller Wax-up hinzugefügt werden (Abb. 8). Erstellen lassen sich solche Oberflächenscans beispielsweise mit einem Intraoralscanner oder einem Modell-/Abdruckscanner. Der Export der präoperativen Planungsdaten aus der Implantatplanungssoftware macht die Gestaltung und Erstellung von präoperativen Provisorien möglich. Selbst Knochenblöcke können heute mittels CAD/CAM-Technologie geplant und hergestellt werden.

Das Arbeitsmodell – letzter Baustein im digitalen Workflow

Bislang war die Modellherstellung im digitalen Workflow eine Lücke, die häufig nur über Umwege geschlossen werden konnte. Der 3-D-Druck ermöglicht nun anhand von Scan- oder Abformdaten aus der Praxis, ein physisches Modell zu erstellen. Bisher wurde versucht, Modelle mit einer 5-Achs-Fräsmaschine zu fertigen. Allerdings resultiert aus dem

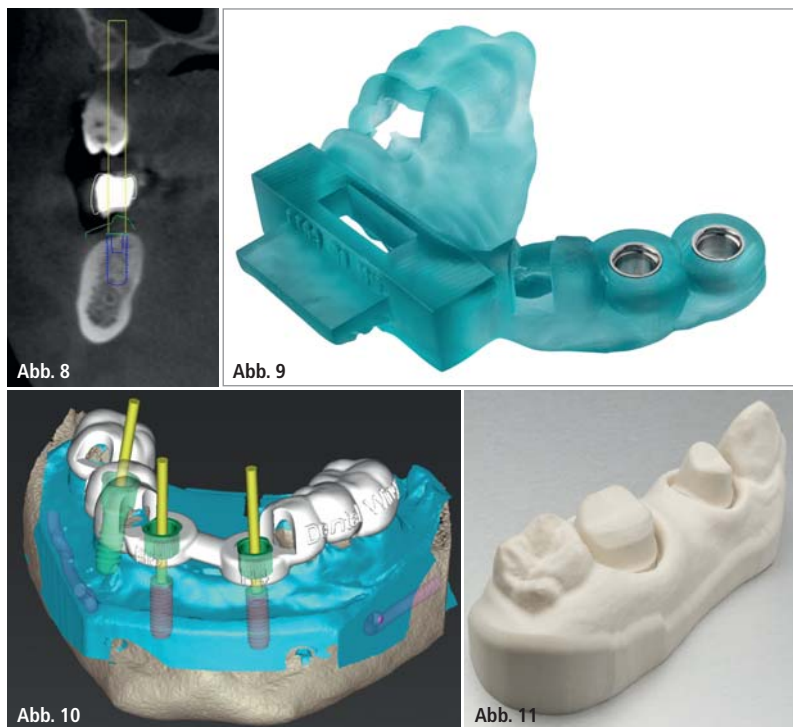


Abb. 8: Matching. – Abb. 9: 3-D-Druck Bohrschablone, BEGO. – Abb. 10: Bohrschablone 3-D-Druck. – Abb. 11: Polyurethanmodell.

subtraktiven Verfahren ein vergleichsweise hoher Materialverbrauch. Hierbei werden die Modelle aus einem speziellen Gipsblank oder Polyurethan (Abb. 11) gefräst.

Die wirtschaftlich überzeugendste Lösung ist der 3-D-Druck mit einem Laborgerät, welches ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis bietet. Die meisten SLA-Verfahren (Stereolithografie) arbeiten mit der DLP-Technologie (Digital Light Processing, Abb. 12). Dabei werden die einzelnen Schichten des Objektes (Software-Slice-Modelle in Ebenen) mithilfe von UV-Licht auf der Oberfläche des flüssigen Materials projiziert. Das DLP-Verfahren bietet eine feine Auflösung und eine hohe Oberflächenqualität. Vor allem die präzise Lichtsteuerung ermöglicht scharfe Kanten, insbesondere beim Präparationsrand. Abzuwarten bleibt allerdings noch, wie viele Modelle in einer bestimmten Zeit gedruckt werden können und wie formstabil (dimensionsstabil, Abriebfestigkeit) diese Modelle sind. Die Zeit für die Produktion korreliert dabei mit der Genauigkeit der Modelle. Während ein Modell schichtweise gedruckt wird, kann aber schon mit der Konstruktion begonnen werden. Die Aufbaurate beträgt bei 50 µm Genauigkeit ca. 20 mm/Stunde. Bei 100 µm sind dies 40 mm/Stunde. Es können aber gleichzeitig mehrere Modelle gedruckt werden. Nach dem Drucken erfolgen eine Lichthärtung und eine Reinigung im Ethanolbad. Mit einer speziellen Model-Builder-Software können OK- und UK-



Abb. 12



Abb. 13

Abb. 12: Digital Light Processing. – Abb. 13: 3-D-Modell Stratasys mit Triple-Jetting-Technologie.

Modelle lagebezogen entsprechend den okklusalen Verhältnissen zugeordnet werden. Zurzeit wird acrylatbasiertes Harz zur Modellherstellung eingesetzt. Eine andere Technik stellt die Triple-Jetting-Technologie da: Triple-Jetting-3-D-Drucker arbeiten mit der fortschrittlichsten PolyJet-Technologie. Vergleichbar mit InkJet-Druck auf Papier, tragen PolyJet-3-D-Drucker feine Schichten aus flüssigem Photopolymer auf eine Bauplattform auf und härten diese mit UV-Licht aus. Die übereinander aufgetragenen Schichten formen ein 3-D-Bauteil bzw. einen Prototypen. Vollständig ausgehärtete Bauteile können direkt und ohne zusätzliche Nachbearbeitung verwendet werden. Gemeinsam mit den ausgewählten Materialien tragen Triple-Jetting-3-D-Drucker auch ein gelartiges Stützmaterial auf, das während des Druckvorgangs den Aufbau von Überhängen und komplexen Geometrien ermöglicht. Nach der Fertigstellung kann das Gel einfach mit

einem Wasserstrahl entfernt werden. Aus diesem Grund sind sehr dünne Wandstärken zu realisieren. Mit dieser Technik (Abb. 13) können eindrucksvolle Modelle in lebensechter Optik und Haptik hergestellt werden. Hierbei kommen bis zu 600 Farben und verschiedene Glättungsgrade zum Einsatz. Die Gingiva (Gingivamaske) kann in Farbe und Härte somit variiert werden. Vorteil dieses Verfahrens ist, dass man gleichzeitig verschiedene Materialien mit jeweils unterschiedlichen Eigenschaften drucken kann.

Digitale Übertragung der Okklusionsebene und virtuelles Wax-up

Neuartiger Ansatz zum Abgreifen patientenindividueller Informationen zur Bestimmung der Okklusionsebene: Nach dem Prinzip des PlaneSystems (Abb. 14) von Udo Plaster (2012–2015) können neue Gesichtsebenen als Ausrichtungs-

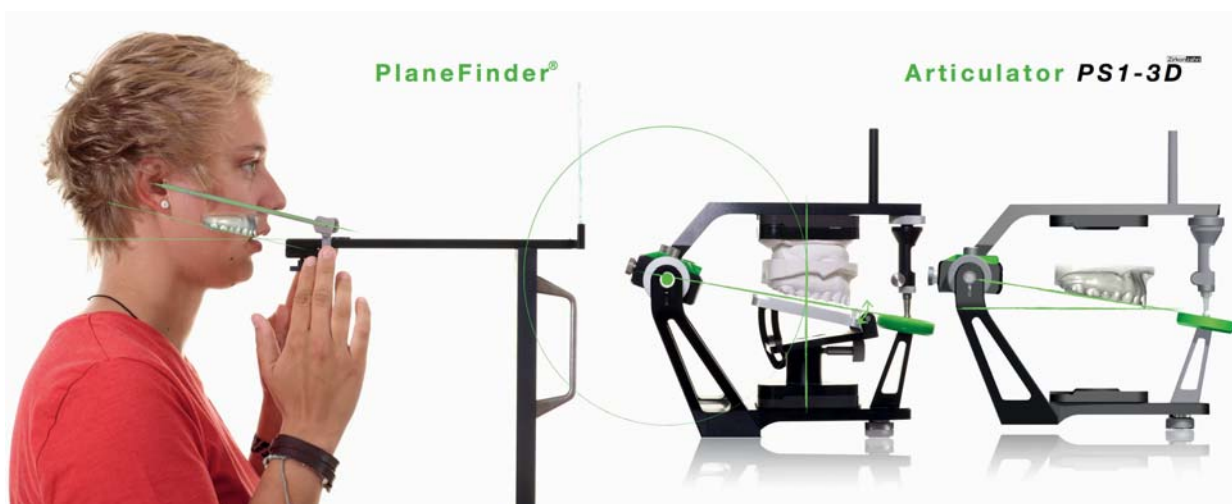


Abb. 14: PlaneSystem.

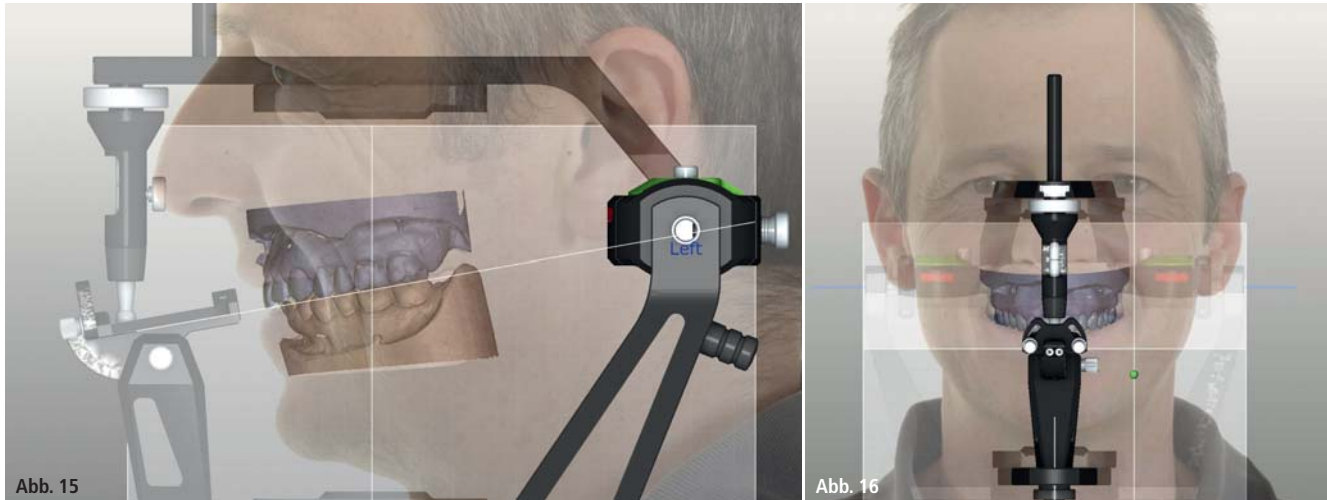


Abb. 15 und 16: Virtuelles Matchen der Dateien in der Modellersoftware.

punkte zur Modellübertragung berücksichtigt werden. Hiermit hat man erstmalig die Möglichkeit, nach Funktionsanalyse okklusionsebenengerecht am Computer patientengerecht zu arbeiten.

Dieser neuartige Ansatz zum Abgreifen patientenindividueller Informationen wie Natural Head Position (NHP) und Ala-Tragus-Ebene zur exakten Bestimmung von Okklusionsebene, eventueller

natürlicher Asymmetrien sowie der ästhetischen Position des Patienten erhöht die Qualität der Rekonstruktion. Umfangreiche Anproben bei größeren Arbeiten können entfallen. Am Plane-Finder können die natürliche Lage des Oberkiefers und die Mittellinie registriert sowie der Neigungswinkel der Okklusionsebene anhand der Ala-Tragus-Ebene vermessen und übertragen werden. Die NHP ist eine reproduzierbare Haltung, die der Mensch mithilfe von Augen, Nackenmuskulatur und Gleichgewichtsorgan einnimmt, um die Sichtachse parallel zum Horizont auszurichten. Diese Position kann zu 100 % in den digitalen Workflow integriert werden und ist jederzeit reproduzierbar. Patientenfotos und Gesichtsscandaten (Face Hunter) sind kombinierbar. Eine Weiterentwicklung stellt nun auch der Import von zebri-Daten bei der Funktionsanalyse da. In der Modellersoftware liegt der Oberkiefer in der natürlichen Lage vor, die Zähne können an der festgelegten Okklusionsebene ausgerichtet werden. Mit dem Gesichtsscan können fotorealistische Bilder mit diesen Okklusionsebene gematcht werden (Abb. 15 und 16) und so die Zahnrestauration an ästhetische Erfordernisse und die Physiognomie des Gesichtes angepasst werden. Ein virtuelles Wax-up kann gefertigt und mit dem Behandler und Patienten fotorealistisch mit allen Bezugsebenen besprochen werden. Eine Veränderung der Ästhetik wird sofort in der Software auf die Konstruktion um-

gerechnet. Das virtuelle Wax-up kann bei Bedarf in ein Mock-up umgesetzt werden.

Planung, Planungsbesprechung, Guided Surgery

Gleichzeitiges Besprechen und Diskutieren des Zahnersatzes per Telefon im STL-Viewer am Bildschirm spart Zeit und Kosten. Zahnarzt und Zahntechniker können gleichzeitig die Planung drehen und von allen Seiten betrachten und beurteilen. Anpassungen und Änderungen sind direkt sichtbar. Wir arbeiten in unserer Praxis mit dem offenen System coDiagnostiX. Dies bedeutet einen voll integrierten, geführten chirurgischen Arbeitsablauf. Es ist eine interaktive Prothetik- und Implantatplanung möglich (Abb. 17).

Konstruktion im CAD-Softwaremodul

Der nächste Schritt ist die produktionsreife Konstruktion des Zahnersatzes (Krone, Brücke, Gerüste, Käppchen, Abutments, Teleskope, ...) im CAD/CAM-Zentrum oder Dentallabor. Die erzeugten Daten sind die Basis für den definitiven Zahnersatz oder für einen Prototyp, der temporär vom Patienten getragen (getestet) wird.

CAD/CAM-Konstruktion und Materialauswahl

Wir sind heute in der Lage, den kompletten Workflow von der Planung (Abb. 18)

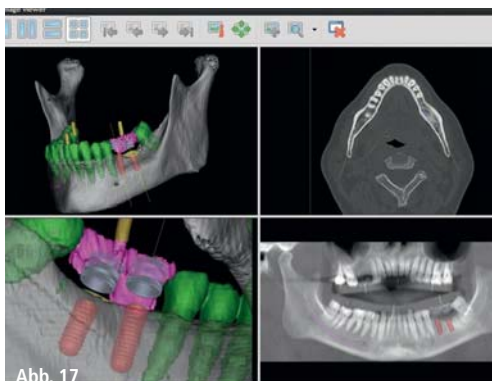


Abb. 17



Abb. 18

Abb. 17: Virtuelle Planung der Implantatpositionen. – Abb. 18: Virtuelles Wax-up.

bis zur fertigen monolithischen Zirkonarbeit (Abb. 21) komplett digital auszuführen. Aufgrund unserer praxisspezifischen Ausrichtung wurden bei uns im Eigenlabor im letzten Jahr zu über 60 % monolithische Materialien verarbeitet. Wir verwendeten für unsere Full-Arch-Restaurationen (Abb. 21) vollanatomische Kronen/Multilayerverfahren und Hochleistungspolymere. Um funktionelle Probleme auszuschließen, haben wir uns die Möglichkeiten, welche die CAD/CAM-Technologie bietet, zunutze gemacht, und fertigen standardisiert bei jeder Arbeit einen Prototyp aus Kunststoff an, der vom Patienten mehrere Wochen Probe getragen werden kann. Somit kann der Prototyp auch als Kunststoffprovisorium verwendet werden. Um die Arbeit mit Keramik verblenden zu können, werden Teile der Front- und Seitenzahnbereiche leicht reduziert. Dieses „Cut-back“ (Abb. 19) kann je nach Vorliebe entweder manuell oder virtuell in der Modellersoftware erfolgen. Heute ist es aber auch möglich, komplett mit monolithischen Materialien zu arbeiten.

Übertragung der Konstruktion zum CAM-Softwaremodul (Maschinenansteuerung)

Die Daten werden zum CAM-Modul übertragen. Vor dem Start des eigentlichen Produktionsprozesses werden im offenen digitalen Dental-Workflow die Einstellungen überprüft, die am Ende über das Ergebnis entscheiden. Beim abspannenden Verfahren sind es z.B. die

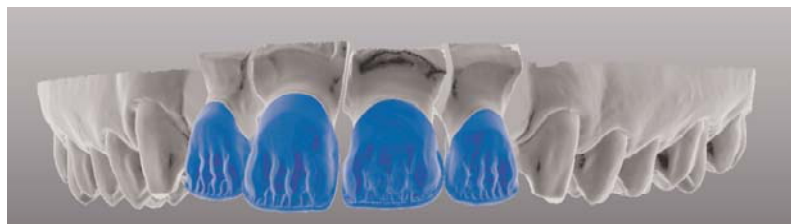


Abb. 19: Modellersoftware Cut-back-Technik für Frontzähne.

Berechnung der Fräsbahnen, Einsatz der Fräser, welche Fräser, Reihenfolge der Durchmesser, welche Drehzahlen, Vorschübe und Kollisionsbetrachtung. Das CAM-System übernimmt den Datensatz des 3-D-Objektes in die Fräsbahnberechnung. Ein Postprozessor übersetzt die berechneten Fräswege auf die Maschinensprache einer bestimmten CNC-Fräsmaschine. Weiterhin erfolgt die Positionierung des Datensatzes auf dem Rohling, was als Nesting bezeichnet wird (Abb. 20).

Fertigung (Abspannen, Schleifen, generative Verfahren)

Der digitale Dentalmarkt wächst weltweit im zweistelligen Prozentbereich. Unterschiedliche Materialien (Metalle, Keramiken, Kunststoffe), Fertigungsverfahren und Maschinenspezifikationen kommen heute für die Herstellung von Zahnersatz zum Einsatz. Neben den subtraktiven Verfahren nehmen die generativen (additiven) Verfahren in Zukunft einen immer größeren Stellenwert ein. Die Additive Fertigung zieht auch in die Keramikindustrie ein. Für die industrielle Fertigung stehen heute

Lithografie und 3-D-Druck zur Verfügung. Für Anwendungen, bei denen nur geringe Stückzahlen benötigt werden, sind additive Verfahren in jedem Fall wirtschaftlich.

Einteilung der generativen Fertigungsverfahren

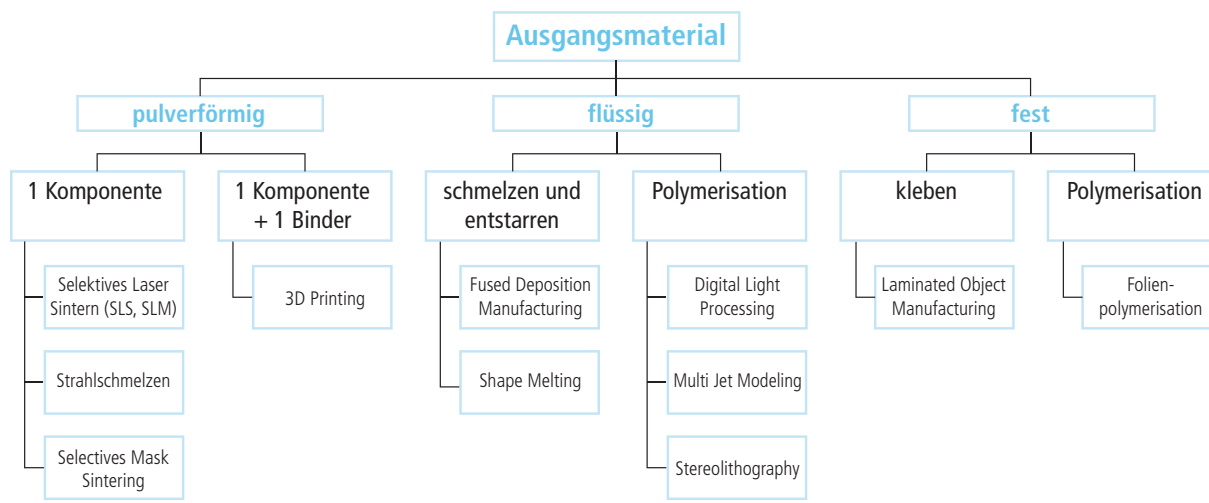
Die heute bekannten Fertigungsverfahren können nach den beiden Gesichtspunkten Ausgangsmaterial und Formgebung eingeteilt werden (Tab. 2, Einteilung generativer Verfahren nach dem Ausgangsmaterial).

Passung am Modell überprüfen

Bei monolithischen Materialien sollte die Passung und besonders die Funktion am physischen Modell überprüft werden.

Veredlung und Finishing

Die Nachbearbeitung spielt eine große Rolle und fällt je nach Material unterschiedlich aus. Bei der Produktion von Kunststoff-, Hybrid- und Keramikobjekten wird eine patientenspezifische Einfärbung durchgeführt. Gefragt ist ein in-



Tab. 2: Einteilung generativer Verfahren nach dem Ausgangsmaterial.

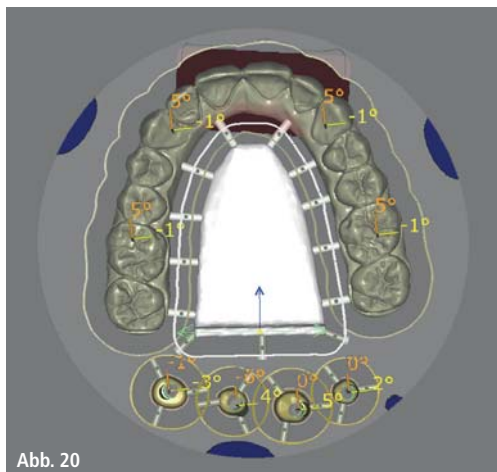


Abb. 20



Abb. 21



Abb. 22



Abb. 23

Abb. 20: Nesting einer Full-Arch-Rekonstruktion. – **Abb. 21:** Full-Arch-Versorgung, monolithisches Zirkon, zwei Jahre in situ, implantatgetragen. – **Abb. 22:** Vollzirkonbrücken mit vestibulärer Verblendung. – **Abb. 23:** Biofarbpigmente.

dividuelles Farbkonzept, denn um den heutigen Ansprüchen an die Ästhetik gerecht zu werden, reicht ein transluzenter Werkstoff allein nicht aus. Zur Erzielung einer unverändert hohen Transluzenz und gleichzeitig einer aus der Tiefe heraus wirkenden natürlichen Farbgebung, wurden die bestehenden Färbetechnologien optimiert. Der Anwender kann somit zwischen der schnellen monochromatischen und der zeitaufwendigeren abgestuften aber ästhetischen Einfärbung wählen. Spezielle Biofarbpigmente machen jeden Pinselstrich vor dem Sintern nachvollziehbar. Zusätzlich zur Einfärbung muss im Fall von Keramik eine Sinterung erfolgen.

Eingliedern des fertigen Zahnersatzes in der Zahnarztpraxis

Mithilfe der CAD/CAM-Technologie kann über das dentale Prototyping ein hochwertiges Provisorium hergestellt werden, das dem definitiven Zahnersatz entspricht. Der Patient, der es trägt, gewöhnt sich an den Zahnersatz anhand des Provisoriums und beschreibt, was er als angenehm oder störend empfindet (Kontaktpunkte, Bisshöhe etc.). Diese Erkenntnisse können in der Planung und Konstruktion vor der endgültigen Fertigung berücksichtigt werden. Langwieriges Einschleifen oder wiederholte Praxisbesuche wegen Irritationen werden auf ein Minimum reduziert, weil das fertige Zahnersatzprodukt fast perfekt passend gefertigt wird. Das Ergebnis sind Zufriedenheit und Lebensqualität beim Patienten, deutlich weniger Arbeitszeit bei der Eingliederung und massiv reduzierte Reklamationen.

Materialauswahl

Die Auswahl von natürlich zueinander passenden Ober- und Unterkiefen ist die Voraussetzung dafür, dass Ober- und Unterkiefer perspektivisch von der Modellersoftware automatisch in Okklusion gesetzt werden können. Zukünftig lassen sich so beispielsweise bei Totalprothesen oder Ober- und Unterkieferrestaurationen ganze Bibliotheken in Okklusion im Mundraum platzieren. Wird die Zahnbibliothek mit einem 3-D-Gesichtsscanner oder mit 2-D-Bildern kombiniert, können Patienten und Zahnärzte eine patientenindividuelle Vorschau auf die finale Arbeit erhalten.

Es steht uns heute eine Reihe von monolithischen Materialien (Tab. 1) zur Verfügung, die hervorragende optische Eigenschaften aufweisen und im hohen Maße transluzent und ästhetisch sind. Mittlerweile erreichen die weiterentwickelten Zirkonkeramiken vergleichbare optische Eigenschaften wie Glaskeramiken bei höheren physikalischen Werten. Es sind nun Transluzenzbereiche erreichbar, die einen unverblendeten Einsatz unter ästhetischen Aspekten problemlos möglich machen. Auch wenn klinische Langzeitergebnisse für zahlreiche aktuelle Versor-

gungskonzepte noch ausstehen, wird deutlich, welche hohes Potenzial innovative Materialien der prothetischen Zahnmedizin bieten. Transluzentes Zirkon weist lediglich einen leicht reduzierten Al_2O_3 -Anteil auf, um die Eigenschaften der Lichttransmission zu optimieren. Al_2O_3 ist einerseits für die Opazität des Materials mitverantwortlich, andererseits aber auch notwendig, um die Hydrolysebeständigkeit zu verbessern und somit das Material widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse zu machen. Auf die physikalischen Eigenschaften des Materials und mithin auch für die wichtige Langzeitstabilität hat die Sintertemperatur einen entscheidenden Einfluss. Dieses transluzente Zirkon wird mit gleicher Temperatur wie konventionelles Zirkon gesintert, mit 1.450°C . Entsprechende Studien belegen die daraus erwachsenden Vorteile.¹¹ Das Al_2O_3 liegt im Bereich der Korngrenzen sehr homogen und fein verteilt vor, was zu einer höheren Transmission des Lichts führt und das Material auch für monolithischen Zahnersatz anwendbar macht. Aufgrund der rasanten Entwicklung im Bereich der CAD/CAM-Technologien bieten sich neue Möglichkeiten hinsichtlich der Planung und Konstruktion der für Zahnersatz benötigten Teile. Besonders stark ist dieser Entwicklungsschub an den ständigen Erweiterungen der in der Software integrierten Tools zu erkennen. Diese haben sich stark weiterentwickelt und orientieren sich immer mehr an den Bedürfnissen und Wünschen der Anwender. Dies ist u.a. ein Grund dafür, warum sich heute fast alle für eine Restauration benötigten Teile mithilfe der CAD/CAM-Technik und CAD/CAM-gestützt aus Zirkonoxid fertigen lassen.

Kontakt

Dr. med. dent. Karsten Kamm

Studiengangsleiter praxisHochschule Köln
Neusser Straße 99, 50670 Köln
k.kamm@praxishochschule.de

Dr. med. dent. Susann Kamm

Hans-Bredow-Straße 24
76530 Baden-Baden
Tel.: 07221 391020
info@z-b-b.de
www.z-b-b.de