



Auf dem Weg zur digitalen Zahnarztpraxis

Abrechnung

Weiter wissen

Jetzt weiterkommen
T +49 40 524 709-234
start@healthag.de

Gehen Sie mit uns den Schritt zur unternehmerischen Weiterentwicklung Ihrer Praxis.

Unsere Abrechnungsprofis kennen alle Gebührenordnungen aus dem Effeß und unterstützen Sie schnell via Videochat oder kommen persönlich zu Ihnen in die Praxis, auch virtuell mit unserem Online Abrechnungsdienst.

www.healthag.de


Health^{AG}

DIGITAL

ANALOG

© Thomas Reimer / Fotolia

Die Digitalisierung wird das Handeln bestimmen

Mehrere Praxisumfragen bei niedergelassenen Zahnärzten, durchgeführt von der AG Keramik im Zeitraum 2015 bis 2017, ergaben, dass bereits 50% der Restaurationen computergestützt hergestellt werden. Damit gleicht diese Entwicklung einer „stillen Revolution“ und zeichnet ein Bild, das weitgehend auch der gesamten Medizin entspricht; digitale Technologien für Diagnostik und Therapie sind bereits in allen Bereichen in Klinik, Praxis und Labor eingezogen. Auch die Zahnmedizin ist inzwischen ohne moderne computergestützte Verfahren nicht mehr vorstellbar. Die intraoral und extraoral optische Messaufnahme, die virtuelle okklusale Zuordnung von Ober- zu Unterkiefer mit verschiedenen Registriertechniken, die Berücksichtigung funktioneller Artikulationsbewegungen, das dreidimensionale Konstruieren auf dem Bildschirm, die Nutzung unzähliger Zahnformen aus der Zahndatenbank, die wissensbasierte Gestaltung anatomischer Kauflächen nach den Methoden des Maschinenlernens, die subtraktive Bearbeitung von Hochleistungskeramiken – all das befindet sich heute mit den parallelen Entwicklungen in der Digitaltechnik in einem sehr ausgereiften und automatisierten Zustand. Der Quantensprung hierzu wurde schon 1985 vorbereitet.

Die CAD/CAM-Technik – ein Meilenstein

Mithilfe einer optischen Messkamera konnte damals erstmalig eine Präparation intraoral dreidimensional vermessen und digi-

talisiert auf einem Computer gespeichert werden. Mittels einer bildgebenden Software und einer angekoppelten CNC-Schleifeinheit wurde das erste Chairside-Inlay aus Silikatkeramik an der Universität Zürich ausgeschliffen. Seitdem sind weltweit über 40 Millionen vollkeramische Restaurationen mit der CAD/CAM-Technik hergestellt worden. Durch computergesteuerte Fräs- und Schleifmaschinen ist die subtraktive Bearbeitung von Silikat- und Oxidkeramiken sowie einer Bandbreite von weiteren Materialien für ästhetisch und funktionell hochwertige Restaurationen mit einer reproduzierbaren, konstanten Werkstoffqualität bei gleichzeitiger Kostenoptimierung möglich geworden.

Den Impetus bezog diese Entwicklung ursprünglich aus zwei Quellen: Die Protagonisten der computergestützten Chairside-Versorgung wollten eine industriell hergestellte Keramik mit definierten physikalischen Eigenschaften unmittelbar an der Behandlungseinheit bearbeiten und den Patienten in einer Sitzung ohne weiteres Provisorium versorgen. Der andere Ansatz war, hochfeste Oxidkeramiken – z.B. Zirkoniumdioxid (ZrO_2) – mithilfe der CAD/CAM-gesteuerten Fräs- und Schleiftechnik für Kronen- und Brückengerüste nutzbar zu machen. Hinzugekommen ist, dass durch die intraorale digitale Abformung und die virtuelle Registrierung, zusammen mit dem Online-Versand des Datensatzes, die zahntechnische Werkbank näher an die Behandlungseinheit gerückt ist.

Ein wichtiger Baustein in der computergestützten Zahnmedizin sind die intraoralen Scanner. Diese speisen nicht nur die Daten der unterschiedlichsten Präparationen in die Konstruktionssoftware ein, sondern auch die gesamte klinische intraorale Situation, wie Gesamtkiefer und Weichgewebsanteile, können erfasst werden, um Informationen für viele weitere Anwendungsgebiete in den Bereichen der Diagnostik, Therapieplanung oder zur Dokumentation zur Verfügung zu stellen. Für die intraorale Messaufnahme haben sich inzwischen verschiedene Messmethoden qualifiziert, die optisch und berührungsfrei ohne weitere Konditionierung der Oberflächen intraorale Strukturen mit hoher Genauigkeit erfassen lassen. Extraorale Scanner erfassen Abformungen oder Gipsmodelle optisch in einem meist vollautomatisierten Messprozess aus Einzelaufnahmen aus unterschiedlichen Winkeln. Hierbei werden die Aufnahmen von der Software zu einem virtuellen CAD/CAM-Modell zusammengerechnet.

In der Zahntechnik gehört es heute zum Standard, dass komplexe prothetische Restaurationen mittels CAD-Konstruktionssoftware erstellt werden, z.B. Designvorschläge für Brückenkonnektoren, prothetische Hilfsteile für Kombiarbeiten, Primärteile für Teleskopkronen, Geschiebe mit Schubverteiler, Suprastrukturen für die Implantatprothetik und auch Modellgerüste bis hin zu Totalprothesen. Nach wie vor werden weiterhin Anstrengungen unternommen, diese Konstruktionsprozesse noch weiter zu optimieren und zu automatisieren.

Im Digitalen steckt die Zukunft

Worauf wird sich der aktuelle Trend der weiteren Digitalisierung konzentrieren? Wer sich mit der Thematik eingehend beschäftigt, konnte schon früh voraussehen, dass die rasante Software- und Hardwareentwicklung in anderen technologischen und medizinischen Bereichen den Computereinsatz auch in der Zahnmedizin für viele Indikationsbereiche ermöglicht. So wird heute die bildgebende, digitale Volumentomografie (DVT) mit der prothetischen Planung von Implantatversorgungen verknüpft, wobei Bohrschablonen sowie Suprastrukturen digital mit hoher Präzision gefertigt werden können.

Die patientenspezifische, dynamische Okklusion kann im virtuellen Artikulator original wiedergegeben und analysiert werden, mit dem Ergebnis, dass die Funktion bereits in der restaurativen Konstruktion berücksichtigt wird und keine weitere Adjustierung nach Eingliederung erforderlich ist. Ganzkieferaufnahmen ermöglichen für die Kieferorthopädie, 3D-Modelle auszudrucken, Analysen durchzuführen und Schienen für Aligner computergestützt zu fertigen. Ferner können Zahnabrasionen/Erosionen, Zahnwanderungen und Gingivaveränderungen im Zeitvergleich detektiert und diagnostisch ausgewertet werden.

Die rasante Entwicklung der Digitaltechnik hat sich auch auf dem Cerec-Masterkurs 2019 der DGCZ gezeigt. Hier wurde der aktu-

elle Stand der verschiedensten Einsatzmöglichkeiten im klinischen Behandlungsalltag vorgetragen, der von der Einzelzahnrestauration bis zur vollumfänglichen Einbeziehung funktioneller Aspekte und zu Therapielösungen mit Bisslageänderungen bei Parafunktionen reicht (S. 14). Dadurch wurde erkennbar, dass computergestützte Behandlungsmethoden und Fertigungsverfahren einen immer größeren Raum einnehmen und damit das Handeln in der Praxis und im zahntechnischen Labor bestimmen.

Die Digitalisierung prägt aber auch die Unternehmensabläufe der Dentalindustrie, in Vertrieb, Service und Logistik, in der Entwicklung neuer Produkte und Programme sowie der Bereitstellung und Verfügbarkeit von Geräten und Materialien.

Dieses Sonderheft widmet sich inhaltlich den Herausforderungen und Chancen der Digitalisierung in der Zahnmedizin sowie den möglichen Konsequenzen. Beantwortet werden Fragen, wie digital eine Praxis wirklich sein muss, um erfolgreich zu bleiben, wie die Digitalisierung finanziert werden kann oder wie praxistauglich z.B. die bisherigen Intraoralscanner sind. Vorgestellt werden einige digitale Produktinnovationen und Applikationen, die das Behandlungsprocedere des Zahnarztes optimieren können.

Auch wird der Künstlichen Intelligenz (KI) in diesem Heft Raum gegeben mit dem sehr informativen Beitrag der Autoren PD Dr. Falk Schwendicke und Dr. Joachim Krois (Charité Berlin), die sich mit der KI zur Bildanalyse in der Zahnmedizin beschäftigen (S. 24).

Wir laden Sie herzlich zur Lektüre dieses Heftes ein und schließen mit einer treffenden Aussage von Prof. Dr. Dr. h.c. Michael ten Hompel vom Fraunhofer-Institut Materialfluss und Logistik: „Durch die Digitalisierung von allem und die künstliche Intelligenz in allem wird sich alles für alle ändern“.

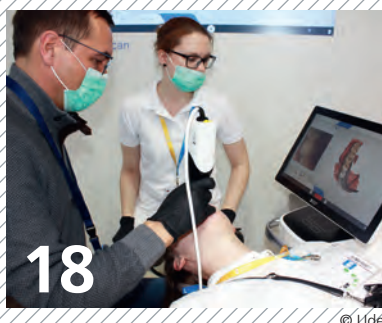
Es grüßt Sie herzlich



Prof. Dr. Dr. Albert Mehl, Universität Zürich



Manfred Kern, Wiesbaden, AG Keramik



Titelbild: © stockpics/fotolia

GASTEDITORIAL

- 3 Die Digitalisierung wird das Handeln bestimmen**
Prof. Dr. Dr. Albert Mehl,
Manfred Kern

DIGITALSTRATEGIE

- 6 Digitalisierung ist das, was Sie daraus machen**
Jan Schellenberger
- 8 Meine ersten Schritte hin zur digitalen Praxis**
Alexander Fischer
- 10 Die Zukunft der Zahntechnik ist digital**
Thomas Riehl

DIGITALER WORKFLOW

- 14 Funktion in Befundung und Behandlung**
Manfred Kern
- 18 Intraoralscanner: Wie praxistauglich sind sie?**
Dr. Maximiliane A. Schlenz et al.
- 23 Modellscanner versus Intraoralscanner**

DIGITALE DIAGNOSTIK

- 24 Künstliche Intelligenz zur Bildanalyse in der Zahnmedizin**
PD Dr. Falk Schwendicke,
Dr. Joachim Krois
- 32 Digitalisierung: Nutzen, Evidenz und Ethik**
Dagmar Kromer-Busch

DIGITALES FINANZIEREN

- 35 Besser aus einer Hand: Privatabrechnung und Bank**

DIGITALE PRODUKTE

- 36 Das Smart Home für die Praxis**
- 38 ConnectCase Center: Scandaten schnell und sicher versenden und verwalten**
- 39 DEXIS® Titanium – ein innovativer Sensor für das digitale Röntgen**
- 42 Die All-in-One-Software für den digitalen Workflow**
- 44 Die Zukunft der Okklusionsprüfung ist digital**
- 44 IvoSmile-App – Visualisierung ästhetischer Behandlungsoptionen**
- 45 CGM Z1.Pro Anamnesebogen-App**
- 46 Szenarien der Digitalisierung**

DIGITALE APPLIKATIONEN

- 47 Apps für Zahnmediziner**

DIGITALE EVENTS

- 51 Digital Dentistry, Big Data, KI**
- 45 Impressum**

Digitalisierung ist das, was Sie daraus machen

Digitalisierung ist wie die Sonne. Einige baden darin, manche meiden sie, andere wiederum hoffen auf ihren schnellen Untergang. Einige halten sie für gesundheitsschädlich, viele kaufen zum Schutz Jalousien – und nur wenige bauen indes Solaranlagen. Ähnlich wie beim Sonnenlicht stellt sich auch bei der Digitalisierung die Frage: Wie viel tut uns eigentlich gut? Und wie digital muss meine Praxis wirklich sein, um künftig erfolgreich zu bleiben?

Beim Nichtdigitalisieren ist das Gesundheitswesen bis jetzt gut vorangekommen. Im Vergleich zu anderen Branchen wie Finanzen oder Transport und Logistik tut sich der Healthcare-Markt schwer, seine Prozesse zu optimieren und seine Infrastruktur zu digitalisieren. Doch was macht das Gesundheitswesen so besonders träge?

Um das zu beantworten, muss man verstehen, welche Kräfte in der Branche Einfluss auf das Thema Digitalisierung haben. In vielen anderen Märkten gibt es einen einfachen Treiber: den Kunden. Dieser ist durch seine Meinungen, Empfindungen und Reaktionen maßgeblich an der Entwicklung des Produkts beteiligt. Die Reisebranche ist hier ein Paradebeispiel: Wir buchen online eine Reise, doch der Prozess dauert uns zu lange? Kein Problem. Wir wechseln einfach zu einem anderen Anbieter und schicken schnell noch eine negative Bewertung hinterher. Wir hängen zu lange in der Warteschleife eines Hotels? Unser digitales Feedback folgt wenige Minuten später. Wir sind unzufrieden mit der Kommunikation einer Fluglinie? Unsere Forderung nach einem Upgrade folgt unmittelbar auf ihrer Facebook-Seite. Der digitale Prozess steht also absolut im Mittelpunkt unseres Käuferlebnisses.

Das Abhängigkeitsverhältnis

Preisnachlässe und Beschwerdemanagement kommen in der Arztpraxis verhältnismäßig selten vor. Diesen stark fordernden Kunden

gibt es beim Thema Gesundheit nicht in dem Maße wie in anderen Branchen. Noch nicht. Stattdessen stellt sich die aktuelle Situation als eine Art Digitalisierungsdreieck dar – in einem Abhängigkeitsverhältnis stehen sich hier Patient, Arzt und Technik gegenüber.

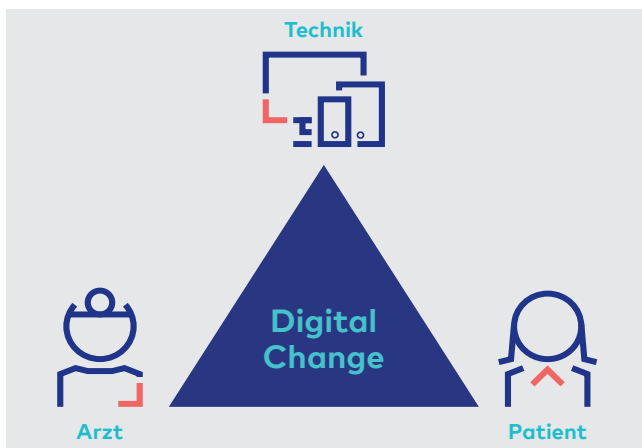
Der Patient

Dieser schlüpft nicht automatisch in die Rolle des fordernden Kunden. Erfahrungsgemäß kommt er mit psychischen oder physischen Schmerzen in die Praxis und bittet um Schmerzlinderung, Informationen oder Hilfe. Wenn das Bedürfnis gestillt ist, dreht sich der Patient nicht in der Tür um und ruft: „Der digitale Prozess in dieser Praxis ist unorganisiert und nicht hinnehmbar!“ oder schreibt später gar eine Bewertung wie „Keine Online-Termine, kein E-Rezept und keine elektronische Patientenakte. Eine Frechheit.“ Stattdessen ahnt er, dass er dem Arzt womöglich ein 2. Mal begegnen und dann erneut auf seine Hilfe angewiesen sein wird. Im Vordergrund stehen also Schmerzfreiheit und Vertrauen, nicht Geschwindigkeit, Usability oder der Grad der Digitalisierung. Wenn dem Patienten geholfen wird, ist er erleichtert und dankbar. Ob die Praxis günstig zur Sonne ausgerichtet ist oder im Schatten steht, ist da zunächst zweitrangig. Zumindest bisher.

Der Arzt

Er steht auf der anderen Seite. Die Arztpraxis ist weder Full-Service-Dienstleister noch Online-Plattform, denn der Arzt ist in erster Linie Mediziner. Da sich der „Kunde“ eher selten über die digitalen Abläufe einer Praxis äußert, liegt es am behandelnden Arzt bzw. Inhaber selbst, wie sehr er technische Neuerungen und den digitalen Wandel in seiner Praxis vorantreibt. Ob er also die Jalousien zuzieht oder Solaranlagen baut.

Etwa ein Drittel der Ärzte steht Veränderungen generell skeptisch gegenüber. Ungefähr ein weiteres Drittel möchte sich indes aufgrund fortgeschrittenen Alters nicht mehr mit neuer Technik beschäftigen. Der Anteil derer, die neuen Produkten grundsätzlich positiv gegenüberstehen, liegt demnach bei rund 30%. Doch selbst der veränderungsbereite Mensch ist ein Gewohnheitstier. Er fordert zwar Abwechslung, lehnt aber zunächst scheinbar unbequeme Veränderungen ab – das sehen wir aktuell auch an der immer noch hohen Nutzung von Bargeld, Büchern und Faxgeräten.



Das Digitalisierungsdreieck.

Die Technik

Sie ist die dritte Komponente im digitalen Dreiecksverhältnis. Sie ist oft Innovation und Lösung in einem. Airbnb ohne Internet? Nein. Bitcoin ohne Blockchain? Geht nicht. Siri ohne Spracherkennung? Unmöglich. Anders ausgedrückt: Durch technische Neuerungen passiert es, dass unerwartet Lösungen entstehen und jemandem in den Schoß fallen. Im Gesundheitsbereich in Deutschland wird das nie passieren. Der Umgang mit Datenschutz und Patientendaten ist dafür zu sensibel und speziell. Es gibt außerdem zu Recht viele Vorschriften bezüglich Qualität, Hygiene und Medikamentenlagerung. Kein Programmierer oder Erfinder wird das automatisch im Hinterkopf haben und – um bei unserem Gleichnis zu bleiben – zufällig genau die richtige Solarzelle entwickeln.

Wie viel Digitalisierung brauche ich und was ist „too much“?

Wie bei jedem Dreieck stehen auch hier die Winkel in einem Abhängigkeitsverhältnis zueinander. Die neueste Technik hilft also nichts, wenn sie später keiner nutzt oder nutzen kann. Gehen wir einmal davon aus, dass wir es mit einem technikaffinen Arzt und einem digitalisierungsbewussten Patienten zu tun haben. Um den sinnvollen Digitalisierungsgrad zu definieren, sollte sich die Praxis im 1. Schritt damit auseinandersetzen, was für Daten und Informationen in der Praxis vorliegen bzw. verarbeitet werden und von wem.

In einem 2. Schritt empfehle ich, festzuhalten, in welcher Form die Informationen vorliegen. Sind sie bereits digital gespeichert, etwa auf einem iPad, oder handelt es sich um ein analoges Objekt, das die Informationen bereithält (z.B. Karteikarte, Klemmbrett, Ordner oder Schild)?

Im 3. Schritt stellt sich die Frage: Werden die Informationen, die das Objekt beinhaltet, zusätzlich oder parallel an einem anderen Ort benötigt?

Die Antwort auf die Frage „Wie viel Digitalisierung braucht meine Praxis?“ ist also relativ einfach: Je länger es heute braucht, um das Objekt von A nach B zu bringen, desto mehr lohnt sich die Digitalisierung. Klingt viel zu simpel, um wahr zu sein? Probieren wir es einfach aus. Schauen wir uns zum Beispiel den Anamnesebogen, das Rezept oder auch das Schild an der Wand genauer an. Hat das eine analoge Berechtigung oder wäre es womöglich digital besser aufgehoben? Doch natürlich gibt es auch Dinge, die in digitaler Form keinen Sinn ergeben und in meinen Augen auch nicht ersetzbar sind. Dazu gehören zum Beispiel der freundliche Mitarbeiter am Empfang oder die empathische Stuhlassistenz während einer Behandlung.

Ich empfehle daher unbedingt, die Perspektive der Patienten einzunehmen und umständliche Prozesse zu entdecken, bevor diese es tun. Selbst sollte man sich die Fragen stellen: Was irritiert mich im Alltag, weil es nicht wie selbstverständlich abläuft? Einige Beispiele: Eine Behörde fragt nach der Anzahl meiner Kinder, ob-

wohl ich bereits identifiziert und gemeldet bin und der Beamte in sein Computersystem schaut. Oder ein sehr häufiges Beispiel, wenn man im Krankenhaus in eine andere Abteilung verlegt wird und die Vorerkrankungen jedes Mal neu erzählt werden müssen.

Viele Ärzte scheinen in Bezug auf die Digitalisierung auf Hilfe von außen zu warten. Das liegt vor allem an einem der wichtigsten Schritte innerhalb der Digitalisierung: die Nutzung von großen Datenmengen, um neue nutzbare Werte zu generieren. Gemeint sind Dinge wie Big Data und künstliche Intelligenz. Hier begeben sich die meisten (verständlicherweise) in eine abwartende Rolle und schauen, „wie sich der Markt so entwickelt“, weil man schließlich kein Datenexperte ist.

Die Tragweite der Digitalisierung ist für viele schon heute vorstellbar, weil wir sie in verschiedenen Bereichen bereits erlebt haben – siehe Smartphone. In den nächsten 5 Jahren werden wir neue Produkte und Techniken einsetzen, die uns heute noch unbekannt sind. Und nicht nur das Smartphone wird existenzieller für unsere Gesundheit werden. Die Arzt-Patienten-Kommunikation wird direkter und bis nach Hause reichen. Informationen über Krankheiten werden besser gebündelt und zugänglich. Das alles wird unser Leben nachhaltig (weiter) verändern.

Doch den ersten Schritt Richtung Digitalisierung müssen wir selbst tun. Die Prozesse und Regularien in einer Praxis erfordern neues Denken und kreative Ideen. Der Erfinder steht nicht links und der Anwender rechts, sondern die Lösung muss durch Einbringen des Users bzw. der Arztpraxis selbst entstehen. Digitalisierung bedeutet im Prinzip für jede Praxis: Eigeninitiative! Die Lösung fällt nicht vom Himmel und Microsoft wird nicht mit passenden Einfällen an die Tür klopfen. Digitalisierung in Ihrer Praxis ist das, was Sie daraus machen. Lassen Sie die Sonne rein! ■



Jan Schellenberger
Chief Technology Officer
Health AG
Lübeckertordamm 1–3
20099 Hamburg
www.healthag.de





Meine ersten Schritte hin zur digitalen Praxis

Die Digitalisierung schreitet permanent voran, sowohl im privaten als auch im beruflichen Bereich und jeder von uns geht anders damit um. Auch der Zahnarzt und Praxisinhaber steht vor der Entscheidung, wenn nicht schon geschehen, wann und in welchem Ausmaß er den analogen Weg verlässt und den digitalen Weg beschreitet. Alexander Fischer, seit 2005 in eigener Zahnarztpraxis in Berlin niedergelassen und hauptsächlich implantologisch tätig, beschreibt nachfolgend seine ersten Schritte auf dem Weg hin zur digitalen Praxis.

Oft werde ich gefragt, ob man sich in der dentalen Welt zwischen einer analogen und digitalen Vorgehensweise entscheiden muss und ob die Digitalisierung eine Revolution darstelle. Aus meiner Sicht haben wir mit der fortschreitenden Digitalisierung Werkzeuge bekommen, die uns einerseits fordern, aber auch neue Möglichkeiten in unserem Praxisalltag eröffnen. Allerdings wird die Digitalisierung niemals dazu führen, dass wir unser Handwerk nicht mehr beherrschen müssen. Ein Profi bleibt ein Profi, ein Spezialist ein Spezialist.

Im Jahr 2002 begann ich zu implantieren; bis dato hatte ich Implantate nur prothetisch versorgt. Relativ schnell nutzte ich die Möglichkeit, über ein CT die Implantatposition digital zu planen (mit der Software Simplant und Nobel Guide). In erster Linie dachte ich, dass die Chirurgie somit leichter würde. Erst später begriff ich, dass ich auf diese Weise eine bessere prothetisch verwertbare Position des Implantates bestimmen und dem Zahn-techniker somit bessere Voraussetzungen für seine Arbeit liefern kann. Seit geraumer Zeit ist die navigierte Implantation in meiner Praxis Standard.

Ein komplett digitaler Workflow wird möglich

Ähnlich war die Überlegung im Bereich der digitalen Planung von individuellen Abutments. Das Emergenzprofil eines konfektio-

nierten Aufbaus ist kreisrund, während das Austrittsprofil der Zähne ein divergentes Muster hat. Diese Feststellung brachte mich zu der Überlegung, ausschließlich mit individuellen Abutments zu arbeiten. Nicht nur ein ästhetisch anspruchsvoller Frontzahn benötigt eine funktionelle Unterstützung, um die Ausformung des Sulkus und den Erhalt oder Wiedergewinn der Papillen zu gewährleisten, auch ein Seitenzahn benötigt diese, um „Schmutznischen“ zu vermeiden und die Chippinggefahr möglichst gering zu halten.

Der letzte und entscheidende Punkt war die Überlegung, wie man beides miteinander verbinden kann, um eine Sofortversorgung des Implantates mit einem endgültigen, individuellen Abutment zu erreichen und die möglichen Fehlerquellen eines analogen Abdrucks zu umgehen. Mithilfe der Simplant-Software konnte ich eine vorhersagbare Implantatposition planen, und mit dem Cerec-System war es möglich, einen digitalen intraoralen Scan von hoher Qualität zu erhalten. Ich matchte also die DICOM-Daten aus dem DVT mit den STL-Daten aus dem intraoralen Scan und bestellte mir, nachdem ich ein Implantat geplant hatte, nicht nur die Bohrschablone für die passgenaue Implantation, sondern auch ein Atlantis-Abutment. Über den Datensatz des Abutments war es nun möglich, mir vom Labor über das Cerec-Gerät oder über Atlantis selbst eine provisorische Krone erstellen zu lassen – und

dem Labor die Daten für die endgültige Krone für die Herstellung zu überlassen. Ich konnte von diesem Moment an ohne analoge Zwischenschritte eine Sofortversorgung mit dem endgültigen, individuellen Abutment und einer provisorischen Krone erhalten. „One-Abutment-One-Time“ funktioniert und erlaubt mir, das Einwachsen des Saumepithels in die Abutmentoberfläche zu gewährleisten, ohne dass diese Verbindung durch Herausdrehen von Bauteilen wieder zerstört wird.

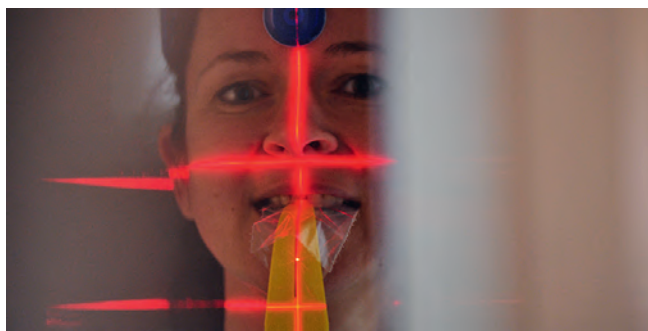
Ein kompletter digitaler Workflow ist also möglich. Vergessen sollte man aber nicht, dass man auf das professionelle Handwerk eines zahntechnischen Labors trotzdem nicht verzichten sollte. So wie die bildgebenden Verfahren (DVT) nicht die augmentativen Spezialtechniken eines Chirurgen ersetzen, der einfach viel besser erkennt, wenn ein Knochenaufbau nötig ist, so ist der digitale Workflow lediglich ein verbessertes Werkzeug, um die Zusammenarbeit von Zahnarzt und Labor effektiver zu gestalten. Abdrücke müssen nicht wiederholt, Werkstücke nicht umsonst angefertigt und Patienten nicht mehrfach einbestellt werden. Allerdings müssen sich auch alle Parteien mit den neuen Techniken auseinandersetzen, wobei die Absprachen bei Weitem nicht so zeitintensiv sind wie in der analogen Welt.

Eine Digitalisierung setzt Teamarbeit voraus

Zwei Dinge möchte ich meinen Kollegen aus der Zahnärzteschaft gerne ans Herz legen:

1. Ein Gerätekauf sollte wohl überlegt und durchdacht werden. Oft zahlt es sich aus abzuwarten; es muss nicht sofort die Marktneuheit erworben werden. Ich ließ z.B. meine ersten 3D-Aufnahmen in einem Röntgenzentrum anfertigen. Erst als mein „altes“ analoges OPTG irreparabel war, entschloss ich mich dazu, mir ein 2D/3D-Kombigerät zu kaufen. Machen Sie einen Schritt nach dem anderen.
2. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass das Praxisteam auf die digitale Reise mitgenommen wird. Nur wenn z.B. Arbeitsschritte – wie das Scannen mit dem Intraoralscanner – delegiert werden, wird das Team nicht nur erfolgreich sein, sondern auch zufrieden.

Die Digitalisierung schließt bei mir auch sämtliche Vorgänge oder Abläufe der Praxis ein: Mit der Zahnarztsoftware Charly starteten wir schon mit der Praxisgründung. Die Abrechnung, die Zeiterfassung, die Terminplanung und der Recall sowie ein Management-Informationssystem und Auswertungen laufen über dieses Programm. Weitere digitale Bausteine folgten sukzessiv. So



Eine 3D-Bilddiagnostik möchte ZA Fischer nicht mehr missen.

erfolgen die Materialverwaltung über Wawibox, die Dokumentation und Patientenaufklärung mit dem Kommunikationstool infoscop von Synmedico und in der Endodontologie nutzen wir EndoQ von Dentsply. Mit ihr dokumentieren wir die komplette Wurzelbehandlung einschließlich Messungen, Instrumentenfolge und aufgetragenen Torque. Über Parostatus in charly wird die PA samt Vor- und Nachbehandlung und Patienteninstruktionen dokumentiert und festgehalten, sodass der Patient anhand der gesammelten Daten seine Entzündung und deren Verlauf selbst erklärend verfolgen kann.

Wöchentlich anberaumte Teamsitzungen helfen bei der Abwicklung digitaler Projekte und Prozesse. Hierbei auftretende Scheu oder Ängste der Mitarbeiter sind vom Praxisinhaber ernst zu nehmen und durch gemeinsame Schulungen konsequent abzubauen. Für mich bringt derzeit die Kombination digitaler und noch analoger Prozessketten für den Praxisalltag große Vorteile im Hinblick auf die Genauigkeit, Nachhaltigkeit, Schnelligkeit und Kommunikation. Ich kann Prozesse kreieren, die vorteilhaft für den Patienten sind, sodass die beste Wirkung – das Lächeln des Patienten – gewährleistet bleibt. ■

Bilder, soweit nicht anders deklariert: © Alexander Fischer

Alexander Fischer

1988–1996 Studium der Zahnmedizin an der FU und HU in Berlin mit anschl. Approbation
 1997–2005 In verschied. Praxen als behandelnder Zahnarzt tätig
 2005 Niederlassung in eigener Praxis
 2007 Abschluss des Curriculum Implantologie der DGOI und Curriculum für instrumentelle Funktionsdiagnostik
 Schwerpunkte: Implantologie, Funktionsdiagnostik, ästhetisch Zahnheilkunde
 2010 Zertifizierung der Fachzahnarztpraxis Alexander Fischer zur Supervisions- und Hospitationspraxis durch die Deutsche Gesellschaft für Orale Implantologie (DGOI e.V.)
 2010 Geprüfter Experte und zertifizierter Referent der Implantologie der DGOI und „Diplomate of Implantology“ der ICOI
 Mitglied in folgenden Organisationen:
 DGOI • ICOI • DGI • DGZMK



Zahnarztpraxis Alexander Fischer

Billerbecker Weg 104
 13507 Berlin
 info@zahnfischer.de
 www.zahnfischer.de



© auremar/fotolia

Die Zukunft der Zahntechnik ist digital

Die Digitalisierung ist in der Zahntechnik schon länger präsent und rasant wird sie sich weiterentwickeln. ZTM Thomas Riehl zeigt aus seiner Sicht die Veränderungen für die Labore und für die Zahnärzte auf und stellt u.a. auch ein Szenario vor, was der technische Fortschritt noch mit sich bringen könnte.

Zukünftig werden im Zuge der Digitalisierung immer weniger Zahnarztpraxen konventionell abformen, sondern den digitalen Scan-Datensatz an das Labor ihrer Wahl senden. In den kommenden 3 Jahren werden 42% aller Zahnarztpraxen die Anschaffung eines Intraoralscanners (IOS) planen* (**Abb.1**). Dies ist von Vorteil für die Labore, die sich im digitalen Netzwerk der IOS auskennen und sich mit diesen Datenerfassungsgeräten befassen haben. Der Markt der intraoralen Scanner ist in den letzten Jahren enorm gewachsen, wie uns die diesjährige IDS gezeigt hat. Die großen Hersteller haben sich mit ihren Scannern bereits am Markt etabliert. Seit mehreren Jahren gibt es Intraoralscanner z.B. von Dentsply Sirona, Ivoclar Vivadent, Kulzer, GC oder 3Shape. Weitere Firmen hingegen haben erst einmal abgewartet, bis zunehmend mehr Zahnarztpraxen die vielfältigen Möglichkeiten und Vorteile der Technik erkannt haben und nutzen wollten; und das, obwohl das Know-how und die Technologie schon lange vorhanden waren.

Die Zahntechniker waren immer schon an neuen Geräten, Materialien und Fertigungstechniken interessiert – wenn auch zunächst misstrauisch, ob die Versprechen der Hersteller auch praktisch umsetzbar sind. So z.B. die ersten Dentalkeramiken,

die 1968 auf den Markt kamen und bei denen das Vorhaben, „zerstoßenes Glas“ auf eine Metalloberfläche aufzubrennen, zunächst Zweifel aufkommen ließ. Viel hat sich seither auf dem Gebiet der Verblendkeramik getan. Die heutigen Restaurationen lassen sich kaum noch von einem natürlichen Zahn unterschei-



***Abb. 1:** Eine von 3Shape durchgeführte Untersuchung ergab, dass ca. 42% der Zahnarztpraxen in den kommenden 3 Jahren den Kauf eines Intraoralscanners planen.

den, sodass sie Außenstehenden nur selten auffallen. Das ist nicht zuletzt der jahrelangen Arbeit der Zahntechniker zu verdanken, die es geschafft haben, natürliche Zähne in ihrer Farbe, ihrem Chroma und ihrer Transluzenz so perfekt zu kopieren.

Mit den Laborscannern kam die Digitalisierung in die Zahntechnik

Wie wir alle wissen, sind Zahntechniker in erster Linie Handwerker und Künstler. Sind sie darüber hinaus Laborinhaber, müssen sie jedoch auch wirtschaftlich denken, d.h. am Ball bleiben und sich regelmäßig mit neuen Techniken und Materialien befassen bzw. auseinandersetzen. Mit den Laborscannern hielten digitale Technologien Einzug in den zahntechnischen Arbeitsalltag. Das Zirkoniumdioxid – heute in der Zahnheilkunde unverzichtbar – machte den Einstieg in die Digitalisierung quasi unumgänglich: Um im Sinterprozess die Originalgröße zu erreichen, musste ein Brückengerüst 25% größer modelliert werden – händisch war dies eine Herausforderung. So stellte Zirkonium den Laborinhaber vor die Entscheidung, den analogen Weg weiterzugehen oder den digitalen Weg einzuschlagen und mehrere Tausend Euro in Scanner, Software und eventuelle Fräsanlagen zu investieren.

Mittlerweile ist ein Umdenken in den Laboren erkennbar. Nicht jeder muss alles anfertigen können. Ähnlich wie auch in anderen Handwerksbetrieben gibt es für alle Bereiche Spezialisten und Dienstleister. So muss eine Fräsanlage nicht in jedem Labor stehen, und ein sehr guter 3D-Drucker kann beispielsweise als Dienstleistung für andere Labore angeboten werden, da die Investitionen von einem mittelständischen Labor sonst nicht zu stemmen sind. Die Labore können Zahnarztpraxen von den Möglichkeiten der Intraoralscanner durchaus begeistern. So helfen dem Zahnarzt die persönliche Betreuung und das Vertrauen, um die relativ neue Technologie mit dem fachkundigen Labor an seiner Seite erfolgreich in den täglichen Workflow seiner Praxis zu implementieren. Die schnell wachsende Indikatorenvielfalt schafft zudem die besten Voraussetzungen, um gemeinsam zum Wohle des Patienten eine individuelle Lösung zu erarbeiten.

Heutzutage sind die Patienten aufgeklärter und wissbegieriger. Sie möchten ausreichend informiert werden und auch mit der Familie besprechen können, welche Möglichkeiten des Zahnersatzes für sie infrage kommen und umsetzbar sind. Heute können Zahnärzte während des Beratungsgesprächs mithilfe von Programmen wie z.B. „Smile-Design“ oder „Ivo Smile“ ihren Patienten visuell die verschiedenen ästhetischen Behandlungsoptionen aufzeigen. Diese können sogar als 3D-Animation später zu Hause im Familienkreis auf dem Smartphone angesehen und diskutiert werden. Das virtuelle Design lässt sich mittlerweile sogar in die Laborsoftware integrieren, sodass die Vorgabe in die reale Restauration direkt mit einfließen kann.

Die Totalprothese aus dem 3D-Drucker: eine denkbare Zukunftsvision?

Heute sind mittels Software alle Arten von Zahnersatz umsetzbar, selbst die geliebte Totalprothese, die in den Laboren meist von den erfahrenen, älteren Technikerinnen und Technikern

auf- und fertiggestellt wird. Leider sind jedoch die 28er, 14er oder auch Totale genannt, kaum gewinnbringend herzustellen. In der Regel sind hierfür diverse Sitzungen notwendig: Abdruck- und Bissnahme, 1. Anprobe, Zähne umstellen, 2. Anprobe, Zähne in einer anderen Farbe aufstellen, 3. Anprobe und dann vielleicht die finale Fertigstellung. Dies klingt sehr arbeits- und zeitaufwendig, läuft aber tatsächlich in vielen Fällen so ab. Und auch wenn das Labor reichlich Zeit investiert, viele Fahrten getätigt und noch mehr Material aufgewendet hat – abrechnen kann man hierfür nur den Kassensatz. Hinzu kommt, dass man die zahlreichen Aufstellregeln nach Körholz, die APF-Methode, Gerber etc., die man während der Ausbildung gelernt hat, dann doch meistens nicht mehr parat hat.

Nun haben wir inzwischen auch die Totalprothese im digitalen Zeitalter implementiert. Vieles an Fachwissen sowie verschiedene Aufstellparameter sind in der Software hinterlegt, sodass deutlich einfacher 28 Zähne in den „leeren“ Raum gestellt werden können (**Abb. 2**). Eine falsche Zahnfarbe? Nein, die gibt es

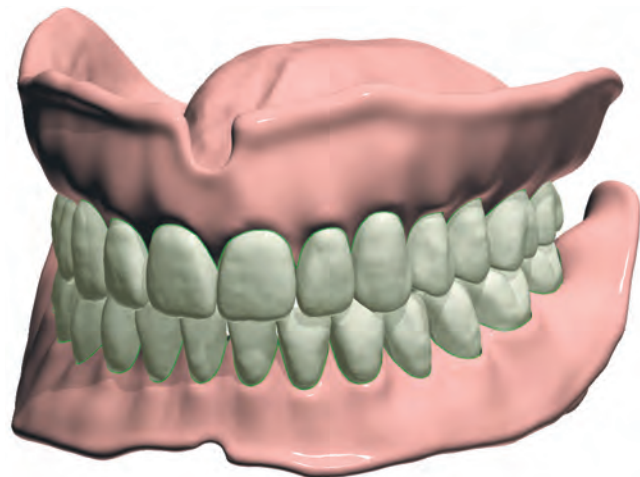


Abb. 2: Auch die Totalprothese ist im digitalen Zeitalter kein Problem mehr.

nicht mehr: Ein Mausklick – und die Wunschfarbe wird geändert. Größere Frontzähne? Ein Mausklick und eventuell einige Bewegungen mit der Maus – und schon „stehen“ die neuen an der richtigen Stelle. Die Herstellung mittels Fräsanlage erfolgt heute mit einer deutlichen Verbesserung der Passung; kein verbleibendes Restmonomer sowie kein Schrumpfungsprozess sind die weiteren Vorteile. Die Aufstelllinien (Frankfurter Horizontale, Camper'sche Ebene, Kieferkammlinie) werden zudem durch die Software virtuell als Anhaltspunkt dargestellt. Einige Anbieter sind heute schon in der Lage, Zahnbibliotheken, Fertigungsparameter, PMMA für „gedruckte“ Basen anzubieten (Ivoclar, Kulzer, Candulor, Vita, Vertex).

Bei einem Blick in die Zukunft wäre vielleicht folgendes Szenario denkbar: Ein Patient, der in den Urlaub fliegt, möchte sicherheitshalber noch eine weitere Ersatzprothese auf seine Reise mitnehmen. Er lädt sie sich als Datei auf sein Smartphone und kann sie an einem 3D-Drucker am Flughafen ausdrucken.

Nichts als Spinnerei? Ich bin mir da nicht sicher, denn wenn ich zurückblicke, sind viele Verfahren, die als Spinnerei abgetan wurden, heute Realität. Deshalb können wir es ruhig mal wagen, in die Zukunft zu schauen. Schließlich bieten sich auch neue Möglichkeiten an. Ist die Totalprothese in einem reproduzierbaren Prozess hergestellt worden und der erzielte Verkaufspreis beinhaltet sogar Gewinn, weil der Prozess optimiert abläuft, dann kann auch eine Individualisierung einer „maschinellen Zweckprothese“ vom Patienten gewünscht, vom Zahntechniker angefertigt und berechnet werden. Der Zahntechniker kann dann z.B. mittels „Smile-Design“ und einem Foto des Patienten eine virtuelle Vorabaufstellung generieren, ohne Zahngarnituren „verschleifen“ zu müssen.

Zahnärzte und Zahntechniker: Hand in Hand zum optimalen Behandlungsergebnis

In der heutigen Zeit kann ein Datensatz innerhalb von Sekunden um den Erdball geschickt werden. Doch die persönliche Betreuung, d.h. das Aufgreifen und Umsetzen von individuellen Wünschen, lässt sich nur dann realisieren, wenn sich das Labor in der Nähe des Zahnarztes befindet. Darüber hinaus trägt der persönliche Kontakt dazu bei, das gewünschte Vertrauen des Patienten zu gewinnen. Die Zahl der gesetzten Implantate hat sich vervielfacht. Ursächlich hierfür ist eine kontrolliert geplante Chirurgie, die mit spezieller Software einfacher in der Umsetzung ist. Neben der Bohrschablone (Abb. 3) kann das Labor auch die komplette Dokumentation mittels Software dem Behandler zur Verfügung stellen.

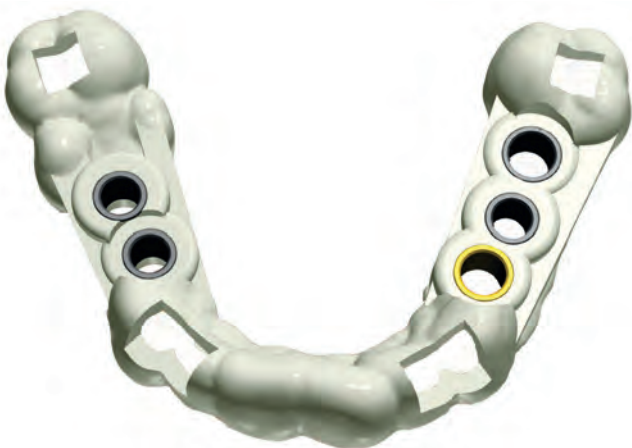


Abb. 3: Neben der Bohrschablone kann das Labor die komplette Dokumentation dem Behandler zur Verfügung stellen.

Die Ästhetik spielt neben der Mundgesundheit eine wichtige Rolle. Zahnfehlstellungen zu korrigieren ist einfacher denn je. Eine von 3Shape entwickelte Software zum Beispiel erlaubt Zahnarzt und Dentallabor, die Zahnsituation berührungslos mittels IOS aufzunehmen und virtuell in die richtige Position zu bringen. Anschließend kann das mögliche Endergebnis dem Patienten präsentiert werden. Dem Dentallabor werden mithilfe der Software die Zahnbewegungen berechnet. Anhand dessen kann das Labor die notwendigen Modelle bis zum Endergebnis drucken, jeweils mit der vorher berechneten leichten Veränderung der Zahnstellung. Das können je nach Umfang der Umstellung 3 oder 20 Modelle sein. Über diese Modelle wird ein Schienenmaterial gezogen und mit der jeweiligen laufenden Nummer versehen. Der Patient hat somit für jede Woche eine neue transparente Schiene mit der leicht veränderten Position für die betreffenden Zähne (Abb. 4).

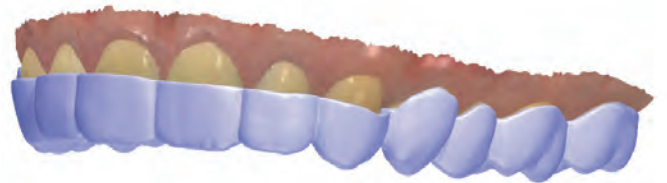


Abb. 4: Der Patient erhält auf digitalem Weg seine Schiene.

Fazit

Die Zahntechnik hat den Wandel von der reinen analogen zur analog-digitalen Herstellung geschafft und ist gut gerüstet für die Zukunft. Die weitere Digitalisierung wird für diejenigen von Vorteil sein, die sie annehmen. ■

Bilder: © 3Shape



ZTM Thomas Riehl

3Shape Germany GmbH
Volmerswerther Straße 41
40221 Düsseldorf
thomas.riehl@3shape.com



VistaVox S Ceph: 3-in-1 Röntgengerät von Dürr Dental.

über **50** JAHRE
RÖNTGENTECHNIK



Kurze Scanzeit und hohe Bildqualität bei geringer Dosis

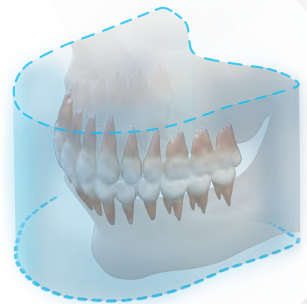
Reduzierte Strahlendosis durch anatomisch angepasstes Volumen

Hervorragende Bildqualität in 2D und 3D dank hochauflösendem CsI-Sensor mit 49,5 µm Pixelgröße

Einfacher, intuitiver Workflow

FoV in Kieferform

Ideales 3D-Abbildungsvolumen in Kieferform (Ø 130 x 85 mm)



Ø 50 x 50 mm Volumen in bis zu 80 µm Auflösung

Made
in
Germany

Mehr unter www.duerddental.com/roentgen

**DÜRR
DENTAL**
DAS BESTE HAT SYSTEM



Die Intraoralaufnahme erfasst im Ganzkiefer-Scan die okklusale Funktion, die Bissverhältnisse mit Centric Guide sowie mittels Bissregistrator die realdynamischen Bewegungen zur Verarbeitung im virtuellen Artikulator (Quelle: DGCZ/Fabry).

Funktion in Befundung und Behandlung

Das Schwerpunktthema des 27. Masterkurses der Deutschen Gesellschaft für Computergestützte Zahnheilkunde (DGCZ) vom 23. bis 25. Mai 2019 in Hamburg war gleich dem Titel des Artikels. Unter dem Leitgedanken „Cerec funktioniert“ stand insbesondere die Verzahnung einer dynamischen Okklusion sowie die dentofaziale Ästhetik im Fokus von rekonstruktiven Therapielösungen. Nachfolgend sind die wichtigsten Aspekte der 3-tägigen Veranstaltung zusammengefasst.

Computergestützte Verfahren und besonders die optoelektronische Intraoral-Messaufnahme haben sich zu den Schlüsseltechniken für den digitalen Workflow in der zahnmedizinischen Befundung und Therapie entwickelt. Damit kommt auch der funktionsbasierten Diagnostik für die rehabilitierende Restauration eine herausragende Bedeutung zu.

Diese Forderung nahm die Deutsche Gesellschaft für Computergestützte Zahnheilkunde (DGCZ) zum Anlass, die „Funktion in Befundung und Behandlung“ in den Mittelpunkt des diesjährigen Masterkurses zu stellen. Credo der funktionsorientierten Versorgung ist, die Bissverhältnisse schon im Frühstadium und somit mit dem Intraoralscan zu erfassen, in der klinischen Funktionsanalyse zu prüfen und im weiteren Verlauf – über die adäquate Konstruktion des Zahnersatzes und die Materialauswahl bis zur Eingliederung und Nachsorge – konzeptionell zu berücksichtigen. Dieses prospektive Prinzip bietet den Nutzen, dass Einschleifmaßnahmen nach der Eingliederung reduziert werden oder gar entfallen und spätere funktionelle oder technische Komplikationen vermieden werden können.

Funktion ist Voraussetzung ...

Der 27. Masterkurs unter Leitung von Dr. Bernd Reiss, Malsch, Vorsitzender der DGCZ sowie Vorstandsmitglied der DGZMK, und Prof. Dr. Bernd Kordaß, Universität Greifswald, Leiter der

Sektion für Angewandte Informatik, fokussierte die funktionellen Bedingungen bei der konservierenden und prothetischen Restauration mit dem Cerec-System. Hierbei nutzte die DGCZ das seit 1993 bewährte Erfolgsrezept, wissenschaftliche Erkenntnisse zur computergestützten Restauration mit den Erfahrungen nieder gelassener Praktiker zusammenzuführen.

Unter dem Leitgedanken „Cerec funktioniert“ stand besonders die Interdigitation einer dynamischen Okklusion sowie die dentofaziale Ästhetik im Mittelpunkt von rekonstruktiven Therapielösungen. Ziele ursprünglich die computergestützte Restauration auf die Einzelzahnversorgung, hat die CAD/CAM-Technik inzwischen auch in der Fertigung von komplexen prothetischen Versorgung ihren Platz eingenommen. Damit ist die dynamische Artikulation zu einer Bedingung für die virtuelle Konstruktion geworden, um die Funktion nachhaltig sicherzustellen. Hierbei werden die digital erfassten Kaubewegungen in die Software des elektronischen, individuell justierbaren Artikulators eingespeist. Dadurch werden Kontakt- und Gleitflächen in die Kauflächenkonstruktion einbezogen.

Die „Funktionsdiagnostik“ wurde im Rahmen eines vorgeschalteten Workshops als Auftakt zum Masterkurs von PD Dr. Oliver Ahlers, Hamburg, thematisiert. Hierbei werden mithilfe eines Funktionsbefundes dysfunktionelle Zustände digital erfasst und ausgewertet. Der Therapieweg ist, die Diskoordination zu mini-

mieren und die Kieferposition zu stabilisieren. Mittlerweile können die Befunde als Grundlage für eine minimalinvasive Therapie auch digital mit der Bewertung progressiver Substanzverluste infolge von Attritionen durch Bruxismus und/oder Erosionen abgeglichen werden (**Abb. 1**). Offenbart sich ein Verlust an Zahnhartsubstanz, ist ein Okklusionsausgleich erforderlich, um den Kiefer in reponierter Lage einzustellen (**Abb. 2**). In einem digital gestützten Screening werden der Auslöser und Umfang der Dysfunktion diagnostiziert und das Procedere für präventive oder therapeutische Maßnahmen geplant. Neu in die Befundung aufgenommen wurde die instrumentelle Bewegungsanalyse (CMDtrace).

... denn ohne Funktion ist alles nichts

Wenn die habituelle Verzahnung mit der zentrischen Kiefergelenkposition nicht übereinstimmt, oder wenn durch massives Zähneknirschen Bissshöhe verloren gegangen ist, empfiehlt sich in der Regel eine „Bisslageänderung bzw. Bissserhöhung“ und ist somit Teil einer Funktionstherapie. Prof. Dr. Sven Reich, Aachen, und Dr. Bernd Reiss hatten dazu unterschiedliche Vorgehensweisen im digitalen Workflow, auch mithilfe des virtuellen Artikulators und minimalinvasiver Rekonstruktionen, vorgestellt.

Wenn beim habituellen, dysfunktionellen Biss keine Schmerzen auftreten, eignet sich zur Bisslageänderung die Aufbiss- bzw. Miniplastschiene mit definierten okklusalen Beziehungen und einer Front-Eckzahn- oder Gruppenführung. Okklusionsschienen bewirken eine Unterbrechung von eingefahrenen neuromuskulären Reflexen, z.B. Parafunktionen, sowie eine temporäre Re-

organisation muskulärer Funktionsmuster und der Gelenkbelastungen. Als Variante fördert die Zentrikschiene die Selbstzentrierung der Kondylen über das zentrische Registrat zur Entlastung der physiologischen Gelenkposition. Exzentrische Vorkontakte werden damit vermieden. Die Wirkungsweise der Repositionsschiene besteht in einer anterioren Positionierung des Unterkiefers, um einen verlagerten Diskus wieder „einzufangen“. Nach der Schienentherapie zur Überprüfung und Gewöhnung an die neuen Bissverhältnisse ist als definitiv nachhaltige Versorgung in der Regel eine Bisslageänderung angezeigt – eine „Königsdisziplin“ als komplexe Rehabilitation unter substanzschonenden Bedingungen. Um den therapeutischen Erfolg vorhersagbar zu machen, kann eine Zwischenversorgung mit Langzeitprovisorien, d.h. Kauflächen-Veneers aus Polymer, zum Einsatz kommen (**Abb. 3**). Diese temporären Repositions-Restaurationen sind chairside im CAD/CAM-Verfahren kurzfristig herstellbar. Sie werden auf den unbeschliffenen Zähnen adhäsiv befestigt und sind der Schienentherapie überlegen, da sie rund um die Uhr in Funktion bleiben. Bei vollständiger Beschwerdefreiheit wird daraufhin die korrigierte Kauflächenposition in definitive Versorgung überführt. Reich und Reiss wiesen darauf hin, dass als Alternative zu umfangreichen invasiven Präparationen sich minimalinvasive Restaurationsformen als Repositions-Onlays und Okklusall-Veneers (Table Tops) bewährt haben.

Bei einer Bissserhöhung, d.h. der Veränderung der Vertikaldimension der Okklusion zum Ausgleich erheblicher Substanzverluste, ist ein Aufbau bis zu 4 mm möglich (**Abb. 4**).



Abb. 1: Abrasionsgebiss (Bruxismus) mit Verlust der statischen Äquilibration und pathologischer Veränderung der dynamischen Okklusion (Quelle: Ahlers).



Abb. 2: Wax-up mit funktionskorrigierenden Repositions-Onlays und Full-Wrap 360° Repositions-Veneers (Quelle: Ahlers).

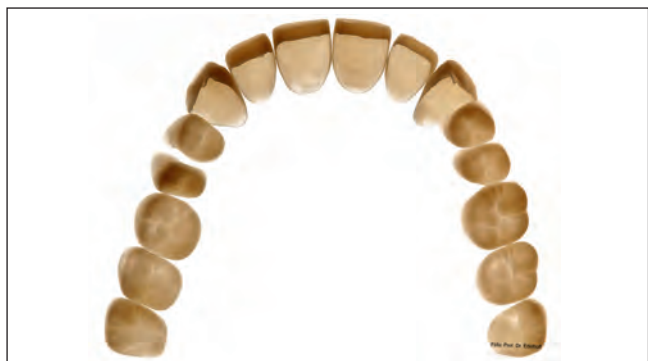


Abb. 3: CAD/CAM-gefertigte, langzeitprovisorische Kauflächen-Veneers aus Polymer (Quelle: Edelhoff, Schweiger).



Abb. 4: Bissserhöhung im Abrasionsgebiss: Übertragung der Kieferrelation mit dualhärtendem Kunststoff zur Übernahme von Bissshöhe und Funktionsbewegungen nach Schienentherapie (Quelle: Reiss).

Die neu einzustellende Okklusion erfordert die Bestimmung der Zentrikrelation, die Einstellung der Vertikaldimension, die maxilläre und mandibuläre Inzisalkantenposition und die okklusale Oberflächenmorphologie der Seitenzähne. Auch hier werden mit Repositionsschiene und Langzeitprovisorien der Restaurationsvorschlag überprüft und die neuronalen Strukturen beeinflusst. Für die definitiven, vorzugsweise dünn-schichtigen Restaurationen haben sich Glaskeramik (**Abb. 5**), Lithiumdisilikat oder keramikdotiertes CAD-Komposit qualifiziert, die aufgrund der adhäsiven Befestigung keine oder nur eine geringe retentive Präparation benötigen.

Die Referenten demonstrierten, dass die Erfassung der Bewegungsbahnen mittels Funktionsanalyse, die Planung der Aufbiss-schiene, das Modell mit Wax-up im virtuellen Artikulator, die Konstruktion der funktionskorrigierenden Restaurationen – d.h. alle Maßnahmen – chairside mit der Cerec-Software ausgeführt werden können.

Individuelle okklusale Passgenauigkeit von Anfang an

Fundamentale Aufgabe des Artikulators ist, die okklusalen Kontaktbeziehungen in Statik und Dynamik zu reproduzieren. Die digital gesteuerten Arbeitsprozesse machten erforderlich, einen virtuellen Artikulator in den Workflow einzufügen und die Daten der statischen und dynamischen Okklusion zu analysieren und



Abb. 5: Ergebnis der Bisshebung und Veränderung der Okklusion. Ausgangssituation siehe Abb. 2 (Quelle: Ahlers).

in einem computergrafischen Modell abzubilden. Prof. Bernd Kordaß und Dr. Sebastian Ruge, Universität Greifswald, sowie Dr. Gertrud Fabel, München, demonstrierten mit dem virtuellen Cerec-Artikulator das komplexe Zusammenspiel von individuellen Kiefergelenkbewegungen und der damit verbundenen dynamischen Okklusion. Ziel des virtuellen Artikulators ist es, mit der funktionellen Okklusion eine individuelle Passgenauigkeit für jede prothetische Restauration zu erlangen – und zwar von Anfang an. Mit den früh gewonnenen Intraoraldaten und den folgenden konstruktiven Adjustierungen können materialkomprimierende und zeitraubende Einschleifmaßnahmen nach Eingliederung weitgehend reduziert oder gar verhindert werden. Dafür zeigte das Referententeam die Programmierung des virtuellen Artikulators für eine Funktionsanalyse mittels der Software SICAT-Funktion (**Abb. 6**).

Hierbei wurden die Daten aus einem diagnostischen DVT-Befund, aus der zahngeführten Bewegungsaufzeichnung und dem Ganzkieferscan für die individuelle, patientenspezifische Programmie-



Abb. 6: Virtueller Artikulator, der sich innerhalb vorgegebener Grenzen individualisieren lässt (Quelle: Dentsply Sirona/Sicat).

rung des virtuellen Artikulators zusammengeführt. Nach Berechnung eines virtuellen Modells wurde eine okklusionskorrigierende Thera pieschiene im CAD/CAM-Verfahren gefertigt. Vorteil des Intraoralscans der Kiefer bzw. Kieferabschnitte ist, dass die Schritte zur Voreinstellung mechanischer Artikulatoren entfallen. Mit virtuellen Schablonen lassen sich Kieferabschnitte mittig ausrichten. Empfohlen wird, mindestens bis zum zahnführenden Eckzahn oder Prämolaren auf der kontralateralen Seite zu scannen, um die zahngeführten Bewegungen entlang der Kauflächen besser zu simulieren. Mit den Kieferbewegungsdaten werden die Eigenschaften des Bonwill-Dreiecks sichtbar; die Schenkelwerte, Balkwill- sowie Bennet-Winkel werden berechnet und im Artikulatorprogramm hinterlegt.

Biogenerik für optimierte Kauflächen

Eine besondere Variante der automatisierten Parametrisierung von Kauflächen ist die biogenerische Kauflächenoptimierung. Anhand einer noch vorhandenen Restzahnsubstanz einer ansonsten zerstörten Kaufläche oder von Kauflächen von Nachbarzähnen oder Antagonisten werden die Okklusalfächen so lange variiert, bis sie sich morphologisch und funktionell in den Zahnbogen einfügen. Vorgesehen ist, diese Methode auch für die Rekonstruktion ganzer Zahnbögen anzuwenden (Cerec Biokiefer). Ein okklusales Settling sorgt für ein Finish der funktionellen Okklusion auf statischer und dynamischer Basis.

Die zunehmende Bedeutung der virtuellen Artikulation lässt sich daraus ableiten, dass immer mehr Restaurationen computer gestützt gefertigt werden – nicht nur als Einzelzahnersatz, sondern auch als mehrgliedrige Brücken, u.a. aus Zirkonoxidkeramik, die bekanntermaßen intraoral schwierig einzuschleifen ist. Nachteilig empfanden die Referenten, dass im Vergleich zum mechanischen Artikulator, in dem die Okklusion Schritt für Schritt „abgetastet“ wird, die feinmotorische Taktilität noch nicht nachgeahmt wird. Ein Mehrwert gegenüber dem mechanischen Artikulator wäre gegeben, wenn die Variabilität der Kaufunktion, die Resilienz der Weichteilstrukturen im Kiefergelenk, die parodontale Eigenbeweglichkeit der Zähne sowie die Verbiegung der Unterkieferspange unter Kaudruck simuliert würden. Fakt ist jedoch, dass mit der digitalen Erfassung der Kauflächen laut Kordaß eine Gesamtgenauigkeit der okklusalen Kontaktpunktdarstellung von ± 50 bis $70 \mu\text{m}$ und besser erzielt werden kann.

Der Masterkurs der DGCZ bot weitere Themen – wie z.B. zur navigierten Implantation, zum Einsatz der Ortho-Software in der Kieferorthopädie, zur Endo-Versorgung mit Vollkeramik, zu neuen Werkstoffen und deren Abrasionseigenschaften. Diese Themen werden in einer weiteren Veröffentlichung ausführlich dargestellt. ■



Manfred Kern

DGCZ – AG Keramik

Fritz-Philippi-Straße 7, 65195 Wiesbaden

manfr.kern-dgcz@t-online.de

info@cerec-zeitung.de

CGM Z1.PRO

Wahre Perfektion entfaltet sich erst, wenn allen Facetten einer Software gleichermaßen viel Sorgfalt gewidmet wurde. CGM Z1.PRO stellt präzise Lösungen für die Individualität Ihrer Praxis bereit und unterstützt Sie dabei, Hochkarätiges zu leisten.

cgm-dentalsysteme.de

cgm.com/de

HOCHKARÄTIG. WEIL SIE ES SIND.



**CompuGroup
Medical**



Intraoralscanner: Wie praxistauglich sind sie?

Vielfältig ist heutzutage das Angebot an Intraoralscannern. Neben der alleinigen Scannerfunktion besitzen einige Geräte bereits Zusatzfunktionen, die dem Patienten das Behandlungsergebnis simulieren oder dem Zahntechniker zusätzliche Informationen für die Herstellung des Zahnersatzes geben. Für eine erfolgreiche Implementierung eines Intraoralscanners in den gesamten digitalen Praxisworkflow sind neben einem guten IT-Support mit einer entsprechenden Infrastruktur vor allem gute theoretische und praktische Kenntnisse der Anwender, d.h. Praxisteam und Dentallabor, unerlässlich. Der vorliegende Artikel soll einen Einblick in den Behandlungsablauf mit Intraoralscannern geben sowie die damit einhergehenden Chancen und Herausforderungen aufzeigen.

Im August 1990 – vor genau 29 Jahren – war in der amerikanischen Zeitschrift *Dentistry Today* ein Interview mit Prof. François Duret zu lesen, dem Pionier des intraoralen Scannens. Damals dienten Intraoralscanner (IOS) ausschließlich zur Aufnahme der Präparation für die CAD/CAM-Herstellung von Restaurationen im sogenannten Chairside-Verfahren am Patientenstuhl. Somit war die Zielgruppe auf prothetisch orientierte Zahnärzte begrenzt [4]. Hingegen werden heute Intraoralscanner neben der alleinigen restaurativen Therapie in den unterschiedlichsten Bereichen der Zahnheilkunde verwendet – angefangen bei der digitalen Implantatplanung in der Oralchirurgie über die Aligner-Technologie in der Kieferorthopädie bis hin zu Verlaufskontrollen in der Zahnerhaltungskunde [6,8]. Somit wurde der Intraoralscanner von der alleinigen Funktion einer Aufnahmeeinheit zu einem diagnostischen Hilfsmittel in der Befunderhebung, Behandlungsplanung, Therapie und Nachsorge weiterentwickelt.

Scannen ist Teamwork

Zur erfolgreichen Implementierung eines Intraoralscanners in den täglichen Behandlungsablauf sollte das gesamte Praxisteam mit der Bedienung vertraut sein. Hierbei muss nicht jeder zum „Scan-Spezialisten“ werden, aber eine Offenheit gegenüber Umstellungen der oft routinierten Arbeitsabläufe ist unabdingbar. Wie eine Umfrage unter Studierenden der Zahnärztlichen Prothetik der Justus-Liebig-Universität Gießen zeigte, kann das Intraoral-scannen die Motivation an der Behandlung sogar steigern [9]. Dabei lassen sich viele Arbeitsschritte des Behandlers an die As-

sistenz delegieren. So kann z.B. die Kalibrierung der Aufnahmeeinheit – sofern vom Hersteller vorgesehen – bereits vor Beginn der Behandlung erfolgen. Dies sollte zur Steigerung der Scangenaugigkeit unbedingt durchgeführt werden [7]. Für eine exakte Bestimmung der Zahnfarbe ist darüber hinaus die Kalibrierung mit einem separaten Kalibrieraufsatz häufig notwendig.

Anschalten und loslegen? Was gibt es beim Scannen zu beachten?

Die Menüführung im Intraoralscanner ist bei allen Herstellern ähnlich aufgebaut. Zunächst wird der Patient in einer eigenen Kartei angelegt. Aus Datenschutzgründen empfiehlt sich die Eingabe der Patienten-ID, da zum einen der Patient der regulären Praxiskartei zugeordnet werden kann und zum anderen die Daten zur sicheren Übertragung an das Dentallabor pseudonymisiert werden. Im nächsten Schritt muss der digitale Laborauftrag ausgefüllt werden, dessen Aufbau mit der konventionellen Papierform vergleichbar ist. Die Software vieler Intraoralscanner erlaubt eine benutzerspezifische Voreinstellung für die Auswahl der Restaurationswerkstoffe, der Implantatsysteme und Dentallabore. Dies erleichtert den Arbeitsablauf beim Erstellen des Laborauftrages.

Anschließend erfolgen der eigentliche Scan bzw. die verschiedenen Scanaufnahmen. Dies sind in der Regel Aufnahmen vom Ober- und Unterkiefer sowie der Bissregistrierung. Zu deren Abrechnung steht die GOZ-Ziffer 0065 zur Verfügung, welche jedoch nur maximal 4-mal pro Sitzung angesetzt werden kann.

Somit sind zusätzliche Scans zur Aufnahme der Ausgangssituation oder des Emergenzprofils zwar möglich, aber nicht in derselben Behandlungssitzung abrechenbar.

Zum Scannen selbst hat sich eine indirekte Raumbelichtung durch Tageslicht bewährt. Dies belegen Daten einer aktuellen Studie, welche für die Beleuchtungsstärke von 500 Lux eine signifikant höhere Genauigkeit der Scanergebnisse im Vergleich zur Abdunkelung bzw. Ausleuchtung durch die Lampe der Behandlungseinheit zeigt [1]. Da alle im Dentalmarkt vorhandenen Intraoralscanner lichtoptische Systeme sind, wird nur das aufgenommen, was mit dem Auge sichtbar ist. Bei der relativen Trockenlegung helfen Lippen-Wangen-Halter (z.B. OpraGate, Ivoclar Vivadent) und Dry Tips (Microbrush International). Zum Abhalten der Zunge sollten nichtreflektierende Spiegel verwendet werden oder aber Holzspatel als kostengünstige Alternative. Neben dem vom Hersteller empfohlenen Scanpfad ist der Scan möglichst in einem Fluss durchzuführen [5]. Dabei ist beim Scanvorgang von Vorteil, den Blick auf das im Bildschirm entstehende 3D-Modell zu richten und sich nicht ausschließlich auf den Mund zu konzentrieren. Einige Hersteller bieten inzwischen auch unterschiedliche Scanmodi an, die ein schnelleres Scannen erlauben bzw. im Sinne eines „Smart-Scanning“ (Primescan, Dentsply Sirona) oder „AI (Artificial Intelligence)-Scans“ (Trios3, 3Shape) schon während des Scanvorgangs irrelevante Bereiche wie Wange, Zunge und Watterolle herauschneiden.

Soll auf Grundlage eines Intraoralscans eine Restauration hergestellt werden, so sollte diese durch Markierung des betreffenden Zahnes definiert werden. Dies hat den Hintergrund, dass die Form des Scans im STL(Standard Tessellation Language)-Datenformat mittels aneinandergrenzender Dreiecksfacetten beschrieben wird. Je kleiner die Dreiecke, desto detaillierter wird die Form wiedergegeben. Damit der einzelne Intraoralscan zügig zwischen Behandler und Zahntechniker oder Scanner und Fräsmaschine ausgetauscht werden kann, muss der einzelne intraorale Datensatz möglichst klein sein. Somit werden nur die relevanten Bereiche detailliert dargestellt (**Abb. 1**).

Die meisten Intraoralscanner erfassen ausschließlich die statische Okklusion, welche über mindestens einen lateralen Scan erfolgt. Dabei wird die Kontaktfläche zwar gut dargestellt, die Kontaktstärke ist jedoch häufig nicht korrekt wiedergegeben [3]. Dies kann im klinischen Alltag zur Infrakklusion oder Suprakontakten

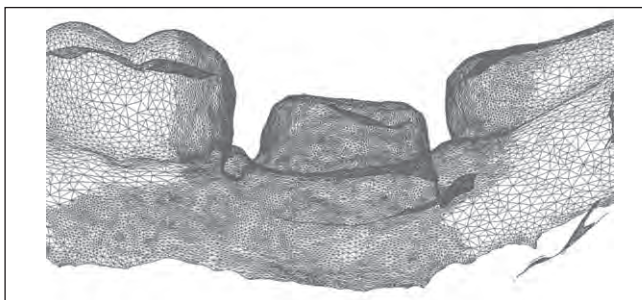


Abb. 1: Darstellung der unterschiedlich großen Dreiecksfacetten mit engerem Netz im Bereich des präparierten Zahnes.

führen, weshalb hier noch Verbesserungsbedarf besteht. Einige Hersteller ermöglichen die Aufnahme von Lateralbewegungen (z.B. Trios3). Allerdings müssen diese von der weiterverarbeitenden CAD-Software verwendet werden können. Auch wenn die Hersteller in den letzten Jahren ihre Systeme offener gestaltet haben und einen Austausch des STL-Formats ermöglichen, wird in diesem alleinig die Formgebung beschrieben. Nur wenn die Schnittstellen zwischen den einzelnen Herstellern und Geräten kompatibel zueinander sind, können zusätzliche Informationen wie Zahnfarbe, Lateralbewegungen oder Implantatpositionen sicher übertragen werden.

Wo liegen die Grenzen des Intraoralscans?

In den letzten Jahren haben zahlreiche Studien gezeigt, dass festsitzende Einzelzahn- und kleinere Brückenrestaurationen auf natürlichen Zähnen und Implantaten routinemäßig und problemlos zur Versorgung digital abgeformt werden können. Analysetools zeigen Substanzabtrag und Einschubrichtung, was die Behandlungsabläufe erleichtert und eine optimale Kontrolle der Präparation bereits am Patientenstuhl ermöglicht. Auch das Ausschneiden von bereits gescannten Abschnitten sowie das Nachscannen sind bei vielen Intraoralscannern möglich. Hingegen muss beim Ganzkieferscan die jeweilige Indikation berücksichtigt werden. Die Genauigkeit reicht heute zur Herstellung von zahnärztlichen Hilfsmitteln wie Modellen, Schienen oder Bohrschablonen aus, jedoch ist bei der festsitzenden (implantatgestützten) Ganzkieferversorgung die konventionelle Abformung der digitalen vorzuziehen [6]. Dies bedeutet nicht, dass nicht auch heute schon langspannige festsitzende Versorgungen auf Basis eines intraoralen Scandatensatzes hergestellt werden können, nur sind diese noch nicht für die alltägliche Restaurationsherstellung geeignet. Zur digitalen Abformung der Implantatposition werden sogenannte Scanbodies auf die Implantate geschraubt. Diese weisen eine individuelle Form auf und können so in der CAD-Software anhand von Implantatdatenbanken exakt positioniert werden (**Abb. 2**).

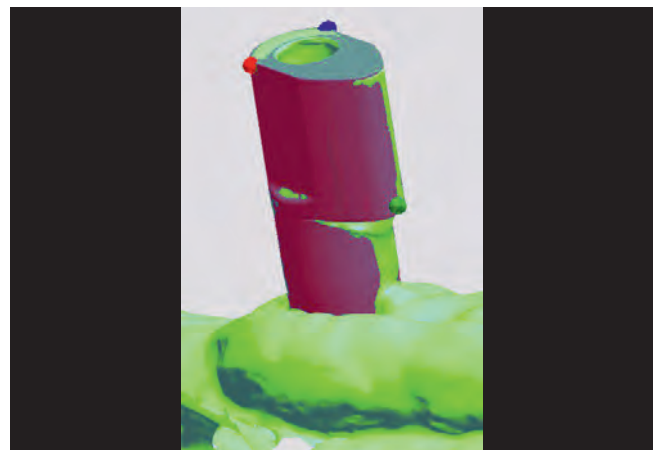


Abb. 2: Überlagerung des Intraoralscans (grün) mit dem in der CAD-Software hinterlegten Datensatz des Scanbodies (rot) zur Implantatpositionierung mittels 3-Punkt-Überlagerung.

Zunächst erfolgt der Scan des Emergenzprofils, um die Schleimhautverhältnisse abzuformen. Anschließend wird in einem 2. Scan die Implantatposition über die eingeschraubten Scanbodies bestimmt (**Abb. 3**). Die digitale Abformung von Implantaten reduziert die Behandlungszeit und -anzahl; infolgedessen steigt der Patientenkomfort [3]. Aufgrund der unterschiedlichen Implantatsysteme und Softwarepakete existiert eine riesige Auswahl an Scanbodies, Laboranaloge etc., welche die richtige Auswahl aller Komponenten erschweren kann. Deshalb sollte mit dem Dental-labor vor der digitalen Implantatabformung der korrekte Scanbody zum Übertragen der Implantatposition ausgewählt werden. Zu den unbekannten IOS-Anwendungsmöglichkeiten gehört der digitale Stiftaufbau. Mittels spezieller Scanposts (z.B. 3Shape, Kopenhagen, Dänemark; dental team GbR, Sulzbach-Rosenberg, Deutschland) wird – analog zum Scanbody beim Implantatscan – die Position des Stiftes erfasst. Es erfolgt zunächst der Scan des Stumpfes und danach ein 2. Scan mit inseriertem Scanpost (**Abb. 4**). Die Scanposts sind in unterschiedlichen Größen erhältlich und den jeweiligen Stiftpräpariersystemen angepasst [3]. Moustapha et al. zeigten für direkt gescannte Stiftpräparationen eine signifikant bessere Adaptation im Vergleich zu indirekt digitalisierten im Laborscanner bzw. konventionellen Stiftabformungen [6].

In Bezug auf herausnehmbaren partiellen Zahnersatz bietet der Intraoralscanner die Möglichkeit, durch sofortige Kontrolle der Einschubrichtung die Auflagen für eine Einstückgussprothese optimal präparieren zu können. Allerdings sollten ausreichend Restzähne für den Intraoralscan vorhanden sein (z.B. Körper-Gruppe B) [12]. Für den Anfang empfiehlt es sich, einige Versorgungungen im Oberkiefer herzustellen, da hier im Vergleich zum Unterkiefer der Anteil an befestigter Gingiva höher ist. Die bewegliche Schleimhaut kann durch den Intraoralscanner heute noch nicht korrekt aufgenommen werden, daher ist auch für Totalprothesen nur eine alleinige statische Abformung möglich. Somit sehen alle auf dem Dentalmarkt erhältlichen Systeme zur Herstellung einer digitalen Totalprothese zunächst eine konventionelle Funktionsabformung vor, die im Laborscanner digitalisiert wird [11].

Im Bereich der Kieferorthopädie hat gerade in der Erwachsenenbehandlung die Aligner-Technologie zugenommen. Insbesondere Patienten, die aufgrund einer Parodontalerkrankung Zahnfehlstellungen und -kippen aufweisen, unterziehen sich häufig prothetischen und kieferorthopädischen Behandlungen zur Optimierung von Funktion und Ästhetik [2]. Zur Behandlungsplanung und Herstellung der Schienen werden optimale Abformun-

gen des gesamten Zahnbogens benötigt. Jedoch weisen vor allem ältere Patienten, insbesondere nach einer Parodontaltherapie, zahlreiche Unterschnitte mit weiten Interdentalräumen auf. Konventionelle Abformungen stoßen hier häufig an ihre Grenzen, sodass die digitale Abformung hier signifikant bessere Ergebnisse zeigt [10].

Nach dem Scannen ist vor dem Scannen

Doch auch nach dem eigentlichen Scannen müssen 2 wichtige Aspekte beachtet werden: die Desinfektion des Intraoralscanners und die Archivierung der Scandaten. Hierbei erleichtern Touch-Bildschirme und glatte Oberflächen die Wischdesinfektion. Außerdem werden autoklavierbare Scanspitzen bzw. Einmalprodukte angeboten.

Vor einem Scannerkauf ist es ratsam, sich auch in diesem Bereich ausführlich zu informieren. In Bezug auf die Datenarchivierung zählen Intraoralscans zur zahnärztlichen Dokumentation und müssen in der Regel 10 Jahre gespeichert werden. Bei einem regelmäßigen Monitoring von 1.000 Patienten über einen Zeitraum von 10 Jahren sind das circa 500 GB Speicherkapazität, was als gering einzustufen ist. Jedoch verfügen die Intraoralscanner über eine begrenzte Speicherkapazität, sodass die Daten extern gespeichert werden sollten. Hierfür ist zwingend eine eindeutige Datenbeschriftung erforderlich.

Die „Benefits“ für die Patienten

Die Patienten profitieren von einer löffelfreien Abformung, dem Zeitgewinn und einem erhöhten Behandlungskomfort. Darüber hinaus bieten einige Hersteller Zusatzfunktionen ihrer Scanner, die in der Scansoftware implementiert sind [6]. So kann beispielsweise eine ästhetische Frontzahnrehabilitation mittels digitalem Mock-up simuliert werden (z.B. Smile Design, Trios3) (**Abb. 5**). Hierzu werden Fotoaufnahmen von den Zahnreihen des Patienten in die Software importiert und die Zahnform und -farbe können virtuell bestimmt werden. Zur Simulation von kieferorthopädischen Zahnbewegungen gibt es ein Tool zur Simulation des Behandlungsergebnisses (z.B. Itero Element 5D, Align Technology; Trios3, 3Shape). Teilweise können die Daten an eine Patienten-App versendet werden.

Inwieweit diese zusätzlichen Funktionen für den Praxisalltag sinnvoll sind, wird sich mit der Zeit zeigen. Spannender sind an dieser Stelle Entwicklungen zum Thema Patientenmonitoring. Die Idee ist, im jährlichen Recall jeweils einen Ganzkieferscan anzufertigen, der automatisch mit der vorherigen Situation überlagert wird [13]. Hier könnten Rechenalgorithmen Veränderungen (z.B. Zahnfleisch-



Abb. 3: Intraoral-scans zur prothetischen Implantatversorgung regio 34, 35.

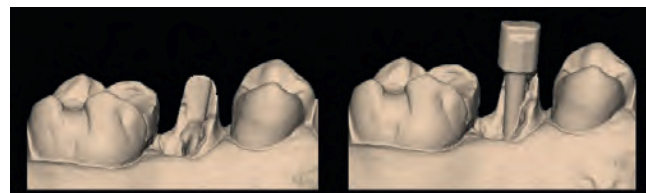


Abb. 4: STL-Datensatz zur digitalen Abformung eines Stiftaufbaus (links: 1. Scan zur Erfassung des Zahnstumpfes; rechts: 2. Scan zur Erfassung der Stiftposition mit einem Scanpost).

IvoSmile

Visualisierung ästhetischer
Behandlungsoptionen



**DER BEGINN
EINES SCHÖNEN
LÄCHELNS**



Mehr Informationen zur IvoSmile App sowie die Möglichkeit zum Download inklusive 30-tägiger kostenloser Testphase finden Sie unter:

blog.ivoclarvivadent.com/ivosmile



www.ivoclarvivadent.de

Ivoclar Vivadent GmbH

Dr. Adolf-Schneider-Str. 2 | D-73479 Ellwangen, Jagst | Tel. +49 7961 889 0 | Fax +49 7961 6326

**ivoclar
vivadent**
passion vision innovation



Abb. 5: Klinisches Patientenbeispiel zur Simulation einer Frontzahnrehabilitation mittels Smile Design (3Shape).

rückgang, Schwellungen, Zahnwanderungen) detektieren, bevor sie für den Behandler sichtbar sind. Auch nichtkariöse Zahnhartsubstanzverluste könnten so in Zukunft bereits im Initialstadium erkannt werden. Entwicklungen im Bereich der Kariesdiagnostik zeigten bereits einige Anbieter (z.B. Trios4, 3Shape; Itero Element 5D, Align Technology; Emerald S, Planmeca), die mit Transillumination bzw. Nahinfrarotlicht arbeiten. Inwieweit sich Intraoral-scanner im diagnostischen Bereich eignen, muss jedoch noch in klinischen Studien untersucht werden.

Fazit

Auf die Frage, wie die Zukunft der Zahnmedizin aussehe, antwortete Prof. Duret in dem eingangs genannten Interview, dass er einen Anstieg der Physik und Mathematik in der Ausbildung sieht, um die Grundlagen der digitalen Zahnheilkunde zu verstehen [3]. Inzwischen werden an vielen Universitäten theoretische und praktische Aspekte der digitalen Zahnheilkunde gelehrt. Allerdings sollte hierbei die Schulung wichtiger manueller Fertigkeiten nicht vernachlässigt werden. Für niedergelassene Zahnärzte gibt es zahlreiche Fortbildungsangebote. Neben praktisch orientierten Workshops sollte trotzdem die Theorie erlernt werden, um die Prozesse „hinter“ den Geräten zu verstehen und so einen für die eigene Zahnarztpraxis idealen digitalen Workflow aufbauen zu können. ■

Autoren: Dr. Maximiliane Amelie Schlenz,
Dr. Alexander Schmidt,
Prof. Dr. Peter Rehmann,
Prof. Dr. Bernd Wöstmann der Justus-Liebig-Universität
Gießen, Universitätsklinikum Gießen und Marburg

Literaturverzeichnis unter www.zmk-aktuell.de/literaturlisten

Bilder, soweit nicht anders deklariert: © Dr. Schlenz

Dr. Maximiliane A. Schlenz

2010–2015 Studium der Zahnheilkunde an der Justus-Liebig-Universität Gießen
2015 Approbation als Zahnärztin
2016 Vorbereitungsassistentin in Zahnarztpraxis
Seit 2016 Wissenschaftliche Mitarbeiterin/Zahnärztin an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Justus-Liebig-Universität Gießen
In 2018 Dissertation zum Thema „Langzeitstabilität monolithischer CAD/CAM-Materialien“
2017–2019 Berufsbegleitender Masterstudiengang „Zahnmedizinische Prothetik“ der Universität Greifswald



Dr. Maximiliane Amelie Schlenz

Zentrum für ZMK-Heilkunde
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Justus-Liebig-Universität Gießen
Universitätsklinikum Gießen und Marburg
Schlangenzahl 14
35392 Gießen
maximiliane.a.schlenz@dentist.med.uni-giessen.de

Modellscanner versus Intraoralscanner



Dass sich Zahnarztpraxen und Dentallabore zusehends digitalisieren müssen, ist spätestens seit der diesjährigen IDS klar. Der digitale Workflow startet bei vielen Praxen bereits bei der Anamneseerhebung, indem die Patienten den Erhebungsbogen via Tablet im Wartezimmer ausfüllen. Der digitale Weg setzt sich fort z.B. beim Scannen der Zahnsituation des Patienten am Behandlungsstuhl. Die hierfür zum Einsatz kommenden Intraoral-scanner können für unter 20.000 Euro erworben werden. Die gescannten Daten werden im STL-Format an das Dental- oder Praxislabor weitergegeben.

Alternativ kann aber auch auf die altbewährten Modellscanner zurückgegriffen werden. In diesem Fall startet der digitale Workflow erst nach dem Erstellen des Modells. Ausgangsformat sind ebenfalls STL-Dateien. Diese Modellscanner sind bereits ab 9.000 Euro erhältlich und je nach Anforderung eine gute und richtige Wahl. Diese gewonnenen Scandaten werden sofort mit der entsprechenden CAD-Software verarbeitet. Die Software chairsideCAD von exocad ermöglicht, Wizard-geführt Zahnersatz zu designen und je nach Indikation zu prüfen. Die erstellten Datensätze werden danach automatisiert an die integrierte CAM-Software übergeben die automatisch die Daten berechnet.

Das Können entscheidet

Ob die Arbeiten nun im Praxislabor bearbeitet oder digital an das Zahntechniklabor weitergegeben werden, hängt von den Möglichkeiten der jeweiligen Praxis ab.

Auf die Fräse, fertig, los?

Im Wizard-geführten Arbeitsprozess werden die Daten im Handumdrehen berechnet und auf digitalem Weg z.B. wifi an die Fräsmaschine übergeben, die dann bestimmt, in welchem Umfang die Fräsarbeiten durchgeführt werden können.

Das Frässystem CORITEC one von der Firma imes-icore GmbH wurde speziell für Praxislabore zur Herstellung von sogenannten „Same day“-Restaurationen konzipiert. Das lediglich 38 cm

breite Fräsgesät CORITEC one findet ohne Weiteres in jedem Praxislabor oder Behandlungszimmer Platz. Es ist keine externe Druckluft erforderlich, lediglich ein Stromanschluss muss vorhanden sein. Das System ermöglicht ein schnelles und effektives Fräsen und Schleifen von CAD/CAM-Blöcken aller Art, bis hin zu Blöcken für dreigliedrige Restaurationen. Ein besonderes Highlight des Systems ist die Bearbeitung von vorgefertigten (präfabrizierten) Implantat-Abutments in Titan. Das Frässystem CORITEC one kann bereits ab 24.000 Euro erworben werden, und hat daher eine kurze Amortisationszeit.

Eine Fräsmaschine nur für Techniker?

Fräsmaschinen, die speziell für das Praxislabor konzipiert sind, bestehen durch ihre einfache Bedienung, denn via Touchscreen wird genau angezeigt, was Step by Step zu tun ist. Zum Beispiel wird angezeigt, welches Material und Werkzeug für den jeweils ausgewählten Patientenfall benötigt werden und wo diese in die Maschine einzubringen sind. Es sind somit keine langwierigen und zeitraubenden Schulungen des Personals erforderlich.

Es gilt somit: Das Material einsetzen, den richtigen Job auswählen und die Maschine starten. Im Schnitt ist ein Fräs/Schleifvorgang nach 15 Minuten, je nach Arbeitsauftrag, abgeschlossen. Danach kann der fertige Zahnersatz eingesetzt werden. Komplexere Arbeiten können je nach Know-how innerhalb des Praxislabors selbst erstellt oder aber direkt an Dentallabore übertragen werden. Beides trägt zur Flexibilität und Kosteneffizienz bei der Zahnersatzanfertigung bei.



Nähere Informationen bei:

imes-icore GmbH
Im Leibolzgraben 16
36132 Eiterfeld
info@imes-icore.de, www.imes-icore.de

Künstliche Intelligenz zur Bildanalyse in der Zahnmedizin – Wunsch oder Wirklichkeit?

Bildgebung in der zahnmedizinischen Diagnostik

Bildgebende Diagnostik ist aus der Zahnmedizin nicht wegzudenken: Allein in Deutschland werden jedes Jahr ca. 55 Millionen zahnärztliche Röntgenbilder angefertigt; die Zahnmedizin fertigt mehr Röntgenbilder an als fast alle anderen medizinischen Disziplinen zusammen [12,2]. Dazu kommen weitere Bildgebungsverfahren wie Fotografie, intraorale Kameras oder dreidimensionale Scanner. In der Karies- und Parodontitisdiagnostik, der Endodontie, der Herstellung vor allem von keramischen Restaurationen und Zahnersatz, der chirurgischen Diagnostik und Therapieplanung sowie der kieferorthopädischen Planung und Verlaufskontrolle sind bildgebende Verfahren allgegenwärtiger Bestandteil der täglichen Praxis.

Gerade die Diagnostik in der Zahnmedizin setzt stark auf Bildgebung; approximale Karies, parodontaler Knochenabbau, apikale Läsionen und anatomische Strukturen werden oft bildgebend, vor allem röntgenologisch, detektiert und/oder beurteilt. Allerdings leiden diese Diagnostikverfahren (wie auch andere, nicht bildgebende Verfahren, z.B. die visuell-taktile Kariesdetektion oder die parodontale Sondierung) an einer bedingten Validität; sie unter- oder überschätzen oft das Vorhandensein oder den Schweregrad einer Erkrankung (einer kariösen Läsion, eines parodontalen Knochenabbaus etc.). Oftmals ist die Diagnostik zudem erfahrungsabhängig; erfahrene Untersucher zeigen bessere diagnostische Ergebnisse. Zwischen verschiedenen Untersuchern kommt es regelmäßig zu einer diagnostischen Abweichung; die Reliabilität röntgenologischer Diagnostiken ist begrenzt. Im Ergebnis kommen verschiedene Untersucher zu verschiedenen Diagnosen und Therapien. Weiterhin ist die Befundung von Bildmaterial aufwendig. Die vollständige Beurteilung einer Panoramaschichtaufnahme ist zeitintensiv, müssen doch eine große Zahl anatomischer Strukturen (Kieferknochen, Kiefergelenke, Kieferhöhlen) beurteilt, die Zahl und der Zustand der Zähne untersucht und etwaige pathologische Auffälligkeiten (Karies, Knochenabbau, apikale Läsionen) bzw. ihre röntgenologischen Zeichen (überwiegend Aufhellungen, bei Speichelsteinen oder odontogenen Tumoren etc. aber auch Verschattungen) detektiert und bewertet werden. Die Dokumentation dieser Befunde sollte zudem systematisch und detailliert sein, um Verlaufskontrollen zu ermöglichen, eine Therapieplanung darauf aufzubauen und um forensisch abgesichert zu sein. Gerade die Verlaufskontrolle ist oftmals nicht einfach, denn viele Bilder werden nicht standardisiert angefertigt und können demnach z.B. nur bedingt verglichen werden.

Zusammenfassend sind bildgebende Verfahren in der Zahnmedizin unverzichtbar, diese leiden aber an teils stark begrenzter Validität und Reliabilität. Zudem ist für eine evidenzgestützte, indi-

vidualisierte und risikoadjustierte Therapie eine ausgiebige, systematische Befundung und Dokumentation und die Verknüpfung dieser Befunde mit anderen Daten, z.B. aus dem klinischen Befund, nötig. Hier kann der Einsatz von Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI, engl. Artificial Intelligence [AI]) zukünftig Unterstützung leisten.

Künstliche Intelligenz: Was ist das?

Der Begriff „Künstliche Intelligenz“ kam erstmals in den 50er-Jahren des letzten Jahrhunderts auf (**Abb. 1**). Schon damals erzeugte die Idee, Maschinen zu entwickeln, die in der Lage sind, Aufgaben zu übernehmen, die normalerweise nur von Menschen zu bewerkstelligen sind, Begeisterung (aber auch Abwehr). Grundlage ist die Entwicklung eines mathematischen Modells, die neuronale Einheit („neural unit“), das inspiriert vom menschlichen Gehirn die Funktionsweise einer Nervenzelle nachahmt [17].

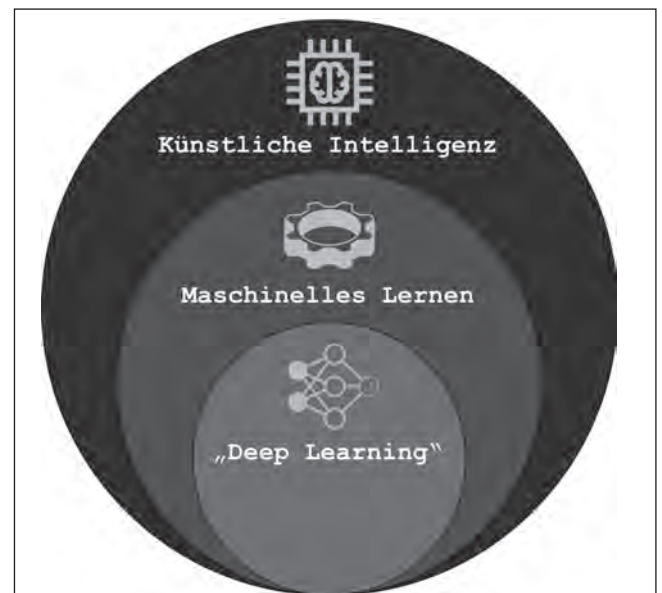


Abb. 1: Als KI versteht man Maschinen, die in der Lage sind, Aufgaben zu übernehmen, die normalerweise nur von Menschen zu bewerkstelligen sind. Maschinelles Lernen ist eine Unterkategorie in der KI-Forschung, in der es darum geht, in Daten statistische Muster und Strukturen zu erkennen, die es erlauben, Vorhersagen für bisher nicht gesehene Daten zu treffen. „Deep learning“ ist eine Ausprägung des maschinellen Lernens, in der vielschichtige (tiefe) neuronale Netzwerke trainiert werden, um Zusammenhänge in den komplexen Datenstrukturen (z.B. Bilddaten oder Sprache) zu erlernen (Icons von Luisa Iborra, Freepik und Sachin Modgekar).

Kurz darauf erfolgte die Weiterentwicklung dieses Modells, indem einzelne neuronale Einheiten kombiniert wurden, um ein künstliches neuronales Netzwerk (Artificial Neural Network [ANN oder kurz NN]) zu schaffen. Seit diesem Meilenstein in der KI-Forschung kam es immer wieder, auch getrieben durch überzogene Erwartungen und technische Limitationen (z.B. die Rechenleistung von Computern), zu Rückschlägen und einem Vertrauensverlust in die Leistungsfähigkeit neuronaler Netzwerke (sog. „AI Winter“). Aktuell befinden wir uns in einer Phase der KI-Forschung, in der die Erwartungen enorm hoch und die Verheißungen vielversprechend sind. Das gilt insbesondere deshalb, da aktuell 3 Trends zu einer Gemengelage führen, die bessere Bedingungen als jemals zuvor in der Geschichte der KI-Forschung schafft.

1. Die Datenexplosion im digitalen Zeitalter: Allein im Gesundheitssektor nimmt die erzeugte Datenmenge jährlich um 48% zu. Im Jahr 2020 sollen in etwa 2.300 Exabytes (eine Zahl mit 18 Nullen!) an gesundheitsbezogenen Daten existieren [21].
2. Die enorme Steigerung der Rechenkapazitäten durch Anwendung spezialisierter Chips (in der Regel Grafikkartenchips oder Weiterentwicklungen davon).
3. Die Verbesserung von Algorithmen, die es ermöglichen, immer komplexere und tiefere Netzwerkarchitekturen – daher der Begriff „deep learning“ – zu trainieren [13].

Um neuronale Netzwerke in nützliche Werkzeuge zu überführen, müssen diese mit Daten trainiert werden. Hierfür wird das

mathematisches Modell, welches eine lineare Funktion mit einer nichtlinearen Funktion kombiniert. Die lineare Funktion besteht aus einer bestimmten Anzahl von Eingangswerten und entsprechenden Gewichten (in der klassischen Statistik würde man von Koeffizienten sprechen), die multipliziert und dann aufsummiert werden. Das biologische Pendant hierzu sind der neuronale Zellkörper und die Dendriten (Zellfortsätze). Das Ergebnis dieser an sich sehr einfachen Berechnung wird daraufhin an eine nichtlineare Funktion weitergegeben, die diesen Wert transformiert. Hierzu eignet sich eine ganze Reihe von Funktionen, wie z.B. eine Sigmoid-Funktion oder die ReLU-Funktion („rectified linear unit“). Das biologische Pendant hierzu sind das Axon und die Synapsen, die ein Signal in seiner Stärke modulieren oder es nur unter bestimmten Bedingungen weiterleiten (**Abb. 2**).

Die Besonderheit ist nun, dass eine ausreichend große Anzahl an neuronalen Einheiten, kombiniert in Form eines Netzwerks (meist in Form vieler Schichten), jeden noch so komplexen Zusammenhang von Eingangswerten abbilden kann [22]. Die Aufgabe des Trainingsprozesses ist, die freien Parameter und die Gewichte so lange iterativ anzupassen, bis das neuronale Netzwerk bestmöglich in die Lage versetzt wurde, die zur Verfügung stehenden Eingangsdaten zu repräsentieren, um bestmögliche Vorhersagen für bisher nicht gesehene Daten zu treffen.

Eine besondere Form neuronaler Netzwerke findet Anwendung im maschinellen Sehen („computer vision“). Aufgaben in diesem Feld sind u.a., Bilddaten zu klassifizieren oder Objekte in einem

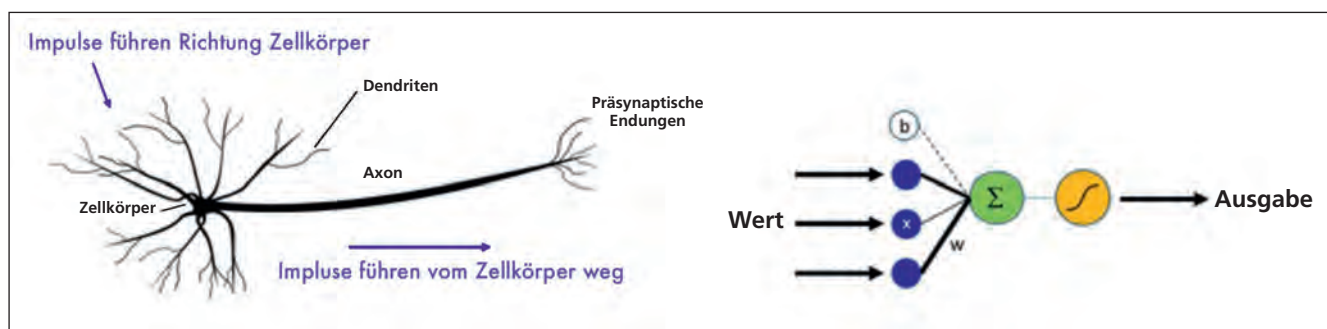


Abb. 2: Die neuronale Einheit (rechts) ist der grundlegende Baustein des neuronalen Netzwerks. Sie ist ein mathematisches Modell, das durch das menschliche Neuron (links) inspiriert wurde. Kombiniert in Form eines Netzwerks und trainiert mit ausreichend Daten, ist dieses Modell in der Lage, auch komplexe Zusammenhänge von Eingangswerten abzubilden. (Abb. modifiziert nach F. Peruchio bzw. A. Bornstein)

neuronale Netzwerk wiederholt sowohl mit Daten als auch dem zu erwartenden Ergebnis gefüttert. Das Ziel dieser speziellen Form des Lernens, dem sogenannten überwachten Lernen („supervised learning“), ist es, über Iteration und Wiederholung das neuronale Netzwerk dazu zu bringen, (statistische) Muster und Strukturen in den Daten zu erkennen. Ist dieser Lernprozess erfolgreich, ist das neuronale Netzwerk in der Lage, für bisher nicht gesehene Daten Vorhersagen zu treffen.

Um den Prozess des Trainings zu verstehen, muss man den grundlegenden Baustein des neuronalen Netzwerks, die neuronale Einheit, verstehen (**Abb. 2**). Die neuronale Einheit ist ein

Bilddatensatz zu detektieren, um sie daraufhin zu klassifizieren (**Abb. 3**). Für diese Aufgabe kommen sogenannte konvolutionäre neuronale Netzwerke („convolutional neuronal networks“) zur Anwendung. Sie besitzen eine besondere Eigenschaft, nämlich, dass die Netzwerkgewichte im Wesentlichen Bildfilter darstellen, die in der Lage sind, Farben, Kanten, Ecken, Rundungen, Strukturen und komplexere Formen zu erlernen. Kombiniert man diese Bildfilter mit Elementen eines klassischen neuronalen Netzwerks, ist es möglich, u.a. Bilder zu klassifizieren sowie Objekte wie z.B. menschliche Gesichter auf Bildern oder in Videos zu erkennen sowie deren empathischen Ausdruck zu kategorisieren [13].



Abb. 3: Klassische Aufgaben im Bereich des maschinellen Sehens: Von links nach rechts nimmt der Komplexitätsgrad der Aufgabe zu. 1. Bildklassifikation, 2. Lokalisation und Klassifikation, 3. Objektdetektion, 4. pixelweise Bildsegmentierung. (Quelle: NVIDIA, Deep Learning Institute).

KI in der (Zahn-)Medizin

Techniken des maschinellen Lernens und im Speziellen des maschinellen Sehens wurden bisher erfolgreich in der Medizin, zum Beispiel der Ophthalmologie und Dermatologie, eingesetzt [1,5,6,16]. In diesen Fachgebieten konnten diese Techniken teilweise gleich gute oder sogar bessere Genauigkeiten realisieren als Experten des jeweiligen Faches. Die eingesetzten neuronale Netzwerke wurden teils auf mehreren Zehntausend Bildern trainiert; dabei wurden mitunter Zehn- oder Hunderttausende von Bildbewertungen vorgenommen (weil ein Bild durch mehrere Untersucher befundet wurde). Auch in der Radiologie, z.B. zur Befundung von Lungenröntgenaufnahmen, werden diese Techniken mittlerweile angewandt.

Neuronale Netzwerke sind besonders geeignet für eng definierte Spezialaufgaben. Das heißt umgekehrt, dass es für jede Aufgabe ein spezialisiertes neuronales Netzwerk entwickelt werden muss. Um wirklich umfänglich Bildmaterial auf verschiedenste Pathologien hin befunden zu können, sind daher verschiedenste neuronale Netzwerke und ein großer Befundungsaufwand notwendig. Sind diese neuronale Netzwerke jedoch einmal trainiert, können schnell auch große Bilddatensätze analysiert werden.

Auch in der Zahnmedizin sind diese Techniken bereits in Studien eingesetzt worden. So wurde beispielsweise die Detektion und Klassifikation von Zähnen auf zahnmedizinischen Röntgenbildern, unter anderem Panoramaschichtaufnahmen, erprobt [10,11]. Hierbei scheinen neuronale Netzwerke in der Lage zu sein, Zähne auf solchen Bildern zu detektieren und mit hoher Genauigkeit den korrekten Zahnnummern zuzuordnen. Eine solche Klassifikation ist Grundlage für die anschließende zahnbezogene Befundung und Dokumentation – und technisch nicht unbedingt weniger anspruchsvoll als die Detektion und Klassifikation von Pathologien (was die Unterschiede zwischen menschlichem und maschinellern Lernen und Erkennen verdeutlicht – Zahnärzte sehen die Zahnerkennung auf solchen Bildern sicher nur selten als Schwierigkeit an!). Auch Restaurationen und weitere nichtpathologische – aber eben auch nicht natürliche – Strukturen können durch neuronale Netzwerke detektiert werden (**Abb. 4**).

Auch sind neuronale Netzwerke in der Lage, bestimmte Pathologien zu erkennen. So konnten auf Einzelbildern und auch auf Panoramaschichtaufnahmen parodontaler Knochenabbau sowie auf letzteren Bildmaterialien auch apikale Läsionen mit relativ hoher Genauigkeit detektiert werden [3,10,11,15]. Auch wurden neuronale Netzwerke für die Detektion von Karies auf Bissflügelaufnahmen genutzt [14]. Die entwickelten neuronalen Netzwerke sind ungefähr ebenso genau wie erfahrene Vergleichszahnärzte. Allerdings sind sie selten deutlich besser und sicherlich sind zahnärztliche Spezialisten momentan mindestens genauso exakt oder sogar genauer als neuronale Netzwerke, wenn sie ausreichend Zeit für die Befundung haben und eine entsprechende Systematik an den Tag legen. Gerade die Zeitdauer, die zur Befundung zur Verfügung steht, hat einen dramatischen Einfluss auf die Genauigkeit; ebenso hat die Erfahrung eines Zahnarztes einen relevanten Einfluss hierauf. Zusammenfassend sind diese Techniken gerade in der Medizin bereits Gegenstand intensiver Forschungsbemühungen. In der Zahnmedizin stecken sie noch in den Kinderschuhen; insgesamt sind die bisherigen Ergebnisse aber auch hier vielversprechend. Wenig untersucht sind allerdings die Robustheit dieser Modelle und die möglichen Verzerrungen, denen ihre Ergebnisse unterliegen.

Offene Fragen und Risiken

So sind gerade im Prozess der Generierung der Daten, die den neuronalen Netzwerken zugrunde liegen, und damit auch in der Belastbarkeit und Verallgemeinerbarkeit des neuronalen Netzwerks zahlreiche Aspekte nicht immer klar:

1. Viele in der Zahnmedizin angewandte neuronale Netzwerke sind auf relativ kleinen Fallzahlen bzw. Datensätzen entwickelt worden [4]. Teilweise sind sie nur innerhalb dieses Datensatzes „naiv“ überprüft worden (die berichteten Genauigkeiten geben an, wie gut das neuronale Netzwerk den vorhandenen Datensatz gelernt hat, nicht aber, wie gut es mit diesen Informationen auf „neuen“ Daten funktioniert) oder durch sogenannte Kreuzvalidierung (ein immer neuer Teil des Datensatzes wird zufällig

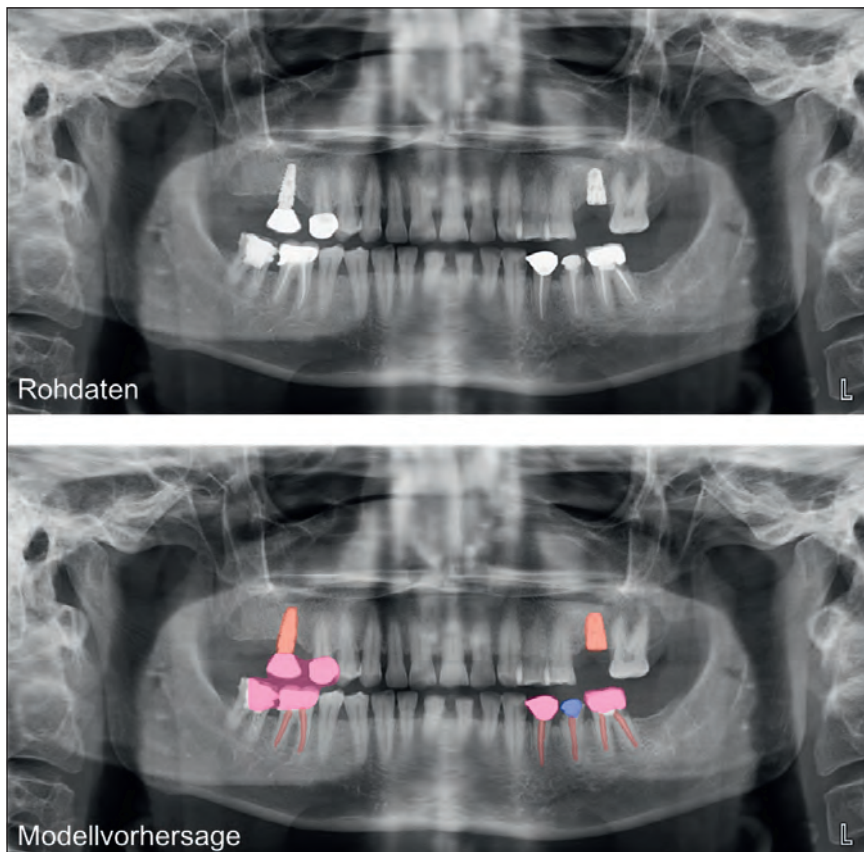


Abb. 4: Erkennung von Restaurationen durch neuronale Netzwerke auf Panoramaschichtaufnahmen. Oben: der Rohdatensatz; unten: die durch das neuronale Netzwerk erkannten Strukturen (Vorhersagen). Verschiedene Farben codieren verschiedene Restaurationstypen. Grenzfälle sind von Systemen dieser Art teilweise schwer zu diskriminieren, beispielsweise ist die Restauration auf 47 als Krone identifiziert worden.

nicht in das Training mit einbezogen, sondern „beiseite“ gelegt und dann zum Testen eingesetzt). Eine Validierung auf einem komplett anderen Datensatz (z.B. einem Datensatz aus einer anderen Klinik, einer anderen Bevölkerungsgruppe oder Ethnie oder an Daten, die mit anderen bildgebenden Verfahren/Geräten generiert wurden) ist bisher nicht erfolgt.

2. Auch im Berichtswesen dieser Studien herrschen wenige Standards. So bleibt oft unklar, welche Patienten beziehungsweise welches Bildmaterial in die endgültigen Datensätze aufgenommen wurden, also welche Ein- und Ausschlusskriterien angelegt wurden, und wie diese die neuronale Netzwerke beeinflussen. Im Ergebnis ist selten klar, ob die generierten neuronale Netzwerke auch auf andere Population übertragbar und frei von Verzerrungen sind. Auch werden häufig verschiedene Metriken zur Beschreibung der Modellgenauigkeit eingesetzt; teilweise sind diese in der medizinischen Domäne wenig bekannt und medizinisch nützliche Metriken wie Vorhersagewerte werden nicht berichtet [4]. Mitunter wird bei der Darstellung der Modellergebnisse zudem nicht deutlich, ob die Modelle wirklich nützlich sind: So sind selbst Modelle, die teilweise hohe Genauigkeiten („accuracy“) aufweisen, mitunter nicht nützlicher als einfaches Raten. So ist es beispielsweise bei relativ seltenen Pathologien (z.B. apikalen Läsionen in jüngeren Bevölkerungsgruppen) durchaus möglich, mit der Annahme, ein Zahn oder Patient weist keinerlei apikale Läsionen auf, hohe Genauigkeiten zu erzielen – ganz einfach, weil die Wahrscheinlichkeit eines solchen Befundes so hoch ist. Ein Modell, das immer „gesund“ annimmt bzw. vorhersagt, ist allerdings klinisch wenig nützlich.

3. Ein allgemeines Problem bei vielen Studien in diesem Feld ist die Frage des „Goldstandards“ beziehungsweise Referenztests. Üblicherweise werden diagnostische Tests (z.B. Biomarker) gegen einen Goldstandard getestet, der die „Wahrheit“, also den wahren Erkrankungszustand, mit hoher Genauigkeit erfasst. So wurden beispielsweise in zahlreichen In-vitro-Studien neue Kariesdetektionsmethoden gegen einen histologischen oder mikroradiografischen Standard geprüft, unter der Annahme, diese Methoden würden mit hoher Sicherheit anzeigen, ob Karies vorhanden ist (den wahren Gesundheitszustand eines Zahnes also gut beschreiben). In Studien, wie sie im Bereich der medizinischen KI-Forschung jedoch häufig sind, ist dies nicht immer möglich: Der ganz überwiegende Teil des Bildmaterials, an dem die neuronale Netzwerke trainiert und getestet werden, stammt aus der klinischen Routineerfassung. Eine histologische oder mikroradiografische, also zerstörende Analyse und damit eine sichere Feststellung, ob Karies vorhanden ist oder nicht, ist hier nicht möglich. In den beschriebenen Studien kommt ein anderes Prinzip zum Tragen: Statt „eines“ Standards werden viele Standards eingesetzt, oftmals bewerten (annotieren) mehrere (teilweise deutlich mehr als 5) erfahrene Zahnärzte dasselbe Bild. Hierdurch erhofft man sich, die Ungenauigkeit, die durch die subjektive Befundung durch einzelne Zahnärzte in das Modell eingetragen würde, zu reduzieren (der einzelne Zahnarzt ist ein relativ ungenauer Referenztest und das neuronale Netzwerk, das an den so gewonnenen Daten trainiert würde, kann nie besser sein als dieser einzelne Zahnarzt). Die Logik ist also: Umso mehr Zahnärzte ein Bild befundet haben, umso besser die Qualität des daraus erwachsenden Referenztests und damit des zu entwickelnden neuronalen Netzwerks.

Allerdings stellen sich auch hier diverse Fragen. Unter anderem ist unklar, nach welchen Regeln aus diesen Mehrfachbefunden nun die „Wahrheit“ (Zahn krank oder gesund) generiert werden soll. Soll es z.B. eine Mehrheitsentscheidung geben? Wenn ja, mit welchem Mehrheitsvotum? Werden nur Bilder, bei denen 70% oder

80% der Zahnärzte denselben Befund festgelegt haben, in den Datensatz miteinbezogen und alle anderen Daten verworfen? Was würde dies allerdings für das Verzerrungsrisiko bedeuten, dem das Modell und seine Ergebnisse unterliegen, was für die Generalisierbarkeit? Um die Schwierigkeiten dieser „ungenauen“ (englisch „fuzzy“) Goldstandards abzuschwächen, wird empfohlen, möglichst weitere Tests zur sogenannten Triangulation einzusetzen [20]. So kann bei der Kariesbefundung zusätzlich zur Mehrfachbewertung des Röntgenbildes auch eine klinische Untersuchung eingesetzt werden, bei der beispielsweise die Zähne approximal separiert wurden, um auch die Approximalflächen visuell beurteilen zu können. Bei Röntgenbildern, auf denen parodontaler Knochenabbau detektiert werden soll, können neben der röntgenologischen Befundungen Attachmentverlustmessungen oder andere klinische Messungen (intraoperative Knochenbefunde, bone sounding) erhoben werden. Sollen apikale Läsionen detektiert werden, könnte beispielsweise der Sensibilitätsstatus eines Zahnes in die Bewertung, ob eine Läsion wahrscheinlich oder eher unwahrscheinlich ist, mit einbezogen werden. Allerdings sind auch all diese Tests ungenau und mit Fehlern behaftet. Insgesamt stellt die Herstellung eines Referenztests beziehungsweise Goldstandards eine große Herausforderung dar.

4. Schlussendlich müssen sich neuronale Netzwerke auch dem Vorwurf aussetzen lassen, eine „Black Box“ zu sein: Durch deren zugrunde liegende komplexe mathematische Struktur ist es nicht möglich, ohne Weiteres darauf zu schließen, welche Bildkomponenten (sogenannte „Features“) von dem Modell bei seinen Entscheidungen (z.B. Karies vorhanden/nicht vorhanden) verwendet werden. Dies macht diese Modelle anfällig für unbeobachtete Verzerrung: Möglicherweise werden nicht jene Features, die Ärzte und Zahnärzte zur Entscheidung heranziehen, eingesetzt, sondern Artefakte. Dies hätte gravierende Konsequenzen, wenn das Modell an anderen Daten als den Trainingsdaten (wo es offensichtlich mit dem Lernen von Artefakten erfolgreich war) eingesetzt würde [18,7].

Mittlerweile gibt es eine Reihe von Visualisierungstechniken, mit denen die vom neuronalen Netzwerk angesprochenen Bildbereiche (Features) dargestellt werden können; zudem existiert eine Vielzahl von Methoden, mit denen etwaige Verzerrungen detektiert werden sollen. Gerade bei der Visualisierung der vom Modell eingesetzten Features sollte aber berücksichtigt werden, dass diese Modelle möglicherweise wirklich Muster erkennen, die

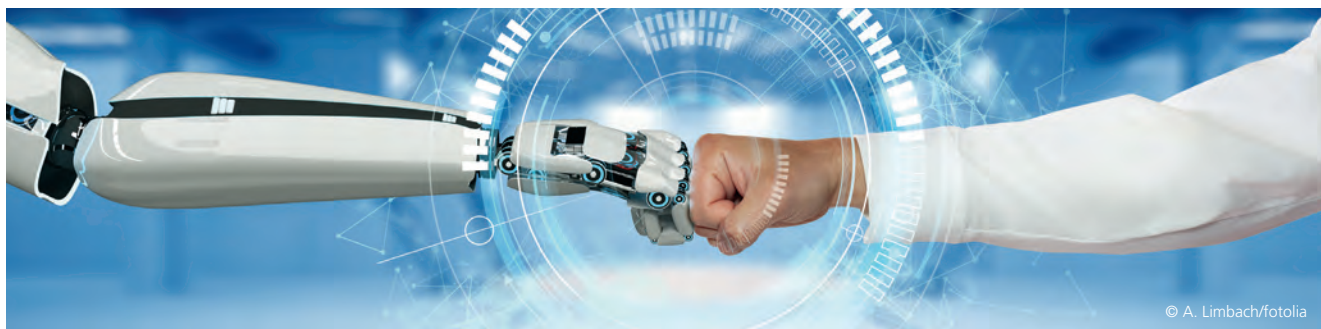
dem menschlichen Auge nicht zugänglich sind: Eine mangelnde Logik aus unserer Sicht muss deshalb nicht zwingend für eine Verzerrung des Modells sprechen, sondern kann eine „superhumane“ Genauigkeit anzeigen. Nichtsdestotrotz sollten solche Befunde stets kritisch hinterfragt werden. In der Zahnmedizin sind die Bemühungen in Richtung „explainable artificial intelligence“ (also des „Öffnens“ der Black Box) bisher kaum ein Thema.

Zukünftige Entwicklungen

Auch wenn sich momentan zahlreiche Fragen hinsichtlich der Robustheit und Generalisierbarkeit von KI-Modellen in der Medizin und Zahnmedizin stellen und auch wenn die meisten Modelle bisher nicht besser, aber ähnlich genau wie menschliche Experten sind, lassen die Entwicklungen der letzten Jahre viel Potenzial erwarten. Insgesamt kumulieren zurzeit 3 Trends, die die Medizin und Zahnmedizin womöglich verändern, wenn nicht sogar revolutionieren könnten (bei Letzterem ist allerdings Vorsicht angezeigt: Übertriebene Hoffnungen sind in der Vergangenheit nicht mit zeitnahen klinischen Verbesserungen belohnt worden; so sind in der Zahnmedizin die Früchte der „Omics“-Technologien bisher in der Routineversorgung nicht greifbar geworden).

Die 3 Trends sind:

1. Massiv gesteigerte technische Möglichkeiten, u.a. durch den Einsatz immer leistungsfähiger werdender Prozessoren oder auch der Übertragung von Erkenntnissen aus anderen Bereichen der KI-Forschung (Techniken, Modellen und Algorithmen) in die Zahnmedizin.
2. Umfänglichere Befunddaten: Große Datensätze, die verschiedene Diagnoseverfahren im selben Patienten vereinen (z.B. Anamnesedaten, klinische Befunde, klassische Röntgenbilder, DVT-Bilder, Scans oder Fotos) und Patienten über längere Zeiträume nachverfolgen, erlauben ein bisher nicht mögliches „tiefes“ Verständnis des einzelnen Patienten; auch die genannten „Omics“-Technologien (Genomanalysen, Speichelproteomanalysen, Mikrobiomanalysen) werden zunehmend eine Rolle spielen, um ein besseres „Systemverständnis“ zu erlangen (Systembiologie).
3. Explodierende Daten, die Patienten selbst generieren und für ihre Gesundheitsfürsorge zur Verfügung stellen (z.B. über „Wearables“, also tragbare Sensoren, oder routinemäßig aufgezeichnete Gesundheitsdaten, wie sie viele Telefone heute sammeln; [9]).



Die Kombination dieser 3 Trends soll helfen, das Zeitalter der sogenannten stratifizierten Medizin, in der Patienten in Risikogruppen wie „hohes“ oder „niedriges“ Kariesrisiko eingruppiert werden, zu überwinden. Stattdessen sollen Patientenprofile durch die Erfassung der genannten diversen Daten deutlich genauer werden und jeder einzelne Patient eine für ihn individualisierte Diagnostik und Therapie erfahren. Dies soll ermöglichen, Patienten sicherer, risikoärmer und erfolgreicher behandeln zu können (personalisierte bzw. Präzisionsmedizin) (**Abb. 5**). Ebenso wird es dem individuellen Patienten zukünftig vermehrt möglich sein, seinen Gesundheitszustand zu „erleben“ und zu steuern: Patienten werden zunehmend Teil der medizinischen Versorgung, statt diese rein passiv zu „empfangen“ (partizipatorische Medizin). Die neuen Technologien sollen zudem ermöglichen, Erkrankungen früher, teilweise vor ihrem „Ausbruch“, zu erkennen und zu verhindern (Präventive statt vor allem kurative Medizin: Die Zahnmedizin ist hier bereits Vorreiter! [8,9]).

KI wird zudem die Medizin dorthin bringen können, wo sie bisher nicht möglich ist. Durch Kostenreduktion sowie der Befähigung zur „Selbstdiagnose“ (mit allen Risiken!) oder der Diagnose durch Hilfspersonal wird eine basale medizinische Versorgung möglicherweise in ländlichen Arealen großer Flächenstaaten oder generell in unterversorgten Regionen gesi-

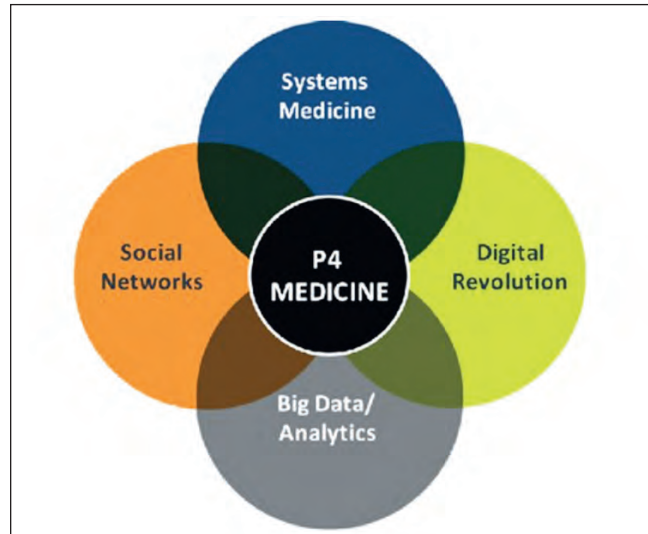


Abb. 5: In der sogenannten „P4-Medizin“ kommen Daten aus Sozialen Netzwerken, der Systemmedizin/-biologie sowie weitere große Datenquellen (Versicherungsdaten etc.; „Big Data“) zusammen und werden durch die explodierenden Möglichkeiten der Digitalisierung verstärkt [8]. Das Ergebnis ist eine präzisere und personalisierte Medizin, die sich der Prävention verstärkt widmet und dabei den Patienten miteinbezieht (Partizipation) [9].

– Anzeige –



Die Zukunft der Occlusionsprüfung

Unsere Vision und Herausforderung war es, die traditionelle Occlusionsprüfung mit der digitalen Darstellung der Kaukraft zu kombinieren.

Unser neues Produkt OccluSense® hat diese Vision Wirklichkeit werden lassen.

Das OccluSense® ist ein batteriebetriebenes Gerät, das die aufgezeichneten Daten der Kaudruckverhältnisse an die OccluSense®-iPad-App überträgt. Die 60µ dünnen und flexiblen Sensoren ermöglichen die Aufnahme sowohl der statischen als auch der dynamischen Occlusion. Zusätzlich markiert die rote Farbschicht die occlusalen Kontakte auf den Zähnen der Patienten.

Gefördert durch:
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



CELLERANT
BEST OF CLASS
TECHNOLOGY AWARD
2019



www.occlusense.com

Dr. Jean Bausch GmbH & Co. KG • Oskar-Schindler-Str. 4 • D-50769 Köln
Telefon: +49-221-70936-0 • Fax: +49-221-70936-66 • info@occlusense.com

chert werden können. Gerade dort, wo auf absehbare Zeit der Bedarf an Mediziner*innen nicht gedeckt werden kann, könnten Techniken der KI Entlastung bringen und breiten Bevölkerungsschichten, die bisher gar nicht versorgt werden, einen initialen Zugang zu Versorgung ermöglichen. Bis dahin ist es allerdings noch ein weiter Weg – wie beschrieben, müssen die neuronale Netzwerke besser, sicherer und generalisierbarer werden. Die Studien zu KI in der Medizin und Zahnmedizin sollten den Regeln der evidenzbasierten Medizin entsprechen.

Zusammenfassung

Bildgebung ist aus der zahnmedizinischen Diagnostik nicht wegzudenken. Die Möglichkeiten, die sich aus der Digitalisierung und „Künstlicher Intelligenz“ ergeben, werden auch in der Zahnmedizin Diagnoseassistenzsysteme entstehen lassen; diese werden zunehmend auch Therapieentscheidungen unterstützen. Der Zahnarzt bzw. die Zahnärztin werden jedoch weiterhin die Verantwortlichkeit tragen und demnach auch schlussendlich gemeinsam mit dem Patienten und Unterstützung durch KI diese Entscheidungen treffen müssen. Bei aller Begeisterung sind jedoch zurzeit noch viele Unwägbarkeiten und Unsicherheiten vorhanden, die überwunden werden müssen, bevor Künstliche Intelligenz in die Routineversorgung einzieht. Langfristig können die besseren Möglichkeiten, zunehmend große Datenmengen sinnvoll zu verarbeiten, diagnostische und therapeutische Entscheidungen sicherer, zuverlässiger und wirksamer machen. Hierbei werden Techniken der KI (z.B. neuronale Netzwerke in der Bildanalytik) eine große Rolle spielen. ■

Dr. rer. nat. Joachim Krois

2003–2007 Tutor an der Freien Universität Berlin am Institut für Geographische Wissenschaften
2008–2011 Wissenschaftlicher Mitarbeiter FU Berlin
2008–2016 Promotionsstudium, Freie Universität Berlin
2013–2014 Content-Entwickler für das e-Learning Modul Runoff and sedimentation processes: Basic Hydrology & Hydraulics, Freie Universität Berlin
2013–2016 Projektkoordination des DAAD-Programms Integrierte internationale Studiengänge mit Doppelabschluss
2014–2015 Projektkoordination BMBF geförderter Projekte, Freie Universität Berlin
2016–2017 Projekt- und Codeentwickler für das Projekt Softwaregestützte Geodatenanalyse (SOGA), FU Berlin
Seit 2017 Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung für Zahnerhaltungskunde und Präventivzahnmedizin, Berlin



PD Dr. Falk Schwendicke

2003–2008 Studium der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Charité – Universitätsmedizin Berlin
2009 Approbation und Promotion
2009–2012 Zahnarzt, Banbury, Oxfordshire, Vereinigtes Königreich
2012–2013 Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
2013 Ernennung zum Oberarzt für Kariologie und Präventivzahnmedizin, Abt. für Zahnerhaltung und Präventivzahnmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin
2014–2015 Master of Dental Public Health (MDPH), University of Manchester (UK)
2015 Lehrbefugnis und Venia Legendi für das Fach Zahnmedizin
2016 Vorsitzender des Fachbereichs Zahnmedizin im Deutschen Netzwerk für Evidenzbasierte Medizin
Mitglied in zahlreichen Verbänden, Arbeitsgemeinschaften und Vereinigungen
Fachautor zahlreicher Publikationen in nationalen und internationalen Journals
Forschungsschwerpunkte: Selektive Kariesexkavation und Kariesversiegelung tiefer Läsionen; Vitalerhaltung der Pulpa; Probiotika in der Kariesprävention; Kosten und Nutzen zahnmedizinischer Diagnostik und Therapien; Epidemiologie und zahnmedizinische Versorgung



Bilder, soweit nicht anders deklariert: © Dr. Krois

Literaturverzeichnis auf www.zmk-aktuell.de/literaturliste



PD Dr. Falk Schwendicke

Abteilung für Zahnerhaltung und Präventivzahnmedizin
CharitéCentrum 3 für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Aßmannshauser Straße 4–6
14197 Berlin
falk.schwendicke@charite.de

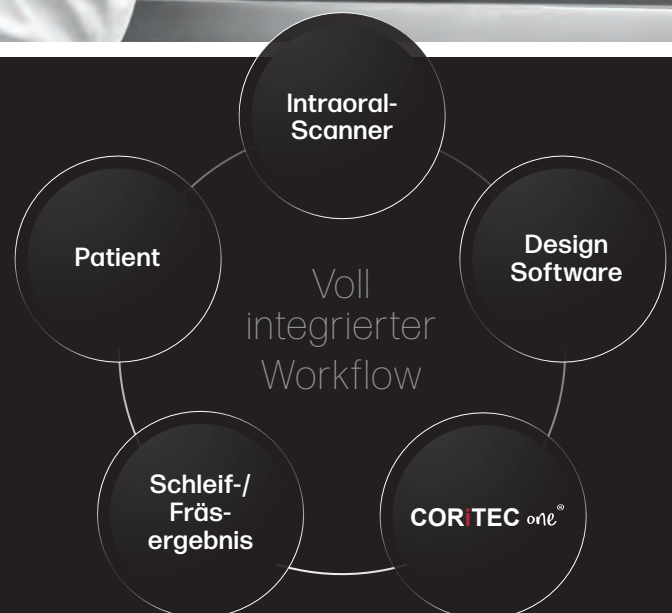
„Innovation
belohnt!“



DIE PRAXIS- LABOR-LÖSUNG!

CORiTEC one®

- o vollautomatischer Betrieb
- o extrem kurze Schleif-/Fräszeiten
- o Nass- und Trockenbearbeitung
- o Bearbeitung aller gängigen Materialien, Maxi-Blöcke und präfabrizierte Abutments
- o kombinierbar mit allen offenen Intraoral-Scannern
- o hohe Präzision
- o geringe Stellfläche
- o kurze Amortisationszeit



Mehr Infos unter:
www.imes-icore.de/deu/coritec-one.html

Digitalisierung: Nutzen, Evidenz und Ethik

Das Deutsche Netzwerk Evidenzbasierte Medizin (EbM) befasste sich auf seiner 20. Jahrestagung im März dieses Jahres in Berlin mit den Chancen und Herausforderungen, die die digitale Transformation für eine evidenzbasierte und patientenzentrierte Medizin bereithält. Die Fachgruppe der Zahnmediziner war mit mehreren Vorträgen vertreten und beleuchtete das Thema mit Fokus auf den CAD/CAM-Workflow und die digitale Diagnostik.

Digitale Anwendungen (z.B. digitales Röntgen oder die CAD/CAM-Fertigung zahnmedizinischer Restaurationen) sind in der zahnmedizinischen Praxis weit verbreitet. Unklar bleibt bei diesen Anwendungen jedoch oftmals, inwieweit der mögliche Nutzen die teils hohen Kosten rechtfertigt, wie robust diese Anwendungen durch Studiendaten untermauert sind und welche weitergehenden ethischen Konsequenzen und Herausforderungen sich ableiten.



PD Dr. Falk Schwendicke
Charité – Universitätsmedizin
Berlin, Zahnerhaltung und
Präventivzahnmedizin, Berlin

Das Symposium zur „Digitalen Zahnmedizin“ sollte das Gebiet in seiner thematischen Breite abstecken, wie PD Dr. Falk Schwendicke als Verantwortlicher des Fachbereichs Zahnmedizin im EbM-Netzwerk in seinen einleitenden Worten darstellte: Der „komplette Dreiklang von dem, was jetzt schon geht, wie wir dies evidenzzeitig bewerten und der größere ethisch-soziale Zusammenhang“ sollte in dem begrenzten zeitlichen Rahmen des mitäglichen Symposiums zumindest angerissen werden.



Dr. Joachim Krois
Charité – Universitätsmedizin
Berlin, Zahnerhaltung und
Präventivzahnmedizin, Berlin

Der erste Referent, Dr. Joachim Krois aus der Arbeitsgruppe Digital Dentistry der Charité Berlin, beschäftigte sich in seinem Vortrag mit digitaler Diagnostik. Genauer: Mit dem Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) zur Bildanalyse in der Zahnmedizin. Was kann diese Technologie, wie nutzen Zahnärzte sie und wie ist sie zu bewerten?

Bilddiagnostik – noch in den Kinderschuhen

Dr. Krois verdeutlichte in seinem Vortrag, dass der Einsatz von KI für Aufgaben der Bildanalyse, so auch für die

dentale Bilddiagnostik, ein enormes Potenzial besitzt. Der digitalen Bildanalyse liegt eine spezielle Art des maschinellen Lernens

zugrunde, das sogenannte „Deep Learning“. Hierbei wird eine spezielle Form neuronaler Netzwerke („Convolutional Neural Networks“ oder kurz „ConvNets“), die im Wesentlichen aus modularen, ineinander verschachtelten nichtlinearen Funktionen aufgebaut ist, mit Beispieldaten trainiert, bis sie in der Lage ist, für neue Bilddaten verlässliche Vorhersagen zu treffen. Wichtig hierbei ist zu verstehen, dass nicht mehr wie bisher definierte Regeln vom Menschen vorgegeben werden, sondern dass diese Modelle diese Regeln eigenständig erlernen. Die Erforschung dieser Techniken reicht zurück bis in die 1950er-Jahren, aber erst eine erhöhte Rechenkapazität, die Verfügbarkeit von ausreichend Daten und verbesserte Algorithmen ermöglichen es, dass diese Modelle komplexe, bislang nur vom Menschen zu leistende Aufgaben meistern.

In der zahnmedizinischen Praxis wird diese Technik bisher kaum angewandt, auch sind wissenschaftliche Studien zu dem Thema noch rar, wie Dr. Krois ausführte. Jedoch steigt die Anzahl an Veröffentlichungen zu dem Thema von Jahr zu Jahr deutlich an [1–3]. Unter anderen wird an der Charité in der Arbeitsgruppe von Dr. Schwendicke und Dr. Krois an diesen Techniken aktiv geforscht. Ihre eigenen Arbeiten zeigen z.B., dass die automatisierte Detektion von anatomischen Strukturen oder Restaurationen über KI bereits sehr gute Ergebnisse liefert. Noch in diesem Jahr will die Arbeitsgruppe eine Software entwickelt haben, die eine automatisierte Bewertung von zahnärztlichen Röntgenbildern mittels KI ermöglicht – inklusive Erkennung von pathologischen Strukturen (Karies, apikale Läsionen, Knochenabbau). Studienergebnisse in diese Richtung sind vielversprechend: Apikale Läsionen [4] und parodontaler Knochenabbau kann in den allermeisten Fällen zuverlässig festgestellt werden [5].

Eine evidenzbasierte Bewertung von KI in der Zahnmedizin ist – so berichtete Dr. Krois – derzeit nur begrenzt möglich. Neben der noch geringen Anzahl von Studien wies der Referent auch auf 2 weitere Probleme bei der Beurteilung digitaler Diagnostik hin:

1. Die Anwendung von KI ist wissenschaftlich nicht transparent und meist nicht reproduzierbar, da es für die Entwicklung von Deep-Learning-Modellen kein vereinheitlichtes Studiendesign gibt. Mehr noch, der Prozess der Modellentwicklung ist selbst Teil der aktuellen Forschung, sodass sich beständig Änderungen und Verbesserungen ergeben und somit auch eine Standardisierung des Modellentwicklungsprozesses hinderlich wäre.

2. Es ist sehr schwer, v.a. bei sehr tiefen und komplexen neuronalen Netzwerken zu ergründen, wie das Modell zu bestimmten

Ergebnissen kommt. Deshalb wird an der Charité u.a. an der Visualisierung der durch die KI berücksichtigten Strukturen und einem reproduzierbaren Studiendesign gearbeitet.

Als Konklusion des Beitrages von Dr. Krois ergibt sich, dass der Zahnarzt auch noch in der nahen Zukunft die integrative Betrachtung des Einzelfalls leisten muss. Neuronale Netzwerke oder andere Techniken des maschinellen Lernens können einzelne Teilaufgaben zwar möglicherweise besser als der Zahnarzt ausführen, doch die abwägende Gesamtschau obliege weiterhin dem Arzt, so Dr. Krois.

CAD/CAM: Alltagstauglich – aber auch evidenzbasiert?

Ein digitaler Workflow hat sich in Teilen der Therapie bereits etabliert, man denke beispielsweise an die Implantologie oder Prothetik. Vielerorts ist die CAD/CAM-Fertigung zahnmedizinischer Restaurationen bereits Standard. Was in ihrem gemeinsamen Klinikalltag gang und gäbe ist, betrachteten der leitende Oberarzt der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und Funktionslehre der Charité, PD Dr. Benedikt Spies, und der wissenschaftliche Mitarbeiter Dr. Christian Wesemann in ihrem gemeinsamen Vortrag im Lichte der Evidenz.



PD Dr. Benedikt Spies
Charité – Universitätsmedizin
Berlin, Prothetik, Funktions-
lehre und Alterszahnmedizin,
Berlin

Dr. Spies illustrierte zunächst anhand einiger Patientenfälle, dass „kleinere Lösungen“ schnell und günstig mit hoher Genauigkeit im CAD/CAM-Workflow (ausgehend von einem Intraoralscan und Röntgendaten) umgesetzt werden können. Ein Beispiel: Eine Lückenversorgung erfolgte mit monolithischer, verschraubter Prothetik auf Implantaten in nur 2 zahnärztlichen Sitzungen. Doch wie sieht es in komplexeren Fällen aus, die über Einzelzahnversorgungen oder kleinere Brücken hinausgehen? Reicht die Genauigkeit des digitalen Workflows für

eine Komplettsanierung auch unter Einbeziehung externer Daten aus? Bei komplexen Sanierungen tendiert der Referent dazu, sicherheitshalber den Ganzkieferscan mit einem konventionellen Abdruck und das virtuelle mit einem konventionellen Modell zu ergänzen.



Dr. Christian Wesemann
Charité – Universitätsmedizin
Berlin, Prothetik, Funktions-
lehre und Alterszahnmedizin,
Berlin

Ob er es sich wohl sparen könnte, zweigleisig zu fahren? Die Frage nach der Genauigkeit digitaler Arbeitsabläufe beantwortete Dr. Christian Wesemann auf Basis vorliegender Evidenz. Im Rahmen der Literaturrecherche konnte er im Zeitraum der vergangenen 10 Jahre sehr viele Studien finden, die sich mit digitaler Fertigung beschäftigten. Näher ging er auf ein aktuelles Review aus Brasilien ein, das die Genauigkeit von Intraoralscans beurteilt [6]. Die Metaanalyse zeigt eine hohe Spannweite hinsichtlich der Ge-

naugigkeit von Ganzkieferscans (die Präzision lag zwischen 17 und 387 µm). Trotz hoher Quantität und Qualität dieser Studien könne aufgrund der variierenden Ergebnisse evidenzbasiert keine klinische Empfehlung gegeben werden, stellte der Referent fest, da die geringsten Abweichungen zwar auf eine sehr gute Präzision von Ganzkieferscans schließen lassen, die Scans mit den höchsten Abweichungen jedoch ungenauer als konventionelle Abdrücke seien. Den Grund für die große Spannweite der Ergebnisse sieht Dr. Wesemann in der großen Gerätevariabilität bei Intraoralscannern [7]. Problematisch für sichere Ergebnisse im Rahmen einer Metastudie sei auch das Fehlen gemeinsamer Standards für die angewandte Methodik: So kämen bei Untersuchungen ganz unterschiedliche Messmethoden zum Einsatz und nicht zuletzt sei der rasante technologische Fortschritt ein Problem für konventionelle wissenschaftliche Studien. So bezieht das brandneue Review von 2019 Daten von 2011 bis 2017 ein; dabei liegen zwischen damaliger und heutiger Scan-Technologie bereits Welten.

Genauigkeit für kleinere Restaurationen gegeben, Vorsicht bei Ganzkieferversorgungen

Als Fazit hielt Dr. Wesemann fest, dass angesichts der Studienlage zur digitalen Fertigung, zur Überlebensdauer von CAD/CAM-Restaurationen im Mund und deren Materialeigenschaften die digitale Technologie in der Prothetik bei kleineren Restaurationen („alles, was sich in einem Quadranten bewegt“) auf Augenhöhe mit konventionellen Arbeitsweisen liege, eventuell sogar „einen Tick besser“ sei. Zwar zeigen die neueren Studien auch für Ganzkieferversorgungen sehr gute Ergebnisse, evidenzbasiert könne jedoch noch keine sichere Empfehlung ausgesprochen werden. Grund dafür sei die Variabilität der Geräte, die Heterogenität der Studienmethoden und der mehrjährige zeitliche Versatz, mit dem evidenzbasierte Aussagen getroffen werden können.

Ethik: 8 Herausforderungen des digitalen Wandels

Als „derjenige, der Wasser in den Wein schütten soll, indem er die Bedenken trägt“ kündigte sich Prof. Dr. Dr. Dominik Groß an. Er beleuchtete die ethische Dimension des digitalen Wandels in der Zahnmedizin, indem er 8 ethische Herausforderungen und Konsequenzen benannte und erläuterte. Er startete mit einer Begriffsbestimmung von „Digital Dentistry“; darunter sei „jede in der Zahnheilkunde angewandte Technologie, die computergesteuerte oder digitale Komponenten beinhaltet“, zu verstehen. Typische Bereiche sind neben CAD/CAM als dem „Protagonisten“ der Digital Dentistry die intraorale Bildgebung sowie die digitale bzw. computergestützte Kariesdiagnostik, Implantologie, Radiografie; auch Handstücke, Laser, Okklusions- und TMJ-Analyse, intra- und extraorale Fotografie sind mittlerweile von der Digitalisierung erfasst.

Herausforderungen, die sich derzeit abzeichnen, sieht Prof. Groß im Datenschutz (Herausforderung 1), insbesondere im Speichern, Teilen und Verwenden von großen Datenmengen. Die informationelle Selbstbestimmung des



Prof. Dr. Dr. Dominik Groß
RWTH Aachen, Institut für
Geschichte, Theorie und
Ethik der Medizin, Aachen

Patienten zu wahren sei schwierig und die Erfassung des Menschen in seiner Gesamtheit („Digital Double“) über Algorithmen sollte aus ethischer Sicht vermieden werden. Ein solches Digital Double würde zu weitreichenden Rückschlüssen auf eine Person führen und damit auch Missbrauch ermöglichen.

Positive wie negative Veränderungen kündigen sich bezüglich der Zahnarzt-Patient-Beziehung (Herausforderung 2) an. Einerseits könnte der Zahnarzt die Rolle des allwissenden Experten verlieren und digitale Expertensysteme könnten seine Handlungsspielräume begrenzen, da er Gründe benennen muss, um von den Handlungsempfehlungen des Computers abzuweichen. Andererseits könnten Expertensysteme den noch Unerfahrenen unterstützen und Softwaresysteme den Zahnarzt von Routine-tätigkeiten entlasten, sodass mehr Zeit für Patientengespräche bliebe. Teledentistry könnte für mehr Zugangsgerechtigkeit in manchen Bereichen sorgen und das Wissen im Internet für mehr Selbstermächtigung des Patienten – ganz im Sinne einer patienten-zentrierten Medizin.

Allerdings sei der Zahnarzt in der Pflicht, so Prof. Groß, sich eingehend mit neuen Techniken zu befassen, wenn er diese einsetzen möchte (Herausforderung 3), und sein Patient müsse ebenfalls über eine ausreichende digitale Kompetenz verfügen. Arbeiten mehrere Personen in komplexen digitalen Systemen zusammen, kommt Herausforderung 4 zum Tragen: Im Falle eines Versagens wird es schwierig, die Schuld einer Person zuzuschreiben und damit einen Verantwortlichen für das Misslingen zu benennen und haftbar zu machen („Verantwortungsdiffusion“). Weitere kritische Punkte (Herausforderung 5 und 6) im Szenario der Digitalisierung sind der Wandel von Berufsbildern, teilweise auch der Verlust von Arbeitsplätzen im Dentalbereich und die Gefahr einer Kostenfalle für Zahnarztpraxen. Hohe Investitionen für digitale Geräte könnten Druck erzeugen, diese auch dann einzusetzen, wenn dies für die Behandlung gar nicht notwendig wäre. Ein Overtreatment bzw. eine Overdiagnostik zum Schaden des Patienten wäre hier die Folge. Zudem könnte der allgemeine Standard ohne eine objektive Notwendigkeit steigen („Shift of Standard“).

Gefahr Evidenzlücke

Die mangelnde Evidenz für die Qualität neuer digitaler Technologien in der Zahnmedizin stufte Prof. Groß als das gravierendste Problem ein (Herausforderung 7). Wie bereits in den vorhergehenden Vorträgen deutlich geworden war, erscheint es für traditionelle Studien fast unmöglich, mit der technologischen Entwicklung Schritt zu halten. Metastudien werden oft erst dann publiziert, wenn die eingesetzte Technologie bereits veraltet ist – was schon nach 3 oder 4 Jahren der Fall sein kann. Somit entsteht eine Lücke zwischen technologischem Fortschritt und dem Stand der Evidenz. Zugleich fehle es an Standards für entsprechende Studien.

Eine weitere Konsequenz aus der Technikspirale, die sich immer weiter (und schneller) dreht: Der Konsum wird angeheizt mit ungünstigen Auswirkungen auf den ökologischen Fingerabdruck (Herausforderung 8). Ansprüche, Nachfrage und Kosten steigen; immer mehr Elektroschrott muss entsorgt werden. Hier brauche es eine gestaltende Digitalpolitik.

Digital Dentistry darf kein Selbstzweck sein

Geradezu wie ein ethisches Manifest zur Digital Dentistry klingen die Schlussfolgerungen, die Prof. Groß aus den beschriebenen Punkten ableitet: „Digital Dentistry ist kein Selbstzweck. Sie muss sich vielmehr an ihren Auswirkungen auf den Patienten, das Behandlungsteam und das Zahnarzt-Patient-Verhältnis messen lassen: Sie muss dem Patienten dienen, indem sie die Diagnostik und/oder Therapie qualitativ verbessert, das diagnostisch-therapeutische Spektrum erweitert, den Behandlungskomfort erhöht, die Behandlungsdauer verkürzt, die Patientensicherheit erhöht, die Patientenautonomie stärkt und/oder den Zugang zu zahnärztlicher Versorgung verbessert. Sie sollte den Behandler und sein Team unterstützen, ... entlasten und fachlich sinnvolle und wirtschaftlich vertretbare Handlungsspielräume eröffnen. Sie sollte das Zahnarzt-Patient-Verhältnis verbessern durch bessere Kommunikation, verbesserte Patienteninformation und damit letztendlich durch eine Verringerung der Asymmetrie.“ Hier kann man wohl nur zustimmen, an eine gesunde Skeptik appellieren und darauf hoffen, dass geeignete wissenschaftliche Evaluationsmethoden gefunden werden können, die die Evidenzlücke schließen oder zumindest verkleinern können. ■

Dagmar Kromer-Busch

Hinweis der Redaktion:

Auf dem **Deutschen Zahnärztetag in Frankfurt** am 8. November von 11 bis 12.30 Uhr werden die im Bericht erwähnten Referenten des Netzwerk EBM im Raum Illusion 2 noch einmal die hier zusammengefassten Vorträge über die Digitale Zahnmedizin halten. Interessierte haben die Gelegenheit, sich über Diagnostik, Therapie und ethische Konsequenzen der Digitalisierung in der Zahnmedizin zu informieren und diese Themen zu diskutieren.

Literatur:

- [1] Jader G, Fontineli J, Ruiz M, Abdalla K, Pithon M, Oliveira L: Deep instance segmentation of teeth in panoramic X-ray images. In: 2018 31st SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI), 400–407; IEEE (2018).
- [2] Zanjani FG, Moin DA, Verheij B, Claessen F, Cheric T, Tan T: Deep learning approach to semantic segmentation in 3D point cloud intra-oral scans of teeth. MIDL (2019).
- [3] Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH: Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. Journal of Dentistry 77, 106–111 (2018).
- [4] Krois J et al.: Deep learning for the radiographic detection of periodontal bone loss. Scientific Reports [accepted] (2019).
- [5] Ekert Thomas et al.: Deep learning for the radiographic detection of apical lesions. Journal of Endodontics [accepted] (2019).
- [6] Bohnert L, Diaz Gamba D, Hanisch M, Silva Marcio B, Tortamano Neto P, Cruz Lagana D, Sesma N: Accuracy of digital technologies for the scanning of facial skeletal, and intraoral tissues: A systematic review. JPD [in Press] (2019).
- [7] Wesemann C et al.: Artikel für J Comput Dent [in Vorbereitung].



© fotolia/mediserv

Besser aus einer Hand: Privatabrechnung und Bank

Zahnarztpraxen stehen heutzutage vor vielen Herausforderungen. Eine davon ist die Digitalisierung in der Zahnarztpraxis, die finanziert werden will. Die mediserv Bank, bekannt als Abrechnungsdienstleister, ist auch ein zuverlässiger Partner, wenn es um die Planung und Finanzierung von Investitionsvorhaben geht.

Die mediserv Bank ist der erste Anbieter von Bank- und Abrechnungsdienstleistungen für den deutschen Gesundheitsmarkt. Sie zählt mit über 4.500 Kunden zu den Marktführern im deutschen Factoring-Markt. Im Jahr 1997 als Abrechnungsgesellschaft gegründet, verknüpft die mediserv Bank heute Privatabrechnung und Bank intelligent miteinander.

Zahnarztpraxen, die die Möglichkeiten der Digitalisierung in der Zahnmedizin erkennen und nutzen, können sich klare Wettbewerbsvorteile verschaffen. Die digitale Umstellung erfolgt jedoch nicht per Mausklick – die hierfür anfallenden Kosten müssen finanziert werden. Als Direktbank in der Privatabrechnung ist mediserv ein zuverlässiger Partner bei der Finanzierung aller Investitionen im Bereich Digitalisierung. Daneben wird die Abrechnungsdienstleistung wie gewohnt angeboten. Diese Kombination aus Abrechnung und Bank ist einmalig auf dem Markt und realisiert nützliche Synergien.

Privatabrechnung outsourcen – mehr als Sie erwarten

mediserv unterstützt die Zahnärzte bei der Privatabrechnung: von der Forderungsabwicklung über die 100%-Sofortauszahlung des Honorars bis hin zu Zahlungsausfallschutz durch echtes Factoring. mediserv berät außerdem bei Themen zur

Verbesserung der Einnahmeseite, z.B. durch Marketingmaßnahmen, Wettbewerbs- und Standortanalysen. Die Praxis kann also zusätzliche Leistungen nutzen und finanzielle Vorteile realisieren. Modern aufgebaute Services kombiniert mit einer durchgängigen, prozessorientierten IT-Infrastruktur entlasten die Praxis von administrativen Aufgaben und sichern die Liquidität des Zahnarztes. Vergleicht man das Outsourcing mit der Abwicklung in Eigenregie, wird klar, wie viel Zeit und Geld die Tätigkeiten inklusive auftretender Zahlungsausfälle in Anspruch nehmen. Im Fazit ist das „Selbermachen“ meist teurer und vor allem nervenaufreibender.

Ganzheitliche Praxisfinanzen – die clevere Kombination

Als „Voll-Bank“ unter den Abrechnungsgesellschaften bietet mediserv Zahnärzten Unterstützung bei den Praxisfinanzen. Finanzleistungen wie flexible Investitionskredite, Vorfinanzierung der Kassenabrechnung, günstige kurzfristige Kreditmöglichkeiten sowie attraktive Geldanlagen lassen sich ohne Zeitverlust realisieren.

Das Angebot in diesem Bereich ist vielfältig und nicht einfach zu überblicken. mediserv erstellt individuelle Finanzierungslösungen und prüft bereits bestehende Finanzierungen auf Optimierungsmöglichkeiten. Von Nutzen ist hierbei die lang-

jährige Branchenerfahrung und Fachkompetenz von mediserv. Damit der Zahnarzt die beste Finanzstrategie für die Zukunft seiner Praxis findet, erhält dieser eine umfassende und unabhängige Beratung inklusive kostenlosem Zins- und Finanzcheck.

Hand in Hand – für einen nachhaltigen Praxiserfolg

Im Laufe des Lebenszyklus einer Praxis ergeben sich immer wieder organisatorische, finanzielle und steuerliche Aspekte, die geklärt werden müssen. Für jede dieser Fragestellungen gibt es einen Experten. Daher arbeitet mediserv mit Steuer- und Unternehmensberatern zusammen, bündelt deren Kompetenzen und kann den Zahnarzt so optimal unterstützen.

Informationen über das umfassende Angebot der mediserv Bank sowie alle Kontaktdaten finden Sie auf der Internetseite www.mediserv.de



mediserv Bank GmbH

Am Halberg 6
66121 Saarbrücken
Tel.: 0681 400 07 97
Fax: 0681 400 07 87
info@mediserv.de

Beiträge dieser Rubrik beruhen auf Herstellerangaben und geben nicht die Meinung der Redaktion wieder. Bilddaten, wenn nicht anders vermerkt, von den Herstellern.



Das Smart Home für die Praxis: VistaSoft Monitor von Dürr Dental

Mit der neuen Softwarelösung VistaSoft Monitor bringt Dürr Dental das Smart Home in die Zahnarztpraxis: Intelligent, vorausschauend und stets den zuverlässigen Betrieb der Zahnarztpraxis im Blick.

Genau definieren lässt sich der Begriff „Smart Home“ nicht, werden unter dieser Begrifflichkeit doch unterschiedlichste Anwendungen zusammengefasst. Was aber immer gilt: Das tägliche Leben soll so bequemer, effizienter und sicherer werden. Was im Privaten gilt, hat ebenso Berechtigung im Arbeitsumfeld. Auch der Praxisalltag soll „smart“ funktionieren. Dürr Dental verwirklicht diese Idee durch die Vernetzung der Systeme, die den Praxisalltag am Laufen halten. Bereits vor Jahren wurde mit der Software Tyscor Pulse das ehemals analoge Praxisequipment in das digitale Zeitalter geführt. Nun geht Dürr Dental noch einen Schritt weiter.

Für reibungslose Abläufe: das gesamte System im Blick

Zur IDS 2019 präsentierte Dürr Dental die konsequente Weiterentwicklung – die innovative Cloud-basierte Softwarelösung VistaSoft Monitor. „Wir haben ein Konzept entwickelt, das vorausschauend einen zustandsbasierten Service ermöglicht und somit einen zuverlässigen Betrieb der Zahnarztpraxis sicherstellen kann“, erklärt Martin Dürrstein, CEO der Dürr Dental SE. Im Fokus steht hier vor allem die Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit aller Systeme. „In Zukunft werden alle Arten von vernetzbaren Dürr Dental-Systemen in die Software integriert sein. Somit hat die Zahnarztpraxis alle relevanten Produkte im Blick. Vom Kompressor, über den Autoklaven bis hin zum 3D-Röntgen“, so Dürrstein weiter. Dürr Dental hat die größte installierte Basis an vernetzbaren Praxisversorgungsgeräten. Durch das Anschließen an das Praxis-Netzwerk (evtl. ist ein Firmware-Update notwendig) können die Vorteile von VistaSoft Monitor in vollem Umfang genutzt werden.

Erfassen – übermitteln – analysieren – handeln

VistaSoft Monitor, das Smart Home für die Zahnarztpraxis, funktioniert vereinfacht ausgedrückt nach dem Prinzip: Erfassen – übermitteln – analysieren – handeln. Die Geräte erfassen ständig wichtige Betriebsparameter und übermitteln diese in Echtzeit an die Software VistaSoft Monitor, wo sie analysiert und übersichtlich dargestellt werden. Zentral am PC im Empfangsbereich, dezentral in jedem Behandlungszimmer oder bald auch auf dem Smartphone oder Tablet über die dazugehörige App.

Die Software hält überdies Video-Anleitungen zum jeweiligen Gerät bereit und informiert über Wartungsintervalle und -meldungen; Fehler und Wartungsbedarf werden sofort gemeldet. Alle Meldungen werden in einer Meldungshistorie zur einfachen Analyse im Servicefall protokolliert. Über die Softwareoberfläche von VistaSoft Monitor können zudem sehr einfach die Geräteeinstellungen angepasst werden.

Der Praxisinhaber profitiert von VistaSoft Monitor durch eine höhere Betriebssicherheit, damit sich die Zahnarztpraxis auf das Wesentliche konzentrieren kann: die Patienten. ■



DÜRR DENTAL SE

Höfigheimer Str. 17
74321 Bietigheim-Bissingen
www.duerrdental.com



**Einfach mal die
Perspektive wechseln.**

Ein Perspektivwechsel lohnt sich, denn unsere einzigartige Kombination aus Privatabrechnung und Bank ermöglicht eine ganzheitliche Betreuung Ihrer Praxis. Von der Beratung über die Abrechnung bis hin zur Finanzierung.

- ✓ **Tages- und Termingeld**
- ✓ **Investitionskredite**
- ✓ **100 % Ausfallschutz**
- ✓ **100 % Sofortauszahlung**

Jetzt einen neuen Blickwinkel entdecken!

Einfach unverbindlich informieren oder direkt einen Termin vor Ort vereinbaren:

www.mediserv.de oder 06 81 / 4 00 07 97

mediserv Bank GmbH
Am Halberg 6 | 66121 Saarbrücken

ConnectCase Center: Scandaten schnell und sicher versenden und verwalten

Das bislang als Sirona Connect bekannte Portal zur Zusammenarbeit mit dem Labor wurde komplett überarbeitet und bietet jetzt noch mehr Komfort und Flexibilität. Validierte Schnittstellen ermöglichen eine sichere Datenübertragung zu vielen wichtigen Partnern.

Der Intraoralscan mit der neuen Primescan von Dentsply Sirona erfüllt die klinischen Anforderungen an eine Abformung, ist einfach, schnell und vor allem genau. Für die Weiterverarbeitung des Scans steht mit dem Connect Case Center, das das Sirona Connect Portal ersetzt, ein Portal das vielseitige Möglichkeiten bei voller Flexibilität bietet. Die Basisfunktion der neuen Plattform ist der sichere Versand von Scandaten und von Fallinformationen. Zusätzlich können Fotos als Dateianhänge an das Labor übermittelt werden. Wer sich direkt mit dem Zahntechniker austauschen möchte, kann die Chat-Funktion nutzen.

Zahlreiche Schnittstellen, verbesserte Kommunikation mit der Inbox

Neu beim Connect Case Center sind die zahlreichen validierten Schnittstellen zu wichtigen Partnern der Zahnarztpraxis: Die nahtlose Verbindung zu Simplant ermöglicht den Anwendern, den Implantatplanungs-Service von Dentsply Sirona schnell und einfach zu nutzen. Auch zu Atlantis, der Zentralfertigung von patientenindividuellen Abutments und Suprakonstruktionen auf Implantaten, besteht eine nahtlose Schnittstelle.

Aktuell zur IDS 2019 wurde die Verbindung zu SureSmile geschaffen. Das erlaubt dem Anwender das Bestellen von Full-Service-Alignern, einem Modelldruck, IDB-Trays für indirektes Bracket-Kleben sowie die Aligner-Herstellung direkt in der Praxis nach vorheriger klinischer Diagnose und Smile Design im Labor. Labore, die mit der inLab-Software arbeiten, sind ebenfalls nahtlos angebunden und können CEREC-Anwendern einen attraktiven Design-Service anbieten.

Eine wesentliche Neuerung ist die Connect Case Center Inbox, eine Empfangssoftware, mit der alle Labore Zugriff auf das Connect Case Center erhalten können – unabhängig davon, mit welcher CAD-Software sie arbeiten. Die Inbox stellt alle zu bearbeitenden Fälle mit den dazugehörigen Informationen übersichtlich in einem Dashboard dar und ermöglicht eine 3D-Vorschau des Auftrags, der per Mausklick angenommen werden kann. Für die Weiterverarbeitung in der bevorzugten Laborsoftware generiert die Inbox verbreitete offene Datenformate wie STL und OBJ.

Als komfortabel erweist sich die Inbox im Workflow mit inLab- und exocad-Laboren, die über entsprechende Schnittstellen angebunden sind: Sie stellt ein mit exocad validiertes Format bereit, das Modell- und Falldaten, Farbinformationen und die Präparationsgrenze enthält. Auf diese Weise erhalten Zahnärzte



Das Connect Case Center von Dentsply Sirona ersetzt mit bewährten und neuen Funktionen das Sirona Connect Portal. Über die Inbox können alle Labore Zugriff auf das Connect Case Center erhalten.

die Möglichkeit, auch mit exocad-Laboren in einem validierten Workflow zusammenzuarbeiten.

Portal für alle Intraoralscanner von Dentsply Sirona

Zahnärzte erhalten mit dem Erwerb einer Primescan AC oder einer neuen Omnicam AC auch die Connect Software, mit der der Zugang zum Connect Case Center schnell und einfach gelingt. Zusätzlich erhält der Anwender eine Lizenz für die Inbox, die er an sein bevorzugtes Labor weitergeben kann, das seinerseits über die Inbox auf das Portal zugreifen kann. Labore können selbstverständlich auch eigenständig eine Inbox-Lizenz erwerben, um Zugang zum Connect Case Center zu erhalten. Primescan- und auch Omnicam-Anwender bleiben flexibel in der Wahl ihrer Partner zur Herstellung von Restaurationen, kieferorthopädischen Apparaturen und Implantataufbauten. Das Connect Case Center schafft somit ein optimales Umfeld für den digitalen Workflow zwischen Labor und Praxis.



Nähere Informationen bei:

Dentsply Sirona
www.dentsplysirona.com

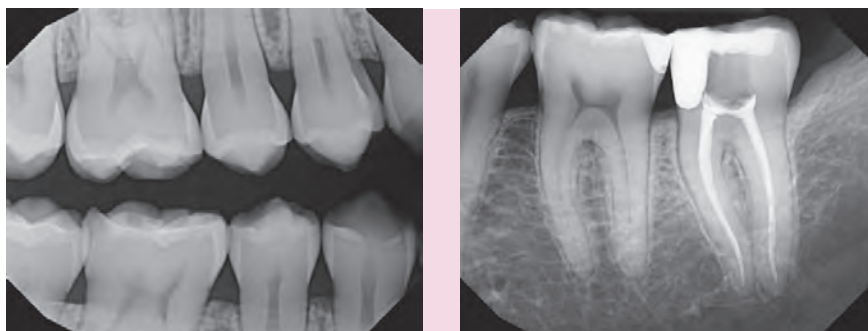
DEXIS® Titanium – ein innovativer Sensor für das digitale Röntgen

Der DEXIS® Titanium-Sensor der ic med GmbH ist mit seiner außergewöhnlich brillanten Bildqualität, seinen SMART-Funktionen und durch die besonders langlebigen Materialien ein Highlight in der bildgebenden Diagnostik.

Aufgrund einer neuen CleanCapture-Technologie liefert der Sensor DEXIS® Titanium nachweislich die beste Bildqualität in herausragender Klarheit mit einem phänomenalen Gewebekontrast – auch bei besonders niedriger Strahlenexposition. Bei der Entwicklung des Sensors stand die Gewinnung von Bildaufnahmen mit exzellenter und konsistenter Bildschärfe und bei außergewöhnlich hoher Dynamik im Vordergrund. Gleichzeitig galt es auch die Möglichkeit zu schaffen, höhere Dosiswerte für dichtere anatomische Strukturen einzusetzen, ohne dass die Bildqualität beeinträchtigt wird. Eben diese Erweiterungsmöglichkeit des dynamischen Bereichs gewährleistet die gleichbleibend herausragende Bildqualität. Damit das Hintergrundrauschen drastisch reduziert und außergewöhnlich saubere Bilddaten produziert werden können, wurden alle Komponenten des DEXIS® Titanium auf einer besonders kompakten, proprietären Basis entwickelt. Hierfür maßgeblich verantwortlich ist der Einsatz modernster Hardware-Technologien, die die Bilddaten bereinigen und konzentrieren, noch bevor die DEXIS-Software diese verarbeitet und darstellt. Das Ganze geschieht ohne jeglichen Zeitverlust. Dabei realisiert das fortschrittliche Pixeldesign des DEXIS® Titanium ein perfektes Gleichgewicht zwischen Pixelgröße und Szintillatorleistung – dem „Sweet Spot“ der digitalen Bildgebung. All diese Komponenten produzieren eine deutlich bessere Darstellung anatomischer Details.



Der DEXIS®-Titanium liefert aufgrund modernster Technologien eine optimale Darstellung anatomischer Details.



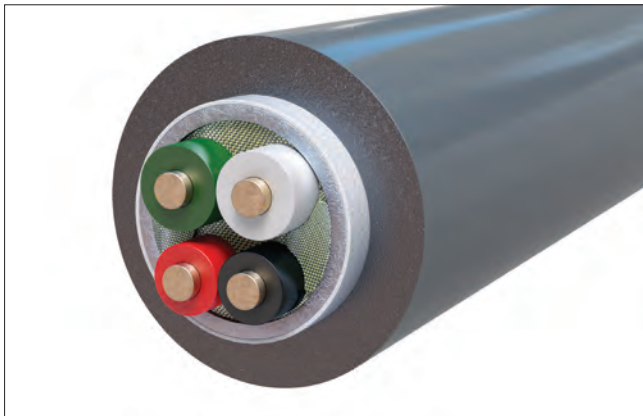
Die detailgetreue Bildschärfe zeigt sich in den gewonnenen Aufnahmen.



Ein Highlight – die Gestensteuerung

Eine Besonderheit sind die neuen SMART-Funktionen des DEXIS® Titanium. Die Idee für diese Funktionen entstand im OP-Bereich einer Zahnarztpraxis und verändert nachhaltig das intraorale Röntgen und die Handhabung des Sensors. Mittels Gestensteuerung werden der Workflow in der Praxis optimiert und sterile Bedingungen einfacher realisiert. Durch einfache Gesten, die mit dem Sensor ausgeführt werden, wird die Bildfassung gestartet und die Aufnahme gesteuert – ohne den Computer berühren zu müssen. Dies ist speziell im OP-Bereich bei behandlungsnahen Aufnahmen am Stuhl von großem Vorteil.

Vom DEXIS® Platinum-Sensor wurde das preisgekrönte TrueComfort™-Design in den DEXIS® Titanium übernommen. Damit bietet der PerfectSize™-Sensor höchsten Komfort für Patient und Behandler. Dank der großen aktiven Bildfläche kann die Erfassung aller intraoralen Bilder mit nur einem einzigen Sensor realisiert werden. Das spart sowohl Zeit als auch Kosten. Im Gegensatz zu anderen Systemen ist kein zweiter Sensor notwendig und ein unergonomischer und zeitaufwendiger Sensorwechsel entfällt. Der DEXIS® Titanium ist durch sein optimiertes Design schnell und bequem platzierbar und angenehm für den Patienten.



Die Kabelummantelung basiert auf einer patentierten WiseAngel™-Technik und ist daher besonders robust und stabil.

Der DEXIS® Titanium glänzt mit neuen Materialien, die eine lange Haltbarkeit gewährleisten. Sowohl das Innen- als auch das Außengehäuse wurden modifiziert und die Zugfestigkeit verbessert. So kam am Verbindungskabel zum DEXIS® Titanium Gehäuse eine patentierte WiseAngel™-Technik zum Einsatz und die Kabelummantelung erstreckt sich bis über das USB-Gehäuse. Damit zeigt sich der sensible Bereich des Kabelaustritts besonders robust und stabil. Auch die Signalintegrität ist von hoher Qualität und wird optimal gewährleistet. Im Härtetest hielt das Kabel des DEXIS® Titanium einer 100.000-fachen Biegung stand und bewahrte absolut zuverlässig die Bildsignalstärke und -qualität.

Das Gehäuse des Sensors und die Sensorhalter wurden auf Grundlage aktueller technischer Erkenntnisse aus der Kunststoff- und Materialforschung aus einem speziell entwickelten thermoplastischen Harz hergestellt. Der Sensor und die Halterung sind hierdurch widerstandsfähig und vor starken physischen Beanspruchungen durch die üblicherweise verwendeten Desinfektionsmittel oder durch Autoklavierung geschützt.

Der modifizierte USB-Stecker ist mit einer LED ausgestattet. Ein optisches Signal zeigt die Betriebsbereitschaft des Sensors an. Eine integrierte Abschaltautomatik (rotes Signal) schützt bei einer Fehlfunktion den Patienten vor unnötiger Strahlenexposition.

Fazit

Mit dem DEXIS® Titanium PerfectSize™- Sensor steht ein System zur digitalen Bildgebung zur Verfügung, welches mit seiner einzigartigen Bildqualität, den neuen innovativen SMART-Funktionen und den neuen beständigen Materialien Vertrauen und Zuverlässigkeit garantiert und größtmögliche Sicherheit für eine qualifizierte Diagnostik am Patienten bietet.



ic med GmbH

EDV-Systemlösungen für die Medizin GmbH

Firmensitz Halle/Saale

Walther-Rathenau-Straße 4

06116 Halle (Saale)

Tel.: 0345 298 419-0, info@ic-med.de, www.ic-med.de

Flowlist – die smarte Checklisten-App

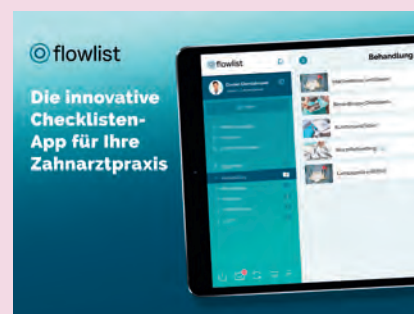
Mit der flowlist-App von Spitta können Sie jetzt den Praxisworkflow und Ihre Praxisorganisation perfektionieren. Sie legen mit flowlist Arbeitsabläufe einfach als Checkliste an, sodass alle Mitarbeiter zukünftig schneller und fehlerfreier arbeiten können.

Einsatz findet die App in allen Bereichen und für jeden – ob für alltägliche Aufgaben, wie die Behandlungsvorbereitung, oder für unregelmäßige oder neue Aufgaben. Diese praktische App wird durch den flowlist-Manager und den Checklisten-Marktplatz optimal ergänzt. Alle Komponenten spielen perfekt zusammen. Die Verwaltung der Praxisdaten sowie die Erstellung und Bearbeitung der Checklisten werden über den flowlist-Manager vorgenommen.

Auf dem flowlist-Marktplatz werden viele unterschiedliche Checklisten aus allen Arbeitsbereichen der Zahnmedizin zum Kauf angeboten. Gekaufte Checklisten können nach dem Download bearbeitet und an die Gegebenheiten der eigenen Praxis angepasst werden. Dies spart wertvolle Zeit und Aufwand bei der Erstellung eigener Checklisten.

Flowlist-Mitglieder können nicht nur Checklisten auf dem Marktplatz erwerben, sondern auch selbst erstellte Checklisten anderen Nutzern zum Kauf anbieten. Auf die Richtigkeit und Vollständigkeit der Checklisten im Marktplatz können Sie jederzeit vertrauen, denn alle Checklisten werden vor der Veröffentlichung von einem kompetenten Experten-Team geprüft. Die Abarbeitung der Checklisten wird über die smarte Checklisten-App in einem Tablet vorgenommen. Dadurch sind die Nutzer an keinen festen Arbeitsplatz gebunden und können sich frei in der Praxis bewegen.

Informieren Sie sich doch einfach auf www.flowlist.de



NEU



Das Systemhaus für die Medizin

DEXIS Titanium

„Das weltweit erste System mit Gestensteuerung -
die Erfindung der Leichtigkeit!“



DIE NEUE GENERATION DES DIGITALEN RÖNTGENS

Damit nur Ihr Lächeln strahlt.



- außergewöhnlich
brillante Bildqualität



- hohe Haltbarkeit dank
robustem Kabel & Gehäuse



- hoher Patientenkomfort
durch leichte Platzierbarkeit



- neuartige SMART-Funktion

Fax-Antwort

Ich möchte mehr über die neue Sensor-
generation erfahren. Bitte rufen Sie mich
unverbindlich an.



Praxisstempel



Die All-in-One-Software für den digitalen Workflow

Für eine große Zahl zahnärztlicher Praxen und Kliniken ist die Arbeit in weitgehend digitalisierten Workflows längst zur Selbstverständlichkeit geworden. Eine entsprechend wichtige Rolle spielt vor diesem Hintergrund die Wahl der Diagnostik- und Bildverwaltungssoftware. Schließlich unterstützt sie, mit den richtigen Funktionen und Modulen ausgestattet, inzwischen nahezu alle Bereiche des digitalen Workflows. Wie sich eine solche Vielfalt mit einfachem Handling und echter Offenheit verbinden lässt, wird am Beispiel der All-in-One-Software Planmeca Romexis deutlich.

Der digitale Workflow hat zahlreiche Facetten: von der Verwaltung und Bearbeitung der benötigten Bilddaten über die Behandlungsplanung bis hin zu Design und Fertigung der Restauration. Angesichts dieser und weiterer Einzelschritte erscheint die Verwendung einer Diagnostik- und Bildverwaltungssoftware sinnvoll, die möglichst viele Teilprozesse des Gesamtworkflows unterstützt. Die Attraktivität dieser Vielseitigkeit leuchtet unmittelbar ein: Anstatt sich mit mehreren unterschiedlichen Programmen vertraut machen zu müssen, reicht es, ein in sich stimmiges System zu beherrschen. Darüber hinaus entfällt die Frage nach etwaigen Inkompatibilitäten. Vielmehr sind die einzelnen Module aufeinander abgestimmt, sodass sich durch fließende Übergänge der vielfach beschriebene nahtlose Workflow einstellt. Im Falle der Softwareplattform Planmeca Romexis profitiert das gesamte Team von diesen lückenlosen Arbeitsprozessen. Das Stichwort lautet hier: Vernetzung. Sie sorgt dafür, dass zentrale Daten wie Bilddateien oder Behandlungspläne unmittelbar auf verschiedenen Arbeitsplatzgeräten in der Praxis verfügbar sind. Das ist vor allem dann von Vorteil, wenn mehrere Teammitglieder dazu in der Lage sein sollen, sich an unterschiedlichen Punkten des Behandlungsablaufs in den Workflow einzuklinken. Mit Blick auf das Thema Rechenschaftspflicht ist es in diesem Zusammenhang beruhigend zu wissen, dass es die Software bei Bedarf erlaubt, jede Aktion zu autorisieren und zu protokollieren.

Zahlreiche Module für ein breites Einsatzspektrum

Das Anwendungsspektrum der Planmeca Romexis erweist sich dabei als ausgesprochen umfangreich: Mehrere Module mit einer Fülle von Funktionen sorgen für ein hohes Maß an Flexibilität. Auf dem

Gebiet der Bildgebung etwa haben Anwender ihrem Aufnahmegerät entsprechend die Möglichkeit, mit einem 2D- oder einem 3D-Modul zu arbeiten (**Abb. 1**). Das Smile Design wiederum erlaubt eine fotorealistische Simulation eines neuen Lächelns und bietet der Praxis somit ein wirkungsvolles Tool für die Patientenkommunikation (**Abb. 2**). Ist ein computergestütztes Monitoring von Geräten sowie ihrer Nutzung gefragt, kommen das Romexis Clinic Management und Romexis Insights zum Einsatz. Gerade in größeren Praxen oder in Zahnkliniken tragen diese Module dazu bei, das verwendete

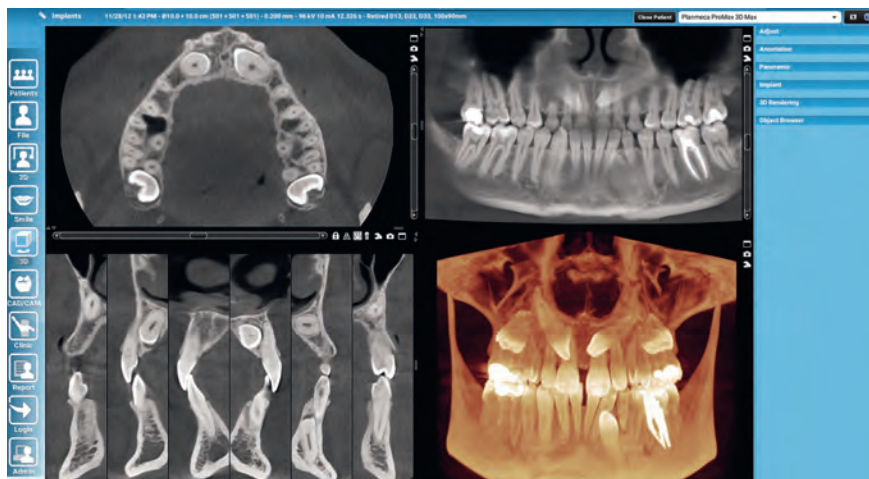


Abb. 1: Den vollen Durchblick: Mit dem 3D-Bildgebungsmodul schafft die Planmeca Romexis hervorragende Voraussetzungen für Diagnose und Behandlungsplanung.

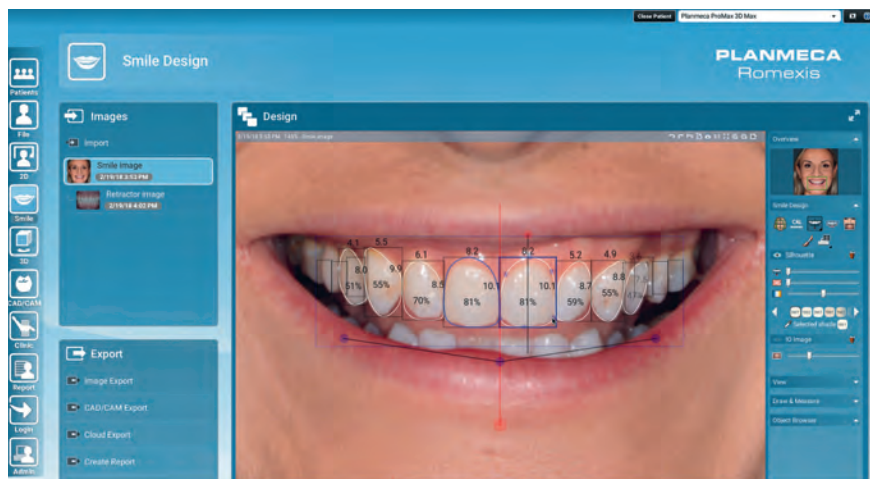


Abb. 2: Nicht nur in der Patientenkommunikation ein wertvolles Tool – Planmeca Smile Design.

Equipment im Blick zu behalten. Echtzeitüberwachung von Geräten, Protokolle und Zusammenfassungen der Hygieneabläufe und generellen Gerätenutzung sowie der Zugriff vernetzter Komponenten, selbst von unterschiedlichen Standorten aus, bieten so ein Plus an Transparenz und Sicherheit.

CAD/CAM und Implantatplanung

Geht es schließlich um das digital gestützte Design von Zahnersatz und um dessen Fertigung, so hält die Software auch hier die passenden Lösungen bereit – und das unabhängig davon, ob eine zahn- oder eine implantatgetragene Restauration ansteht. Für letzten Fall stehen mit dem Modul Romexis 3D Implant unter anderem Implantatplanungswerkzeuge zur Ausrichtung und zur Verlängerung von Implantaten sowie zum Erstellen von Implantat-Sicherheitsbereichen zur Verfügung. Integrierte Bibliotheken für Implantate (über 70 Hersteller umfassend), Abutments und Kronen erleichtern die Behandlungsplanung bis zur finalen Versorgung.

Ebenso umfassend lässt sich der Workflow bei zahngetragenen Versorgungsmöglichkeiten abbilden. Den Ausgangspunkt stellt hier beispielsweise ein Intraoralscan mithilfe des Planmeca Emerald S dar. Die so erfassten Daten lassen sich mühelos in die Software einlesen und bei Bedarf etwa im STL-Format exportieren. Mithilfe des Moduls Plan-CAD Easy – Design & Mill kann in der Folge dann das Design von Inlays, Onlays, Veneers, Kronen oder Brücken vorgenommen werden. Und wie der Name des Moduls bereits verrät, ist auch die Übergabe des Designs an eine Chairside-Fertigungseinheit wie die PlanMill 40 S kein Problem.

Offen für individuelle Bedürfnisse

Gerade auf dem vielseitigen CAD/CAM-Markt ist das Thema Offenheit von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund wurde die Planmeca Romexis so konzipiert, dass insbesondere die als Arbeitsgrundlage dienenden Bilddaten ganz einfach in branchenüblichen Formaten wie JPEG, DICOM und STL importiert und exportiert werden können. Auf diese Weise bleibt der Praxis auch im digitalen Workflow die notwendige Flexibilität erhalten, um den individuellen Präferenzen entsprechend zum Erfolg zu gelangen.

Weitere Informationen zur Software auf
www.planmeca.com/de/software/

Bilder: © Planmeca



Planmeca Vertriebs GmbH

Nordsternstraße 65

45329 Essen

www.planmeca.de

So geht Mitarbeiter- unterweisung heute

Der einfachste Weg, alle Mitarbeiter
schnell & sicher online zu unterweisen.



Lückenlose Dokumentation



Zeit & Aufwand sparen



Aktuell & komplett



Erinnerungsmanagement



www.entolia.com

Ein Angebot von Spitta

Die Zukunft der Okklusionsprüfung ist digital



Die Dr. Jean Bausch GmbH & Co. KG, einer der führenden Anbieter von Artikulations- und Okklusionsprüfmitteln, wird im September dieses Jahres während des „ADA FDI World Dental Congress“ in San Francisco mit dem „Cellerant Best of Class Technology Awards“ für das OccluSense®-System ausgezeichnet. Der Preis wird an Andre Bausch überreicht werden.

Das neue System OccluSense® kombiniert die traditionelle und digitale Erfassung der Kaudruckverteilung auf Okklusalfächchen. Das OccluSense-Gerät mit seinem 60 µm dünnen Einweg-Drucksensor mit roter Farbbeschichtung wird genauso wie eine herkömmliche Okklusionsprüffolie verwendet.

Die Kaudruckverteilung des Patienten wird in 256 Druckstufen digital erfasst und zur weiteren Auswertung an die OccluSense®

iPad App übertragen. Die herkömmliche Farbübertragung auf den Okklusalfächchen des Patienten erleichtert die Zuordnung der erfassten Daten.

Die ermittelten Daten, die sich als 2- bzw. 3-dimensionale Grafik inklusive der Kaukraftverteilung mit bis zu 150 Bildern pro Sekunde darstellen lassen, können in der Patientenverwaltung der iPad App gespeichert, jederzeit aufgerufen oder exportiert werden.

Weitere Informationen über das neue System finden Interessierte unter: **www.occlusense.com**

Näheres zu den Cellerant Best of Class Awards und den Preisträgern 2019 unter **cellerantconsulting.com/bestofclass**.



Dr. Jean Bausch GmbH & Co. KG

Oskar-Schindler-Str. 4

50769 Köln

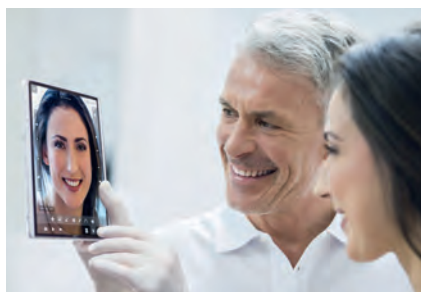
Tel.: 0221-70936-0

Fax: 0221-70936-66

info@bauschdental.de

www.bauschdental.de

IvoSmile-App – Visualisierung ästhetischer Behandlungsoptionen



IvoSmile ist eine Software-Applikation (App) für die Visualisierung von ästhetischen Behandlungsoptionen direkt im Mund des Patienten. Die Technologie der Software basiert auf der so-

genannten „erweiterten Realität“ (Augmented Reality). Dank des virtuellen Bilds bzw. Videos wird das Behandlungsziel besser verständlich. Der Patient kann leichter eine Entscheidung treffen, ob er in eine detaillierte, zeit- und kostenintensive Planung einer kosmetischen Behandlung investieren möchte. Die ansprechende Vorher-Nachher-Ansicht und die Möglichkeit, sich mit der Versorgung in einem „virtuellen Spiegel“ zu sehen, begeistert den Patienten und motiviert, über ein „Smile-Makeover“ nachzudenken. Mit der Bleaching-Funktion kann IvoSmile auch das Aufhellen der natürlichen Zähne simulieren. Die App unterstützt so bei der Beratung nach der optimalen Aufhellungsstufe.

genannten „erweiterten Realität“ (Augmented Reality.)

In wenigen Minuten können Sie – während eines Beratungsgesprächs – eindrucksvoll und unverbindlich Ihren Patienten sein neues Lächeln auf dem iPad präsentieren. Dies vermittelt ihm einen ersten unverbindlichen Eindruck seines ästhetischen Optimierungspotenzials ohne zeit- und kostenaufwendige Fotoaufnahmen oder Mock-Ups.

Die Software kann kostenlos 30 Tage getestet werden. Die technische Voraussetzungen sind: Ein iPad von Apple mit 64-bit-CPU und Softwareversion iOS 10 oder höher.

IvoSmile ist im Apple-App Store erhältlich

(<https://apps.apple.com/app/id1435063789>)

CGM Z1.PRO Anamnesebogen-App

Zahnarzt Robert Mühlig eröffnete in 2018 seine „White Spot Zahnarztpraxis“ im stilvollen Bismarckviertel in Krefeld nach vorausgegangener 3-jähriger Juniorpartnerschaft. Er verwirklichte mit ihr seine Idealvorstellungen an eine voll digitalisierten Zahnarztpraxis. Höchste Qualitätskriterien sind für ihn das Maß aller Dinge. Das gilt sowohl für das Design der Praxis, deren technische Ausstattung, die ästhetisch geprägten Behandlungskonzepte des 32-Jährigen und der EDV-Umstellung auf das Praxisinformationssystem CGM Z1.PRO.

Er und sein Team waren außerdem sofort überzeugt, dass die interaktive CGM-Anamnesebogen-App für die Praxis von hohem Nutzen ist. Bereits nach 6 Monaten zählen Zeitersparnis und Rechtssicherheit, die automatische Speicherung der Patientenangaben im Behandlungsmanager und in der Patientenakte zu den vielen Vorteilen, von denen die Zahnarztpraxis profitiert. „Abgesehen von den wenigen Menschen, die noch keine mobilen Endgeräte nutzen und sich erst an den digitalen Anamnesebogen gewöhnen müssen, freuen sich alle Patienten über diese Innovation in der White Spot Praxis, weiß Robert Mühlig zu berichten, und nach seiner Erfahrung macht dieser digitale Anamnesebogen Sinn für jede Praxisgröße. ■



Zahnarzt Robert Mühlig

Zahnarztpraxis White Spot
Schillerstraße 97, 47799 Krefeld
info@whitespot.eu
www.whitespot.eu



Impressum

»ZMK«, Zahnheilkunde · Management · Kultur
ZMK online: www.zmk-aktuell.de



Spitta GmbH
Ammonitenstraße 1, 72336 Balingen
Postfach 10 09 63, 72309 Balingen
Telefon 07433 952-0, Telefax 07433 952-111
E-Mail: info@spitta.de

Chefredaktion

Prof. Dr. Claus-Peter Ernst
E-Mail: Claus-Peter.Ernst@spitta.de

Redaktion

Karin Ude, Tel.: 07433 952-438, Fax: 07433 952-442
E-Mail: Redaktion@spitta.de

Anzeigenleitung

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

Anzeigenverkauf

Nadja Spudat, Tel.: 07433 952-221,
E-Mail: Nadja.Spudat@spitta.de

Anzeigenservice/Aboverwaltung

Melanie Zeng, Tel.: 07433 952-184
Melanie.Zeng@spitta.de

Druckauflage

38.000 Exemplare
10 Ausgaben jährlich
ISSN 1862-0914
Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 32/17

Satz

F&W Druck- und Mediencenter GmbH, 83361 Kienberg,
www.fw-medien.de

Druck, Verarbeitung, Versand

Mayr Miesbach GmbH, Am Windfeld 15, 83714 Miesbach
www.mayrmiesbach.de

Copyright Spitta GmbH
Gerichtsstand Stuttgart



WISSEN, WAS ZÄHLT
Geprüfte Auflage
Klare Basis für den Werbemarkt

Diese Zeitschrift ist der IWV-Informationgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. angeschlossen.

Szenarien der Digitalisierung

Der Einsatz digitaler Technologien schreitet weiter voran und der Grad der Vernetzung digitaler Geräte steigt. In der zahnmedizinischen Versorgung ermöglicht die Digitalisierung komplett neue Verfahren und Methoden. Dies hat Veränderungen im Zusammenspiel von Patienten und allen an der zahnmedizinischen Versorgung Beteiligten zur Folge. Mögliche Szenarien der Digitalisierung von morgen wurden in einer Dentalmarktstudie zusammengestellt.

PATIENT

Für den Patienten werden die Zahnpflege und der Besuch der Zahnarztpraxis zum „Event“. Ein digitaler Sprachassistent und eine smarte Zahnbürste unterstützen ihn durch künstliche Intelligenz zuhause. Falls ein Zahnarztbesuch erforderlich wird, vereinbart die Softwaretechnik einen Termin. Die elektronische Patientenakte wird zu einem wichtigen Kommunikationsmedium, das eine zunehmende Patientenautonomie mit sich zieht. Das Wohlfühlen des Patienten wird weiter in den Mittelpunkt rücken: Durch eine Software, die sein Stresslevel erkennt und mit entspannter Musik reagiert, und durch Virtual-Reality-Brillen gegen Angst und Langeweile wird er rundum versorgt.

ZAHNARZTPRAXIS

In der Zahnarztpraxis kann man eine effizientere und serviceorientiertere Praxisorganisation erwarten, die einen smarten und digital vernetzten Weg einschlägt. Der Zahnarzt nutzt ggf. Audio- und Video-Support, wobei die Behandlung noch öfter minimalinvasiv durchgeführt wird. Die digitale Abformung mit-

tels Intraoralscanner wird sich dabei durchsetzen. Der Austausch via Videosprechstunde sowohl mit Kollegen als auch mit Patienten wird Teil des Arbeitsalltags werden.

DENTALLABOR

Im Dentallabor werden größere Strukturen durch Laborzusammenschlüsse oder Laborketten entstehen. Durch den verstärkten Fokus auf den Vertrieb und den Service durch gezieltes Marketing wird der Patient eine noch wichtigere Rolle als Kunde einnehmen. Auch hier nehmen die digitalen Technologien und die Vernetzung zu, während die Material- und Technologievielfalt wächst. Jedoch wird der Fachkräftemangel ein Problem darstellen.

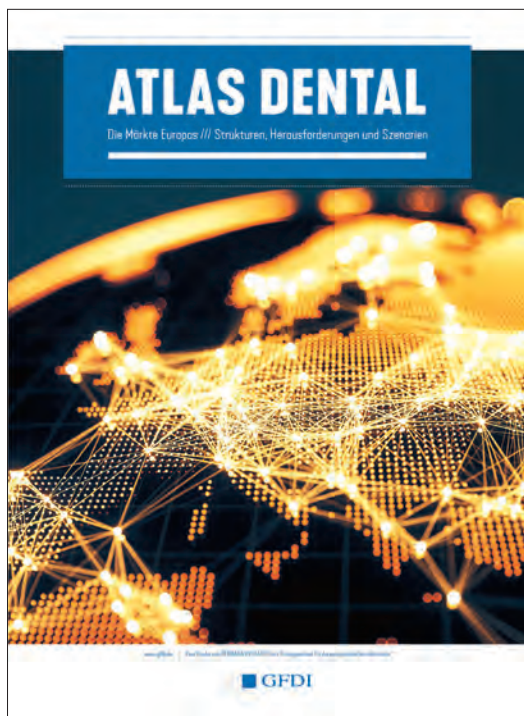
HERSTELLER/HANDEL

Internetbasierte Geschäftsmodelle und interne Geschäftsprozesse werden von einer durchgängigen Digitalisierung bzw. Vernetzung (Industrie 4.0) profitieren. CAD/CAM-Gerätehersteller werden eigene Fertigungszentren für Zahnersatz betreiben. Dabei werden Teile von Wertschöpfungsketten zu anderen Anbietern wandern. Social Selling und personalisierte Werbung mittels KI-basierten Big-Data-Analysen werden zu gängigen Verkaufsstrategien. Schließlich werden auch regulatorische Anforderungen zunehmen und die Kapazitäten binden.

Einen umfassenden Überblick über den Umbruch des europäischen Dentalmarktes gibt der ATLAS DENTAL, der im Auftrag der Gesellschaft zur Förderung der Dental-Industrie mbH (GFDI) und dem Verband der Deutschen Dentalindustrie (VDDI) vom Marktanalysten REBMANN RESEARCH erstellt wurde.

Die rund 80 Seiten umfassende Studie bietet Herstellern, Händlern, Zahnmedizinern und -technikern einen Überblick über die europäischen Entwicklungen der Branche und deren Herausforderungen für die verschiedenen Marktteilnehmer. An spezifischen Szenarien wird gezeigt, wie sich die Dentalwelt in Zukunft gestalten wird und wie sich die einzelnen Akteure darauf einstellen können.

K.U.



Weitere Informationen erhalten Sie auf www.atlas-dental.eu

Eine PDF-Version der Broschüre zur Dentalmarktstudie „ATLAS DENTAL“ und ein Bestellformular für eine kostenfrei gedruckte Version finden Sie unter folgendem Link:

<https://www.gfdi.de/index.php?id=broschuere-dentalmarkt0>

Apps für Zahnmediziner

© istockphoto.com

Mit fortschreitender Digitalisierung werden immer mehr Apps angeboten, um den Praxisalltag des Zahnarztes zu erleichtern. Wir haben recherchiert und einige nützliche Tools für Smartphone- und Tablet-Nutzer zusammengestellt. Einen Auszug finden Sie nachstehend. **Diese und viele weitere Apps mit direkter Verlinkung zum Play- bzw. App-Store finden Interessierte auf www.zmk-aktuell.de/apps.**

Hersteller	App
2ni – Dental Expertise GmbH	Fortbildungen Dentsply Sirona Implants Dentsply Sirona Implants präsentiert sein gesamtes Fortbildungsprogramm in einer App. Ab sofort kann man jetzt auch unterwegs jederzeit einfach und komfortabel nach einem geeigneten Fortbildungskurs suchen, sich über alle Details informieren, den Kursflyer herunterladen und sich sogar direkt online anmelden. Fortbildungsguide Zahnmedizin Die Welt der zahnmedizinischen Fortbildung in einer App. Fortbildungsguide Zahnmedizin organisiert die Suche nach regionalen und überregionalen Fortbildungen, Kursen, Seminaren, Veranstaltungen, Masterstudiengängen, Curricula, Kongressen etc. neu.
3Shape A/S	3Shape Communicate Zahnärzte und Zahntechniker sind nun in der Lage, von überall aus bequem miteinander zu kommunizieren. Sie können 3D-Scans und Designs austauschen, Bilder und Kommentare miteinander teilen, ihre Arbeit planen, Zeit sparen und die Anzahl an Remakes reduzieren. my3Shape für Patienten Mit dieser App bleiben Patienten auf dem Laufenden, indem Sie ihre Scans, Designs und die Bilder ihres Lächelns in 3D ansehen. Außerdem können sie sie überall und jederzeit mit Freunden und Familie teilen.
AKS Aeskulap Kommunikations-Systeme GmbH	Anamneseguide Bei der Erfassung der Krankheitsgeschichte von Patienten leistet die App volle Arbeit: Verdachtsdiagnosen, basierend auf Laborwerten und Symptomen, können direkt nachgeschlagen und eine zielgerechte Anamnese gestellt werden. Der digitale Anamnesebogen kann allerdings nicht direkt durch den Patienten ausgefüllt werden.
Align Technology GmbH	My Invisalign Smile Mit der My Invisalign Smile App können Patienten jeden Schritt auf ihrer Reise zu einem neuen Lächeln verfolgen. So können sie ganz einfach die Veränderungen ihres Lächelns erfassen und vergleichen, den Support und die Empfehlungen, die auf ihre Behandlung abgestimmt sind, nutzen, und die Geschichte ihres Lächelns in den sozialen Netzwerken teilen.
BEGO GmbH & Co. KG	BEGO CAD/CAM Tracking Die App bietet eine Live-Verfolgung der Aufträge – vom Auftragseingang bis zur Lieferung an den Kunden – und eine Nachverfolgung des Sendungsstatus des Kurierdienstleisters. Einfach über die bei der BEGO registrierten E-Mail-Adresse anmelden und jederzeit wissen, ob die Aufträge bei BEGO eingegangen, in der Datenvorbereitung, in der Produktion, fertig produziert oder versendet sind.

Hersteller	App
B.T.I. Deutschland GmbH	BTI App Diese App informiert über Produktneuheiten, Fortbildungen und Veröffentlichungen. Sie bietet die Möglichkeit, Fachliteratur zu kaufen und im Partnerbereich auf exklusive Inhalte und Downloads zuzugreifen.
CANDULOR AG	CANDULOR ToothScout Die App ist ein Hilfsmittel für Zahnärzte, Zahntechniker und Prothetiker, das die Auswahl von Zahnformen erleichtert. Typengerecht können so die passenden ästhetischen und natürlich wirkenden Zähne ausgewählt werden.
CompuGroup Medical Deutschland AG	CGM Dental Consult CGM Dental Consult ist ein Beratungsmodul für Zahnärzte und Patienten. Es enthält grafisches Bildmaterial von Zähnen und Gebiss-Situationen aus den unterschiedlichen Bereichen der Zahnmedizin inklusive zugehöriger textueller Beschreibung. Mit diesen kann in einer Praxis bzw. Klinik die Beratung von Patienten erfolgen. Nicht-Mediziner können sich selbstständig über ihre Behandlung informieren. CGM Röntgen-Tutor Die wiederkehrende Fachkundeprüfung Röntgen ist nicht nur für Auszubildende eine Hürde, deren Latte ziemlich hoch hängt, auch ZFAs, die schon lange Jahre in der Praxis arbeiten, haben ihre liebe Mühe hiermit. Die CGM Röntgen-Tutor App ist eine willkommene Hilfe und auch gleichzeitig ein Motivator, sich optimal auf die Fachkundeprüfung vorzubereiten. CGM VISODENT 3D App Mit der CGM VISODENT 3D App können Zahnärzte ihren Patienten in überzeugenden grafischen Darstellungen die von ihnen vorgeschlagene Behandlung beispielhaft vorstellen. Die App ist die perfekte Ergänzung zum CGM Z1-Modul CGM 3D Patientenberater. CGM Z1.PRO-Anamnese APP Mit der CGM Z1.PRO-Anamnese APP können Patienten den Anamnesebogen einfach auf einem iPad ausfüllen. Dies spart nicht nur Zeit und ordnet alle Daten ordentlich der Patientenakte zu, sondern schließt damit sogar Übertragungsfehler komplett aus. Alle Fragen können individuell auf die Zahnarztpraxis angepasst werden. Diese App kann nur in Verbindung mit CGM Z1 / CGM Z1.PRO genutzt werden; um die Antworten automatisch dem Patienten zuordnen und speichern zu können, ist eine Lizenz nötig.
Dental Wings GmbH	coDiagnostiX Merkmale der App: Anzeige von geplanten Implantaten inklusive Zahnposition; am Implantat ausgerichtete 3D-Ansicht; Stereo-3D-Unterstützung; Axial-, Panorama- und Querschnittsansichten; virtuelles OPG.
DENTAURUM GmbH & Co. KG	Build-a-Brace Moderne, digitale Patientenberatung mit der Zahnspangen-App: Build-a-Brace eignet sich hervorragend als innovatives Beratungstool für die moderne kieferorthopädische Praxis. Patienten können ihre eigene Zahnspange am Smartphone oder Tablet designen, woraufhin der Zahnarzt das Design direkt an das Dentallabor weiterleitet.
Dentsply Sirona Deutschland GmbH	SIDEXIS iX Sidexis iX macht die Röntgen- und Patientendaten mobil und den Behandler von seinem Praxisrechner unabhängig. Die App erlaubt es, Patienten umfassend und mobil in der Praxis zu beraten. Befund sowie Therapievorschlag können komfortabel, einfach und patientenfreundlich „chairside“ erläutert werden.
DGET	AcciDent Sehr nützlich, gerade für junge Ärzte mit vergleichsweise weniger Erfahrung, ist die App „AcciDent“. Sie stellt ein digitales Nachschlagewerk der Deutschen Gesellschaft für Endodontologie und des Zahnunfallzentrums der Universität Basel für Behandlungen von Zahnunfällen dar, die man selten im Praxisalltag zu sehen bekommt.
DIE ZAHNARZT-APP	Die Zahnarzt-App Mit einer eigenen Praxis-App können Zahnärzte ihre Patienten direkt über das Smartphone über Neuigkeiten und wichtige Informationen der Praxis informieren. Deshalb nutzen immer mehr Zahnärzte/-innen diese moderne Art der „Visitenkarte“ zur Patientenbindung und zum Marketing.

Hersteller	App
Dr. Jean Bausch GmbH & Co. KG	Dental Navigator Der „Dental Navigator“ ist eine interaktive App, welche zur Veranschaulichung von Behandlungen am Patienten durch Video- und Bildmaterial eingesetzt werden kann. Es handelt sich um eine sehr aufwendig konzipierte App, die z.B. 3D-Animationen des Kiefers in Echtzeit abbilden kann. Per HDMI-Adapter ist der App-Inhalt auch auf einen größeren Bildschirm übertragbar. Allerdings ist die App bisher nur in Englisch verfügbar.
Dürr Dental SE	Dürr Dental Imaging Dürr Dental Imaging ist eine App, mit der in VistaSoft oder DBSWIN erstellte und gespeicherte Bilder übertragen und dargestellt werden können. Merkmale der App: Aufrufen von Patienten; Anzeige von patientenspezifischen Röntgen- und Kamerabildern; Anzeige von Layouts und Gruppen; Freihandzeichnungen; Demodatenbank mit Beispielbildern; Offline-Datenbank zum Betrieb ohne aktive Serververbindung. Dürr Service Zu einem Produkt von Dürr Dental kann schnell auf alle Produktinformationen zugegriffen werden. Durch Ab-scannen des Typenschilds oder über die intelligente Suchfunktion können Informationen wie z.B. Montage- und Installationsanleitungen, Serviceunterlagen, Reparaturvideos und vieles mehr abgerufen werden. Tyscor Pulse Tyscor Pulse von Dürr Dental ist eine Überwachungs- und Benachrichtigungs-App für den Tyscor Pulse Dienst. In Verbindung mit einer Installation des Tyscor Pulse Servers und den unterstützten Geräten erlaubt die App, wesentliche Geräteparameter zu überwachen und Benachrichtigungen für erfolgreiche Vorgänge und Ausnahmezustände zu erhalten.
Health AG	Coevo In der neuen Coevo Community App können Co-Evolutions-Partner der Health AG miteinander in Kontakt treten. Sie können mit Kollegen diskutieren und Networking betreiben, um sich mit ihnen über verschiedene Themen auszutauschen. Außerdem finden sich hier anstehende Veranstaltungen, wie z.B. die Co-Evolution Labs.
ifap GmbH	Arznei aktuell Die Medikamentendatenbank umfasst alle in Deutschland zulässigen Medikamente. Die App stellt relevante Informationen über verschreibungs- und apothekenpflichtige Medikamente bereit und gibt zudem Auskunft über Wechselwirkungen, Preis usw. Sie informiert zusätzlich auch darüber, ob beispielsweise die Fahrtüchtigkeit eines Patienten nach der Einnahme eines bestimmten Präparates eingeschränkt ist.
iPhormation	Suturing techniques Videos Diese App richtet sich an Dentalchirurgen und an Zahnmedizinstudenten. Sie wertet die unterschiedlichen chirurgischen Nahttechniken aus und verschafft einen Überblick über die jeweiligen Vor- und Nachteile.
Ivoclar Vivadent GmbH	IPS e.max Shade Navigation App Diese App ist die intelligente IPS e.max-Block-/Rohling-/Disc-Auswahl-App und hilft dem Keramiker bei der Farbauswahl bei seinen Patientenarbeiten. Sie zeigt z.B. für die IPS e.max Presstechnik an, welcher Rohlingstyp und welche Farbe für die angefragte Versorgung verwendet werden sollte. IV Events Die Event App ist der digitale Begleiter für Veranstaltungen und Kurse von Ivoclar Vivadent. Sie bietet weit mehr als nur Informationen zum Programm und zu Referenten. Die Funktionen, Vorträge zu bewerten und Fragen an die Referenten zu stellen, gehören zum interaktiven Eventerlebnis.
Komet Dental / Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG	Checkomet Bisher müssen Zahnärzte die Instrumente selbst erkennen, wenn sie eine Behandlung vorbereiten. Das kann ganz schön verwirrend sein, denn rotierende Instrumente sehen sich manchmal sehr ähnlich, sodass man sie nicht immer schnell und sicher voneinander unterscheiden kann. Darum erkennt der „Checkomet“ in der neuen Komet App jedes rotierende Instrument, das ihm gezeigt wird. Instrument platzieren, Kamera ausrichten, Foto machen, Daten übermitteln. (App noch nicht verfügbar.)

Hersteller	App
Medical Insights AG	INSIGHTS Dental INSIGHTS Dental ist die personalisierte Wissensgemeinschaft für die orale Rekonstruktionszahnmedizin, die ihre Mitglieder auf dem neuesten Stand der Zahnmedizin hält. Sie bietet ihnen sofortigen Zugang zu aktuellstem Wissen und einer globalen Gemeinschaft von gleichgesinnten Praktikern und Spezialisten. Mit INSIGHTS Dental profitierten die Teilnehmer von exklusiven Features wie aktuellen Programm-Updates, Diskussionen und der Social Wall.
Procter & Gamble GmbH	Oral-B Die auf künstlicher Intelligenz basierende Putztechnikerkennung für GENIUS X von Oral-B hat vom Zahnputzverhalten tausender Menschen gelernt. Sie passt sich der Putztechnik des Benutzers an, um sicherzustellen, dass kein Bereich vergessen wird – auch ohne die Kamera des Smartphones.
Rosinante e.K.	der biss Mit der App „der biss“ können sich Studenten und Auszubildende spielend mit den Formen und Proportionen der menschlichen Zähne sowie mit dem ISO-System vertraut machen. Eine Zeichnung stellt jeden Zahn aus verschiedenen Perspektiven vor – mit farbigen Kontaktpunkten, damit die Zuordnung entsprechend dem internationalen Zahnschema (ISO 3950) leichter fällt.
Straumann GmbH	CARESGuide Die Straumann® CARES® Guide App ermöglicht es Zahnärzten und Zahntechnikern, rasch und einfach eine für ihre Indikation geeignete Lösung mit Straumann® CARES® CAD/CAM zu finden.
synMedico GmbH	infoskop Ärzte, die Abläufe in ihrer Praxis verbessern, Patienten multimedial informieren und die Umsätze deutlich steigern möchten, finden in der App „infoskop“ die optimale Lösung. Patienten- und Anamnesebögen werden auf dem Touchscreen ausgefüllt, der Arzt führt die Patientenaufklärung am tragbaren Gerät durch oder informiert mit hinterlegten Grafiken und Videos oder anhand importierter Röntgenbilder über die Behandlung. Alle am Gerät durchgeführten Aufklärungsaktivitäten werden automatisch protokolliert, womit Leistungen, Kosten und Eingriffe anschaulich vermittelt und rechtskonform dokumentiert werden.
TePe D-A-CH GmbH	TePe Einfache Veranschaulichung der Zahnzwischenraumpflege: Durch eine professionelle und schnelle Darstellung zeigt die App dem Patienten die richtigen Interdentälbürstengrößen für die jeweiligen Anwendungsbereiche im Mundraum. Zudem bietet die App eine individuelle Beratung, beispielsweise mit Anwendungsvideos von TePe, um die Mundhygiene zu fördern.
W&H Dentalwerk Bürmoos GmbH	W&H News Nachrichten und Videos in einer völlig neuen mobilen Dimension: Die News App steht W&H Zahnärzten, Studenten und allen an Zahnmedizinischen Themen Interessierten zur Verfügung. Sie haben Zugang zu News, Berichten, Studien und können in die Dentalvideos von W&H eintauchen. Einfach und unterhaltsam auf dem Laufenden sein!
Zimmer Dental GmbH	Zimmer Biomet Dental Education Die Zimmer Biomet Dental Education App bietet Zugriff auf die Weiterbildungsprogramme und -kurse des Zimmer Biomet Institutes und eine mobile Plattform, auf der Benutzer mobil lernen und Informationen abrufen können, u.a. durch Streaming von bedarfsgesteuerten Webcasts und Technikvideos.

Ausgewählte Kongresse und Weiterbildungen zu den Themen Digitale Zahnmedizin und Medizin, digitale Praxis, Big Data und Künstliche Intelligenz

Termin	Ort	Titel der Veranstaltung/Kontakt	Thema/Inhalt
11.09.2019	Bremen	Einstieg in die digitale Implantologie, Live-3D-Patientenplanung mit voll-digitalem Provisorium und Hands-on Weitere Infos: ZÄK Bremen Tel.: 0421 33 303 -70; https://fizaek-hb.de/de/home.html	Workshop für Spezialisten; Implantatplanung, offener Workflow mit SMOP-Planungssoftware und Darstellung prothetischer Optionen.
18.09.2019	Rostock	Wieviel Internet braucht meine Praxis? Weitere Infos: Sandra Bartke Tel.: 0385 5910813 oder www.zaekmv.de	Ausrichtung der Praxisstrategie am Verhalten der Patienten; Nutzung von E-Mail und die Kommunikation über mobile Geräte (Smartphone/Tablet) seitens der Patienten berücksichtigen.
27.-29.10.2019	Berlin	World Health Summit Weitere Infos: www.worldhealthsummit.org	Der World Health Summit gilt als eines der bedeutendsten internationalen Foren für globale Gesundheitsfragen, strategische Entwicklungen und Entscheidungen im Gesundheitsbereich. Digital Health, Big Data in Forschung, Digital Health Education spielen eine wichtige Rolle.
30.10.2019	Rostock	Mobile Assistenzsysteme in der Medizin Weitere Infos: www.med.uni-rostock.de	Vortrag von Prof. Dr. Thomas Kirste, Rostock, im Rahmen des Forschungsforum der medizinischen Fakultät/Universitätsmedizin Rostock
08./09.11.2019	Frankfurt/Main	Deutscher Zahnärztetag Weitere Infos: www.dztz.de	Leitthema: Meine Praxis – Meine Zukunft; - Trends auf dem Prüfstand, u.a. werden Diagnostik- und Therapiekonzepte, innovative Materialien und Methoden hinterfragt. - Ich bin doch Arzt und kein IT-ler!? Schnittstellen im Clinical Workflow - Digital Dentistry (Vorträge des Netzwerks EbM) - Vorträge der Fachgruppe DGCZ sowie wissenschaftliche Jahrestagung der DGCZ und der Sektion Informatik. Die Sektion Informatik wird sich mit dem „Dentalen Digitalen Modell“ befassen.
16.11.2019	Leipzig	Heller, schneller, digitaler – zahnärztliche Prothetik im Jahr 2019 Weitere Infos: www.gzmk-leipzig.de Mail: gzmk@medizin.uni-leipzig.de	Vorträge zu Methoden und Materialien in der Prothetik; auch zur digitalen Prothetik
21./22.11.2019	Berlin	„Futuras in res – What's the IQ of AI?“ Weitere Infos: www.fraunhofer.de/.../events Registrierung: https://futuras.fraunhofer-events.de/registration/	Konferenz zum aktuellen Stand der internationalen KI-Forschung; geht der Frage nach, inwieweit unterschiedliche Dimensionen der Intelligenz wie Logik, Kommunikation, Wahrnehmung, Bewusstsein und Empathie bereits abgedeckt werden können. Mit namhaften internationalen Expertinnen und Experten aus Forschung, Industrie, Politik und Gesellschaft.
27.11.2019	Rostock	Welche Anwendungen der Künstlichen Intelligenz sind für die Medizin von Nutzen? Weitere Infos: www.med.uni-rostock.de	Vortrag von Dipl. Phys. Welf Wustlich, Rostock, im Rahmen des Forschungsforum der medizinischen Fakultät/Universitätsmedizin Rostock
29.-30.11.2019	Köln	IQWiG-Herbst-Symposium Weitere Infos: www.iqwig.de/veranstaltungen	Aktuelle und kontroverse Aspekte aus Medizin und Gesundheitspolitik sind regelmäßig Thema in Köln, wenn das IQWiG sein jährliches Herbst-Symposium veranstaltet.
13.-15.02.2020	Basel, Schweiz	EbM-Kongress 2020 Karsta Sauder: sauder@ebm-netzwerk.de	„Nützliche, patientenrelevante Forschung – wie bekommen wir die Evidenz, die wir brauchen?“ fragt das Netzwerk evidenzbasierte Medizin auf der nächsten Jahrestagung. Eine Rolle wird dabei sicherlich die Beurteilung digitaler Anwendungen/Analysemethoden spielen.

BE

EFFICIENT

AESTHETIC

PRECISE



Bild: sirius ceramics

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

Exklusiv bei Henry Schein

 **Zirlux**
UNIVERSAL TECHNOLOGY SYSTEM

 **vhf**