

Was begünstigt, was hemmt die fortschreitende Digitalisierung der restaurativen Zahnheilkunde?

Dr. Jan Hajtó

Die Möglichkeiten der digitalen Datenerfassung, Datenverarbeitung und maschinellen oder automatisierten Fertigung sind in der Zahntechnik und Zahnmedizin zum allergrößten Teil noch nicht voll ausgeschöpft, die künftigen Entwicklungen auf diesem Gebiet werden bedeutende Veränderungen bewirken. Der kontinuierliche Einzug digitaler Prozesse in der Individualfertigung von Zahnersatz lässt daher viele Ideen und Hoffnungen keimen. Die Geschwindigkeit, mit der die Digitalisierung der restaurativen Zahnheilkunde voranschreitet, wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst, die im Folgenden erörtert werden sollen.

In der Digital Dentistry lassen sich drei Hauptbereiche unterscheiden, die heute jeweils eine Vielzahl von Einzelanwendungen umfassen: Dokumentation und Kommunikation, Diagnostik sowie Therapie.

Das Gebiet Dokumentation und Kommunikation umfasst z. B. die elektronische / digitale Abwicklung der

- Karteiführung, Abrechnung, Materialwirtschaft, QM
- Fotografie
- Taschentiefenmessung
- Farbmessung
- Kommunikation mit Patienten, Geschäftspartnern etc.

Im Bereich der Diagnostik kommen digitale Technologien heute zum Einsatz bei

- Röntgen, DVT, MR, Ultraschall
- Kariesdiagnostik
- endometrischer Längenmessung
- Gelenkbahnaufzeichnung, MRT-Gelenkdiagnostik, TENS

- Bisslagebestimmung, Okklusionsanalyse
- Aufbisschienen mit Aufzeichnungsfunktion
- Ästhetikanalyse, Planung etc.

In der Therapie schließlich kommen u. a. digitale Verfahren zur Anwendung wie

- intraorale Abformung
- Computergestützte Modellierung aller Arten von Zahnersatz (Computer Aided Design, CAD)
- Kieferorthopädische Schienenbehandlungen
- Computergestützte Kieferorthopädie
- 3D-Implantationsplanung, navigierte Chirurgie etc.

Da in der heutigen Zeit sogar fast jedes Kinderspielzeug Mikroelektronik beinhaltet, ist es selbstverständlich, dass diese auch in der Zahnmedizin alle Bereiche durchdringt. Elektronische Hilfsmittel werden – wie z. B. bei der Aufzeichnung von Unterkieferbewegungen – teilweise bereits seit Jahrzehnten eingesetzt. Die o. g. Beispiele für den Einsatz digitaler Technologien auf den Gebieten Dokumentation/Kommunikation und Diagnose deuten bereits darauf hin, wie fragmentiert die digitale Zahnheilkunde ist. Auf diesen Gebieten lassen sich jedoch die verschiedenen Eingangs- oder Ausgangsdaten in der Regel über die Praxissoftware bzw. das Praxisnetzwerk zusammenführen oder zumindest parallel nutzen.

Anders verhält sich dies im therapeutischen Bereich. Die Therapie war bisher im Hinblick auf die Herstellung von Werkstücken zu einem großen Teil von handwerklichen Prozessen geprägt. Die individuelle manuelle Einzelanfertigung von hinsichtlich Form, Material(-kombination) und Farbe völlig verschiedenartigen Teilen konnte lange Zeit durch Automatisierung und Industrialisierung nicht ersetzt bzw. sinnvoll ergänzt werden. Eine rechnergestützte Erstellung der Vorlagen kann ihren Zweck erst erfüllen, wenn

sich diesem Schritt auch eine maschinelle Umsetzung der erzeugten Daten in ein reales Objekt anschließt. Derzeit herrscht z. T. noch eine deutliche Diskrepanz zwischen dem, was virtuell erzeugt, und dem, was tatsächlich produziert werden kann.

Digitaler Workflow unter ökonomischen Aspekten

In der ökonomischen Theorie ist das Primärziel eines Unternehmers oder Unternehmens (zum Beispiel einer Zahnarztpraxis, eines Dentallabors oder eines Unternehmens der Dentalindustrie) das Streben nach ökonomischem Erfolg. Dies kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn neue Verfahren entwickelt oder eingeführt werden sollen. Interessanterweise enthält bereits der hippokratische Eid ökonomische Regelungen und Denkanstöße. Denn nicht nur in der Zahnmedizin kann es in bestimmten Situationen zu einem Wissenskonflikt kommen zwischen dem bestmöglich ökonomisch agierenden Unternehmer auf der einen Seite und dem Mediziner, der sich dem Allgemeinwohl des Patienten verpflichtet hat, auf der anderen Seite.

Der wirtschaftliche Erfolg, den der Unternehmer anstrebt, bemisst sich z. B. durch einen steigenden Umsatz, höheren Ertrag, Gewinn von Marktanteilen und verbesserte Produktivität. Nachgeordnet kommen Antriebe wie Idealismus („die Zahnmedizin oder Zahntechnik verbessern“), reiner Spaß an der Sache oder Befürchtungen, technologisch zurückzubleiben, zum Tragen. Neue Technologien führen zu neuen Arbeitsprozessen und damit auch zu einer Veränderung in der Wertschöpfungskette.

Die Unternehmen der Dentalindustrie suchen nach zukunftsweisenden Lösungen – zum Teil durch Trial and Error. Am erfolgreichsten waren bisher diejenigen Unternehmen, die eine zwar z. T. eingeschränkte, jedoch von Anfang bis Ende durchgängige und validierte Prozesskette anbieten konnten. Die Wertschöpfung sicherten sich viele Anbieter, indem sie für eine Abschottung der von ihnen entwickelten Verfahren sorgten. Das Ergebnis waren getrennte Systemwelten unterschiedlicher Hersteller, die nebeneinander existierten bzw. existieren. Es darf jedoch bezweifelt werden, dass Zahnärzte

und Zahntechniker mit zunehmender Anzahl verfügbarer Einzellösungen auch bereit sind, beliebig viele zu nutzen oder einzusetzen. Entsprechend geht der Trend bei Anbietern und Entwicklern heute dahin, Plattformen und Schnittstellen zu etablieren, die den Austausch zwischen verschiedenen Systemen ermöglichen.

Digitale Technologien in der zahnärztlichen Therapie

Jeder Prozess im Rahmen der Therapie lässt sich zerlegen in die Hauptschritte Datenerfassung, -verarbeitung und verwaltung sowie Fertigung.

Im Folgenden sollen die vier Prozessstufen der Therapie im Hinblick auf den Einsatz digitaler Technologien mit Bezug auf mögliche Wertschöpfung und Entwicklungsperspektiven betrachtet werden.

Digitale Datenerfassung

Die digitale Datenerfassung ist heute bereits technisch gelöst. Sie wird in Zukunft sicher noch hinsichtlich Geschwindigkeit, Anwendungskomfort und im intraoralen Bereich durch die Entwicklung nichtoptischer Technologien (z. B. Ultraschallmikroskopie) verbessert werden. Dennoch ist sie heute praxistauglich und hinreichend genau. Dentalscanner (extraoral oder auch intraoral) werden in Zukunft überall und redundant verfügbare elektronische Geräte darstellen, die zu minimalen Kosten zu erwerben bzw. zu nutzen sein werden. Zwar ist die Dentalbranche kleiner als viele klassische Endkonsumentenmärkte, doch ermöglicht bereits die heutige Technik die Entwicklung und Herstellung von elektronischen Geräten zu minimalen Kosten. Hardware wird dem Kunden in Zukunft von den Unternehmen, die bei der Geräteanwendung Geld verdienen, kostenfrei zur Verfügung gestellt werden, wie dies z. B. bei Mobiltelefonen der Fall ist. Es gibt für viele Zahnarztpraxen oder Dentallabore schon heute kaum noch Gründe, fünfstelligen Beträge für einen Scanner auszugeben. Die Hardwarehersteller, von denen es heute ebenfalls genug gibt, verdienen zwar am Gerät, aber dieser Teil der Wertschöpfung kann separat betrachtet werden und stellt keinen Treiber der allgemeinen Entwicklung dar. Aus diesem Grund versuchen Hardwarehersteller, am gesamten Lebenszyklus eines

Scanners zu partizipieren, z. B. durch Scan fees, Materialverkauf, Serviceverträge etc.

Der Einsatz von Scannern im Labor ist völlig unproblematisch. Fraglich ist dagegen, in welchem Maße Zahnärzte die seit Jahrzehnten bewährten Abformprozesse auf digitale Abformungen umstellen werden. Dies wird erst in signifikantem Maße erfolgen, wenn ein solches Gerät nicht lediglich eine Alternative zur Abdruckmasse bietet, sondern (mehrere) zusätzliche Nutzen bringt, welche heute mit analogen Mitteln nicht erzielt werden können.

Dies könnten z. B. sein

- Archivierung von Mundsituationen; Dokumentation des Ausgangs- und Endbefundes bei prothetischen Maßnahmen (die Prüfungsintensität seitens der Kostenerstatter nimmt kontinuierlich zu)
- Kommunikationstools (z. B. interdisziplinärer Austausch mit anderen Fachrichtungen oder Datenübermittlung an das Dentallabor)
- Zusätzliche diagnostische Tools (z. B. Karieserkennung, Parodontitis-Diagnostik, Krebserkennung etc.)
- Die Arbeitsabläufe verbessernde Tools (z. B. im Hinblick auf die Festlegung der Einschubrichtung, Unterschnitte, Materialstärken, Präparationshilfen, Retentionsberechnungen, Sicherheitsabstand zur Pulpa u. v. m.)

Davon sind die heutigen Systeme jedoch noch entfernt und es besteht ein großer Bedarf an weiteren Anwendungsentwicklungen. Dies trifft in ähnlicher Weise auch für den Bereich der digitalen Modellierung zu.

Digitales Design

Zahnersatz ist nicht nur hochgradig individuell, sondern im Laufe der Jahrzehnte haben sich vielfältige Versorgungsalternativen für alle möglichen Indikationen etabliert, die sich mit handwerklichen Methoden meist problemlos herstellen lassen. Darüber hinaus kommen laufend neue Versorgungsformen hinzu, insbesondere im Bereich der Implantatprothetik. Das digitale Design soll zum einen flexibel diese Vielfalt widerspiegeln, zum anderen einfache und schnelle Workflows anbieten. Diese gegenläufigen Anforderungen für alle Sonderfälle verlässlich umzusetzen,

erfordert einen äußerst hohen Aufwand, denn individuelle Softwareentwicklung ist teuer und zeit- sowie arbeitsintensiv. Hinzu kommt, dass Entwicklungen, die mehr als fünf Jahre alt sind, bereits als technisch überholt gelten. Aus wirtschaftlicher Sicht ist eine eigene Softwareentwicklung entweder nur für große oder spezialisierte Unternehmen sinnvoll – dann aber auch nur, wenn der Markt soweit konsolidiert ist, dass nur noch wenige Anbieter übrig sind.

Diese Konsolidierung ist heute bereits abzusehen. Neben exocad (D-Darmstadt) spielen derzeit noch 3Shape (DK-Kopenhagen) und Dental Wings (CA-Montreal) eine signifikante Rolle im Rahmen der Entwicklung von Dentalsoftware mit offenen Schnittstellen. Unternehmen wie 3M Deutschland (D-Seefeld), Straumann (CH-Basel), KaVo Dental (D-Biberach) und Heraeus Kulzer (D-Hanau) haben ihre eigenen Softwareprojekte zugunsten eines dieser drei Anbieter eingestellt. 3Shape und Dental Wings produzieren auch Scanner und es ist davon auszugehen, dass damit ein Teil der unternehmerischen Wertschöpfung erzielt wird. Ein Problem besteht darin, dass in Zeiten des Filesharing sowie tausender kostenlos verfügbarer Apps einer Software im Allgemeinen nur wenig Wert zuerkannt wird. Der Anwender erwartet, dass die notwendigen Funktionalitäten kostenfrei bereitgestellt werden. Je mehr Kunden (auch OEM-Industriekunden) ein Softwarespezialist hat, desto höher sind seine Lizezeinnahmen, aber auch Zahl und Umfang neuer Anforderungen. Hier gibt es grundsätzlich zwei Handlungsalternativen mit unterschiedlichen Konsequenzen: Entweder werden Sonderanforderungen generell abgelehnt, dann verfügen alle Kunden über die gleichen Funktionen, oder die Flut an Wünschen nach spezifischen Funktionalitäten lähmt die Entwicklung. Die Softwareentwicklung stellt daher heute eine der größten Herausforderungen der digitalen Zahnheilkunde dar. Sie ist der Flaschenhals, an dem viele Anwendungen heute noch scheitern, und eine Hürde, die als ursächlich dafür angesehen werden kann, dass viele der weniger häufigen Versorgungsmöglichkeiten nicht in Angriff genommen werden.

Datenverwaltung

Hinzu kommt, dass vollständig digitale Prozesse neben der reinen Vorlagenerstellung eine Reihe aufwendiger Zusatzanforderungen hinsichtlich Daten-

austausch, -verwaltung und -archivierung mit sich bringen, die teilweise den Vorgaben des Datenschutzgesetzes unterliegen. In diesem Bereich eruieren einige Unternehmen der Dentalindustrie Möglichkeiten, kostenpflichtige Dienstleistungen anzubieten. So wer-

den z. B. die Archivierung großer Datenmengen, der datenschutzgerechte Versand sicher verschlüsselter Patientendaten, Bestellsysteme, Kommunikationssysteme, die Vernetzung mit Abrechnungsprogrammen etc. als kostenpflichtige Dienstleistungen angeboten.

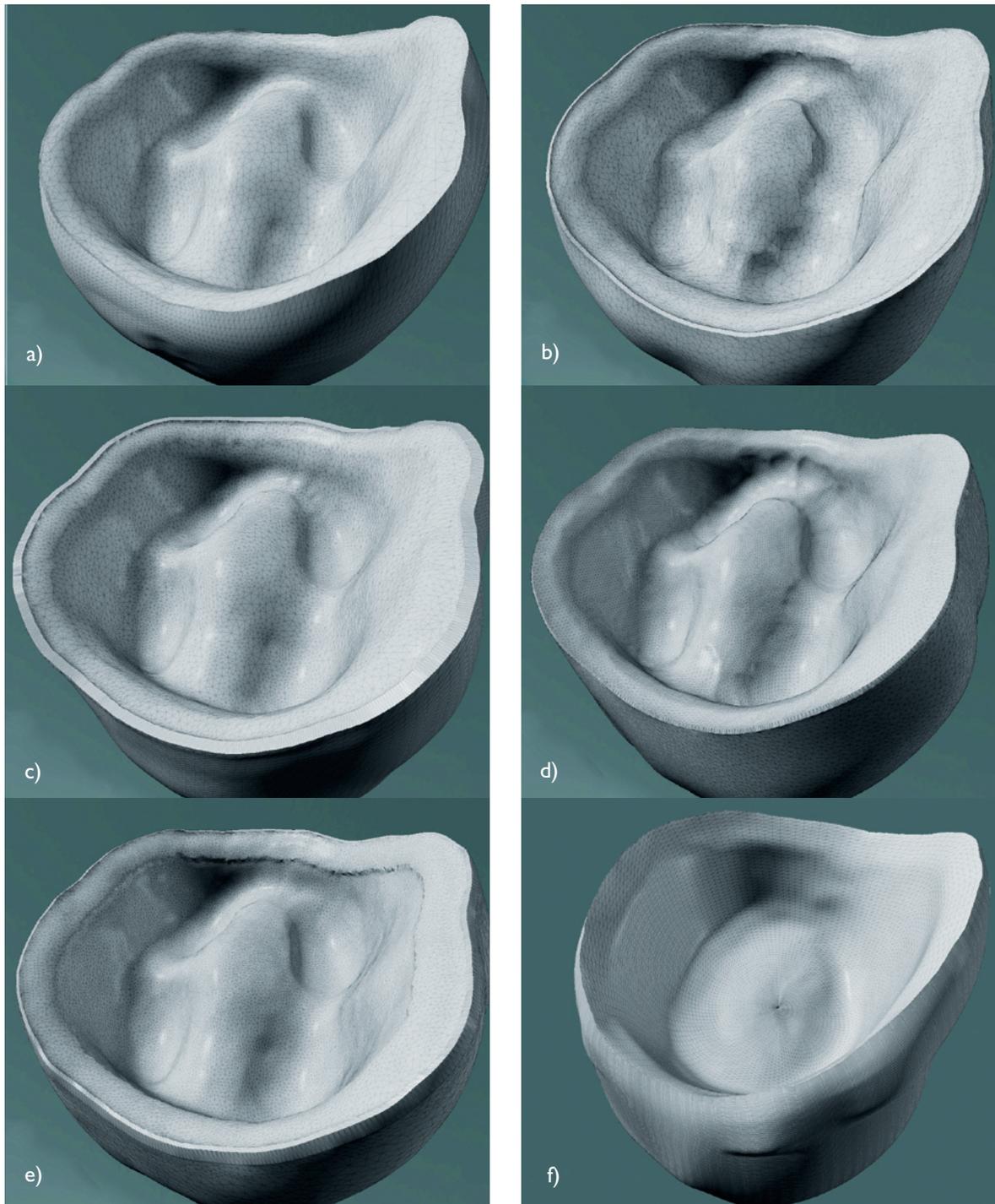


Abb. 1: Ergebnisse des Designs einer Krone mithilfe von Designsoftware unterschiedlicher Hersteller: a) inLab von Sirona Dental Systems (D-Bensheim), b) CAD Design Software von 3Shape (DK-Kopenhagen), c) DWOS von Dental Wings (CA-Montreal), d) Modeler von biodentis (D-Leipzig), e) Dental CAD von exocad (D-Darmstadt), f) Cercon art von DeguDent (D-Hanau; dieses Beispiel zeigt das Design einer anderen Krone).

Henry Schein (D-Langen) betreibt z. B. als Handelsunternehmen in den USA eine systemoffene Plattform (Digital Dental Exchange DDX) und berechnet die Nutzung über Click fees. Es bleibt abzuwarten wohin dies führen wird, ob sich z. B. in Deutschland mit mehr als 60 Anbietern für Abrechnungssoftware ein System durchsetzen wird, und wie relevant die gesamte Thematik aus Sicht der Anwender überhaupt wird. Es handelt sich zwar um Aufgaben, die ein Einzelunternehmer (Zahntechniker / Zahnarzt) nicht stemmen kann und in der Regel auch nicht will, aber es ist auch kein Hexenwerk. So sind diese Prozesse bereits in einigen Designsystemen wie z. B. dem Dental Hub System (DHS) von Dental Wings implementiert. Zudem verfügen auch viele branchenfremde Unternehmen – nicht zuletzt Versicherungsunternehmen – über die erforderliche Kompetenz, solche Dinge schnell umzusetzen.

Fertigung

Naturgemäß hat jedes Fertigungsunternehmen das Interesse, möglichst viele Auftragsdaten aus möglichst vielen Quellen als Eingangsdaten zu erhalten. Dies ist heute erst ansatzweise möglich. Das liegt einerseits daran, dass die meisten Bestandsysteme trotz aller gegenteiligen Verlautbarungen de facto immer noch geschlossen sind. Hier wird zwar einerseits versucht, dem Ruf des Marktes nach offenen Systemen Rechnung zu tragen, andererseits sind die Systeme dann aber doch oft so gestaltet, dass die Wechselhürden hoch sind. Andererseits steht einer generellen Öffnung hin zu einer Vielzahl von Schnittstellen auch ein erheblicher technischer Aufwand entgegen. Scandaten sind nicht gleich Scandaten und die meisten Modellierprogramme oder CAM-Programme enthalten Funktionen, die eine bestimmte Dichte oder Struktur der erzeugten Dreiecksnetze erfordern. Die automatische Erkennung von Präparationsgrenzen erfolgt z. B. über einen Algorithmus, der bei verschiedenen Auflösungen des 3D-Gitters unterschiedlich gut funktioniert. Auch maschinenabhängig können gewisse Anforderungen an die Datenqualität oder -struktur bestehen. Die Exportdaten verschiedener Systeme

sehen ebenfalls nie gleich aus (Abb. 1). Die Daten unterscheiden sich alle hinsichtlich der Struktur der Dreiecksnetze, aber auch hinsichtlich der Berechnungsarten der Fräserradiuskorrektur, Spaltparameter und -übergänge sowie der Randverdickung.

Jedes Fertigungsunternehmen muss, um erfolgreich zu sein, eine gleichbleibende Qualität des Endergebnisses unabhängig von den Eingangsdaten garantieren. Dazu müssen entsprechende Einstellungen und Anpassungen ausgetestet und implementiert werden. Hierbei handelt es sich um einen zeit- und arbeitsaufwendigen Prozess. Naturgemäß kann ein industrieller Fertigungsanbieter derartige Ressourcen besser bereitstellen als z. B. ein kleines, laborgestütztes Fräscenter. Diesem fehlen dazu in der Regel auch die personelle Kompetenz und das Know-how in Gestalt von Softwareentwicklern, Ingenieuren und Mechatronikern.

Ein zweiter unverzichtbarer Bereich, der nur von großen Fertigungsunternehmen stabil abgedeckt werden kann, ist die Modellherstellung auf Basis digitaler Daten. Noch für längere Zeit wird die computergestützte restaurative Zahnheilkunde nicht ohne physische Modelle auskommen. Der modellfreie Zahnersatz lässt sich derzeit noch nicht zufriedenstellend umsetzen. Die generative Modellherstellung wiederum erfordert hohe Investitionen im mittleren sechsstelligen Bereich. Abbildung 2 zeigt eine SLA Maschine Typus D30 der neuesten Generation.



Abb. 2: Die Stereolithografiemaschine D30 von bidentis (D-Leipzig) des Herstellers Dreve (D-Unna) mit Scan-LED-Technologie (SLT).

Diejenigen, die nach wie vor am zuverlässigsten und am einfachsten direkt an der Wertschöpfung partizipieren, sind die Werkstoffproduzenten. Da für die etablierten reinen Materialhersteller die neuen Technologien lediglich eine Substitution und kein Zusatzgeschäft darstellen (nahezu alle Materialien lassen sich auch handwerklich verarbeiten), engagieren sie sich bisher nicht oder nur punktuell in diesem Bereich. Einige der vorhandenen CAD/CAM-Komplettsysteme für Dentallabore, wie z. B. das Cercon-System von DeguDent oder KaVo Everest von KaVo Dental wurden von der Dentalindustrie in der Logik platziert, dass an Hard- und Software nicht viel verdient wird, sondern der Ertrag durch das Materialgeschäft entsteht. Dies führt zu einer Entwicklung geschlossener Systeme und insgesamt zu einer stagnierenden Weiterentwicklung, da der Aufwand der Implementierung neuer Indikationen und Produkte nicht in einem wirtschaftlich ertragreichen Verhältnis zum Mehrverkauf an Material steht.

Fazit

Wie dargelegt wurde, gibt es einige Faktoren, die einer zügigen Weiterentwicklung und Etablierung digitaler dentaler Technologien entgegenstehen und andere, die diese Entwicklung fördern.

Die Kleinteiligkeit und Unübersichtlichkeit des Marktes führt zu einer gewissen Zurückhaltung, neue Systeme und Prozesse zu etablieren. Auf der Seite der Anwender stellt sich das Problem, dass z. B. möglicherweise die von den Dentallaboren erworbenen Investitionsgüter nicht hinreichend ausgelastet werden können und diese u. U. veralten, bevor sie sich amortisiert haben. Oft ist zudem der Indikationsbereich der Systeme eingeschränkt und die Wechselhürden sind hoch. Es ist daher verständlich, dass vonseiten der Zahntechniker die Nachfrage nach offenen Schnittstellen besonders groß ist.

Eine Verbesserung und Beschleunigung der Digitalisierung kann z. B. durch eine sinnvolle Kooperation solcher Partner entstehen, die sich auf ihre Kernkompetenzen fokussieren und einander dabei – ggf. trotz Überschneidungen ihrer Geschäftsfelder – möglichst konfliktfrei ergänzen. Eine solche Allianz ist z. B. die Open Digital Dentistry (CH-Zug), unter deren Dach Partner wie 3M Deutschland (Intraorales Scannen, Ma-

terialien), Straumann (Implantate, Implantatprothetik), Dental Wings (Desktop Scanner, Software) und biodentis (zentrale Fertigung von Zahnersatz) zusammenarbeiten. Aber nur die Zahntechniker und Zahnärzte können als Anwender, Partner und Kunden eines solchen Verbundes Aufträge und Ertrag generieren und somit Impulse für weitere Entwicklungen geben. Da es mit zunehmender Komplexität der Produkte im Rahmen einer zentralen Fertigung immer weniger gut möglich ist, diese nach individuellen Wünschen und Vorgaben zu fertigen, benötigt ein solches Netzwerk auch verlässliche, qualifizierte Laborpartner vor Ort. ■

Dr. med. dent. Jan Hajtó
München, Deutschland



- 1987-1993 Studium der Zahnheilkunde an der LMU München
- 1994 Promotion
- seit 1995 in der Gemeinschaftspraxis Hajtó & Cacac in München niedergelassen
- seit 2004 Spezialist für Ästhetische Zahnheilkunde der Deutschen Gesellschaft für Ästhetische Zahnheilkunde
- 2006 Publikation des Buches „Anteriores – Natürliche schöne Frontzähne“
- 2007 Gründung der biodentis GmbH (www.absolute-ceramics.com), Mitglied der Geschäftsführung
- seit 2008 Referent im Rahmen des Curriculums zur Ausbildung zum Spezialisten für Ästhetische Zahnheilkunde der Deutschen Gesellschaft für Ästhetische Zahnheilkunde
- seit 2010 niedergelassen in der Praxis für Ästhetische Zahnheilkunde München
- seit 2012 Referent im Rahmen des Curriculums für Ästhetische Zahnheilkunde der Zahnärztekammern Nordrhein, Westfalen-Lippe und Niedersachsen
- 2012 Co-Autor des Buches „Adhäsive Zahnheilkunde“, Hrsg. Roland Frankenberger, Deutscher Ärzte-Verlag

Kontakt: j.hajto@absolute-ceramics.com