

7 Morgen noch kräftig zubeißen – Zahnmedizin 4.0

Björn Eggert und Bernd Kordaß

Karies ist die weitverbreitetste chronische Erkrankung der Welt. Im Jahr 2015 hatten 2,3 Milliarden Menschen weltweit Karies an bleibenden Zähnen (GBD 2015). Dies macht klar, welche besondere Bedeutung das Thema Zahnheilkunde und seine Weiterentwicklung auch ins Digitale, sowohl medizinisch wie auch ökonomisch besitzt.

Wie alles begann – Auf dem Wege zur digitalen Praxis

Waren es am Anfang Fragen der Abrechnung, die den Einsatz der digitalen Technologien in der Praxis bestimmten, gab es schon frühzeitig Initiativen, die die Abrechnung als einen unzureichenden Ansatz für den klinischen Einsatz empfunden haben: Nicht die Abrechnung, sondern die Unterstützung der klinischen Tätigkeit sollte im Idealfall der Mittelpunkt digitaler Entwicklungen sein.

Es wird an dieser Stelle auf das zum damaligen Zeitpunkt richtungsweisende europäische Forschungs- und Entwicklungsprojekt ORQUEST (1996–1999) hingewiesen. (Wagner u. Schneider 1997) ORQUEST realisierte eine „ALL in ONE – Chairside Software-Plattform“ mit sprachgesteuertem Mensch-Computer-Dialog sowie einer kognitiv-ergonomischen Visualisierung klinischer Informationen direkt an der Behandlungseinheit. Das Zentrum sollte die klinische Krankengeschichte sein. Alle anderen Komponenten der digitalen Praxis, wie digitales Röntgen, intra- und extraorale Kameras, Systeme zur Patienteninformation, Videokonferenz-ausrüstungen sowie ein Praxis-Management-System (Abrechnungssystem) gliederten sich modular an und befanden sich in direktem Zugriff auf der Benutzeroberfläche.

Für alle nachfolgenden Entwicklungen blieb QRQUEST ein visionärer Demonstrator und in mancherlei Hinsicht ein unerreichtes Vorbild. Viel zu viele „Insellösungen“ ohne erkennbares Gesamtkonzept, sowie die mangelnde Verfügbarkeit geeigneter Schnittstellen und Standards verhinderten eine schnelle Weiterentwicklung. Erst jetzt, zwei Jahrzehnte später, wachsen die Technologien zur „Digitalen Praxis“ und „Digitalem Dentallabor“ zusammen und lassen sich vernetzen: Intraorale Scanner und Laborscanner, 3D-Röntgensysteme wie die Digitale Volumentomografie (DVT), computergestützte Messsysteme zur Registrierung der Unterkieferfunktion, Gesichtsscanner, u. a. m. führen all diese Daten auf eine gemeinsame Plattform zusammen: Es kristallisiert sich der „Digitale Patient“ heraus, der alle biomechanischen und biologisch-physiologischen, aber auch die ästhetischen Belange integrieren kann und sie für die funktionelle Diagnostik und Therapie zur Verfügung stellt.

Kinder wie Erwachsene – Bedürfnis nach gesunden, strahlenden und geraden Zähnen

Kieferorthopädische Maßnahmen sind in den letzten Jahren deutlich populärer geworden. Die damit verbundene Ausweitung von Behandlungen, die nicht vom Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenversicherungen abgedeckt sind, erhöht den Anspruch an die Vorhersagbarkeit des möglichen Ergebnisses. Hier eröffnen Modell- wie Intraoralscanner neue Möglichkeiten: Es entstehen digitale Datensätze, die entweder direkt mittels Intraoralscanner am Patienten erzeugt wurden oder durch Scannen eines Modells entstanden sind, das durch Ausgießen einer konventionellen Abformung gewonnen wurde. Dieser Datensatz kann am Computerbildschirm bearbeitet und die einzelnen Zähne gedreht und verschoben werden. Biologische Grenzen werden aufgezeigt, sodass ein vorhersagbares Bild des möglichen Behandlungsergebnisses entsteht.

Derartige digitale Datensätze ermöglichen zudem weitere Schritte im digitalen Workflow. Auf der so gelegten Basis sind 3-D-Drucker in der Lage, kieferorthopädische Plattenapparaturen herzustellen. Die für die Therapie nötigen Drahtklammern können durch einen Biegeroboter hergestellt werden. Derzeit muss die Zusammenführung noch durch einen Zahntechniker erfolgen.

Mit dem im Scanner gewonnenen Datensatz können auch Aligner (sogenannte unsichtbare Zahnspangen) industriell hergestellt werden. Die Wirkung beruht darauf, dass vom digitalen Ausgangsbefund schrittweise das virtuelle Ergebnis in einen Satz von Kunststoffschienen umgesetzt wird. Der Patient trägt diese Schienen der Reihe nach für einen festgelegten Zeitraum möglichst den ganzen Tag. So nähert man sich Schritt für Schritt und Schiene für Schiene dem gewünschten, vorherberechneten Ergebnis.

Diese Technik kann auch zur Qualitätssicherung bei konventioneller festsitzender Kieferorthopädie genutzt werden. Die Brackets, die auf die Patientenzähne zu kleben sind, können am Computer virtuell an die optimale Stelle positioniert werden. Durch CAD/CAM gefertigte Übertragungssplints kann so die optimale Bracketposition reproduzierbar auf den realen Zahnbogen übertragen werden.

Ich sehe was, was du nicht siehst – Neue Möglichkeiten der Röntgendiagnostik

Digitales Röntgen ist meist nur der Austausch von Röntgenfilmen durch moderne Sensortechnik – mit allen Chancen und Risiken, die mit digitalen Datensätzen verbunden sind.

Eine vergleichsweise neue Möglichkeit aber bietet die Digitale Volumentomografie (DVT). Diese Form der 3-D-Technologie bedeutet eine Erweiterung der diagnostischen Möglichkeiten – die räumliche Darstellung ermöglicht Einblicke in die dritte Dimension.

Mit einem DVT lassen sich tumorartige Veränderungen des Knochens ebenso wie Folgen einer entzündlichen Veränderung meist besser darstellen, als mit einem zweidimensionalen Röntgenbild. Daher ergibt sich in letzter Zeit der verstärkte Einsatz im Bereich der Endodontie (Wurzelkanalbehandlungen).

Am häufigsten wird ein DVT bei der Planung von Implantaten, also künstlichen Zahnwurzeln, die in den Kiefer eingebracht werden, und der anschließenden Versorgung mit z.B. Kronen oder Brücken genutzt. Eine DVT-Aufnahme bedeutet im Vergleich zur Computertomografie eine deutlich geringere Strahlenbelastung für den Patienten. Im Vergleich zu einer strahlenärmeren, zweidimensionalen Panoramaschichtaufnahme liefert es mehr Informationen.

Echte Möglichkeiten – Zahnärztliche Prothetik

Wurden die Zahnreihen des Patienten – direkt im Mund oder vom klassischen Modell gescannt – digitalisiert, ergeben sich neue Möglichkeiten für die Zahntechnik. Auf diesen Datensätzen als Basis können CAD/CAM-gestützt Kronen und Brücken konstruiert werden. Die so entstandene virtuelle Versorgung kann von einer Schleif-/Fräseinheit aus einem Keramikblock herausgeschliffen/-gefräst werden. Solche Versorgungen können durch Bemalung noch individualisiert werden.

Sollte eine derartige Versorgung nach Jahren zerbrechen oder unbrauchbar werden, kann sie ohne weitere Abdrucknahmen oder größere zahnärztliche Maßnahme aus dem vorhandenen Datensatz maschinell neu gefertigt und dem Patienten schon nach wenigen Stunden wiedereingesetzt werden.

Hieraus ergeben sich zukünftig sicherlich die größten Umwälzungen in der Zahnmedizin. Der Zahntechniker, der Kronen und Brücken in Handarbeit im Wachs-Ausbrennverfahren hergestellt hat, wird durch den CAD/CAM-Designer/Ingenieur abgelöst. In welchem Land dieser Designer arbeitet, wird durch die Möglichkeit des schnellen, weltweiten Datentransfers unerheblich. Die bisherigen Vorbehalte der Deutschen gegen im Ausland gefertigten Zahnersatz (Klingenberger et al. 2009) könnten damit ausgehebelt werden. Die Zahnarztpraxis in Deutschland digitalisiert den Zahnbogen, der Datensatz wird in ein Niedriglohnland versandt, dort konstruiert ein CAD/CAM-Techniker die Versorgung und dieser Datensatz wird zurück an ein Fräszentrum in Deutschland gesandt, in dem eine Maschine den Zahnersatz herstellt. Also: Zahnersatz made in Germany – aber ohne deutsche Zahntechniker.

Gar nicht gebohrt – Prävention 4.0

Während bei den Untersuchungen zur dritten deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS III) 1997 (Micheelis u. Reich 1999) noch 41,8 Prozent der 12-jährigen Kinder keine Karieserfahrung im bleibenden Gebiss aufwiesen, wird in der aktuellen Mundgesundheitsstudie, der DMS V, (Jordan u. Micheelis 2016) der Prozentsatz dieser Kinder mit 81,3 Prozent angegeben. Ein besonderer Erfolg für die Prävention. Diese Erfolge sind wirklich beachtlich, sie belegen aber auch, dass ein Teil der Kinder noch nicht erreicht werden konnte. Genutzt wurden bisher klassische Wege der Prävention, auch in Setting-Ansätzen. Gruppenprophylaktische Maßnahmen, zahnärztliche Reihenuntersuchungen in Schulen und Kindergärten, gemeinsame Putzübungen, Elterninformationen, individualprophylaktische Maßnahmen in der Zahnarztpraxis gehören zum bekannten Möglichkeitenkanon.

Gamifikation und Serious games scheinen hier neue, sehr effektive Möglichkeiten einer nachhaltigen, Bildungsschichten übergreifenden, Vorbeugung zu bieten. Die suffiziente Reinigung der Zähne und eine gesunde Ernährung mit einer möglichst niedrigfrequenten Zuckeraufnahme sind zwei wichtige Pfeiler der Prävention. Durch Gamifikation-Ansätze wird spielerisch auf diese beiden Bereiche eingewirkt. So werden Apps für Smartphones angeboten, die die Kinder beim Zähneputzen über die eingebaute Kamera beobachten, Systematiken vorgeben und richtiges Verhalten durch virtuelle Incentives belohnen. Elektrische Zahnbürsten lassen sich mit Mobilgeräten verbinden. Putzzeiten, Bewegungen und Anpressdruck werden gemessen und aufgezeichnet. Belohnungen erfolgen durch virtuelle Figuren. Andere Hersteller nutzen Spielecontroller, die auf manuelle Zahnbürsten aufgesteckt werden.

Durch die Nutzung dieser Techniken scheint eine Modifikation von Verhaltensweisen möglich, besonders da das Spiel mit seinen Herausforderungen und Belohnungen im Vordergrund steht – der positive Gesundheitsgewinn ist reiner Mitnahmeeffekt.

Gamifikation

Gamifikation ist die Nutzung von spieletypischen Elementen in einem eigentlich spielfremden Umfeld. Hierdurch soll die intrinsische Motivation gesteigert werden, sich mit einer Aufgabe zu beschäftigen, sich für sie zu begeistern. So soll das Ergebnis qualitativ und quantitativ verbessert werden. Bei Nutzung von Gamifikationselementen ist eine verstärkte Ausschüttung von Neurotransmittern messbar. Das menschliche Bedürfnis danach, spielen zu wollen und dabei Spaß zu haben, wird genutzt, um eine Verhaltensmodifikation herbeizuführen, die einen, möglichst positiven Effekt beispielsweise auf das Gesundheitsverhalten des „Spielers“ ausübt.

Gefahren durch Digitalisierung in der Zahnmedizin

Neben den allgemeinen Gefahrenbereichen Datenschutz und Datensicherheit ergibt sich, wie in der restlichen Medizin, die Abwägung zwischen dem technisch Möglichen und dem medizinisch wie ökonomisch Sinnvollen. Hier gilt es nicht nur den Ansprüchen der Patienten gerecht zu werden und sie sinnvoll zu lenken, auch forensische Gesichtspunkte sind zu beachten. Weil etwa eine auf DVT-Daten beruhende

computernavigierte Implantation möglich ist, sollte sie nicht nur aus Gründen der rechtlichen Maximalabsicherung zur Notwendigkeit werden. Forensisch begründete Überversorgung kann kein gewünschtes Ziel sein.

Eine immer weitergehende Digitalisierung in der Zahntechnik wird zu Veränderungen im Berufsbild des Zahntechnikers hin zum CAD/CAM-Designer und Dentalingenieur führen. Dieser Dentalingenieur muss sich nicht mehr zwingend in der Nähe zur zahnärztlichen Praxis in Deutschland befinden. Deutliche Veränderungen in der Landschaft konventioneller Dentallabore könnten die Folge sein. Digitale Großgeräte sind bislang in der Anschaffung teuer, sodass dies für eine ganze Reihe der rund 7.000 deutschen Dentallabore, die meist deutlich weniger als zehn Mitarbeiter haben, vermutlich schwierig zu realisieren sein könnte. Von diesem Trend würden dann wenige Großlabore profitieren, die mehr Arbeiten auf sich zentrieren müssen, um eine Amortisation zu erreichen. Allerdings steigt die Konkurrenz zwischen den Herstellern und es werden zunehmend digitale Lösungen auch für kleinere Dentallabore und Praxen angeboten. Ob durchweg hohe Qualität garantiert werden kann, muss sich noch beweisen.

Zudem eröffnen sich im Zuge der Digitalisierung auch neue Berufsfelder in Richtung digitaler Assistenz Tätigkeiten an der Schnittstelle zwischen Digitaler Praxis und Digitalem Dentallabor. Für diese Berufsfelder bedarf es jedoch geeigneter Qualifikationsprogramme bis hin zu Studiengängen an den Hochschulen.

Digitale Patienteninformation wirkt modern und seriös, Arztbewertungsportale objektiv – vor für den Patienten nicht zu erkennender Manipulation sind sie derzeit kaum geschützt. Und bei Umsätzen in Deutschen Zahnarztpraxen von rund 13,5 Milliarden allein aus der gesetzlichen Krankenversicherung ist der Anreiz zur Manipulation nicht zu unterschätzen.

Gamifikation kann die Chancen für einen neuen Weg in der Prävention und der Gesundheitserziehung sein. Sie birgt aber auch das Risiko einer Fremdsteuerung, ebenso wie das der Spielsucht.

Die Antwort auf die Frage also, ob Patienten der Digitalisierung überhaupt gewachsen sind, müssen wir derzeit noch schuldig bleiben.

Literatur

- GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators, and others (2015) Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet*, Vol. 388, No. 10053, 2016. URL: [http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(16\)31012-1/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(16)31012-1/fulltext) (abgerufen am 23.06.2017)
- Jordan R, Micheelis W (2016) Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V), hrsg. v. Institut der Deutschen Zahnärzte, Deutscher Ärzte-Verlag, Köln
- Klingenberger D, Kiencke P, Köberlein J, Liedmann I, Rychlik R (2009) Dentaltourismus und Auslandszahnersatz, Informationsdienst des Instituts deutscher Zahnärzte, Materialreihe Band 32, Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln
- Micheelis W, Reich E (1999) Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III), hrsg. v. Institut der Deutschen Zahnärzte, Deutscher Ärzte-Verlag, Köln
- Wagner IV, Schneider W (1997) New concepts of multimedia- and telematics-based medical workstations. In: Lemke HU, Vannier MW, Inamura K (Hrsg.) *Computer Assisted Radiology and Surgery*. CAR 97, S. 131, Elsevier, Amsterdam