



Das zahnärztliche Röntgen

Editorial: Das Röntgen in der Zahnmedizin.	3	PD Dr. Clemens Walter, Prof. Dr. med. dent. Peter Eickholz: Digitale Volumentomographie in der parodontalen Diagnostik und Therapieplanung	24
Dr. Michael Sonntag: Digitales Röntgen - Gebremster Fortschritt für Patienten und Zahnarzt.	4	Dr. med. dent. Edgar Hirsch: Strahlendosisbelastungen bei DVT-Aufnahmen	28
Dr. Wolfgang Menke: Die Honorierung der privat Zahnärztlichen Röntgenleistungen in der neuen GOÄ.	6	Dipl. Ing. Boris Rudolph: Optimierung der Strahlenexposition ist Chefsache	30
Prof. Dr. Ralf Schulze: Das zahnärztliche Röntgen. Wo stehen wir heute?	8	PD Dr. med. dent. Dan Brüllmann, Ina Kraft: Handgehaltene dentale Röntgensysteme	32
Dr. Jürgen Fedderwitz: Verantwortung und Rechtfertigung	13	Dr. Mathias Wunsch: Qualitätssicherung in der Röntgendiagnostik - Teure Bürokratie durch Normen?	34
Dr. Dirk Schulze: Digitale Volumentomographie - Eine Einschätzung der aktuellen Situation.	16	Dr. Dr. Klaus Oehler: Die forensische Indikation? Anforderungen bei Wirtschaftlichkeitsprüfungen kollidieren mit Vorschriften der Röntgenverordnung.	36
Wolfgang Anderson: DVT - gestern und heute. Die neue Technik stellt neue Anforderungen - ein Plädoyer für mehr Fortbildung	21	Dr. med. dent. Andreas Fuhrmann, Prof. Dr. med. Klaus Püschel: Die forensische Odontostomatologie	38



ERFAHREN SIE
MEHR UNTER:
ORTHOPHOS-SL.DE

MEINE PRAXIS. MEINE BEHANDLUNG. MEIN ORTHOPHOS SL.

Der neue ORTHOPHOS SL bietet Lösungen für eine Vielzahl von Behandlungssituationen. Er besticht mit höchster Bildqualität, durchdachter Bedienbarkeit und Verlässlichkeit „Made in Germany“ und wächst dank modularem Aufbau mit Ihnen und Ihren Anforderungen mit. Zusammen mit der Röntgensoftware SIDEXIS 4 bietet der ORTHOPHOS SL die Röntgen-gesamtlösung für jeden Workflow und jede Praxis. **Es wird ein guter Tag. Mit Sirona.**



Benn Roolf

Das Röntgen in der Zahnmedizin

Liebe Leserinnen und Leser,

mit der Neuverhandlung der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ) zwischen Bundesärztekammer und PKV-Verband ist das zahnärztliche Röntgen in den Fokus der Diskussion um Leistungen und Preise für die privatärztliche Abrechnung geraten. Privatärztliche Röntgenleistungen sind bislang nicht in der Gebührenordnung für Zahnärzte (GOZ) enthalten, sondern werden nach gesonderten Gebührennummern der GOÄ abgerechnet. Die künftige Bewertung dieser Leistungen ist zwar für die Zahnärzteschaft bedeutsam - immerhin geht es um die Refinanzierungsmöglichkeiten teurer, aber für die zahnärztliche Praxis unverzichtbarer technischer Ausstattung, wurde aber bislang weitgehend ohne Einbeziehung der Bundeszahnärztekammer verhandelt.

Wie zu vernehmen war, haben sich Bundesärztekammer und PKV-Verband grundsätzlich dahingehend verständigt, dass künftig die Bewertung technischer Leistungen zugunsten von Gesprächs- und Zuwendungsleistungen „korrigiert“ werden soll. Was für die Medizin sinnvoll erscheinen mag, würde die Zahnärzteschaft in eine schwierige Situation bringen. Die Röntgentechnik gehört zu den teuersten Investitionsgütern in der Zahnarztpraxis, wird aber - im Unterschied zu radiologischen Praxen - nicht ununterbrochen genutzt. So verlängern sich entsprechend die Amortisationszyklen, was bereits heute schon an der verzögerten und nur schleppend verlaufenden Umstellung von analoger auf digitale Röntgentechnik ablesbar ist. Dabei sind die Vorteile des digitalen Röntgens unbestritten: Neben einem verbesserten Praxisworkflow sinkt die Fehlerquote der Röntgenaufnahmen und der Patient ist einer signifikant geringeren Strahlenexposition ausgesetzt.

Die aktuellen Entwicklungen waren uns Anlass, einen Blick auf die vielfältigen Facetten des Röntgens in der Zahnmedizin zu werfen. Prof. Dr. Ralf Schulze gibt uns in seinem Beitrag „Das zahnärztliche Röntgen. Wo stehen wir heute?“ einen Überblick über die aktuellen und künftig zu erwartenden Entwicklungen in diesem Bereich und resümiert: „Das zahnärztliche Röntgen im Jahr 2015 hält eine deutlich größere Anzahl an Möglichkeiten bereit, als es noch vor zehn Jahren der Fall war.“

Zu den wichtigsten Innovationen im zahnärztlichen Röntgen gehört die Einführung des dreidimensionalen Röntgens in Gestalt der Digitalen Volumentomographie (DVT). Die Möglichkeit, Strukturen und Gewebe nun dreidimensional erfassen und bewerten zu können, birgt ein faszinierendes Potential für die Diagnostik. Wie bei vielen in die Praxis kommenden Innovationen bleibt es nicht aus, dass hier und da im Schwung der Begeisterung für das Innovative die Limitationen der neuen Technik aus dem Blick geraten. Schon seit einiger Zeit gibt es daher eine intensive Diskussion über den Stellenwert der DVT in der zahnärztlichen Diagnostik. Die verschiedenen Perspektiven und Argumente dieser Diskussion finden sich in mehreren Beiträgen dieser Ausgabe.

Einen breiten Raum in unserem Schwerpunktthema nimmt die Frage des Strahlenschutzes ein. Seit den 1990er Jahren steigt die Strahlenbelastung der Bevölkerung aus medizinischen Quellen. Die Zahnmedizin ist zwar nach Berechnungen des Bundesamtes für Strahlenschutz nur mit 0,3% an der kollektiven medizinischen Strahlenexposition beteiligt, dennoch wird in der Wissenschaft und im Berufsstand intensiv diskutiert, mit welchen Maßnahmen die Dosisbelastung - auch angesichts der zunehmenden Nutzung der gegenüber dem 2D-Röntgen strahlenintensiveren DVT - gesenkt werden kann. Neben technischen Maßnahmen sollte nach allgemeinem Konsens auch die Aus- und Fortbildung verbessert werden.

In den Bereich des zahnärztlichen Röntgens gehören auch Fragen der gesetzlichen Rahmenbedingungen. Für episodisch wiederkehrende Verärgerung in der Zahnärzteschaft sorgen gesetzgeberische Initiativen, die einerseits in der zahnärztlichen Praxis Aufwände und Kosten verursachen, andererseits aber nicht über entsprechende Gebührenpositionen refinanziert werden können. Ein Beispiel dafür zeigt der Beitrag von Dr. Mathias Wunsch zu den Auseinandersetzungen um die neue Monitornorm.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre, ein besinnliches Weihnachtsfest und einen guten Start ins neue Jahr.

Benn Roolf



Benn Roolf
Chefredakteur

Michael Sonntag

Digitales Röntgen - Gebremster Fortschritt für Patienten und Zahnarzt



Dr. Michael Sonntag,
Niedergelassener Zahnarzt in
Bochum,
Vorsitzender der zahnärztlichen
Stelle Nordrhein-Westfalen,
Beisitzer im Vorstand der IGZ

Entsprechend der Röntgenverordnung und der Strahlenschutzverordnung sind an den jeweiligen Landes-zahnärztekammern sogenannte zahnärztliche Stellen eingerichtet, die im Auftrag der zuständigen Landesbehörden administrative Tätigkeiten durchführen, aber vor allem sämtliche in Betrieb befindlichen zahnärztlichen Röntgeneinrichtungen in einem dreijährigen Turnus qualitätssichernd überprüfen. Dazu werden sowohl Vergleichsaufnahmen standardisierter Prüfkörper als auch reale Patientenaufnahmen herangezogen. Für das Land Nordrhein-Westfalen besteht für beide Kammerbereiche eine gemeinsame zahnärztliche Stelle in Münster, die aktuell (Stand 25.11.2015) 19.845 Röntgeneinrichtungen bzw. deren Betreiber bewertend und beratend betreut. Die bei dieser Tätigkeit gewonnenen Erfahrungen geben ein aussagekräftiges Bild vom Stand zahnärztlicher Röntgendiagnostik in Deutschland.

Seit Anfang der 1990er Jahre begann die digitale Bildgewinnung (Sensor- oder Folien/Scannersysteme mit digitaler Archivierung) in der zahnärztlichen Radiologie die analoge Technik (klassische chemische Film-entwicklung und Aufbewahrung von Röntgenfilm-material) nennenswert abzulösen. Dieser zunächst langsame Prozess beschleunigte sich in den 2000er Jahren, so dass in NRW erstmals in 2013 die digitalen Geräte die analogen überwogen. Aktuell scheint die Geschwindigkeit dieser Umstellung wieder etwas nachzulassen.

Die Bewertung der zur Qualitätssicherung jeweils eingereichten Standard- und Patientenaufnahmen erfolgt seit 2013 nach bundeseinheitlichen Mängel- und Ergebniskategorien. Dabei führen Ergebnisse mit erheblichen oder schwerwiegenden Beanstandungen zur zeitnahen Wiedervorlage nach Berücksichtigung entsprechender Hinweise der zahnärztlichen Stelle und zu einer Neubewertung. In diesem Verfahren konnten festgestellte Mängel bislang fast ausnahmslos zufriedenstellend beseitigt werden. Erforderliche Meldungen an die Aufsichtsbehörde erfolgten in sehr wenigen Fällen und ausschließlich wegen hartnäckig mangelnder Compliance beim Einreichen der Prüfunterlagen.

Während die Beurteilung der uns eingereichten Aufnahmen in den vergangenen Jahren bei 2,3% der digitalen Röntgeneinrichtungen zu erheblichen oder schwerwiegenden Beanstandungen führte, ist dieser Wert beim analogen Röntgen mit 7% wesentlich höher. Hauptgründe hierfür sind Fehler bei der chemischen Bildentwicklung, beim Lagern des Filmmaterials oder bei der Positionierung von Objekt oder Film. Hauptfehlerquellen beim digitalen Röntgen sind vor allem verschlissene Speicherfolien sowie, bei der Sensortechnik, mit einigem Abstand Positionierungsprobleme. Fehler führen zu Fehlbeurteilungen oder zu Wiederholungsaufnahmen und hemmen Arbeitsabläufe in der Praxis. Fehlervermeidung ist beim Röntgen primordialer Strahlenschutz.

Diese Gegenüberstellung verdeutlicht bereits die Überlegenheit digitaler Röntgentechnik im zahnmedizinischen Bereich. Hinzu kommen ausschließlich digital realisierbare Verfahren wie die dentale Volumentomographie, auf die an dieser Stelle wegen ihrer hochspezialisierten und limitierten Anwendung nicht näher eingegangen wird. Weitere wesentliche Vorteile digitaler Röntgenverfahren sind die sofortige oder mindestens schnelle Verfügbarkeit der Aufnahmen, wodurch sowohl diagnostisches als auch therapeutisches Handeln in der Praxis befördert wird, und eine beachtliche Dosisreduktion, was allerdings technisch noch nicht von jedem Hersteller konsequent umgesetzt worden ist.

Es gibt also genügend Gründe, die eine vollständige Digitalisierung der zahnärztlichen Radiologie erstrebenswert machen. Gebremst wird dieser Prozess vor allem durch die Kosten einer solchen Umstellung oder Neuanschaffung für die einzelne Praxis. Die Ausrüstung eines herkömmlichen Tubusgerätes (Kleinröntgenfilm) erfordert 6.500 - 9.000 EUR, wozu seit Einführung der neuen Norm für Bildwiedergabesysteme noch um 2.500 - 3.500 EUR für den Monitor kommen. Ein digitales Panoramarröntgengerät schlägt mit 25.000 bis 45.000 EUR zu Buche. Diese beiden Gerätearten, von denen in Deutschland insgesamt geschätzt 100.000 in Betrieb sind, benötigt fast jede Praxis, um gemäß den geltenden Standards zu behandeln.

Diese enorme Anzahl verdeutlicht die Sonderstellung, die zahnärztliches Röntgen inne hat. Im Gegensatz zur übrigen Medizin erwirbt quasi jede Zahnärztin und jeder Zahnarzt die erforderliche Fach- und Sachkunde und wendet Röntgendiagnostik als unverzichtbaren Teil therapeutischen Handelns an.

Andererseits ist die Zahnärzteschaft in den die Radiologie betreffenden Normungs- und Verordnungsgremien unterrepräsentiert, was einerseits an der vergleichsweise geringen Strahlenbelastung durch

gesetzlicher Regelungen im Röntgenbereich umgesetzt. Ergebnis: Von den ca. 35 befragten, in Städten wie auf dem Land niedergelassenen Praxisinhabern betrieb kein einziger mehr ein Röntgengerät, obwohl fast alle zuvor wenigstens eines im Praxisbetrieb hatten. Röntgeneinrichtungen werden dort jetzt fast ausschließlich in spezialisierten größeren Überweiserpraxen für zahnärztliches Röntgen betrieben. Entsprechend sind die Therapiemöglichkeiten in den meisten Praxen eingeschränkt. Außerhalb von Großstädten sind Wege von mehr als 80km für Patienten,

Die wichtigste Entwicklungslinie im zahnärztlichen Röntgen bleibt die Umstellung von analogem auf digitales Röntgen. Bedingt durch längere Amortisationszeiten der Gerätschaften kommt die Digitalisierung nur noch schleppend voran. Die Digitalisierung bewirkt aber nicht nur einen besseren Praxisworkflow, sondern senkt signifikant die Fehlerquote und bringt für den Patienten eine wesentlich geringere Strahlenbelastung. Digitalisierung bedeutet im Röntgen Strahlenschutz.

zahnärztliches Röntgen, andererseits an der in solchen Ausschüssen gefragten, vordergründig umfassenden Fachkompetenz spezialisierter Radiologen liegen könnte. Ergebnis ist die häufige Nichtberücksichtigung zahnärztlicher Belange. Sinnvolle Regeln für die allgemeine Radiologie bewirken dann Kollateralschäden in der weiten zahnärztlichen Ebene. Verteilungskämpfe innerhalb der übrigen Medizin führen zu Vergütungsabwertungen bei Röntgenleistungen auch für Zahnärzte bei gleichzeitig steigenden spezifischen Betriebskosten. Auch wenn eine Konzentration medizinischer Großgeräte gesundheitspolitisch und volkswirtschaftlich sinnvoll sein kann, benötigt der Zahnarzt die Röntgenkontrolle mit seinen spezifischen und wesentlich kleineren Geräten als im direkten Arbeitsfluss permanent verfügbare Methode, was jedoch eine betriebswirtschaftlich ungünstige Auslastung bedingt. Solche ärztlich zwar unverzichtbaren, aber eben aus der Perspektive der Geräteauslastung betriebswirtschaftlich nicht optimalen Konstellationen sind weitverbreitet und normaler Bestandteil von Medizin und Zahnmedizin, solange jedenfalls, wie Patienten und deren Heilung noch im Mittelpunkt des gesetzlich geregelten ärztlichen Handelns stehen. Glücklicherweise gibt es hierfür einen breiten gesellschaftlichen Konsens.

Wohin eine gegenläufige Entwicklung, befeuert von steigenden Gerätekosten und überbordenden Verordnungen, führt, konnte der Autor kürzlich selbst in Rumänien in Erfahrung bringen. Dort wurde seit dem EU-Beitritt ein ganzes Bündel hochkomplexer

die ein einzelnes Kleinröntgenbild benötigen, inzwischen (!) nicht ungewöhnlich.

Glücklicherweise sind derartig verheerende Entwicklungen für Deutschland nicht zu erkennen, wenngleich auch hierzulande von Zeit zu Zeit wiederkehrend Spekulationen über die Berechtigung der zahnärztlichen Teilradiologie angestellt werden. Beispiele wie das aus dem EU-Land Rumänien zeigen, zu welchen abstrusen Ergebnissen die Umsetzung solcher Vorschläge führt.

Die wichtigste Entwicklungslinie im zahnärztlichen Röntgen bleibt die Umstellung von analogem auf digitales Röntgen. Was in der Radiologie bereits als weitgehend abgeschlossen gelten kann, wird die Zahnärzteschaft noch auf Jahre hinaus beschäftigen. Bedingt durch längere Amortisationszeiten der Gerätschaften kommt die Digitalisierung nur noch schleppend voran. Die Digitalisierung bewirkt aber nicht nur einen besseren Praxisworkflow, sondern senkt signifikant die Fehlerquote und bringt für den Patienten auch eine wesentlich geringere Strahlenbelastung. Digitalisierung bedeutet im Röntgen Strahlenschutz, ein Potential, das wir - gerade vor dem Hintergrund ansonsten steigender Strahlenexpositionen in der Medizin - nicht ungenutzt lassen sollten!

Wolfgang Menke

Die Honorierung der privat-zahnärztlichen Röntgenleistungen in der neuen GOÄ



Dr. Wolfgang Menke
Präsident der Zahnärztekammer Bremen,
Vorsitzender des Ausschusses für Gebührenrecht der Bundeszahnärztekammer

Die privat Zahnärztlichen Röntgenleistungen summieren sich auf etwa 2,5% des Honorarvolumens und sind damit in ihrer Gesamtheit im Bereich der TOP-50-Leistungen angesiedelt. Abgerechnet werden sie jedoch nicht nach Gebührennummern der Gebührenordnung für Zahnärzte, sondern nach den im Abschnitt O. der Gebührenordnung für Ärzte aufgeführten Leistungen. Dieser Abschnitt ist für die Zahnärzte nach § 6 Abs. 2 geöffnet. Die wichtigsten Gebührennummern sind hierbei natürlich die GOÄ 5000 (Zähne, je Projektion) und die GOÄ 5004 (Panoramaschichtaufnahme der Kiefer). Neben den ansonsten relevanten Schädelteil- und Übersichtsaufnahmen sowie Handaufnahmen ist seit vielen Jahren auch die für die digitale Volumentomographie des Kopfes verwendete GOÄ 5370 samt dem eventuell anfallenden Zuschlag nach GOÄ 5377 von großer Bedeutung. Für die zahnärztlichen Röntgenleistungen gibt es in der jetzigen GOÄ, anders als bei allen anderen Röntgenleistungen, keinen Digitalzuschlag, weil der Zuschlag GOÄ 5298 ausdrücklich nur für die Gebührennummern 5010 bis 5290 gilt.

Aktuell werden nach Erkenntnissen der Bundeszahnärztekammer (BZÄK) in ca. 50% der Zahnarztpraxen die Röntgenleistungen noch analog erbracht. Die Umstellung auf digitales Röntgen ist mit hohen Kosten verbunden, u.a. auch, weil im Gegensatz zu vielen Arztpraxen die Betrachtung der Röntgenaufnahmen in jedem Behandlungsraum der Zahnarztpraxis möglich sein muss und daher ein höherer Installationsaufwand erforderlich ist. Neupraxen sind in aller Regel von Anfang an zusätzlich auch mit einem Panoramaröntgengerät ausgestattet. Die Kosten für eine Neuausstattung oder auch für eine Umrüstung auf digitales Röntgen betragen selbst ohne die zusätzlichen Monitore und Rechner in den Behandlungsräumen und ohne entsprechende Installationskosten zwischen 55.000,00 und 65.000,00 EUR. Sollte statt eines OPT ein DVT-Gerät angeschafft werden, erhöhen sich diese Kosten auf etwa 130.000,00 EUR.

Im Gegensatz zu einer rein radiologischen Praxis sind die Röntgengeräte in einer zahnärztlichen oder mund-, kiefer- und gesichtschirurgischen Praxis nicht in ei-

nem permanenten Betrieb, was infolge dessen nicht zu einer schnellen Amortisation führt. Gleichwohl ist für die moderne und häufig schnell notwendige Diagnostik auch in der normalen zahnärztlichen Praxis eine Ausstattung mit einem Panoramaschichtgerät (OPT) unerlässlich. Gerade bei der Röntgendiagnostik des gesamten Kiefers ist aus Strahlenschutzgründen gegenüber der alternativ ebenfalls möglichen Anfertigung intraoraler Tubusaufnahmen (12 Zahnfilme) zunächst einer Panoramaschichtaufnahme der Vorzug zu geben. Die Strahlenbelastung von 4 Zahnfilmen entspricht etwa der einer Panoramaschichtaufnahme. Das Verhältnis in der Abrechnung von etwa 1:3 und 1:5 trägt dem in gewisser Weise auch Rechnung. Im vertragszahnärztlichen Bereich werden pro 100 Abrechnungsfälle in einer Häufigkeit von 7,68 Panoramaschichtaufnahmen nach BEMA Ä935D und 21,74 Zahnfilmaufnahmen (RÖ2, bis zu 2 Aufnahmen) nach BEMA Ä925 A abgerechnet. Die Verhältnisse im privat Zahnärztlichen Bereich sind etwa ähnlich (6,6 Panoramaschichtaufnahmen und tatsächliche 33 Einzelzahnfilme pro 100 Fälle).

Durchschnittlich ergeben sich dabei im SGB V - Bereich pro Jahr und Praxis etwa 120 Panoramaschichtaufnahmen und ca. 340 mal die BEMA Ä925A (d.h. vielleicht ca. 500 einzelne Zahnfilme). Nimmt man die Zahl der behandelten Privatpatienten mit 10% an, so ergeben sich pro Jahr im Durchschnitt insgesamt pro Praxis etwa 135 Panoramaschichtaufnahmen und 550 Zahnfilme. (Quellen: Jahrbuch der KZBV 2012; Statistisches Jahrbuch 2012/2013 der Bundeszahnärztekammer).

Die Honorierung dieser Röntgenleistungen muss daher bei der Bemessung der Gebührenhöhe gerade im Hinblick auf die Kosten der Anschaffung und des Betriebs der Röntgeneinrichtungen künftig in der GOÄ ausreichend Berücksichtigung finden. Die beigefügte Tabelle zeigt einen Vergleich der Leistungen bzw. Preise zwischen BEMA und der aktuellen GOÄ.

In den maßgeblichen Vereinbarungen der Bundesärztekammer mit der PKV über die Novellierung der GOÄ wurde das Ziel verfolgt, technische Leistungen und Laborleistungen gegenüber den so genannten Zuwendungsleistungen entweder abzusenken oder zu-

mindest nicht im Gegensatz zu den zweitgenannten Leistungen zu erhöhen. Davon wären auch die privatärztlichen Röntgenleistungen betroffen. Die Bundeszahnärztekammer hat sich frühzeitig mit der Bundesärztekammer in Verbindung gesetzt, um zu erreichen, dass die bereits im Vergleich zum BEMA in der GOÄ deutlich geringer bewerteten Zahnfilme weder abgesenkt noch in der Honorierung unverändert bleiben, sondern möglichst angemessen erhöht werden. Darüber hinaus sollte ein Digitalzuschlag bei der künftigen Leistungsbewertung mit einfließen. Eine solche Bewertungserhöhung könnte die bislang nur sehr schleppend vorangehende Umstellung der zahnärztlichen Praxen auf digitale Röntgensysteme befördern, was nicht zuletzt auch unter Strahlenschutzgesichtspunkten den Patienten zugute käme.

Digitale Röntgensysteme erzeugen signifikant weniger Strahlenbelastung als analoge Geräte.

Die Bundeszahnärztekammer war auch in die Beratungen einer Arbeitsgruppe zur GOÄ-Novellierung beim Bundesministerium für Gesundheit zur Anhörung beigelegt. Allerdings unterliegen Einzelheiten der Beratung vorläufig der Geheimhaltung. Grundsätzlich kann man aber bei der jetzigen GOÄ 5000 und der GOÄ 5004 zwangsläufig nicht von einer Änderung der Leistungsbeschreibung ausgehen. Die letztlich für die Anwender aber wesentliche Bepreisung der Leistungen ist noch nicht erfolgt. Hier bleibt abzuwarten, ob die zwingenden betriebswirtschaftlichen Kriterien bei allen zahnärztlichen Röntgenleistungen ausreichend Berücksichtigung finden.

Die Honorierung der zahnärztlichen Röntgenleistungen muss bei der Bemessung der Gebührenhöhe gerade im Hinblick auf die Kosten der Anschaffung und des Betriebs der Röntgeneinrichtungen künftig in der GOÄ ausreichend Berücksichtigung finden.

Vergleichstabelle BEMA / aktuelle GOÄ

	BEMA Ä935A	GOÄ 5000
Röntgen 1 Zahn	11,25 EUR	5,25 EUR
Röntgen 2 Zähne	11,25 EUR	10,50 EUR
	BEMA Ä925B	
Röntgen 3 Zähne	17,81 EUR	15,75 EUR
Röntgen 4 Zähne	17,81 EUR	21,00 EUR
Röntgen 5 Zähne	17,81 EUR	26,25 EUR
	BEMA Ä925C	
Röntgen 6-8 Zähne	25,31 EUR	31,50 EUR bis 42,00 EUR
	BEMA Ä925A	GOÄ 5002
Panoramaaufnahme eines Kiefers	19,69 EUR	26,23 EUR
	BEMA Ä935D	GOÄ 5004
Panoramaschichtaufnahme der Kiefer	33,75 EUR	41,97 EUR

*(BEMA: Durchschnittlicher bundesweiter Punktwert: EUR 0,9375 (Quelle: KZBV-Jahrbuch 2013)
GOÄ-Leistungen jeweils 1,8facher Satz)

Ralf Schulze

Das zahnärztliche Röntgen. Wo stehen wir heute?



OA Prof. Dr. Ralf Schulze,
Administrativer Leiter der
Röntgenabteilung der ZMK an
der Poliklinik für Zahnärztliche
Chirurgie der Universitäts-
medizin der Johannes Guten-
berg-Universität Mainz,
Erstautor und Koordinator der
DGZMK/AWMF-Leitlinie
„Dentale digitale Volumento-
mographie“,
Immediate-Past-President
der European Academy for
Dentomaxillofacial Radiology
(EADMFR),
Externer Reviewer der
„European Evidence Based
Guidelines 2011: CONE BEAM
CT FOR DENTAL AND MAXIL-
LOFACIAL RADIOLOGY“

Einleitung

Die Verwendung von Röntgenbildern zur Diagnostik und Therapie gehört zum absoluten Selbstverständnis der Zahnmedizin. Das hat sich auch in den letzten Jahren nicht geändert. Es ist sogar feststellbar, dass durch die sprunghaft zunehmende Verbreitung der dreidimensionalen Technik, der dentalen digitalen Volumentomographie (DVT), die Röntgendiagnostik in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde einen noch höheren Stellenwert erhalten hat. Nun ist selbstverständlich Röntgen in der Zahnheilkunde nicht beschränkt auf die DVT, vielmehr bilden immer noch die zweidimensionalen etablierten Röntgentechniken die breite Grundlage für den Zahnarzt in der Praxis und auch im klinischen Umfeld. Auch im Bereich dieser Techniken gab es in jüngster Zeit einige neue Entwicklungen, so dass es sich insgesamt lohnt, sich die aktuelle Situation des zahnärztlichen Röntgens einmal näher zu betrachten. Dieser Artikel fasst den derzeitigen Stand hinsichtlich Techniken, Anwendung und rechtlichem Umfeld zusammen.

Hardware - Analog zu digital

Im Jahr 2015 dürfte inzwischen deutlich mehr als die Hälfte der deutschen Zahnarztpraxen mit digitalen Röntgensystemen arbeiten. Grundsätzlich ist auf Basis der wissenschaftlichen Datenlage heute klar, dass digitales Röntgen zumindest dasselbe diagnostische Potential hat wie die frühere filmbasierte Technik (1,2). Digitale Systeme bieten vor allem Zeitvorteile, weil der aufwändige Entwicklungsvorgang wegfällt, der zudem bekanntermaßen sehr fehleranfällig ist. Durch ihre höhere Quanteneffizienz benötigen sie weniger Dosis als filmbasierte Systeme. Allerdings hat sich dies in der Praxis wohl bisher auf Grund der subjektiven Anforderungen an ein „schönes Bild“ nicht merklich ausgewirkt (3). Wie zu Beginn des digitalen Röntgen-Zeitalters in der Zahnheilkunde Ende der 1980er Jahre (4) sind auch heute noch sowohl Speicherfolien also auch Festkörpersensoren in Verwendung. Obwohl erstere in der allgemeinen Radiologie auf Grund ihrer technischen Nachteile immer seltener zum Einsatz kommen, sind sie bei den intraoralen Tubusaufnahmen vermutlich wegen ihrer Ähnlichkeit zum Zahnfilm in der Anwendung nach wie vor sehr beliebt. Interessant mag für manchen Leser in diesem Zusammenhang auch die Tatsache

sein, dass in der Allgemeinradiologie nur Systeme mit Festkörpersensoren als „digitale Radiographie“ bezeichnet werden, während man die (früher eingeführten) Speicherfolien unter dem Begriff „computed Radiography“ zusammenfasst. In einem systematischen Review aus dem Jahr 2010 ergab sich, dass es bei Festkörpersensoren zu einer höheren Anzahl von Wiederholungsaufnahmen als bei Film oder Speicherfolie kommt. Allerdings weisen die Speicherfolien bereits nach sehr kurzer Zeit (> 50 Aufnahmen) so viele Kratzer auf, dass dies diagnostisch nicht mehr akzeptabel ist (3). Speicherfolien sind daher mittelfristig relativ teuer, vor allem, wenn viele Aufnahmen angefertigt werden.

Röntgentechniken im Jahr 2015: Herkömmliche 2D-Röntgentechniken

Die klassischerweise in der Zahnheilkunde verwendeten Röntgentechniken umfassen die intraoralen Tubusaufnahmen, die Panoramaschichtaufnahmen und die Fernröntgen-Seitenaufnahmen. Aus diesem Grund sind diese drei grundsätzlichen Techniken in der Fachkunderichtlinie (5) zusammengefasst. Die entsprechende Fachkunde kann, eine von der zuständigen Behörde akkreditierte geeignete Ausbildung vorausgesetzt, im Gegensatz zu den verschiedenen Fachkunden in der Medizin bereits im Studium der Zahnheilkunde vermittelt werden (5). Das bedeutet, dass ein in Deutschland approbierter Zahnarzt in der Regel eine derartige Fachkunde im Studium erhalten hat. Während die intraoralen Tubusaufnahme und die Panoramaschichtaufnahme zum täglichen Repertoire nahezu jeder zahnärztlichen Praxis gehören, wird die Fernröntgenseitenaufnahme eher von spezialisierten kieferorthopädischen Praxen angefertigt.

Intraorale Tubusaufnahmen

Im Zeitalter des filmbasierten Röntgens sprach man landläufig von „Zahnfilmen“, ein Begriff, der in der heutigen digitalen Welt mit digitalen Sensoren semantisch nicht mehr korrekt ist. Der offiziell verwendete Begriff „intraorale Aufnahmen mit dentalen Tubusgeräten“ ist sicherlich umständlich, so dass sich der Begriff „Intraoralaufnahmen“ eingebürgert hat. Diese Aufnahmen werden im digitalen Zeitalter entweder mit der Speicherfolien-Technologie oder aber mit Festkörper-Detektoren angefertigt. Festkörper-

Grundsätzlich ist auf Basis der wissenschaftlichen Datenlage heute klar, dass digitales Röntgen zumindest dasselbe diagnostische Potential hat wie die frühere filmbasierte Technik. Digitale Systeme bieten vor allem Zeitvorteile, weil der aufwändige Entwicklungsvorgang wegfällt, der zudem bekanntermaßen sehr fehleranfällig ist. Durch ihre höhere Quanteneffizienz benötigen sie weniger Dosis als filmbasierte Systeme.

Detektoren basieren entweder auf der CCD- (Charged-Coupled-Device) oder aber zunehmend mehr auf CMOS-Technologie (Complementary Metal Oxide Semiconductor). Zu Letzteren zählen auch die sogenannten Active-Pixel-Sensoren, die Signalverarbeitung bereits auf Detektorebene ermöglichen. Ein digitales Röntgenbild ist nichts anderes als eine reguläre Anordnung (Matrix) von numerischen Werten, nämlich den Dichtewerten, die das entsprechende Detektorelement an seinem Ort gemessen hat. Diese Dichtewerte werden einfach in Grauwerte umgerechnet und dargestellt.

Aus technischer Sicht hat die Sensortechnologie das größere Potential, vor allem, weil der Schritt zum Digitalen hier viel früher erfolgt. Die vielen notwendigen Zwischenschritte bei Speicherfolien machen den Prozess fehleranfällig und vergleichsweise langsam, zudem verkratzen die Folien schnell (6). Auf der anderen Seite lässt es sich vom Workflow am Patienten mit Speicherfolien nahezu identisch zum früheren Film röntgen, was die Speicherfolien vor allem



Abbildung 1:
Einstellung einer intraoralen Tubusaufnahme mittels Festkörpersensor (überzogen mit Kontaminationsschutz-Folie) und Haltesystem, demonstriert am Röntgenphantom

attraktiv für Umsteiger macht. Festkörper-Detektoren sind relativ dick und nicht biegsam, weswegen mit ihnen anders eingestellt werden muss (Abb. 1), als mit biegsamen Detektoren (Film, Speicherfolie). Dafür vermeidet man damit dann die früher typischen Biegeverzerrungen (Abb. 2).

Haltesysteme (Abb. 3) sollten vor allem bei den Festkörper-Sensoren eingesetzt werden, um a) die Aufnahme in Rechtwinkeltechnik gewährleisten zu können und b) auch eine Einblendung auf Detektorformat zu ermöglichen. Letzteres reduziert die Dosis für den Patienten substantiell um 55% bis 75% im Vergleich zur Dosis bei Verwendung eines E-Speed-Films (7).

Panoramaschichtaufnahme

Moderne digitale Panoramaschichtgeräte arbeiten ebenfalls mit Festkörper-Detektoren. Sie erlauben heute Einblendungen auf Seiten, Quadranten (Abb. 4) oder sogar nur Teilen von Quadranten. Die Verwendung von Direkt-Konversionsdetektoren sollte



Abbildung 2:
Typische Biegeverzerrung bei einer nachträglich digitalisierten Film-Röntgenaufnahme der Oberkieferfront.



Abbildung 3:
Unterschiedliche Haltesysteme
für Speicherfolie (linkes Bild)
sowie zwei Festkörpersensoren
(mitte und rechts).

zukünftig eine weitere Absenkung der pro Aufnahme notwendigen Dosis ermöglichen. Obwohl die grundsätzliche Technik zur Anfertigung einer Panoramachichtaufnahme immer noch nach dem bekannten Prinzip der linearen Verwischungstomographie erfolgt, machen einige Hersteller mittlerweile von den Vorteilen der digitalen Datenakquisition und -verarbeitung in noch weiterem Umfang Gebrauch. Da auf Grund der komplexen Umlaufbahn für jeden abgebildeten Punkt des Patienten (streifenförmige) Abbildungen aus geringgradig unterschiedlichen Winkeln aufgenommen werden können, nutzen manche Hersteller dies, zusätzlich tomosynthetische Rekonstruktionen anzubieten (8). Letztere beinhalten zusätzliche Tiefeninformationen, so dass man beispielsweise die Schichtlage nachträglich verändern und somit an seine Bedürfnisse anpassen kann. Interessant hierbei ist, dass diese zusätzlichen Informationen bei gleicher Umlaufzeit generiert werden können und somit die Dosis nicht erhöhen sollten.

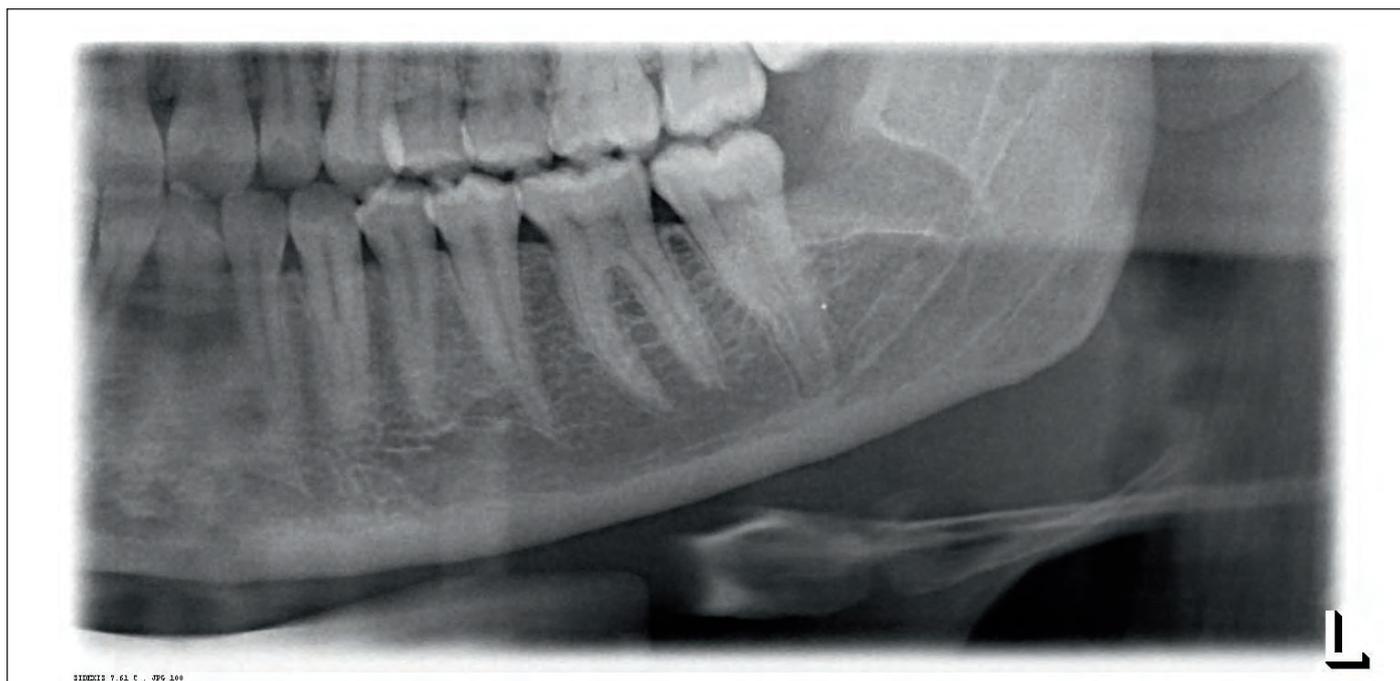
Dentale digitale Volumentomographie

Im Jahr 2015 hat sich die DVT fest im Repertoire der zahnärztlichen Röntgentechniken etabliert. Es wird davon ausgegangen, dass zwischenzeitlich in

Deutschland bis zu 3.500 DVT-Geräte aufgestellt wurden, die meisten davon in zahnärztlichen Praxen. Allerdings haben sich die Möglichkeiten auch für andere Teilgebetsradiologen erweitert, die DVT für ihren Anwendungsbereich zu nutzen (5). Die aktuelle DGZMK-S2k-Leitlinie aus dem Jahr 2013 fasst den wissenschaftlichen Kenntnisstand zu den Indikationen zusammen (9). Sie läuft im Jahr 2018 ab und muss bis dahin überarbeitet werden.

Es lässt sich auch ein Trend der Privatkassen feststellen, DVT-Aufnahmen nicht für alle Indikationen zu bezahlen (13). Allerdings muss in diesem Zusammenhang auch ganz deutlich darauf hingewiesen werden, dass medizinische/zahnmedizinische Indikationen von der wissenschaftlichen Medizin und Zahnmedizin festgelegt werden und nicht von „Expertengremien“ der Krankenkassen. In der allgemeinen Euphorie sollten jedoch einige systemimmanente Nachteile der DVT auch nicht in Vergessenheit geraten: zum einen die im Vergleich zu den 2D-Projektionsaufnahmen, z. B. Intraoralaufnahmen, ca. um den Faktor 10 niedrigere Ortsauflösung (10). Diese Limitation ergibt sich einfach aus der berechneten Natur der Datensätze und aus den zeitlichen Vorga-

Abbildung 4:
Aufledig den dritten Quadranten eingblendete Panoramachichtaufnahme nach operativer Entfernung von Zahn 38 zum Ausschluss eines möglicherweise verbliebenen, dislozierten Wurzelrestes, der sich jedoch röntgenologisch nicht bestätigen ließ.



ben. Man kann ganz einfach nicht, wie etwa im Mikro-DVT (oder -CT) stundenlang exponieren, um in den hohen Mikrometerbereich hineinzukommen, wie dies bei den Projektionsaufnahmen bereits der Fall ist. Beim lebenden Patienten erscheint nach dem Ergebnis eines aktuellen Reviews eine realistische Ortsauflösung der DVT zwischen 0,3mm und 0,5mm gerade noch realisierbar (10). Hierbei muss nochmals eindrücklich darauf hingewiesen werden, dass Voxelgröße (Voxel=Volumetric piXEL, würfelförmiges dreidimensionales Bildelement) und Ortsauflösung nicht äquivalent sind. Vielmehr liegt die Ortsauflö-

in der Rigidität des Umlaufs und damit der möglichen Bildqualität hinnehmen. Ganz generell ist festzustellen, dass seit der breiten Einführung der DVT in der Zahnheilkunde die Beobachtung des zahnärztlichen Röntgens von außerhalb erheblich zugenommen hat. Begehrlichkeiten wurden geweckt und manche Diskussionen in den deutschen Röntgengremien haben Schwung aufgenommen. Die Ausbildung muss nach breitem Konsens verbessert werden, auch bereits in den Universitäten. Es wird daher sicherlich nicht langweilig in den nächsten Jahren!

Im Jahr 2015 hat sich die DVT fest im Repertoire der zahnärztlichen Röntgentechniken etabliert. Es wird davon ausgegangen, dass zwischenzeitlich in Deutschland bis zu 3.500 DVT-Geräte aufgestellt wurden, die meisten davon in zahnärztlichen Praxen. Die aktuelle DGZMK-S2k-Leitlinie aus dem Jahr 2013 fasst den wissenschaftlichen Kenntnisstand zu den Indikationen zusammen.

sung immer deutlich niedriger. Bei einer Voxelgröße von z. B. 0,07mm (70 Mikrometer) liegt eben auch in Realität (beim Lebenden) die tatsächliche Ortsauflösung eher bei 0,3 mm bis 0,5 mm (10). Zum Zweiten liegt die effektive Dosis im Durchschnitt oberhalb von 100 Mikrosievert und damit ca. eine Zehnerpotenz oberhalb der Panoramaschichtaufnahme (11).

Gerätetechnisch setzen sich immer mehr die Kombinationsgeräte (Panoramaschicht + DVT) durch, was sicherlich eher marktwirtschaftlichen als qualitativen Gründen geschuldet sein dürfte. Sicherlich sind Kombinationsgeräte kosteneffizient und benötigen auch nicht mehr Platz als ein herkömmliches Panoramaschichtgerät. Dafür muss man jedoch Kompromisse

Dosis und Röntgen

Das Dilemma der seit den 1990er Jahren jährlich weiter steigenden Pro-Kopf-Dosis durch medizinische Röntgendiagnostik bleibt uns wohl erhalten. Dies lässt sich nach den Daten des Bundesamtes für Strahlenschutz klar auf die Zunahme der Computertomographie zurückführen. Die Zahnmedizin stellt zwar einen recht konstanten Anteil von jetzt ca. 39% aller Röntgenaufnahmen, die jedoch insgesamt nur 0,3% der kumulativen Gesamtdosis aller Röntgenaufnahmen pro Kopf der Bevölkerung ausmachen (Abb. 5). Allerdings muss hierbei erwähnt werden, dass laut Auskunft des Bundesamtes für Strahlenschutz in den Daten für die Zahnmedizin die dentale digitale Volumetomographie bisher noch nicht enthalten ist.

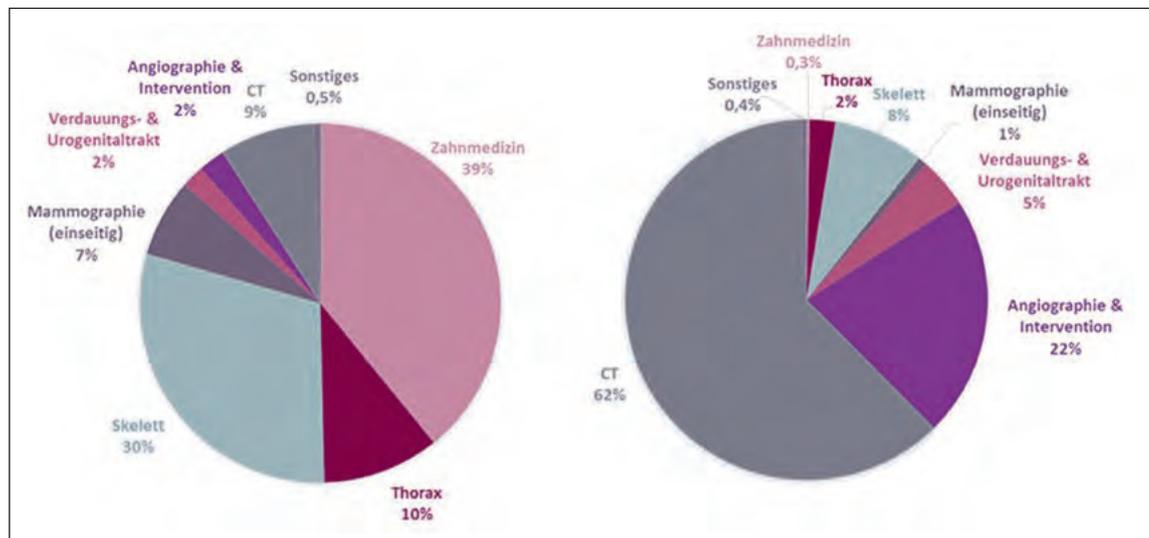


Abbildung 5: Prozentualer Anteil der verschiedenen Röntgenmaßnahmen an der Gesamthäufigkeit (links) und an der kollektiven effektiven Dosis 2011 (rechts). Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz: Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung – Jahresbericht 2012

Laut aktueller Metaanalyse liegen die Werte für die effektive Dosis für DVT-Geräte immer noch über 100 Mikrosievert (11), also deutlich höher als für die konventionellen zahnärztlichen Aufnahmen.

Es bleibt abzuwarten, inwieweit die nun von vielen Herstellern integrierten und beworbenen „Low-Dose-Protokolle“ hinsichtlich der Bildqualität ausreichen, um die jeweiligen Fragestellungen beantworten zu können. Selbstverständlich müssten, um tatsächlich eine Dosisreduktion zu bewirken, diese Low-Dose-Protokolle dann auch in der täglichen Routine vom

niken und die entsprechende Datenverarbeitung werden bereits ubiquitär genutzt. Hier sind jedoch noch viele weitere Entwicklungen zu erwarten. Auch neue Detektortechnologien (z. B. Direkt-Konversion) unterstützen hardwareseitig die Weiterentwicklung. Das größte Entwicklungspotential wird jedoch auf der Softwareseite erwartet. Mit anderen Worten, bessere Informationsverarbeitung wird ein wesentlicher Aspekt auch der zahnärztlichen Röntgenzukunft sein. Zudem kommen in fünf bis zehn Jahren vermutlich noch Phasenkontrast-Röntgensysteme auf den klinischen Markt, die eine weitere Revolution im Röntgen

Das zahnärztliche Röntgen im Jahr 2015 hält eine deutlich größere Anzahl an Möglichkeiten bereit, als es noch vor zehn Jahren der Fall war. Digitale Techniken und die entsprechende Datenverarbeitung werden bereits ubiquitär genutzt. Hier sind jedoch noch viele weitere Entwicklungen zu erwarten. Softwareseitig birgt eine bessere Informationsverarbeitung große Entwicklungspotentiale. Hardwareseitig wird bereits an sogenannten Phasenkontrastsystemen gearbeitet, die bei gleicher Dosis massive Bildverbesserungen versprechen.

Anwender am Patienten verwendet werden. Aus der CT sind derartige Protokolle nämlich auch bereits seit einiger Zeit bekannt, sie werden jedoch häufig nicht im täglichen Arbeitsablauf eingesetzt.

Fazit/Ausblick

Das zahnärztliche Röntgen im Jahr 2015 hält eine deutlich größere Anzahl an Möglichkeiten bereit, als es noch vor zehn Jahren der Fall war. Digitale Tech-

Literatur:

1. MOL A. Imaging methods in periodontology. *Periodontol.* 2000;34:34–48.
2. VERSTEEG CH, SANDERINK GC, VAN DER STELT, P. F. Efficacy of digital intraoral radiography in clinical dentistry. *J Dent* 1997;25:215–224.
3. WENZEL A, MØYSTAD A. Work flow with digital intraoral radiography: a systematic review. *Acta Odontol. Scand.* 2010;68:106–114. Available from: URL:doi:10.3109/00016350903514426.
4. BENZ C, MOUYEN F. Evaluation of the new RadioVisioGraphy system image quality. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1991;627–631.
5. BUNDESREGIERUNG BRD. Richtlinie Fachkunde und Kenntnisse im Strahlenschutz bei dem Betrieb von Röntgeneinrichtungen in der Medizin oder Zahnmedizin. *Gemeinsames Ministerialblatt* 2003;54:638ff.
6. BEDARD A, DAVIS TD, ANGELOPOULOS C. Storage phosphor plates: how durable are they as a digital dental radiographic system? *J Contemp Dent Pract* 2004;5:57–69.
7. KITAFUSA M, SATO K, YOSUE T. Patient dose in charge-coupled device-based full-mouth intraoral radiography. *Oral Radiol* 2006;22:62–68.
8. LANGLAIS R, KATSUMATA A, NAIDOO S, OGAWA K, FUKUI T, SHIMODA S ET AL. The cadmium telluride photon counting sensor in panoramic radiology: gray value separation and its potential application for bone density evaluation. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology* 2015;120:636–643.

mit sich bringen werden (12). Phasenkontraststrahlungen ermöglicht einige unterschiedliche Zusatzfunktionen, da zusätzlich zur Absorption noch ein anderes Signal, nämlich die Phasenverschiebung, als Messwert verwendet wird. So wird dadurch bei gleicher Dosis unter anderem z. B. der Weichteilkontrast massiv verbessert. Es bleibt also spannend, die Entwicklung zu verfolgen und sich auf weiteren technologischen Wandel einzustellen.

9. SCHULZE R, DEPPE H, BETZ W, MAAGER B, BEUER F, RITTER L ET AL. s2k-Leitlinie „Dentale digitale Volumetomographie“ 2013. Available from: URL: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/083-005.html>.
10. BRÜLLMANN D, SCHULZE, R K W. Spatial resolution in CBCT machines for dental/maxillofacial applications-what do we know today? *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44:20140204.
11. LUDLOW JB, TIMOTHY R, WALKER C, HUNTER R, BENAVIDES E, SAMUELSON DB ET AL. Effective dose of dental CBCT-a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. *Dento maxillo facial radiology* 2015;44:20140197.
12. PFEIFFER F, WEITKAMP T, BUNK O, DAVID C. Phase retrieval and differential phase-contrast imaging with low-brilliance X-ray sources. *Nature Physics* 2006;258:1–4.
13. siehe z. B. DKV, http://www.dvt-abrechnung.de/pdf/2015_10_05_Indikationsempfehlung.pdf, Abruf am 17.11.2015

Jürgen Fedderwitz

Verantwortung und Rechtfertigung

Eigentlich ist alles klar. Eigentlich muss man nur lesen und schlussfolgern. Eigentlich. Und eigentlich könnte man auch die Kirche im Dorf lassen und auf die folgenden Zeilen verzichten, denn was regen wir uns auf hinsichtlich Strahlendosis und Strahlenbelastung beim Zahnarzt, wenn doch jeder Flug von Frankfurt nach New York eine höhere Strahlenexposition mit sich bringt, die wir uns und unseren Kindern meist gedankenlos zumuten.

Im Oktober 2013 wurde die Leitlinie "Dentale digitale Volumetomographie (DVT)" von der Arbeitsgemeinschaft für wissenschaftliche Medizin und Forschung (AWMF) veröffentlicht. Die Leitlinie wurde federführend von der DGZMK und „interessierten“ Organisationen bzw. Fachgesellschaften erarbeitet. Auch die Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV) war daran beteiligt. Diese Leitlinie hat den „S2k“-Status, d.h. sie ist konsensbasiert. Während die niedrigste Stufe (S1) auf einen informellen Konsens einer repräsentativ zusammengesetzten (selbsternannten?) Expertengruppe der beteiligten „interessierten“ Organisationen aufbaut, wird die höchste Leitlinienstufe (S3) aus allen Elementen systematischer Entwicklung und vorhandenen evidenzbasierten Studien erarbeitet. Bei der „S2k“-Leitlinie zur DVT ist die Sache klar: „Es fehlt die Evidenz im Sinne wissenschaftlicher Evidenz“ (Schulze, R., 2013). Es fehlen aus ethischen Gründen national wie international geblindete, randomisierte klinische Studien; es fehlen Meta-Analysen – alles Voraussetzungen für eine S3-Leitlinie.

Auch hinsichtlich der Wirksamkeit der Bildgebung ist daher der Wirksamkeitsnachweis ganz unten angesetzt (Schulze, R., 2013): hier nur die Level 1 („technische Wirksamkeit“) und Level 2 („diagnostische Genauigkeit“). Die Level 3 („diagnostische Denkweisen-Wirksamkeit“) oder gar Level 4 („therapeutische Wirksamkeit“) erreichen die wissenschaftlichen Studien zu bildgebenden Verfahren in der Regel nicht. Daher ist eine lt. AWMF-Klassifikation „rein evidenzbasierte“ („S2e“) oder „kombiniert evidenz-konsensbasierte“ (S3) Leitlinie kaum möglich (Schulze, R., 2013).

Diese erste Erkenntnis bildet zusammen mit der Kenntnis wesentlicher ethisch-fachlicher und recht-

licher Vorgaben die Grundlage für die (zahn-)ärztliche Entscheidung, eine DVT vorzunehmen. Der § 23 der Röntgenverordnung liefert die erste Vorgabe, die „rechtfertigende Indikation“:

Diese rechtfertigende Indikation „erfordert die Feststellung, dass der gesundheitliche Nutzen der Anwendung am Menschen gegenüber dem Strahlenrisiko überwiegt. Andere Verfahren mit vergleichbarem gesundheitlichen Nutzen, die mit keiner oder einer geringeren Strahlenexposition verbunden sind, sind bei der Abwägung zu berücksichtigen. ... Der die rechtfertigende Indikation stellende Arzt hat ... die verfügbaren Informationen über bisherige medizinische Erkenntnisse heranzuziehen, um jede unnötige Strahlenexposition zu vermeiden ...“ Die zweite Vorgabe ist die ethisch verpflichtende grundlegende Leitlinie des Strahlenschutzes – die „ALARA-Regel“: „As Low As Reasonably Achievable“ (die Strahlendosis soll „so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar“ sein).

Hierzu kommen die (Er-)Kenntnisse über Strahlenrisiko und Strahlendosis. Wir alle wissen: Das Strahlenrisiko bei Kindern unter 10 Jahren ist bei gleicher Dosis 6-mal höher als das von 30- bis 50-jährigen. Und bei jungen Frauen wird der CT-Einsatz wegen der möglichen Schädigung der Eierstöcke immer noch sehr sorgsam abgewogen. Die Daten sind schließlich eindeutig:

Die effektive Dosis nach ICRP-Kriterien (International Commission on Radiological Protection - Internationale Strahlenschutzkommission) liegt bei der DVT bei 221 ± 275 Mikrosievert (Loubele et al 2008, Ludlow & Ivanovic 2008), beim CT bei 847 ± 313 Mikrosievert (Ludlow & Ivanovic 2008, Loubele et al 2009).

Klar, dass der Vergleich von CT und DVT für die DVT spricht. Die Zahlen weisen ja schließlich eine deutlich geringere Strahlenexposition aus. Nur: In der alltäglichen zahnärztlichen Praxis spielt die CT kaum eine Rolle, demzufolge kann die geringere Strahlenexposition durch den Ersatz von CT- durch DVT-Aufnahmen auch gar nicht zur Entfaltung kommen. Wer macht beispielsweise schon ein CT im Rahmen einer endodontischen Behandlung? Richtig wäre es, nach der Belastung beispielsweise durch einen Zahnfilm zu fragen, denn es sind zum übergroßen Teil die mit einer geringeren Strahlenbelastung verbundenen 2D-



Dr. Jürgen Fedderwitz,
Stellvertretender Vorsitzender
des Vorstandes der Kassenzahn-
ärztlichen Bundesvereinigung
(KZBV)

Röntgentechniken, die heute durch 3D-DVT-Röntgen ersetzt werden! Hier die Zahlen für den Zahnfilm: 4 – 8 Mikrosievert (Okano et al 2009). Kiefer et al haben 2004 unterschieden zwischen analogen und digitalen Verfahren: 5,5 Mikrosievert analog, 2,9 Mikrosievert digital. Eine DVT-Aufnahme kann also im Einzelfall eine mehr als hundertfach höhere Strahlenbelastung erzeugen als ein Zahnfilm. Wie groß muss also der diagnostische Mehrnutzen sein, um die rechtfertigende Indikation für DVT zu stellen? Dazu später mehr.

In den letzten Jahren ist ohnehin – zumindest bei mir – der Eindruck entstanden, dass hier ein cleveres, durchdachtes Geschäftsmodell Pate steht, dessen Umsetzung entsprechend gut vorbereitet ist:

Erster Schritt: Ein DVT-Gerätehersteller bzw. -vertreiber ist womöglich offener oder verdeckter Geschäftspartner einer „DVT-Praxis“, die in besten Innenstadtlagen nur diese Leistung auf „Überweiserbasis“ anbietet.

Zweiter Schritt: Den niedergelassenen Zahnärzten im engeren räumlichen Umfeld werden mit Hochglanz-

Es gilt abzuwägen, ob das angestrebte diagnostische Ziel nicht in gleichem Maße mit anderen diagnostischen Methoden erreicht werden kann. Nur wenn das nicht gegeben ist, ist einem strahlenintensiveren Verfahren der Vorzug zu geben.

ALARA wird jedenfalls - so ist mein Eindruck - im Zusammenhang mit der DVT nicht selten ganz klein geschrieben!

Da flatterte mir vor einigen Monaten der Flyer einer Radiologenpraxis aus der Nachbarschaft in die Praxis. Der Inhalt entlarvte mich augenscheinlich und augenblicklich als gestrigen Zahnarzt – als einen Zahnarzt, der in seinem diagnostischen Portfolio im Gestern verharrt, der moderne, segensreiche, mittlerweile unverzichtbare Diagnoseverfahren negiert. Und dieser Flyer machte mir gleichermaßen ein schlechtes Gewissen, denn mir wurde aufgezeigt, wie sehr ich meinen Patienten den wissenschaftlichen Fortschritt vorenthalte. Denn – so der Flyer – den gibt es jetzt: den bildgebenden Tausendsassa – die DVT!

Diese Radiologenpraxis hat es sicher nur gut gemeint. Sie handelt gewiss nur patientenorientiert und will mir wohl nur helfen, meine Patienten „richtig“, d.h. „zeitgemäß“ zu behandeln.

Während ich noch zunehmend reumütig ob meiner beruflichen Sünden sinniere, fällt mir der nächste Flyer in die Hände: Da bietet eine wissenschaftliche zahnärztliche Fachgesellschaft einen Schnellkurs „zur Erlangung der Fachkunde DVT“ an. Zudem führt die erfolgreiche Absolvierung des Kurses „automatisch zu einer fünfjährigen Fristverlängerung der allgemeinen Fachkunde sowie zur Erfüllung der Sachkundevorgaben. ...

Da kann man doch gleich zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen! Für schlappe 800 EUR (Mitglieder) oder sonst 1.000 EUR ist man dabei. Eine gute Zusatzeinnahme für die Fachgesellschaft. ...

informationen die vermeintlich fachlichen Vorteile einer Innovation vorgestellt.

Dritter Schritt: Mit einer gezielten Öffentlichkeitsarbeit in den lokalen Medien, z.B. durch gut platzierte Artikel wird der potenzielle Patient über die bahnbrechende, neue Methode informiert. Wer möchte als Patient nicht am wissenschaftlichen Fortschritt teilhaben? Also wird der mündige Patient schon seinen Zahnarzt auf sein Begehren nach moderner Zahnheilkunde hinweisen.

Vierter Schritt: Je erfolgreicher dieses Modell ist, desto schneller ist der Markt gesättigt. Hersteller bzw. Vertreter bieten jetzt ein DVT-Gerät dem Zahnarzt oder auch dem Radiologen direkt an. Über die Verkaufsargumente braucht man nicht zu spekulieren. ...

Zurück zum Lesen.

Nach der Veröffentlichung der Leitlinie wurden in vielen Artikeln die technischen Möglichkeiten, die Vor- und Nachteile des Verfahrens, aber auch die möglichen Einsatzbereiche in den verschiedenen zahnärztlichen Fachrichtungen aufgearbeitet. Natürlich wurden rechtliche und ethische Vorgaben aufgelistet (s.o.). Es gilt abzuwägen, ob das angestrebte diagnostische Ziel nicht in gleichem Maße mit anderen diagnostischen Methoden erreicht werden kann. Nur wenn das nicht gegeben ist, ist einem strahlenintensiveren Verfahren der Vorzug zu geben.

Das bedeutet zuallererst, dass der Einsatz einer DVT bei Kindern und Jugendlichen grundsätzlich ausgeschlossen ist – zumindest in der Alltagspraxis und Alltagsversorgung. Hier können alle diagnostischen Fragen gleich gut mit zweidimensionalen Röntgenverfahren beantwortet werden! Es ist davon auszugehen, dass die wenigen denkbaren Ausnahmen bei

seltener Krankheitsformen vorkommen, die in aller Regel der Klinik vorbehalten sind. Für mich ist klar: wer einen Erziehungsberechtigten mit dem Hinweis auf vermeintliche DVT-Vorteile veranlasst, einem DVT-Einsatz zuzustimmen, handelt schnell unärztlich!

Wer die Leitlinie liest, erfährt auch Wissenswertes zu den Grenzen der DVT und zu ihren Schwächen. Wer dann Kenntnis hat von Artefakten, systembedingten Messfehlern, von Auslöschungen u.a.m. kann den Einsatz in seinem Fachgebiet kritisch hinterfragen.

Gerade in der Radiologie müssen auch heute „Zweckmäßigkeit“ und „Notwendigkeit“ die Grundlage ärztlichen Handelns sein. Aber auch aus Kostengründen ist der Einsatz eines Verfahrens (selbst-)kritisch zu hinterfragen. Neben den möglichen Kostenträgern GKV und PKV ist besonders für den Patienten neben der fachlichen Aufklärung eine Kostentransparenz unverzichtbar.

Wird der Patient immer aufgeklärt? Wird ihm vermittelt, dass er eine gleichwertige Alternativleistung

Es wäre daher höchst bedauerlich, ja ärgerlich, wenn durch einen inadäquaten Einsatz der DVT-Technik der nachweisbare Benefit nicht mehr genutzt oder gar fortentwickelt werden kann, weil ein Trend hin zu ungehemmtem 3D-Röntgen mit höherer Strahlenexposition der Patienten zwangsläufig gegenläufige gesetzgeberische Maßnahmen zur Beschränkung einer solchen Entwicklung nach sich ziehen würde.

Die Leitlinie ist hier eindeutig; die Schlussfolgerungen sollten es auch sein:

Wo ist der Vorteil in der (Erwachsenen-)Kieferorthopädie? Kann ich die Karies mit einer DVT besser diagnostizieren? Wozu brauche ich ein solches Verfahren in der Parodontologie? Eine Knochentasche lässt sich ebenso genau sondieren wie auch ein Furkationsbefall. Eindeutig kritisch ist ein Einsatz bei endodontischen Maßnahmen. Eher überflüssig bei prothetischen Planungen. Ja, selbst in der Implantologie ist der Erkenntnisgewinn zumeist bescheiden. Viele Risikoaspekte sind „herkömmlich“ ebenso gut erfassbar. Ob zu augmentieren ist, kann auch auf andere Weise geklärt werden. Und auch in der absehbaren Zukunft wird der „klassische“ Weg zur Implantatversorgung der heutige sein: Setzen des Implantats unter Beachtung prothetischer Planungsaspekte, (verkürzte) Osseointegrationszeit, Versorgung mit dem implantatgetragenen oder -gestützten Zahnersatz.

Bleibt die zahnärztliche Chirurgie. Welchen Erkenntniszugewinn bringt die dreidimensionale Information? Da eine Änderung des operativen Vorgehens selbst dadurch ja nicht vorgenommen wird, wird wohl die mögliche Komplikationsrate bei der operativen Entfernung eines Weisheitszahnes auch nicht vermindert. Hier ist auf die bestehende „S2k“-Leitlinie „Operative Entfernung von Weisheitszähnen“ hinzuweisen.

Wo also liegt der Alltags-Benefit?

Womöglich bei den Kosten?

kostengünstiger oder als GKV-Patient womöglich zahlungsfrei erhalten kann?

Ich habe öfter den Eindruck, dass bei Vornahme einer DVT die ärztlichen Gesichtspunkte nicht allein eine auslösende Rolle spielen, was ganz besonders im Hinblick auf die Strahlenexposition kritisch ist. Neuere Geräte arbeiten zwar mit deutlich verringerter Strahlendosis, aber auf unseren Straßen fahren nicht nur neue Autos ...

Natürlich wird die DVT-Technik auch in Zukunft weiterentwickelt werden und neue Anwendungsbereiche für eine verantwortungsvoll praktizierte Diagnostik erschließen. Es wäre daher höchst bedauerlich, ja ärgerlich, wenn durch einen inadäquaten Einsatz dieser Technik der nachweisbare Benefit nicht mehr genutzt oder gar fortentwickelt werden kann, weil ein Trend hin zu ungehemmtem 3D-Röntgen mit höherer Strahlenexposition der Patienten zwangsläufig gegenläufige gesetzgeberische Maßnahmen zur Beschränkung einer solchen Entwicklung nach sich ziehen würde. Ein neues Strahlenschutzgesetz ist gegenwärtig in Arbeit und wird auch Auswirkungen auf das zahnärztliche Röntgen haben. Ein solches Szenario wäre ein klassisches Eigentor des Berufsstandes. Das kann man verhindern!

Eigentlich.

Dirk Schulze

Digitale Volumentomographie

Eine Einschätzung der aktuellen Situation



PD Dr. Dirk Schulze,
Digitales Diagnostikzentrum
Freiburg,
Landesröntgenreferent der LZK
Baden-Württemberg,
Mitarbeit im DIN / Leitung des
AK DVT,
Generalsekretär der European
Academy for Dentomaxillo-
facial Radiology (EADMFR)

1. Arbeitsgemeinschaft der
Wissenschaftlichen Medizinischen
Fachgesellschaften. S2k-
Leitlinie: Dentale digitale Volu-
mentomographie. 09.08.2013.
URL: [http://www.awmf.org/
uploads/tx_szleitlinien/083-
0051_S2k_Dentale_Volumen-
tomographie_2013-10.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/083-0051_S2k_Dentale_Volumen-
tomographie_2013-10.pdf)

2. Ludlow JB, Timothy R, Wal-
ker C, Hunter R, Benavides E,
Samuelson DB. Effective dose
of dental CBCT--a meta analy-
sis of published data and ad-
ditional data for nine CBCT
units. *Dentomaxillofac Radiol.*
2015;44(1).

3. Al-Okshi A, Lindh C, Salé H,
Gunnarsson M, Rohlin M. Ef-
fective dose of cone beam CT
(CBCT) of the facial skeleton: a
systematic review. *Br J Radiol.*
2015 Jan;88(1045).

4. [http://www.ncrponline.org/
Annual_Mtgs/2014_Ann_
Mtg/PROGRAM_2-10.pdf](http://www.ncrponline.org/Annual_Mtgs/2014_Ann_Mtg/PROGRAM_2-10.pdf) (ab-
gerufen am 01.12.2015)

Nach nunmehr 18 Jahren seit ihrer Einführung hat sich die Digitale Volumentomographie (DVT) als eigenständiges bildgebendes Verfahren in der Zahnheilkunde endgültig etabliert. Davon zeugen nicht zuletzt etwa 3.500 installierte Systeme allein in Deutschland. Ganz grob geschätzt könnte man auch von einer knapp 10%igen Marktdurchdringung sprechen, so wie es wohl der Dentalhandel am ehesten beschreiben würde. Womit letztlich schon ein großes Problem dieser Technologie identifiziert wäre, nämlich das der Geräte-Selektion, -Distribution, -Einweisung und schließlich auch des Einsatzes dieses Verfahrens.

Fragt man Zahnärzte bezogen auf ein DVT-System nach ihrer Kaufentscheidung, so wird in den meisten Fällen der Preis als Hauptkriterium genannt, denn die Geräte zählen je nach Ausstattung zu den teuersten Investitionsgütern einer Zahnarztpraxis. Bei der Frage nach der Qualität wird dann schon gern einmal auf den Händler verwiesen, nach dessen Aussagen diese oder jene Firma schon die beste Bildqualität liefere. Derartige Antworten verwundern den Fragenden, da der Kauf eines Automobils sicherlich so nicht ablaufen würde! Nun gut, man unterstelle einmal ein gewisses Verkaufsgeschick des Händlers.

Der weitere Ablauf ist nicht minder interessant. Nach der Installation ist vom Lieferanten eine Abnahmeprüfung durchzuführen, die seit Juni diesen Jahres auch bestimmten normativen Vorgaben (DIN 6868-161) zu folgen hat. Die Protokolle dieser Prüfungen sind leider häufig das Papier nicht wert, auf welchen beispielsweise unleserliche handschriftliche Eintragungen von Technikern erfolgen - die Zahnärztlichen Stellen können ein Lied von derart insuffizienten Dokumenten singen. Das Drama setzt sich natürlich nahtlos in den Geräte-Einweisungen fort, die am besten mit „grober Überblick“ zu beschreiben sind. Im Nachhinein lässt sich das sehr gut an den gewählten Expositionsparametern festmachen, die überraschenderweise von Patient zu Patient keine Änderung erfahren - egal, ob großer dicker Mann oder kleines dünnes Mädchen, 90 kV und 3 mA passt immer! Dieses Problem einzig und allein dem Handel anzulasten, hieße aber, den Betreiber völlig schuldlos zu entlassen. Leider wird auch nicht selten seitens des Betreibers die Einweisung recht stiefmütterlich behandelt, manche Kollegen sehen gar keine Veranlassung, sich aus-

reichend Zeit für diesen Vorgang einzuräumen. Eine weitere Einweisung findet jedoch nicht oder nur gegen Gebühr statt, damit wäre in der Regel die Chance vertan, wesentliche Probleme im Umgang oder auch bei der Bedienung der Software anzusprechen, um eine letzte große Fehlerquelle und Zeitvernichtungsmaschinerie zu nennen. Die Bedienung der Akquisitionsoftware durch das Personal einerseits als auch die Bedienung der Betrachtungssoftware durch den Betreiber/Anwender andererseits sind absolut fundamentale Aspekte eines vermeintlich heute umsetzbaren digitalen Workflows. Mir sind aus zahlreichen Schulungen die Probleme im Umgang mit einer Betrachtungssoftware bekannt, so dass hier ein wesentlicher Schlüssel für den erfolgreichen Einsatz in der Praxis zu suchen ist.

Das DVT-Röntgen in der Praxis wird formell gern an den Vorgaben von Leitlinien oder ähnlichen Strukturkonzepten orientiert. Die derzeit bestehende DVT-Leitlinie ist einerseits auch schon wieder gut zwei Jahre alt, andererseits darf dabei nicht vergessen werden, dass diese Leitlinie eben nichts mehr als eine Orientierung ist und keine mechanisch zu adaptierende Handlungsanweisung (1). Des Weiteren ist der Evidenzlevel vieler Veröffentlichungen einfach zu niedrig, um daraus handfeste Rahmenbedingungen für den Einsatz eines bildgebenden Verfahrens zu zimmern. Daher lohnt es sich, einmal ganz unbefangenen einen Blick auf die möglichen Indikationen zu werfen, denn nach den Vorgaben der Röntgenverordnung (RöV) stellt die Indikation letztlich der Strahlenschutzverantwortliche respektive der fachkundige Zahnarzt und nicht die Leitlinie. Ausgangspunkt hierfür ist eine Analyse der in unseren Einrichtungen bearbeiteten Fragestellungen.

Implantatplanung und -versorgung

Die metrische Vermessung des Knochenlagers ist nach wie vor die häufigste Frage im Kontext mit der Akquisition einer DVT. Allerdings sollte man sich bewusst sein, dass derartige Evaluationen nur ein Abfallprodukt der Untersuchung darstellen - eine medizinisch begründete Indikation kann im Wort „Implantatplanung“ nicht ausgemacht werden. Vielmehr sollte die Indikation - im Übrigen auch in der Auseinandersetzung mit den Kostenträgern - wohl eher lauten: Abschluss fokaler und pathologischer Veränderungen

vor Insertion von Implantaten in Regio XYZ. Natürlich möchte der geeignete Implantateur wissen, ob sich im Insertionspfad ein blumenkohlkopfgroßer Tumor befindet oder nicht, leider hat er dies über allen Messungen und Planungen aus den Augen verloren. Und jedes Schulkind mit Grundkenntnissen in Geometrie kann sich vorstellen, dass in solchen Datensätzen valide Messwerte mit rasonablen Genauigkei-

einer DVT sehr sinnvoll sein, wenn beispielsweise auf das Implantat bezogene Probleme nachgewiesen werden sollen. So können einzeln stehende Implantate aktuell sehr gut komplett zirkulär beurteilt werden, bei mehreren nebeneinander inserierten Implantaten ist dies wegen der bereits erwähnten Auslöschungsartefakte leider nicht möglich.

Ohne Zweifel ist jedoch eine Implantatinsertion nur mit einem Schnittbilddatensatz am Computer planbar, d.h. wenn eine Positionierungs- oder Insertionsschablone verwendet werden soll, führt heute an der DVT kein Weg mehr vorbei.

ten erzeugt werden können. Es könnte auch derartige Messungen erzeugen, dafür benötigt es kein Studium, Fachkenntnisse sind jedoch von Nöten, um pathologische Veränderungen im Zusammenhang mit klinischen Daten zu erkennen und Folgen für eine therapeutische Versorgung abzuschätzen. Beispielsweise können Veränderungen der Kieferhöhlenschleimhaut auch als Kontraindikation für einen externen Sinuslift eingestuft werden, aber dafür müssen diese erst einmal detektiert werden.

An dieser Stelle sei vielleicht auch der Hinweis erlaubt, dass „Knochendichtemessungen“ nun so gar nicht mittels DVT-Datensätzen erfolgen können. Eine schnelle Suchmaschinenrecherche fördert dort recht unterhaltsame Angebote zu Tage, gern würden derartige Messungen auch als Zusatzinformation wertig an den Kunden gebracht. Dem sind leider technisch Grenzen gesetzt, da in der DVT keine kalibrierten Absorptionswerte wie in der Computertomographie (Hounsfield-Einheiten) vorliegen. Mehr noch - die Hersteller bemühen sich gerade erst jetzt ganz zögerlich um eine Harmonisierung dieser Graustufen-Bewertungen. Dann darf man also noch viel Spaß bei den Knochendichtemessungen wünschen, die wohl eher an „Malen nach Zahlen“ erinnern, wenn man die hübschen Falschfarbendarstellungen betrachtet.

Ohne Zweifel ist jedoch eine Implantatinsertion nur mit einem Schnittbilddatensatz am Computer planbar, d.h. wenn eine Positionierungs- oder Insertionsschablone verwendet werden soll, führt heute an der DVT kein Weg mehr vorbei. Kombiniert wird dies zunehmend mit digitalisierten Modelldaten, entweder von einem Modellscanner oder auch von einem DVT-Gerät. Dadurch lässt sich bei zumindest überschaubar anfallenden Auslöschungsartefakten ein sehr gutes Matching erzielen, womit der DVT-Datensatz dann in der realen Welt verankert wird.

Auch nach Implantatinsertion kann die Akquisition

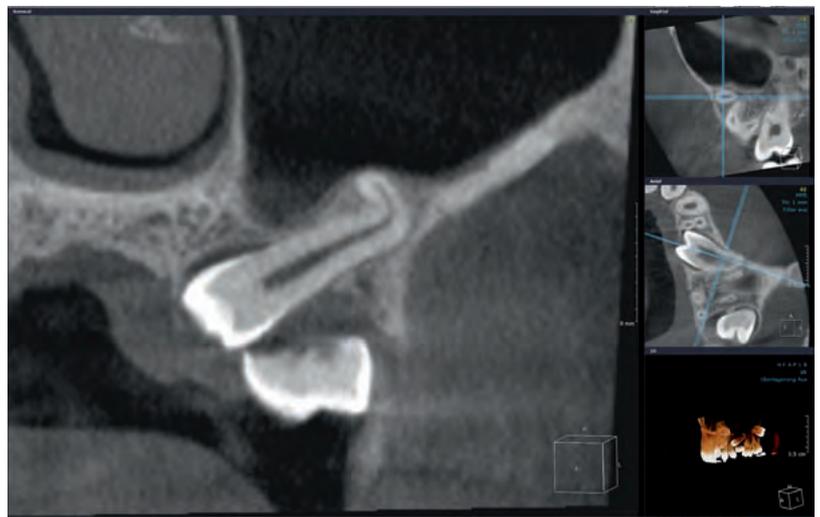
Lokalisation dislozierter Zähne

Patienten mit diesen Fragestellungen kommen häufig von Kieferorthopäden, d.h. sie sind in der Regel jung und daher gilt es, bei der Akquisition der Daten noch umsichtiger vorzugehen. Beispielsweise müssen in diesen Fällen die Akquisitionsparameter und die Größe des zu akquirierenden Volumens angepasst werden, um eine unnötige Exposition zu vermeiden. Ein typisches Beispiel ist die Lokalisation eines verlagerten oberen Eckzahns. Folgende relevante Fragen sollten durch die DVT hierbei beantwortet werden:

- Wo befindet sich der Zahn und wie ist die Relation zu den benachbarten Zähnen oder anderen Nachbarschaftsstrukturen?
- Werden die Wurzeln anderer bleibender Zähne anresorbiert?
- Liegt eine Wurzeldeviation vor? (Abb. 1)
- Gibt es Hinweise auf das Vorliegen einer Ankylose?

Nur die erste Frage kann noch annähernd und mit einem gewissen Aufwand durch mehrere zweidimensionale Aufnahmen in wechselnden Projektionsrich-

Abb. 1:
Verlagerter Zahn 25, deutlich nachweisbare Wurzeldeviation



tungen beantwortet werden. Bei dieser Fragestellung wird besonders deutlich, wie es zur Indikationsstellung kommt. Nämlich dann, wenn klar ist, dass durch das Ergebnis der Untersuchung eine Änderung des therapeutischen Ansatzes eintreten könnte - man könnte auch sagen: wenn die Untersuchung therapie-relevant wird.

Im Übrigen lassen sich natürlich auch untere Weisheitszähne mittels DVT perfekt lokalisieren und die Relation zum Mandibularkanal bestimmen. Allerdings ist zu beobachten, dass diese Fragestellung sich inzwischen nur noch auf die wirklichen Problemfälle bei beispielsweise möglichem interradi-kulären Verlauf reduziert.

Kieferhöhlen und Nasennebenhöhlen

Die Darstellung der Kieferhöhlen ist nun weder die Domäne der intraoralen noch der Panoramaschichtaufnahme (PSA). Mit Verlaub ist eine solide bildgebende Diagnostik der Nasennebenhöhlen nur mittels Schnittbildverfahren möglich. Das haben auch HNO-Ärzte erkannt und führen dementsprechend zunehmend derartige Untersuchungen in ihren Praxen durch. Dabei repräsentieren die Kieferhöhlen die relevante Schnittstelle zwischen den beiden Fachgebieten, naturgemäß treten daher in diesem Bereich bei der Beurteilung Schwachstellen zu Tage, die bei genauerer Betrachtung nur wenig nachvollziehbar erscheinen.

1. Die dentogene Sinusitis ist eine Rarität. Sie existiert, aber die Prävalenz ist viel geringer als üblicherweise kolportiert wird. Mitnichten können wir einen

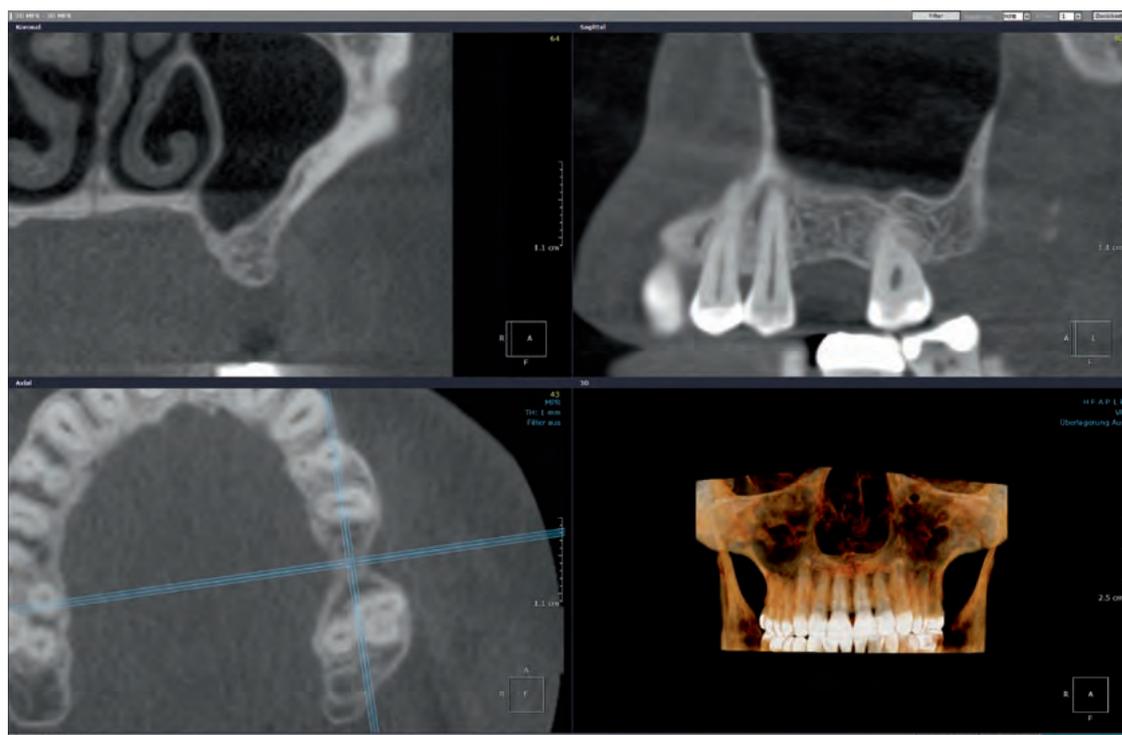
Anteil von 10 % an allen Sinusitiden auf dentale Probleme zurückführen, 1 % ist wohl eine gute Näherung.

2. Anfänger interpretieren jedwede Schleimhautverbreiterung als Sinusitis. Die Neigung, aus einem Mangel an Erfahrung detektierte Veränderungen falsch-positiv zu bewerten, ist bekannt. Hier sollte die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsmobilisierung innerhalb der Schleimhaut berücksichtigt werden, ebenso ist bei der Beurteilung der Nasenmuscheln an die zirkadiane Rhythmik der conchalen Schleimhaut zu denken.

3. Ein externer Sinuslift führt zu Veränderungen der ziliären Clearance. Abrupte Umbauten des Kieferhöhlenbodens werden in der Regel von einer leichten Entzündungsreaktion in der Kieferhöhlenschleimhaut begleitet, in vielen Fällen finden sich auch später in der direkten Umgebung der Augmentation Schleimhautverbreiterungen, die jedoch - siehe 2. - keinen Krankheitswert darstellen.

4. Vor jedem externen Sinuslift SOLLTE eine DVT akquiriert werden. Wie bereits erwähnt, ist die PSA eine ganz schlechte Beraterin bezüglich der Situation innerhalb der Kieferhöhlen. Daher kann eine solide Evaluation vor einem operativen Eingriff nur dann erfolgen, wenn akute oder schwere chronische Sinusitiden ausgeschlossen werden können, operative Eingriffe durch MKG-Chirurgen oder HNO-Ärzte nachgewiesen wurden und auch der osteomeatale Komplex entsprechend inspiziert wurde. Die Ursache der meisten maxillären Sinusitiden findet sich in den direkt kranial angrenzenden anterioren Anteilen der Ethmoidalzellen.

Abb. 2:
Darstellung des Oberkiefers vor
geplanter Implantatinser-tion
in Regio 25; Volumen 6 x 10 cm
bei 200 µm Voxelkantenlänge,
Expositionsparameter: 90 kV,
28 mAs (entspricht ca. 35 µSv)



Weitere Abklärung ossärer Läsionen

Derartige Fälle sind in der Regel verbunden mit dem Vorliegen einer zweidimensionalen Aufnahme, meistens natürlich einer PSA. Der Stellenwert der DVT darf hier nicht unterschätzt werden, denn, wie bereits beschrieben, können so Indikationen für einen operativen Eingriff durch die Untersuchung verworfen oder gerade erst aufgezeigt werden. Die häufigsten Veränderungen des Alveolarfortsatzes gehen auf das Konto der zementoossären Dysplasien. Erst mit einem großen Abstand folgen Odontome und andere gutartige odontogene oder ossäre Veränderungen. Bösartige Läsionen des knöchernen Gesichtsschädels treten als Zufallsbefund bei ambulanten Patienten insgesamt sehr selten auf, in unserem Patientengut liegt die Zahl bei circa 0,3 %.

Diagnostik parodontaler Läsionen

Dieses Indikationsfeld beinhaltet alle Spielarten von Veränderungen des Zahnhalteapparats. Naturgemäß kann dieser auf einer Schnittbilduntersuchung im Vergleich zu intraoralen Aufnahmen umfangreicher und besser beurteilt werden. Dabei halten wir die Evaluation der Molaren des Oberkiefers für absolut essentiell, denn insbesondere die Beteiligung der Trifurkation wird häufig klinisch übersehen und führt so möglicherweise zu einer Fehleinschätzung der Prognose eines potenziellen Pfeilerzahns.

Die Wertigkeit der DVT für die bildgebende parodontale Diagnostik wird weiter zunehmen, insbesondere wenn Akquisitionsprotokolle verfügbar sind, die eine bessere Beurteilung mit einer zu den zweidimensio-

nen Projektionsverfahren vergleichbaren effektiven Dosis erlauben.

Effektive Dosis

Die anfallende effektive Dosis ist letztlich ein Ergebnis der technischen Entwicklung auf dem DVT-Sektor, dem Anwender werden dabei zunehmend auch Niedrigdosisprotokolle angeboten, die angeblich keinen oder einen vernachlässigbaren Verlust an Bildqualität nach sich ziehen.

Prinzipiell war nach dem Aufkommen der DVT ein Wechsel der Detektion vom Bildverstärker hin zum Flachdetektor zu beobachten. Dies führte umgehend zu einer deutlichen Erhöhung der Dosis, im Einzelfall konnte diese sogar die Größenordnung einer konventionellen Computertomographie erreichen. Bei aktuellen Systemen wird aber für Akquisitionsvolumina bis zu einer Höhe von 10 cm eine mittlere effektive Dosis bis circa 100 μSv angegeben (2, 3). Dies darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Maximalwerte unter Umständen auch deutlich höher, bis hin zu Werten über 600 μSv liegen können. Im Vergleich liegen die DVT-Systeme sicher unterhalb der Expositionen, die durch Computertomographien verursacht werden, aber es gibt „noch viel Luft nach oben“. Der NCRP (National Council on Radiation Protection & Measurements) hat bereits 2014 vorgeschlagen, den röntgenologischen Grundsatz ALARA (as low as reasonably achievable) in ALADA (as low as diagnostically acceptable) umzubenennen (4). Man ist sich also des Problems bewusst, welches vor allem durch den ungehinderten Einsatz der Computertomographie geschaffen wurde.

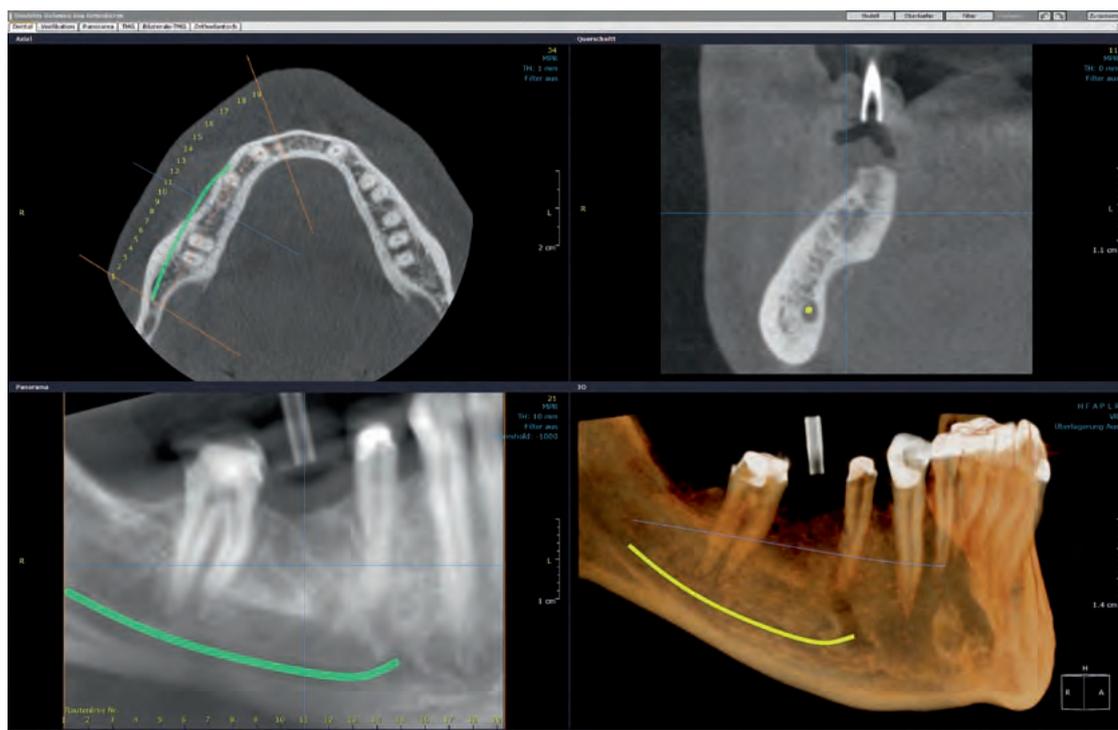


Abb. 3: Darstellung des Unterkiefers vor geplanter Implantatinserktion in Regio 46; Volumen 6 x 10 cm bei 150 μm Voxelkantenlänge, Expositionsparameter: 90 kV, 46 mAs (entspricht ca. 60 μSv)

Aber gilt dies auch für die DVT? Der jährliche Bericht des Bundesamtes für den Strahlenschutz liefert keinen genauen Aufschluss darüber, zu welchem Prozentsatz DVT-Systeme zur kollektiven Effektivdosis beitragen. Es kann im Vergleich zu den vorangegangenen Parlamentsberichten lediglich ein Anstieg der gesamten zahnmedizinischen Effektivdosis um 0,1 % an der kollektiven Effektivdosis beobachtet werden. Was also ist die für den Patienten relevante Dosis und wie lässt diese sich reduzieren? Die effektive Dosis ist das Ergebnis von Absorption und Streuung der Nutzstrahlung und wiederum Absorption der Streu-

hat. Und hier ruht wohl auch die Lösung vieler anderer Probleme, die wir heute beim Einsatz der DVT beobachten. Die Ausbildung ist leider viel zu oberflächlich, der Besuch eines Kurses zur Erlangung der DVT-Fachkunde allein qualifiziert nicht ausreichend, um ein derartiges Gerät souverän in eigener Verantwortung zu betreiben.

Fazit

Die DVT ist ein inzwischen durchaus auch technisch gereiftes Schnittbildverfahren für den Hochkontrastbereich. Bei der Betreuung der Betreiber sehen wir

Die DVT ist ein inzwischen durchaus auch technisch gereiftes Schnittbildverfahren für den Hochkontrastbereich. Bei der Betreuung der Betreiber sehen wir den Handel wesentlich stärker gefordert [...] Mehr Ausbildung ist das Gebot der Stunde, um eine solide diagnostische Leistung zum Wohle des Patienten einzusetzen.

strahlung. Streustrahlung entsteht im Körper und ist unter den derzeitigen technischen Rahmenbedingungen nicht reduzierbar. Der Wert der effektiven Dosis korreliert dabei sicher mit der eingesetzten Stromstärke und der Belichtungszeit, sofern die Röhrenspannung konstant bleibt. Je höher die Stromstärke und die Belichtungszeit (beides wird auch gern unter dem Begriff mAs-Produkt zusammengefasst), desto höher ist auch die Zahl der Röntgenphotonen und damit die der absorbierten Photonen und damit auch die effektive Dosis. In der zitierten Übersichtsarbeit taucht für das genannte typische Akquisitionsvolumen (maximale Höhe 10 cm) häufig ein mAs-Produkt von 100 mAs auf. Dies scheint aus unserer Sicht schon ein recht hoher Wert zu sein. So ist nach unseren Messungen eine Aufnahme mit 120 mAs bei einem Volumen von 8 x 8 cm zur Akquisition von Ober- und Unterkiefer mit einer Dosis von 160 µSv verbunden. Um nun die Dosis zu reduzieren, könnte sowohl auf der Seite des Röhrenstroms als auch bei der Belichtungszeit der Rotstift angesetzt werden. Häufiger ist jedoch zu beobachten, dass die Belichtungszeit zugunsten des Röhrenstroms stärker reduziert wird. Die Abbildungen zeigen Bildbeispiele von Aufnahmen mit entsprechend reduzierten mAs-Produkten, ein echter Qualitätsverlust tritt erst bei sehr niedrigen Expositionsparametern ein.

Niedrigdosisprotokolle sind erst seit ein paar Monaten breiter verfügbar, die Umsetzung stellt sich jedoch viel schwieriger dar. Einleitend ist ja bereits auf die Schwierigkeiten der richtigen Wahl der Expositionsparameter hingewiesen worden, sofern denn jemals eine entsprechende Einweisung stattgefunden

den Handel wesentlich stärker gefordert, die derzeitige Performance lässt jedoch Schlimmes befürchten. Eine Indikation ist in der Regel dann leicht zu stellen, wenn die DVT einen wesentlichen Einfluss auf das therapeutische Herangehen hat. Starre Vorgaben oder übertriebene Interpretationen bestehender Dokumente sind dagegen wenig hilfreich. Im Gegenteil, mehr Ausbildung ist das Gebot der Stunde, um eine solide diagnostische Leistung zum Wohle des Patienten einzusetzen. Dort fehlen echte Initiativen, es mangelt auch an Kompetenz auf dem diagnostischen Sektor, denn es existieren ja nur selbsternannte Spezialisten. Hier wäre neben einer rein wissenschaftlichen auch eine saubere standespolitische Argumentation dringend erforderlich, unserer Ansicht nach sollte auch in Deutschland eine Spezialisierung für dieses Gebiet der Zahnheilkunde angeboten werden. Derzeit haben die DVT-Betreiber keine echte Möglichkeit, auf die Hilfe von Spezialisten zurückzugreifen.

Und auch nur dann wird es gelingen, in Zukunft qualitativ hochwertige Untersuchungen mit einer möglichst geringen Dosis zu akquirieren.

Wolfgang Anderson

DVT - gestern und heute

Die neue Technik stellt neue Anforderungen -
ein Plädoyer für mehr Fortbildung

Der Beginn der DVT-Technik in Deutschland

Als ich im September 1997 den ersten Digitalen Volumentomographen (DVT) Deutschlands in der Zahnarztpraxis Jacobs in Marburg aufstellte, waren für uns dreidimensionale Daten in der Zahnmedizin, speziell für Implantologieplanungen, längst nichts Neues mehr. Schon seit einigen Jahren wurden von radiologischen Praxen CT-Aufnahmen von Kiefern erstellt und von uns nach Bearbeitung mittels spezieller Hard- und Software an die überweisenden Implantologen verschickt.

Zu dieser Zeit war das sequenzielle CT mit hohen Expositionsdaten die Regel, die Axiale wiesen eine Matrix von 0,25 mm auf, während die Axialdicke 1mm oder mehr betrug. 1mm Schichtdicke war zu dieser Zeit ein Dünnschicht-CT. Problematisch war, dass häufig und trotz aller Bemühungen die CT-Aufnahmen schlecht positioniert waren, die technischen Vorgaben wie Field of View (FOV), Gantryneigung etc. nicht eingehalten wurden oder das gewünschte Areal nur unvollständig aufgenommen war, was die Verwertbarkeit der Aufnahmen beeinträchtigte und nicht selten zu Wiederholungen führte. Zusätzlich störten die sehr starken Metallartefakte.

Der erste DVT stammte von der Firma QR srl, Verona Italien und wurde 1997 auf einer Dentalausstellung in Venedig erstmals vorgestellt. Eines dieser Geräte fand den Weg nach Marburg. Diese hochkomplexe Technik mit aber noch relativ schlechten Bildern ermöglichte es nun mit einer axialen Matrix von 0,25 mm und einer Axialdicke von 0,3 mm selbst 3D-Aufnahmen in der Praxis zu erstellen. Das Besondere dieses neuen Gerätes NewTom DVT9000 waren vor allem zwei Merkmale:

1. Die Dosis war ein Vielfaches geringer als bei den damals verbreiteten Computertomographen und
2. Wir hatten es selbst in der Hand, wie der Patient gelagert wurde und in welcher Achse die Rekonstruktion stattfand.

Diese Vorteile des DVT gegenüber dem CT machten es äußerst attraktiv, sofort auf diese neue Technik umzuschwenken, trotz der Tatsache dass die Bilddarstellung vom Kontrast-Rauschverhalten her

deutlich schlechter war als die der CT-Aufnahmen. Dargestellt wurden jedoch Details, die in der Computertomographie oftmals auf Grund der höheren Dosis, der ungünstigeren Positionierung oder durch eventuelle Interpolationen der CT-Software nicht sichtbar waren. Immer wieder wurden Patienten, speziell mit Kieferresektionen und Metall im Kieferbogen zu Aufnahmen geschickt, weil in der vorher veranlassten CT-Aufnahme die notwendigen Details nicht sichtbar waren.

Ab 1998 boten wir zunächst als NewTom Deutschland, später als NewTom Deutschland AG die neuen Geräte unter der Bezeichnung Kopf-CT an. Auf Grund einiger Interventionen von Seiten der Radiologie wurde dieser Name 1999 in DVT (Digitale Volumen Tomographie) geändert.

Jahre nach der Einführung der ersten Digitalen Volumentomographen kamen schrittweise weitere Geräte anderer Firmen auf den Markt, bevor fast 10 Jahre nach dem ersten Gerät ab der Internationalen Dentalschau (IDS) 2007 ein Boom einsetzte und die Zahl der in Deutschland installierten Geräte sprunghaft anstieg. Heute sind nach Schätzungen rund 3.500 DVT-Geräte im Betrieb, deutlich mehr als CT, von denen ca. 3.000 in Deutschland arbeiten. Der eigentliche Durchbruch in der Zahnarztpraxis war die Einführung des sogenannten Kombigerätes, d.h. der Kombination aus Panoramaschichtgerät und DVT, zusätzlich optional auch mit Fernröntgeneinrichtung. Diese Geräte boten den Praxisinhabern die Möglichkeit, bei einem Wechsel des Panoramaröntgengerätes mit etwa demselben Platzbedarf auch die Möglichkeit zu haben, DVT-Aufnahmen in ihrer Praxis erstellen zu können. Da die meisten Praxen ein beschränktes Raumangebot aufweisen, ein klarer Vorteil.

Technisch gesehen ist eine Kombination verschiedener Techniken an sich komplexer und damit aufwendiger als spezialisierte Lösungen. Kombination bedeutet auch immer Kompromisse eingehen zu müssen. Damit ist in der technischen Umsetzung jede Betriebsart von den Notwendigkeiten der anderen abhängig, und dies führt in der Regel zu kleineren Einbußen.



Wolfgang Anderson,
DVT-Experte, Technischer
Berater zur DVT-Technik,
Geschäftsführer der Andersons
Cone Beam Attendance GmbH

Die DVT-Technik hat in den letzten Jahren zunehmend Verbreitung gefunden. Wie bei allen Innovationen führt erst die breite Anwendung zu einem vertieften Wissen über die sinnvolle und dann in der Folge effiziente Nutzung der neuen Technik. Ein Wissensaustausch wird umso wichtiger.

DVT ist heute etabliert

Auch wenn es einige, wie der Marburger Zahnarzt und MDK-Gutachter Dr. Kirchhoff, der in einer dreiteiligen Artikelserie in der DZW die DVD-Technik als vollkommen überflüssigen Auswuchs eines „dental-industriellen“ Komplexes sehen will, es nicht wahrhaben wollen, 18 Jahre nach der Inbetriebnahme des ersten DVT in Deutschland ist diese Technik in vielen Bereichen der Zahnmedizin angekommen. Der Nutzen von dreidimensionaler Bildgebung, zu der auch die DVT-Technik zählt, ist heute in vielen Bereichen der Medizin insgesamt unumstritten. Auch in der Zahnmedizin gibt es Anwendungen, bei denen eine 3D-Bildgebung einen Zusatznutzen für den Patienten verspricht. Zumal bei vielen Indikationen, die ansonsten mit Hilfe von höherdosigen CT-Aufnahmen gelöst würden. Hier ist ein klarer Nutzen erkennbar. Es sollte allerdings jedem klar sein, dass nicht alles einer 3D-Diagnostik bedarf. Dies gilt insbesondere solange, wie die mit den 3D-Geräten applizierte Dosis der Aufnahme höher und die erreichte Auflösung deutlich niedriger ist als bei 2D-Aufnahmen. Mit immer stärkerer Verbreitung von DVT-Geräten wurden und werden immer neue Indikationen gesucht, diese Technik anzuwenden. Eine Reihe dieser Indikationsvorschläge sorgen für Diskussionsbedarf.

Die Röntgenverordnung schreibt einen strengen Abwägungsprozess vor, die rechtfertigende Indikation. Die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) hat im Jahre 2013 erstmals eine Leitlinie zur „Dentalen digitalen Volumentomographie“ veröffentlicht, in der Indikationen und Empfehlungen für die Anwendung der DVT in den verschiedenen Gebieten der Zahnmedizin gegeben werden. Leitender Gedanke dieser Initiative war, der stark gestiegenen Zahl der DVT-Anwender in zahnärztlichen Praxen einen zusammenfassenden Überblick über den wissenschaftlichen Stand und eine Orientierung zum verantwortungsvollen und medizinisch sinnvollen Einsatz der neuen Technik zur Verfügung zu stellen.

Seit Dezember 2005 gibt es die „Richtlinie Fachkunde und Kenntnisse im Strahlenschutz bei dem Betrieb von Röntgeneinrichtungen in der Medizin oder Zahnmedizin“, die vorsieht, dass nur ein fachkundiger Zahnarzt ein DVT in der Zahnmedizin betreiben darf. Fachkundig ist der Zahnarzt nach Approbation für die Bereiche Intraoral, Panoramaschichtaufnahme und Fernröntgen, ohne Handaufnahme zur Altersbestimmung. Die Fachkunde DVT muss in einem Kurs zusätzlich zur Approbation erworben werden. Der Kurs teilt sich in grundsätzlich zwei Bereiche: zum einen der Strahlenschutz mit Prüfung und zum anderen die Befundung von mindestens 25 Patientendatensätzen. Eine Schulung in Gerätebedienung ist dort nicht explizit vorgeschrieben und wäre auf Grund der Vielfältigkeit des Geräteangebots auch nicht zu bewältigen. Theoretisch wird das Thema Patientendosis also im Teil Strahlenschutz behandelt. Ob und wie man praktisch die Dosis für den Patienten mit dem betriebenen Gerät reduziert, wäre für viele Zahnärzte eine sehr hilfreiche Information, kann aber aus den angegebenen Gründen nicht im Fachkundekurs vermittelt werden.

Reduzierung der Strahlenexposition

Grundsätzlich hat der Patient ein Anrecht auf die geringstmögliche sinnvolle Dosiseinstellung bei einer Röntgenuntersuchung. Eine Gewähr zur Vermeidung unnötiger Strahlenexposition ist die ordentliche Erstellung der rechtfertigenden Indikation.

Die dreidimensionale Darstellung weicht erheblich von der gewohnten Darstellung in der 2D-Basisdiagnostik ab. Die DVT-Fachkunde reicht in der Regel nicht allein aus, das gesamte Spektrum möglicher Befunde abzubilden. Es werden weitere fundierte anatomische und diagnostische Kenntnisse benötigt. Je nach bisheriger Tätigkeit und Erfahrungen in dreidimensionaler Diagnostik sollten zusätzliche Kenntnisse erworben werden.

Ist der Entschluss gefallen, eine DVT-Aufnahme zu erstellen, kann nur eine sichere Bedienung des Gerätes zu dem gewünschten Ergebnis führen. Um die Patientendosis so gering wie möglich zu halten, bieten die Geräte im Allgemeinen Programme oder einzelne Einstellungen an. Eine wirksame Möglichkeit der Dosisreduktion ist die Einblendung auf ein passendes Field of View. Dies bedeutet eine Verringerung des aufgenommen Volumens und somit eine Verkleinerung des exponierten Areals auf die medizinische Fragestellung, verbunden mit einer signifikanten Dosisersparung. Die Betriebssoftware vieler DVT-Geräte bietet sogenannte Presets an, die in der Regel eine gute Kombination von Dosis und Bildqualität liefern. Verschiedene Programme bieten die Möglichkeit, bei gleichzeitiger Dosisreduktion die Aufnahmedauer zu verkürzen. Meist ist dies mit einer Verringerung der Bildqualität verbunden, die jedoch je nach Fragestellung keine Relevanz haben muss.

Gibt es weitere Optionen? Möglicherweise eine Absenkung der Expositionsparameter?

Hierzu ein kleines Beispiel aus einer Reihe von Testaufnahmen, die ich durchgeführt habe:

Der in der Norm für die Konstanzprüfung DVT beschriebene Prüfkörper (hier DVT_KP der Firma Quart) wurde in einem DVT bei gleichbleibender kV-Zahl nacheinander mit 2 mA, 4 mA, 5 mA, 6 mA, 7 mA, 10 mA und 14 mA aufgenommen. Danach wurden pro Aufnahme 36 Paare Kontrastelemente/Homogenbereich ausgewertet und Mittelwerte gebildet. Ergebnis: Nur im gemessenen Rauschen und damit im Kontrast-Rausch-Indikator fanden sich tatsächlich Unterschiede. Die Auflösungsindikatoren bei 10% und 50% blieben in etwa konstant, genau wie die Mittelwerte für Homogenität und Kontrast. Bei abnehmender Dosis wächst nur das Rauschen an und somit verkleinert sich das Kontrast-Rausch-Verhalten.

Ein linearer Zusammenhang zwischen eingesetzter Dosis und Rauschen ergab sich in diesem Versuch nicht. Erst bei stark verringerter Dosis (Voreinstellwert 7 mA) unterhalb von 5 mA wächst das Rauschen dann überdurchschnittlich. Bei der großen Vielfalt an verschiedenen Geräten ist dieser einzelne Test nicht allgemeingültig. Jedoch sprechen andere Tests, die ich in den letzten Jahren durchführte, dafür, dass diese Dosisabsenkung indikationsabhängig auch am Patienten und mit anderen Geräten durchgeführt werden kann. Das Ergebnis wäre eine nochmalige, deutliche Verringerung der Strahlenexposition. Die damit eventuell verbundene, leichte Verschlechterung des Kontrastes gegenüber dem Rauschen hat häufig keinen entscheidenden Einfluss auf die Beantwortung der zahnmedizinischen Fragestellung.

Als Voraussetzung für ein solches Vorgehen sehe ich die Notwendigkeit einer Abkehr von der Goldstan-

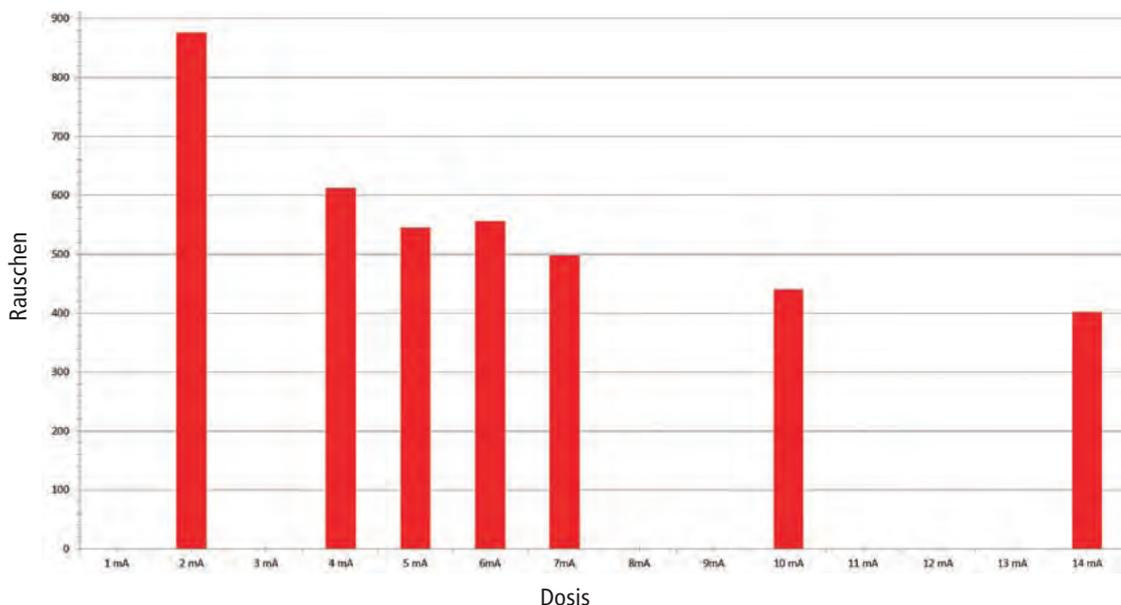
darddoktrin, die jede DVT-Aufnahme erst einmal mit einer höherdosigen CT-Aufnahme vergleicht. Stattdessen sollte man sich fragen, ob für eine Reihe von Fragestellungen die CT-Aufnahme noch zu rechtfertigen ist. Die Frage, ob es angenehmer ist, aus einer CT-Aufnahme dieselben Schlüsse zu ziehen wie aus einer DVT-Aufnahme, dürfte sich im Interesse des Patienten eigentlich nicht mehr stellen. Für mich ist eine gute Röntgenaufnahme nicht die „schöne“ von Nebenan, sondern die Aufnahme, die alle relevanten Informationen enthält. Diese Informationen entsprechend sichtbar zu machen, dazu gibt es in jeder Auswertungssoftware Werkzeuge, mit denen das möglich ist. Mit diesen Werkzeugen richtig umzugehen ist im digitalen Röntgen essentiell.

Fazit:

Die DVT-Technik hat in den letzten Jahren zunehmend Verbreitung gefunden. Wie bei allen Innovationen führt erst die breite Anwendung zu einem vertieften Wissen über die sinnvolle und dann in der Folge effiziente Nutzung der neuen Technik. Ein Wissensaustausch wird umso wichtiger.

Das trifft auch auf die Fragen zur Verminderung der Strahlenexposition zu. Einige dieser Möglichkeiten sind oben beschrieben worden. Neben der technischen Weiterentwicklung der Geräte in Richtung Dosisreduzierung liegt es vor allem auch in der Hand der Anwender, den Patienten mit der geringstmöglichen Dosis zu röntgen. Neben fachlich-zahnmedizinischem Wissen muss hier stärker noch als bisher ein vertieftes Verständnis der technischen Zusammenhänge der DVT-Technik vermittelt werden. Hier sind Fachgesellschaften, Universitäten, Hersteller, aber auch nicht zuletzt die Anwender gefragt. Erstere sollten mehr praxisorientierte Fortbildungsangebote anbieten, letztere diese dann aber auch wahrnehmen.

Bildrauschen bei DVT-Aufnahmen am Prüfkörper in Abhängigkeit von der Dosis



Maß des Bildrauschens, abhängig von der Dosis (Dosis hier dargestellt anhand der eingesetzten Stromstärke bei gleichbleibender Spannung und Belichtungszeit) Gut sichtbar ist, dass die Dosis stark reduziert werden kann, ohne dass es zu einer linearen Zunahme des Bildrauschens kommt. Erst ab einem Grenzbereich (hier unterhalb von 4 mA) nimmt das Rauschen überproportional zu.

Clemens Walter, Peter Eickholz

Digitale Volumentomographie in der parodontalen Diagnostik und Therapieplanung



PD Dr. Clemens Walter, OA
Leiter des Weiterbildungsprogramms Parodontologie (SSP/SSO) an der Klinik für Parodontologie, Endodontologie und Kariologie der Universitätskliniken für Zahnmedizin, Universität Basel, Schweiz



Prof. Dr. med. dent. Peter Eickholz
Direktor der Poliklinik für Parodontologie am Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (Carolinum) der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Präsident der DG PARO

Unzureichende diagnostische Informationen können zu inadäquaten therapeutischen Entscheidungen führen. Die klinische parodontale Diagnostik wird daher zumeist mit radiologischen Aufnahmen ergänzt. Üblicherweise werden periapikale Aufnahmen aller parodontal oder anderweitig erkrankten Zähne angefertigt und zu einem Bilder-Status mit 12-14 Aufnahmen zusammengefügt (2). In den letzten Jahren konnte das Spektrum radiologischer Möglichkeiten mit der sogenannten „dental cone-beam computed tomography“ (CBCT, digitale Volumentomographie DVT) ergänzt werden (Abb. 2) (3, 4, 5, 6, 8). Hierbei wird eine gute dreidimensionale Bildqualität bei gleichzeitig geringerer Strahlenbelastung im Vergleich zu konventionellen CT-Geräten erreicht (5, 7). Die Strahlenbelastung ist allerdings gegenüber dem radiologischen Standard deutlich erhöht (2, 7). Es gilt die Faustregel, dass Bildauflösung mit Strahlenbelastung erkauft wird. Daher gilt hier einmal mehr die Berücksichtigung des diagnostischen radiologischen Prinzips ALARA (As Low As Reasonably Achievable), d.h. so wenig Strahlung wie möglich zu applizieren, um die gefragte diagnostische Information zu gewinnen (2). Es stellt sich die Frage, in welchen wissenschaftlich geprüften Situationen kann eine DVT in der parodontalen Therapie indiziert sein oder anderweitig nicht zu generierende Informationen bereitstellen?

Insbesondere die Behandlung von parodontal vorgeschädigten Molaren im Oberkiefer stellt den zahnerhaltend tätigen Kliniker vor eine Reihe spezifischer Herausforderungen (11, 12, 13). Molaren zeigen zahlreiche anatomische Besonderheiten wie mehrere Wurzeln, Trennungsstellen zwischen den Wurzeln - sogenannte Furkationen, enge Lagebeziehungen der Wurzeln zueinander - sogenannte Wurzelproximitäten, Unregelmäßigkeiten auf der Wurzeloberfläche wie Schmelzperlen und -zungen oder Wurzelkonkavitäten, Einziehungen am Wurzelstamm oder interradikuläre Furchen, die die Akkumulation von Bakterien und Plaque fördern und sowohl die nicht-chirurgische wie auch die chirurgische Therapie erschweren können (1, 11, 12, 13). Eine genaue Diagnose der Furkationsbeteiligung ist für die Entscheidungsfindung und die synoptische Behandlungsplanung unerlässlich, vor allem dann, wenn resektive parodon-

talchirurgische Maßnahmen in Erwägung zu ziehen sind (Abb. 2). Die Furkationsdiagnostik beinhaltet die Einschätzung des horizontalen und vertikalen Attachmentverlustes, die Beurteilung des verbliebenen inter- und periradikulären Knochens jeder einzelnen Wurzel, die Analyse der Wurzelmorphologie bezüglich der Länge des Wurzelstamms und dem Grad der Wurzelspreizung (Abb. 1, 3) (11, 12, 13). Sind diese morphologischen Details präoperativ nicht bekannt, kann die entsprechende Therapie eventuell erst intraoperativ definiert werden. Anhand der Literatur ist umstritten, inwiefern man die Furkationsbeteiligung an Oberkiefermolaren auf der Basis klinischer und konventioneller radiologischer Messungen überhaupt abschätzen kann (11, 12, 13). Die Furkationsdiagnostik anhand von periapikalen Röntgenbildern ist oft problematisch, da radiologisch nur mineralisierte Knochenstrukturen suffizient dargestellt werden können und eine Transluzenz auch als Folge einer geringen Knochendichte auftreten kann. Zudem verläuft der Furkationskanal zwischen mesio- und distopalatinalen Furkationseingang in der Filmebene senkrecht zum Zentralstrahl und kann von der palatinalen Wurzel überlagert sein (11, 12, 13). Demgegenüber wurde das Potenzial der DVT in der Diagnostik furkationsbefallener Oberkiefermolaren in Human-Studien evaluiert (2, 9, 10, 14). Dabei beruhte die Beurteilung des Schweregrades des Furkationsbefalls zunächst auf klinischen Messungen und periapikalen Röntgenbildern. Es konnte übereinstimmend gezeigt werden, dass sich nur ein geringer Teil der klinisch erhobenen Furkationsbefunde im DVT bestätigen lässt (2, 9). Weitere klinische Studien zeigten, dass die DVT-basierte Furkationsdiagnostik in hohem Maße mit den intraoperativen Befunden übereinstimmt (2, 10).

Die genaue Bestimmung der furkalen Verhältnisse (interradikulärer Attachmentverlust) und die Beurteilung der Wurzelmorphologie beeinflussen die Diagnose, sind für die Therapiewahl und die idealerweise ggf. durchzuführende präoperative endodontische Therapie unerlässlich. DVT-Analysen können zahlreiche weitere Befunde, die für die Planung relevant sein können liefern (Abb. 1) (11, 12, 13). Mitunter ist eine konventionell geplante chirurgische Maßnahme nach erweiterter dreidimensionaler Diagnostik auch nicht mehr medizinisch indiziert oder schlicht zu kos-

Anmerkung: Der Text stellt eine Zusammenfassende Aktualisierung einiger Publikationen (11, 12 und 13) dar. Für weiterführende Referenzen und/oder Informationen sei auf die Übersichten und die aktuellen Guidelines der SADMFR (2) verwiesen.

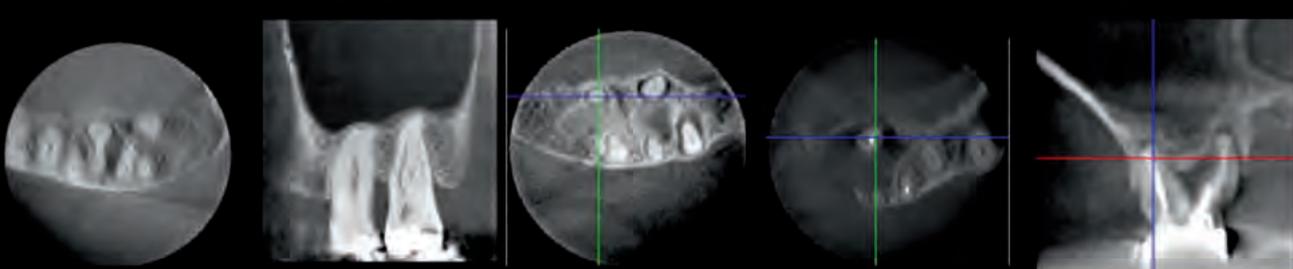
Die DVT kann in konkreten und ausgewählten klinischen Situationen eine sinnvolle Ergänzung zu anderen diagnostischen Verfahren darstellen. Dabei sollten grundsätzlich zuerst die Möglichkeiten der klinischen Diagnostik ausgeschöpft werden. Die zusätzliche Strahlenexposition und ein möglicher Informationsgewinn sollten individuell bei jedem Patienten kritisch gegeneinander abgewogen werden.

tenintensiv (9, 10, 12, 14). DVT-Befunde beeinflussen die Entscheidungsfindung im Oberkiefer-Seitenzahngelände wesentlich (Abb. 2, 3) (10, 12, 14). Somit können möglicherweise unnötige Eingriffe vermieden (16), die Patientenbelastung, die Behandlungszeit und -kosten reduziert sowie die Effektivität der Therapie erhöht werden. Die Daten einer Kosten-Nutzen-Analyse geben ein differenziertes Bild zu den Vor- und Nachteilen der DVT-Diagnostik (14). Dabei zeigten sich finanzielle und zeitliche Vorteile der zusätzlichen DVT-Diagnostik, wenn invasive, d.h. resektive Verfahren mit endodontischer Vorbehandlung, gewählt wurden. Bei zweiten gegenüber ersten Oberkiefer-Molaren konnten deutlichere Vorteile gezeigt

werden. Allerdings sind die Indikationen für aufwendige chirurgische Maßnahmen bei zweiten Molaren auch sehr eingeschränkt und eine Extraktion ist oft das Mittel der Wahl.

Die digitale Volumentomographie kann in konkreten und ausgewählten klinischen Situationen eine sinnvolle Ergänzung zu anderen diagnostischen und ggf. bildgebenden Verfahren darstellen. Dabei sollten grundsätzlich zuerst die Möglichkeiten der klinischen Diagnostik ausgeschöpft werden (15). Die zusätzliche Strahlenexposition und ein möglicher Informationsgewinn sollten individuell bei jedem Patienten kritisch gegeneinander abgewogen werden (2, 9, 11, 12, 14).

Abb. 1:
Die Furkationsdiagnostik mit dreidimensionalen radiologischen Verfahren generiert mitunter zusätzliche potentiell therapierelevante Befunde, die sich entsprechend der in der Tabelle aufgeführten Klassifizierung einteilen lassen.



A	B	C	D	E
Fusion zweier Wurzeln	Enge Lagebeziehung zweier Wurzeln	Periapikale Läsion	Paro-Endo-Läsion	Weitere Befunde
A1) mb√ + db√	B1) mb√ + db√	C1) mb√	D1) mb√	√ - Perforation
A2) mb√ + p√	B2) mb√ + p√	C2) db√	D2) db√	Fenestrationen
A3) db√ + p√	B3) db√ + p√	C3) p√	D3) p√	Überfüllte WK
				Fehlende Knochenlamelle

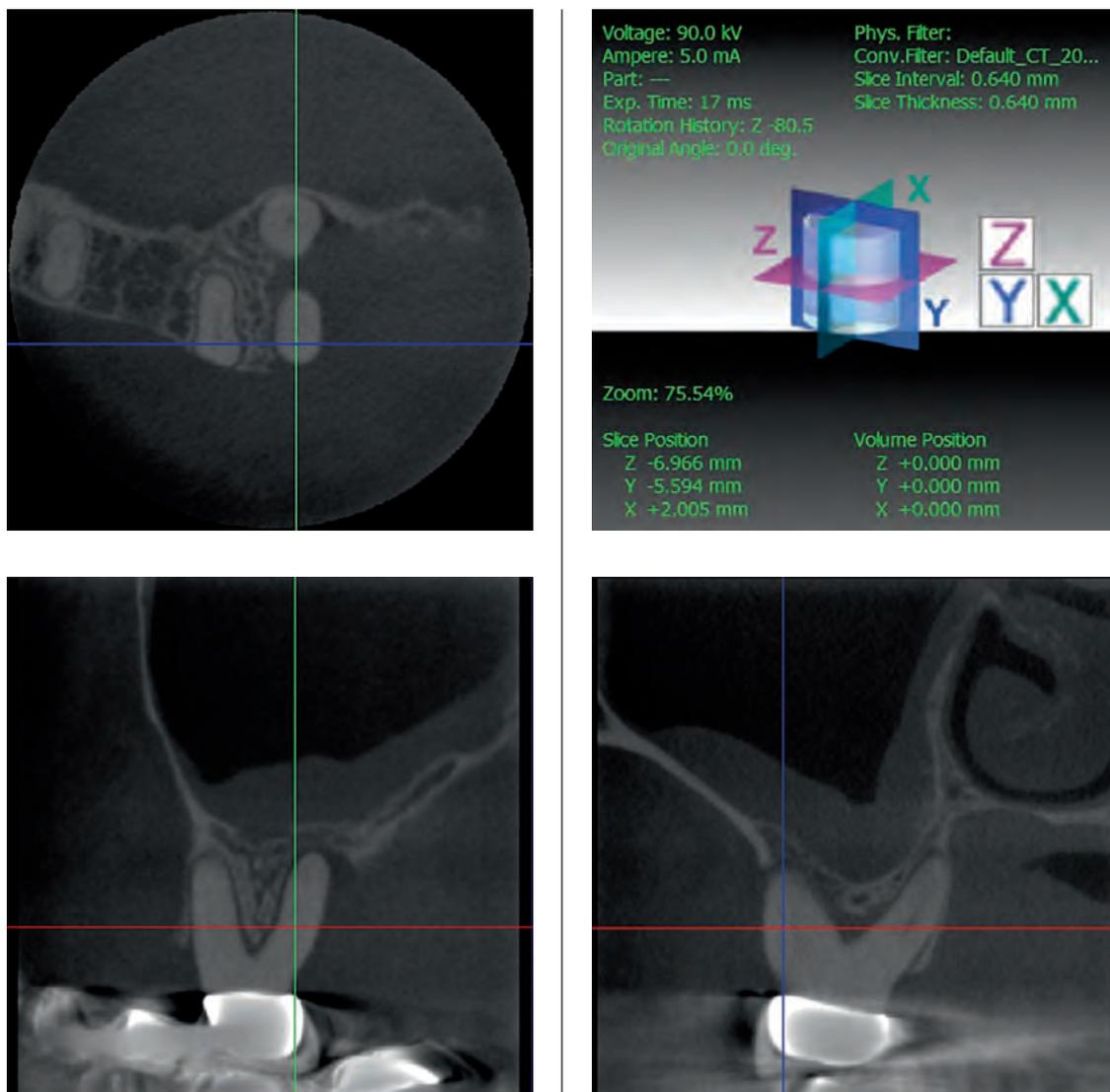


Abb. 2: Dreidimensionale Darstellung des Furkationsbereiches des Zahnes 26. Die 56 jährige Patientin wurde aufgrund rezidivierender Beschwerden im linken Oberkiefer-Seitenzahnggebiet überwiesen. Es imponiert ein distaler vertikaler Knochendefekt sowie eine Radioluszens im distalen Furkationseingang. Da die mesio-bukkale und die palatinale Wurzel genügend Restattachment aufwiesen wurde entschieden die distale Wurzel, bei Belassen der prothetischen Versorgung, zu amputieren (Abb. 3). Zunächst wurde eine konventionelle Wurzelkanalbehandlung (Dr. L. Büttel, Basel, Schweiz) durchgeführt.

Referenzen:

1. Al-Shammari KF, Kazor CE, Wang HL. Molar root anatomy and management of furcation defects. *J Clin Periodontol* 2001;28:730-740.
2. Dula K, Benic G, Bornstein M, , Dagassan-Berndt D, Filippi A, Hicklin S, Jeger F, Luebbers HT, Sculean A, Sequera P, Walter C, Zehnder M: SADMFR Guidelines for the Use of Cone-Beam Computed Tomography / Digital Volume Tomography. A consensus workshop organized by the Swiss Association of Dentomaxillofacial Radiology. Part II: Endodontics, Periodontology, Reconstructive Dentistry, pediatric dentistry. *Swiss Dent J.* 2015; 125: 945-53.
3. Mengel R, Candir M, Shiratori K, Flores-de-Jacoby L. Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: an in vitro study on native pig and human mandibles. *J Periodontol* 2005;76:665-673.
4. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol* 2006;77:1261-1266.
5. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol* 1998;8:1558-1564.
6. Pinsky HM, Dyda S, Pinsky RW, Misch KA, Sarment DP. Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35:410-416.
7. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:83-86.
8. Vandenberghe B, Jacobs R, Yang J. Diagnostic validity (or acuity) of 2D CCD versus 3D CBCT-images for assessing periodontal breakdown. *Oral Surg Oral*

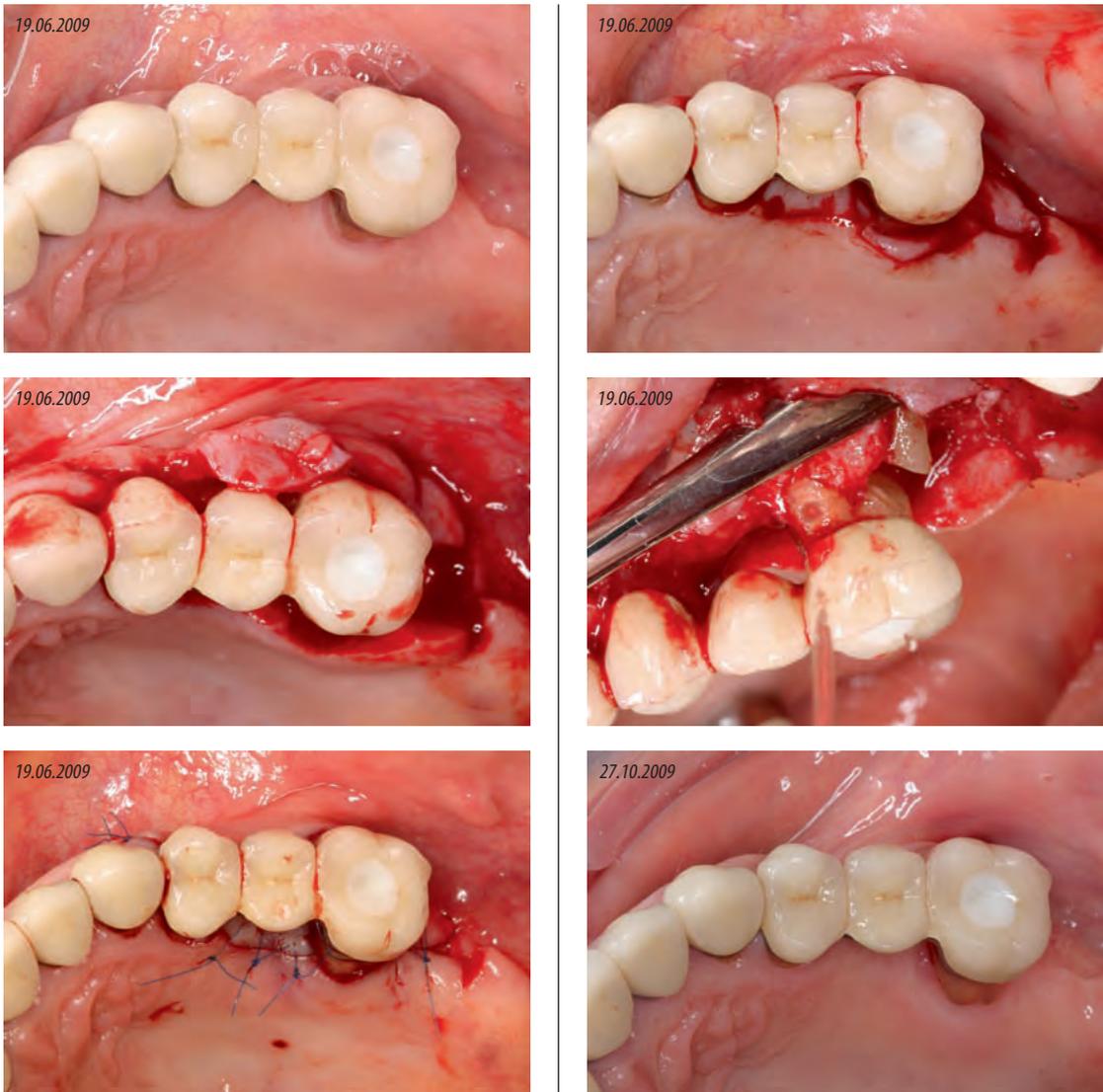


Abb. 3: Chirurgisches Vorgehen step by step. Palatinal wurde eine paramarginale Schnittführung kombiniert mit einer distalen Keilexzision gewählt. Der Mukoperiostlappen wurde mobilisiert und unter dem Brückenzwischenstück hindurch präpariert. Nach sorgfältiger Degranulierung mit Hand- und Ultraschallinstrumenten wurde die distobukkale Wurzel abgetrennt. Der Wundverschluss erfolgte mit monofilen Kunststofffäden der Stärke 6x0. Die Wundheilung verlief unauffällig. Der kompromittierte Zahn 26 sowie die prothetische Versorgung konnten erhalten und damit aufwendige chirurgisch-prothetische Rekonstruktionen vermieden werden.

Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;104:395-401.

9. Walter C, Kaner D, Berndt DC, Weiger R, Zitzmann NU. Three-dimensional imaging as a pre-operative tool in decision making for furcation surgery. *J Clin Periodontol* 2009;36:250-257.

10. Walter C, Weiger R, Zitzmann NU. Accuracy of three-dimensional imaging in assessing maxillary molar furcation involvement. *J Clin Periodontol* 2010;37:436-441.

11. Walter C, Weiger R, Zitzmann NU: Periodontal surgery in furcation-involved maxillary molars revisited - an introduction of guidelines for comprehensive treatment. *Clin Oral Invest.* 2011; 15:9-20.

12. Walter C, Schmidt J, Keller H, Weiger R, Eickholz P, Zitzmann NU: Parodontale Therapie im Oberkiefer-Seitenzahnggebiet – Teil 1: Diagnostik und antiinfektiöse Therapie. *Parodontologie* 2011; 22: 9-18.

13. Walter C, Schmidt J, Keller H, Weiger R, Eickholz P, Zitzmann NU: Parodontale Therapie im Oberkiefer-Seitenzahnggebiet – Teil 2: Chirurgische Optionen. *Parodontologie* 2011; 22:355-366.

14. Walter C, Weiger R, Dietrich T, Lang NP, Zitzmann NU. Does three-dimensional imaging offers a financial benefit for the treatment of maxillary molars with furcation involvement? – a pilot clinical case series. *Clin Oral Impl Res* 2012; 23:351-358.

15. Eickholz, P. Glossar der Grundbegriffe für die Praxis: Parodontologische Diagnostik 6: Furkationsdiagnostik. *Parodontologie* 2010; 21, 261-266.

16. Walter C, Dagassan-Berndt DC, Kühl S, Weiger R, Lang NP, Zitzmann NU. Is furcation involvement in maxillary molars a predictor for subsequent bone augmentation prior to implant placement? A pilot study. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25:1352-8.

Edgar Hirsch

Strahlendosisbelastung bei DVT-Aufnahmen



Dr. med. dent. Edgar Hirsch,
Leiter der Röntgenabteilung
der Universitätszahnmedizin
Leipzig,
Ständiges Mitglied der Röntgenstelle der Bundeszahnärztekammer,
Mitglied der DGZMK, Arbeitsgemeinschaft Röntgenologie, der DGI und der EADMFR

Einführung

Die Dentale Volumentomographie (DVT) hat seit ihrer Einführung in die Zahnmedizin 1997 einen stetig wachsenden Stellenwert in der zahnärztlichen Röntgendiagnostik gewonnen. Leitlinien für den klinischen Einsatz sind sowohl von Seiten der DGZMK (1) als auch von Seiten verschiedener untergeordneter Fachgesellschaften (DGI (2), DGMKG(3)) vorhanden, gleichwohl besteht bei einer Reihe von Indikationen noch Klärungsbedarf hinsichtlich der Rechtfertigung der erhöhten Dosisbelastung und auch der wirtschaftlichen Mehrbelastung gegenüber Intraoralaufnahme, Panorama-Schichtaufnahme (PSA) und Fernröntgenseitaufnahme (FRS).

Es besteht allgemeiner fachlicher Konsens darüber, dass DVT-Aufnahmen im Vergleich zu den oben genannten Techniken eine Erhöhung der Dosiswerte sowohl für den einzelnen Patienten als auch hinsichtlich der kollektiven Strahlendosis mit sich bringen. Aus diesem Grund sind bei der Anwendung der DVT geeignete Maßnahmen anzustreben, um die individuelle und damit auch die kollektive Dosissteigerung so gering wie möglich zu halten.

Rechtfertigende Indikation und Field Of View

Die wichtigsten Aspekte einer möglichst geringen Dosisbelastung sind zum einen die sinnvoll gestellte rechtfertigende Indikation und zum anderen die Einhaltung des ALARA-Prinzips (As Low As Reasonably Achievable). Die Umsetzung dieses Prinzips besteht in der Auswahl einer geeigneten Untersuchungstechnik für eine bestimmte diagnostische Fragestellung, so dass diese mit der geringstmöglichen Dosisbelastung sicher beantwortet werden kann.

Im Kontext von DVT-Aufnahmen können die genannten Ziele in erster Linie durch die Einschränkung der Untersuchungsregion auf ein der jeweiligen Indikation angepasstes Field Of View (FOV) erreicht werden. So ist es beispielsweise weder sinnvoll noch notwendig, zur präoperativen Darstellung eines verlagerten Weisheitszahnes den gesamten knöchernen Gesichtsschädel im 3D-Röntgenbild abzubilden. Moderne DVT-Geräte bieten in der Regel die Option, der Fragestellung angepasste verschiedene FOV auszuwählen. Übliche FOV-Formate reichen von 4x4cm (3D Accuitomo®, J.Morita) bis 20x24cm (Iluma®; Kodak), häufig ver-

wendete Formate sind 8x8cm (ProMax 3D®, Planmeca, Orthophos XG 3D®, Sirona) bis 10x12cm. Die kleinen Feldgrößen eignen sich zur Darstellung von beispielsweise einzelnen Zähnen bzw. Zahngruppen bis zu vier Zähnen und damit auch zur Darstellung von pathologischen Veränderungen entsprechender Dimension im Kiefer sowie zur präimplantären Darstellung unbezahnter Kieferabschnitte. So reicht für die Abbildung des Unterkiefer-Frontzahnbereiches zwischen den Foramina mentalia üblicherweise ein Abbildungsvolumen von 4x4 cm vollständig aus. Ein Volumen von 8x8cm bis 10x12cm bildet in aller Regel den zahntragenden Alveolarfortsatz beider Kiefer einschließlich der angrenzenden Strukturen (Canalis mandibularis und Sinus maxillaris) ab und ist für die meisten zahnärztlichen und zahnärztlich-chirurgischen Fragestellungen ausreichend.

Wenn man vereinfachend annimmt, dass die Dosisbelastung mit dem bestrahlten Körpervolumen linear korreliert, dann ergibt sich aus einem einfachen Volumenvergleich die Bedeutung des FOV für die Dosisminimierung. Wenn das Untersuchungsvolumen ein Zylinder von 4 cm Höhe und 4 cm Durchmesser ist, dann beträgt das bestrahlte Volumen ca. 50 cm³. Die Verdopplung beider Werte auf ein Volumen 8x8cm führt hingegen zu einem Volumen von ca. 400 cm³, d.h. das Achtfache des ersten Wertes.

Konkrete Zahlen aus der Literatur

Die Dosisbelastung bei einer DVT-Aufnahme schwankt in erheblicher Größenordnung, sie kann im günstigsten Fall so klein sein wie die einer digitalen Panoramamaschichtaufnahme (PSA, 5µSv), sie erreicht bei einigen Geräten allerdings auch Werte von über 1000 µSv und liegt damit in der Größenordnung einer Spiral-CT-Aufnahme des knöchernen Gesichtsschädels bzw. darüber.

Ludlow et al. (4) veröffentlichten 2015 eine Metaanalyse der in den Datenbanken PubMed und EMBASE verfügbaren Artikel und Übersichtsarbeiten zur Strahlendosisbelastung bei DVT-Aufnahmen. Kernaussage der Arbeit ist, dass die Dosiswerte in ganz erheblichem Maße variieren und daher keine generalisierenden Aussagen möglich sind. Die nach Erscheinen des ersten DVT kolportierte Faustformel „1

DVT entspricht in der Strahlendosis 4 PSA“ und „1 Spiral-CT entspricht 4 DVT“ lässt sich so nicht aufrechterhalten. Der Artikel versucht, die Vielzahl der Geräte und Untersuchungsprotokolle zum einen nach dem FOV und zum anderen differenziert nach Erwachsenen bzw. Kindern zu betrachten. Große FOV produzieren bei Erwachsenen effektive Dosen von 46 bis 1073 μSv , mittlere FOV von 9 bis 560 μSv und kleine FOV von 5 bis 652 μSv . Für Kinder liegen die ermittelten Werte nur unbedeutend unter den genannten Zahlen. Als Durchschnittswerte über alle

Die von den Herstellern einzelner Geräte beworbenen Niedrigdosisprotokolle erlauben zwar eine deutliche Verringerung der Strahlenbelastung, diese geht jedoch mit einer ganz erheblichen Verschlechterung der Bildqualität einher, d.h. die Ortsauflösung verringert sich und das Bildrauschen nimmt zu. Das führt regelmäßig dazu, dass behandlungsrelevante Details nicht mehr sicher beurteilt werden können, was die mit der Untersuchung verbundene Strahlenbelastung prinzipiell in Frage stellt. Hier wirken ganz simple physikalische Gesetzmäßigkeiten, die

Die DVT stellt eine wertvolle Ergänzung der zweidimensionalen zahnärztlichen Röntgendiagnostik dar. Sie hat eine Reihe von wohlbegründeten Indikationen in allen Teilbereichen der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, bleibt aber nach gegenwärtigem Stand eine ergänzende Methode zu Intraoralaufnahmen, PSA und FRS, die speziellen Fragestellungen vorbehalten ist, insbesondere weil die durchschnittliche Dosisbelastung in der Praxis oft das 20-40-fache der digitalen PSA erreicht.

untersuchten DVT-Geräte werden 212 μSv (großes), 177 μSv (mittleres) und 84 μSv (kleines FOV) angegeben. Die sehr große Spannweite der publizierten Messungen zeigt, dass es praktisch nicht möglich ist, pauschale Angaben für einzelne FOV bzw. bestimmte Geräte zu erstellen.

Praktische Implikationen

Daraus ergibt sich, dass es in der Verantwortung eines jeden Gerätebetreibers liegt, die Forderungen der Röntgenverordnung im Praxisalltag adäquat umzusetzen.

Aus Gründen der insgesamt im Vergleich zur PSA deutlich höheren Strahlenbelastung verbietet sich gegenwärtig auch der Gedanke, die PSA durch entsprechend großformatige DVT-Aufnahmen abzulösen, zumal viele DVT-Geräte aktuell nicht die für die digitale PSA geforderte Ortsauflösung von 2,5 Linienpaaren/mm erreichen. Dies gilt in besonderem Maße für die Anwendung der DVT bei Kindern und Jugendlichen, da für diese eine im Vergleich zu Erwachsenen um den Faktor 3 höhere Strahlensensibilität angenommen wird. So wird beispielsweise die Verwendung des DVT in der KFO-Planung und -Therapie von den Spezialisten für zahnärztliche Röntgendiagnostik national und auch international eher zurückhaltend empfohlen. Auch hier gilt: Es gibt eine Reihe von speziellen Fragestellungen, welche die Durchführung einer DVT-Aufnahme rechtfertigen, Standarddiagnostik hingegen ist die Kombination aus PSA und Fernröntgenseitenaufnahme (FRS).

sich auch nicht durch noch so ausgefeilte Software umgehen lassen. Die Bildempfängersysteme (Image Intensifier bzw. Flat-Panel-Detector) benötigen eine bestimmte Intensität des Eingangssignals, um brauchbare Rohdaten und damit auswertbare Volumendatensätze zu erzeugen.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die DVT eine wertvolle Ergänzung der zweidimensionalen zahnärztlichen Röntgendiagnostik darstellt. Sie hat eine Reihe von wohlbegründeten Indikationen in allen Teilbereichen der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, bleibt aber nach gegenwärtigem Stand eine ergänzende Methode zu Intraoralaufnahme, PSA und FRS, die speziellen Fragestellungen vorbehalten ist, insbesondere weil die durchschnittliche Dosisbelastung doch das 20-40-fache der digitalen PSA erreicht.

Literatur:

- (1) <http://www.dgzmk.de/zahnaerzte/wissenschaft-forschung/leitlinien/details/document/dentale-digitale-volumentomographie.html>
- (2) <http://www.dgzmk.de/zahnaerzte/wissenschaft-forschung/leitlinien/details/document/operative-entfernung-von-weisheitszaehnen-s3.html>
- (3) <http://www.dgzmk.de/zahnaerzte/wissenschaft-forschung/leitlinien/details/document/indikationen-zur-implantologischen-3d-roentgendiagnostik-und-navigationsgestuetzten-implantologie.html>
- (4) Ludlow JB, Timothy R, Walker C, Hunter R, Benavides E, Samuelson DB, Scheske MJ. Effective dose of dental CBCT - a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(1)

Boris Rudolph

Optimierung der Strahlenexposition ist Chefsache

Einfache Maßnahmen zur Reduzierung der Dosis an Dentalaufnahmegeräten mit Tubus und digitalen Bildempfängern



Dipl. Ing. Boris Rudolph,
Behördlich bestimmter Sachverständiger nach RöV, Krefeld

Hochfrequente Strahlung wie die Röntgenstrahlung schädigt potentiell den Organismus. Obwohl der Gesetzgeber aus praktischen Erwägungen heraus Grenzwerte beschlossen hat, herrscht unter den beteiligten Fachleuten weitgehend Konsens darüber, dass prinzipiell jede Einwirkung von Röntgenstrahlung das Risiko von Gesundheitsgefährdungen erhöht. Die Bemühungen des Strahlenschutzes sind daher darauf gerichtet, möglichst jede unnötige Strahlenbelastung des Patienten zu vermeiden, sei es durch strenge Indikationen für Röntgenaufnahmen oder durch Minimierung der Strahlendosis beim Röntgen selbst.

Aus technischer Sicht führt der Wechsel vom Analog- zum Digitalröntgen bereits zu geringerer Strahlenexposition. Digitale Geräte ermöglichen durchschnittlich mit weniger Dosisleistung gleichwertige oder bessere Abbildungsergebnisse. Weitere Potentiale für eine Verringerung der Strahlenexposition liegen in der optimalen Einstellung auf den Patienten und die zahnmedizinische Fragestellung abgestimmten Aufnahmetechnik und der regelmäßigen Wartung der Gerätschaften.

Die weitaus größte Anzahl der in der Zahnmedizin ausgeführten Röntgenaufnahmen sind Kleinbildaufnahmen mit Tubusgeräten. Mehr als die Hälfte dieser Aufnahmen werden heute nicht mehr in konventioneller Weise mit einem Röntgenfilm, sondern mit digitalen Bildempfängersystemen erstellt. Dies können intraorale Speicherfoliensysteme (CR -Systeme¹) oder Röntgendetektoren (DR -Systeme²) sein.

Bei Kleinbildaufnahmen mit Tubusgeräten wird bei einer festgelegten Röhrenspannung (60-70kV) und einer konstanten Stromstärke (7-8 mA) die Dosis linear über den Zeitschalter geregelt. Je kürzer also die Belichtungszeit, desto geringer ist die Strahlenexposition.

Folgende (durchschnittliche) Belichtungsparameter sind aus der Praxis für den oberen Molar bekannt (die geringere Strahlenexposition zeigt sich in der geringeren Belichtungszeit):

analoges System:

Film (Typ E/F) 60 kV 7mA 0,32 / 0,4 s

digitales System

(optimal) 60 kV 7mA 0,12 / 0,16 s

Da der obere Molar das Objekt mit dem höchsten Dosisbedarf ist, reduzieren sich die Werte für die Prämolaren und die Frontzähne entsprechend um ein bis drei Belichtungspunkte.

Bei der konventionellen Filmtechnik kann der Betreiber anhand der Filmschwärzung direkt erkennen, ob der eingestellte Belichtungswert auch der richtige ist. Ist der Film zu schwarz, ist die Dosis zu hoch; ist er zu hell, ist die Dosis zu gering.

Die richtigen Belichtungswerte einzustellen ist in der Praxis nicht immer ganz einfach, da vor der Röntgenaufnahme folgende Punkte berücksichtigt werden müssen:

- Alter des Patienten
- Ethnie
- Gewicht
- anatomische Besonderheiten (Implantat / Zahn-lücken)
- bei konventioneller Technik: Alter des Chemiean-satzes und Umgebungstemperatur
- zahnmedizinische Fragestellung

Bei digitalen Bildempfängersystemen kann der Betreiber nur bei Geräten einiger Hersteller indirekt durch ein Balkendiagramm der eingesetzten Software erkennen, ob die Dosis auch die technisch richtige ist. Durch die digitale Entwicklung werden die Bilder durch einen Rechenalgorithmus optimiert, was bei suboptimal eingestellter Belichtungszeit trotzdem zu akzeptablen Bildern führt. Dies hat zwar den Vorteil, dass Röntgenaufnahmen (bei falschen Belichtungsparametern) nicht zwangsläufig wiederholt werden müssen, aber auch den Nachteil, dass die Einstellwerte oft viel zu hoch angesetzt werden.

Aus der Praxis ist bekannt, dass gerne der gleiche Zeitwert für alle Aufnahmetechniken benutzt wird, was bei unterschiedlichen Objekten nicht im Sinne

¹ Computed Radiography (Speicherfolien-System)

² Direct Radiography (Festkörperdetektor-Systeme)

des Strahlenschutzes sein kann. Daher ist es wichtig, dass der Betreiber sich intensiv mit den technischen Möglichkeiten seines digitalen Bildempfängersystems vertraut macht, damit nur die Dosis eingesetzt wird, die das System auch technisch benötigt. Wird beispielsweise das erwähnte Balkendiagramm nicht angeboten, ist zu prüfen, ob auch bei geringerer Dosis die Bildqualität gleich bleibt.

Bei der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen digitalen Bildempfängersysteme muss und kann die

einer kleinen Bildstörung am Rand) oder ob dieser ausgetauscht werden muss. Darüber hinaus ist bekannt, dass die Bildqualität von Speicherfolien mit fortgeschrittener Lebensdauer nachlässt.

Eine weitere Möglichkeit, die Strahlenexposition zu verringern, ist der Einsatz von Strahlenfeldbegrenzern (Rechteckblende) in Verbindung mit Positionierungshilfen. Diese Maßnahme kann die Dosis zusätzlich um ca. 50% reduzieren. Diese Aufnahmetechnik sollte bei den Patienten verwendet werden, bei denen

Digitales Röntgen ermöglicht im Gegensatz zu analogen Systemen auch bei suboptimaler Belichtungszeit akzeptable Bilder. Der Einsatz einer überdimensionierten Dosis (ein Einstellwert für alle Patienten und medizinischen Fragestellungen) ist aber auf jeden Fall zu vermeiden, auch wenn moderne digitale Bildempfängersysteme dazu verführen können.

Optimierung im medizinischen Bereich nur durch den Betreiber selbst erfolgen bzw. kontrolliert werden. Im Rahmen der technischen Abnahmeprüfung und der sich daran anschließenden Sachverständigenprüfung kann dies nicht geschehen, da nur der Betreiber in der Lage ist, eine Strahlenexposition am Menschen zu veranlassen und zu beurteilen. Techniker und Sachverständige können lediglich Empfehlungen und Erfahrungswerte mitteilen.

Allein der Betreiber ist als Leiter der Röntgenuntersuchung für die richtig angewandte Strahlenexposition verantwortlich. Diese Aufgabe darf er nicht an das Bedienpersonal delegieren.

Aus der Praxis ist bekannt, dass der Dosisbedarf bei digitalen Bildempfängern von Hersteller zu Hersteller, bzw. abhängig von der Art des digitalen Bildempfängersystems, stark abweicht. Dies kann dazu führen, dass Belichtungswerte um 100% abweichen können.

Einstellwert für den oberen Molar (Referenzwert) bei 60 (70)kV, 7mA
 0,12 (0,06) Sekunden bei optimalen CR- bzw. DR-Systemen
 0,25 (0,12) Sekunden bei nicht optimalen Systemen sind Realität.

Aufbauend auf der Optimierung der technisch notwendigen Belichtungsparameter sind die eingesetzten digitalen Bildempfängersysteme regelmäßig zu reinigen. Oftmals reicht eine einfache Reinigung mit den vom Hersteller empfohlenen Mitteln aus, um Bildstörungen (Artefakte) zu beseitigen. Bleibt die Bildstörung bestehen, entscheidet und verantwortet der Betreiber, ob mit dem entsprechenden Bildempfänger weitergearbeitet werden kann (beispielsweise bei

das technisch möglich und sinnvoll ist, beispielsweise bei kooperativen Patienten („keine Würger“ und „strahlenschutzsensiblen“ Patienten).

Bei unruhigen Patienten oder schwierigen Positionierungen (Weisheitszähne, komplizierte Messaufnahmen) ist kritisch zu prüfen, ob der Einsatz der Rechteckblende sinnvoll ist. Muss eine Aufnahme wiederholt werden, da beispielsweise bei einem unruhigen Patienten ein Teil des Bildes durch den Strahlenfeldbegrenzer abgeschnitten worden ist, kann dies nicht im Sinne des Strahlenschutzes sein!

Ein generelles Ablehnen der Rechteckblende ist aber nicht zu empfehlen. Der Einsatz muss sich nach der medizinischen Fragestellung und dem Patienten orientieren. Auch hier entscheidet der Betreiber als Leiter der Untersuchung den Einsatz im Einzelfall.

Fazit:

Der Betreiber kann durch einfache Maßnahmen die Strahlenexposition minimieren, indem er sein eingesetztes Bildempfängersystem technisch optimal ausnutzt, reinigt und dies auf den jeweiligen Patienten und die eingesetzte Technik abstimmt! Dies kann er nur selbst durchführen bzw. anleiten!

Der Einsatz einer überdimensionierten Dosis (ein Einstellwert für alle Patienten und medizinischen Fragestellungen) ist auf jeden Fall zu vermeiden, auch wenn moderne digitale Bildempfängersysteme dazu verführen (können).

Dan Brüllmann, Ina Kraft

Handgehaltene dentale Röntgensysteme



PD Dr. med. dent.

Dan Brüllmann

Oberarzt - Fachzahnarzt für Oralchirurgie an der Poliklinik für Zahnärztliche Chirurgie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz



Ina Kraft

Zahnärztin, Walluf

Literatur

1. Berkhout WER, Suomailainen A, Brüllmann D, et al., *Justification and good practice in using handheld portable dental X-ray equipment: a position paper prepared by the European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology (EADMFR). Dentomaxillofac Radiol* 2015; 44:20140343

2. European Council. Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising

Handgehaltene Röntgensysteme finden zunehmend Anwendung bei der dentalen Intraoralaufnahme. Die damit verbundenen Besonderheiten im Bereich Strahlenschutz sollten bei der Anwendung dieser Systeme aber unbedingt Beachtung finden. Mögliche Probleme stellen unter anderem die Einblendung des Nutzstrahlenbündels auf den Rezeptor, notwendige längere Expositionszeiten, Bildartefakte durch die höhere Beweglichkeit des Systems, Strahlenschutz für den Anwender und Personen in der Nähe der Anwendung dar. Diese Probleme können dabei zur Verletzung des ALARA-Prinzips bei der Anwendung von Röntgenstrahlung führen. Die momentane europäische Empfehlung geht daher davon aus, dass handgehaltene dentale Röntgensysteme nur in Ausnahme-Indikationen angewandt werden sollten, weshalb von einer uneingeschränkten Anwendung im Praxis-Alltag abgeraten wird.

Handgehaltene dentale Röntgensysteme - Definition

Bei handgehaltenen, dentalen Röntgensystemen handelt es sich um tragbare, batteriebetriebene Röntgenröhren, die in Kombination mit dem entsprechenden Rezeptorsystem intraorale Aufnahmen ermöglichen. Bedingt durch ihre Bauart müssen die Geräte während der Strahlenexposition des Patienten vom Anwender in der Hand gehalten werden. Der Einsatzbereich beschränkt sich dabei ausschließlich auf die Anfertigung von Intraoralaufnahmen im Zahnfilm- oder Aufbiss-Format. Die momentan auf dem Markt verfügbaren Geräte ähneln dabei in ihrem äußeren Aufbau digitalen Kameras oder Phaserpistolen, wie wir sie aus einschlägigen futuristischen TV-Serien kennen. Sie werden von den Herstellern als Ersatz für stationäre und fest montierte Röntgenröhren angepriesen. Dabei unterscheiden sich die handgehaltenen Röntgensysteme in mehreren Punkten von den herkömmlichen Methoden: Der Anwender hält das Gerät in der Hand und kann somit den Raum nicht verlassen. Er ist daher der Streustrahlung ausgesetzt, gegen die die entsprechenden Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen. Weiterhin haben die neueren handgehaltenen Systeme eine andere Strahlenqualität (niedrigere Stromstärke oder Spannung, niedrigere Frequenzen, Filtersysteme und Fokus-Objekt-Abstand), welche eine andere Bildqualität nach sich zieht. Die Entwicklung der ersten portablen Rönt-

generäte für militärische Zwecke geht auf die frühen 90er Jahre des letzten Jahrhunderts zurück, da der Einsatz solcher hochportablen Systeme unter Feldbedingungen durchaus Sinn macht. Allerdings kann seitdem eine zunehmende Vermarktung dieser Geräte für die Allgemeinpraxis beobachtet werden. Dabei werden in der Werbung ohne Wenn und Aber auch solche Geräte angepriesen, die den internationalen Sicherheitsstandards nicht entsprechen und somit als unsicher angesehen werden müssen.¹ Eine Besonderheit existiert dabei für den europäischen Markt und insbesondere Deutschland, da derzeit keine expliziten gesetzlichen Vorschriften für den Einsatz handgehaltener dentaler Röntgensysteme existieren. Dabei ist es jedoch offensichtlich, dass solche Regulierungen notwendig sind, da diese Geräte in ihrer Anwendung unter die allgemeinen Regeln des Strahlenschutzes fallen. Handgehaltene Röntgeneräte sollten künftig zertifiziert sein und nur von geschultem Personal unter standardisierten Bedingungen und innerhalb eines gesetzlich definierten Rahmens angewendet werden.² Die europäischen Regelungen der neuen EURATOM-Richtlinie, deren Umsetzung in die nationale Gesetzgebung in Deutschland gerade im Gange ist, haben diese Regulierungslücke bereits benannt.

Einsatz, Indikationen, Anwendung

Die Anwendungsmöglichkeiten der handgehaltenen Röntgensysteme können grob in zwei Bereiche eingeteilt werden: zum einen die patientenbezogenen Anwendung und zum anderen der Einsatz in der Forensik. Generell gilt nach den sich momentan abzeichnenden europäischen Standards, dass handgehaltene Röntgensysteme nur dann eingesetzt werden sollen, wenn die Verwendung stationärer Röntgensysteme nicht möglich ist.^{1,3} So sollen handgehaltene dentale Geräte das Spektrum der diagnostischen Möglichkeiten unter speziellen Bedingungen erweitern. Ein partieller Ersatz stationären Röntgens oder gar ein routinemäßiger Einsatz in der alltäglichen Praxis ist nicht vorgesehen. Die Anwendung dieser Geräte unterliegt also strengen Indikationen und ist maßgeblich an das Kriterium der Nichtverfügbarkeit stationären Röntgens gekoppelt:

- in Operationsräumen, in denen sich keine fest montierten Röntgeneräte befinden und Röntgenbilder an sedierten oder sich unter Vollnarkose befindenden Patienten angefertigt werden sollen.

- bei der zahnmedizinischen Behandlung mobiler Patienten in Notfalleinrichtungen, Pflege- oder Intensivstationen oder anderen klinischen Einrichtungen.
- zur Anfertigung dentaler Röntgenbilder bei Hausbesuchen in Pflegeeinrichtungen oder Heimen, in denen sich Patienten mit eingeschränkter Mobilität befinden.
- zur Anfertigung dentaler Röntgenbilder bei Patienten in Haftanstalten.
- in Feldlazaretten.
- bei der zahnärztlichen Versorgung in abgelegenen ländlichen Gebieten.

Maßgeblich bei der Anwendung handgehaltener Röntgensysteme in den oben genannten Indikationen ist die sichere Anwendung unter Einhaltung des Strahlenschutzes und der Röntgenverordnung. Dabei sollte im Vorfeld abgeklärt werden, in welchen Räumen Röntgenuntersuchungen durchgeführt werden können, ohne dass zufällig eintretende Personen unnötiger Strahlung ausgesetzt werden. Weiterhin sollte bei jeder Anwendung die rechtfertigende Indikation sowie Häufigkeit und Art der Anwendung in jeder Patientenakte nebst Befunden genau und umfangreich dokumentiert werden. Außerdem sollte für das handgehaltene Röntgengerät ein Röntgenkontrollbuch geführt werden; es muss eine Abnahmeprüfung vorhanden sein und es müssen regelmäßige Konstanzprüfungen durchgeführt werden.¹ Dabei ist zu beachten, dass eine vorhandene CE-Kennzeichnung zum Betrieb ohne Abnahmeprüfung nicht ausreicht. Beim Einsatz am Patienten werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- Anwendung von Filmhaltern oder ähnlichen Zielvorrichtungen, die eine rechteckige Einblendung des Nutzstrahlkegels auf den Rezeptor erlauben. Dabei ist momentan völlig unklar, ob alle handelsüblichen handgehaltenen Geräte diese Anwendung zulassen oder unterstützen. Es ist umstritten, ob die Rückstrahlschilde mancher handgehaltener Geräte die Anwendung von Filmhaltern ermöglichen. Dieser Zusammenhang sollte deshalb vor Anschaffung eines solchen Gerätes geklärt werden. Dabei muss vor allem darauf geachtet werden, dass das vorschriftsmäßige Bestrahlungsfeld üblicher dentaler Röntgengeräte mit Tubus von 40 x 50mm nicht überschritten wird.
- Zur Dosisminimierung wird der Einsatz von digitalen Sensoren, Speicherfolien oder zumindest Zahnfilmen in E oder F-Speed Standard empfohlen.

Im Vergleich zu fest montierten Röntgengeräten wird davon ausgegangen, dass handgehaltene Röntgengeräte längere Expositionszeiten aufgrund der geringeren Röhrenspannung benötigen. Dabei sollte beachtet werden, dass Geräte mit empfohlenen Expositions-

zeiten über 1s nicht angewendet werden, da es in dieser relativ langen Zeit zu Bewegungsartefakten kommen kann. Vor der Anschaffung ist unbedingt auf das möglicherweise beträchtliche Gewicht der Geräte zu achten. Weiterhin muss die Batterieaufladung täglich und vor jedem Einsatz überprüft werden, um für jede Aufnahme am Patienten eine zureichende, optimale Strahlenqualität zu gewährleisten. Es ist bekannt, dass eine unzureichende Batterieleistung zu Verlusten bei der Bildqualität sowie energieärmerer Strahlung führt, welche dann wiederum für das bestrahlte

from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom Basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation. Luxembourg: EC; 2013. [Cited 10 February 2015.] Available from: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:013:0001>

Die Anwendung handgehaltener Röntgengeräte unterliegt strengen Indikationen und ist maßgeblich an das Kriterium der Nichtverfügbarkeit stationären Röntgens gekoppelt.

Gewebe potentiell schädlicher ist.⁵ Dabei gehen internationale Vorschriften davon aus, dass Geräte eine Abweichung der Batterieleistung ab 10% anzeigen müssen, um eine nach Strahlenschutzkriterien patientengefährdende Anwendung zu vermeiden.¹

Besonderes Augenmerk bei der Anwendung handgehaltener Röntgengeräte sollte auch auf dem Strahlenschutz des Anwenders liegen. Dabei ist ein Streustrahlenschutz unabdingbar. In der USA existieren bereits FDA-Richtlinien, die für das Streustrahlenschild einen Bleigleichwert von 0,25mm und einen Durchmesser von 15,2cm fordern⁶ und eine Anwendung der handgehaltenen Röntgengeräte ohne Streustrahlenschutz ausschließen.

Fazit

Handgehaltene Röntgensysteme finden ihre Berechtigung bei der Versorgung mobiler Patienten bei Hausbesuchen, in Pflege- und Notfalleinrichtungen und in ländlichen Gebieten. Maßgeblich bei der Anwendung handgehaltener Röntgensysteme ist die sichere Anwendung unter Einhaltung des Strahlenschutzes und der Röntgenverordnung. Dabei ist vor dem Kauf zu beachten, dass die notwendige Abnahmeprüfung des Gerätes nach den Verordnungen des jeweiligen Bundeslandes möglich ist. Besonderes Augenmerk bei der Anwendung handgehaltener Röntgengeräte sollte auch auf dem Strahlenschutz des Anwenders liegen. Dabei ist ein Streustrahlenschutz unabdingbar, die zitierten FDA-Richtlinien geben hier eine gute Orientierung. Eine CE-Kennzeichnung ist zum Betrieb nicht ausreichend, solange das Gerät nicht einer Abnahmeprüfung unterzogen wurde.

:0073:EN:PDF

3. guidelines on radiation protection in dental radiology. 2004. [Cited 10 February 2015.] Available from: <http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/136.pdf>

4. European Commission. Radiation Protection no 162, Criteria for acceptability of medical radiological equipment used in diagnostic radiology, nuclear medicine and radiotherapy. 2012. [Cited 10 February 2015.] Available from: <http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/162.pdf>

5. Kim EK. Effect of the amount of battery charge on tube voltage in different hand-held dental x-ray systems. *Imaging Sci Dent* 2012; 42: 1-4. doi: 10.5624/isd.2012.42.1.1

6. US Department of Health and Human Services; Food and Drug Administration Centre for Devices and Radiological Health; Diagnostic Devices; Branch Division of Mammography Quality and Radiation Programs; Office of Communication, Education, and Radiation Programs. *Guidance for industry and FDA staff radiation safety considerations for X-Ray equipment designed for hand-held use*. 2008. [Cited 10 February 2015.] Available from: <http://www.fda.gov/downloads/Medical-Devices/DeviceRegulationand-Guidance/GuidanceDocuments/ucm094346.pdf>

Mathias Wunsch

Qualitätssicherung in der Röntgendiagnostik - Teure Bürokratie durch Normen?



Dr. Mathias Wunsch,
Präsident der Landeszahnärztekammer Sachsen,
Vorsitzender der Röntgenstelle der Bundeszahnärztekammer,
Beiratsvorsitzender des Normenausschusses Dental

Der Begriff „Norm“ ist in der Öffentlichkeit weithin bekannt durch die geläufigen Papierformate wie z.B. DIN A4. Während früher vor allem Produkte normiert wurden, ist die heutige Welt der Standardisierung um einiges vielfältiger. Sie erstreckt sich über Themenbereiche wie Prüfanforderungen, IT- oder Managementsysteme bis hin zu Dienstleistungen. So verwundert es nicht, dass auch eine DIN-Norm zur Abnahme- und Konstanzprüfung von Befundungsmonitoren existiert. Die korrekte Bezeichnung, des im Jahre 2014 verabschiedeten Werkes lautet: DIN 6868-157 „Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben – Teil 157: Abnahme- und Konstanzprüfung nach RöV an Bildwiedergabesystemen in ihrer Umgebung“. Warum sollte sich nun ein Zahnarzt für eine Vorschrift mit einem derartig sperrigen Titel interessieren?

Grundsätzlich ist die Anwendung von Normen freiwillig. Durch die Bezugnahme in Gesetzestexten können diese jedoch Rechtskraft erlangen. In dem konkreten Fall geschah dies durch Aufnahme in die vom Länderausschuss Röntgenverordnung (LA RöV) unter Beteiligung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) erlassene Qualitätssicherungs-Richtlinie (QS-RL).

Die Norm ist ein Beispiel dafür, welche Bedeutung die Standardisierung für den Berufsstand erlangen kann. Deshalb sollte deren Entstehungsgeschichte etwas näher betrachtet werden.

Am Anfang stand die Befürchtung der Aufsichtsbehörden, dass die Bildqualität von Monitoren durch unzureichende Prüfungen über den Nutzungszeitraum unbemerkt nachlassen und sich dadurch Fehler in der Befundung von Röntgenaufnahmen ergeben könnten. Es gilt zwar als ausgemacht, dass auch Monitore - wie jedes technische Gerät - einem Alterungsprozess unterliegen und sich die Bilddarstellung mit der Zeit verändern kann - inwieweit dies jedoch Einfluss auf die Befundung von Röntgenaufnahmen haben kann, dafür gibt es bis heute keine gesicherten Erkenntnisse. Wenn sich etwa die Farbdarstellung eines Bildschirms verändert, dürfte das beispielsweise kaum einen Einfluss auf die Befundung eines Röntgenbildes mit seinen Hell-/Dunkel-

Kontrasten haben. Dennoch wurde ein solcher Missstand vorausgesetzt und mit der Behebung desselben eine Arbeitsgruppe des Normenausschusses Radiologie (NAR) im DIN beauftragt. Ebenso wie die Vorgängernorm bezog sich das von der Expertengruppe (Radiologen, Industrie- und Behördenvertreter) erarbeitete Papier zunächst nicht auf Monitore im Dentalbereich. Erst kurz vor der Veröffentlichung des Entwurfes wurde der Anwendungsbereich auf die Zahnheilkunde ausgeweitet. Daraufhin konstituierte sich kurzfristig eine Arbeitsgruppe im Normenausschuss Dental (NADENT). In mehreren zum Teil turbulenten Sitzungen mit dem NAR gelang es den Vertretern der Zahnärzteschaft, zahlreiche, akribisch zusammengestellte technische Vorgaben, die aber in der Praxis kaum umsetzbar gewesen wären, zu verhindern und etliche Ausnahmeregelungen zu erreichen. Als unverhandelbar erwiesen sich aber die Streichung der Zahnheilkunde aus dem Anwendungsbereich und die periodische Durchführung von Messungen der Leuchtdichte des Monitors.

Wie unrealistisch die Anforderungen der Norm sind, zeigte sich in einem Ringversuch von zahnärztlichen Stellen und Hochschulabteilungen zum Einsatz der neu definierten Testbilder. Nur drei von 31 getesteten Monitoren konnten die geforderten Kontrastelemente eindeutig darstellen. Bemerkenswert war, dass nicht etwa die hochwertigen Spezialmonitore den Test bestanden, sondern zwei Röhrenmonitore und als einziger Flachbildschirm ein Cinema Display der Firma Apple. Die zwei Röhrenmonitore waren älterer (!) Bauart und sind heute bestenfalls noch als Gebrauchtgeräte im Handel erhältlich. Dass nun ausgerechnet zwei Monitore älterer Bauart den Test bestanden und viele neuere Geräte durchgefallen waren, hätte - im Hinblick auf die ursprüngliche Annahme, der Alterungsprozess von Bildschirmen würde die Darstellungsqualität beeinflussen - allein schon Grund zum Überdenken des ganzen Normungsvorhabens geben müssen. Um aber die Veröffentlichung des neuen Standards nicht zu gefährden - man fühlte sich hier offensichtlich unter „Erfolgsdruck“ -, blieb dieser wichtige Einwand der Zahnärzteschaft durch den Normenausschuss Radiologie unberücksichtigt. Der Ausschuss beharrte zudem auf dem Stand-

punkt, Änderungen der Norm könnten erst bei der nächsten Überarbeitung nach fünf Jahren vorgenommen werden.

Dagegen begann nach anhaltender, fachlich begründeter Kritik aus den Reihen der Zahnärzte im Länderausschuss Röntgenverordnung die Erkenntnis zu reifen, dass einige der Anforderungen weit über das Ziel hinausschießen. Das Gremium sah sich deshalb gezwungen, nachfolgend mehrere Einschränkungen zur Gültigkeit der DIN 6868-157 in die Qualitätssi-

Eigeninteressen verfolgt, die auf eine Ausweitung seiner Tätigkeit zielen und nicht unbedingt jederzeit mit dem Gemeinwohl übereinstimmen müssen. Das DIN finanziert sich zu über zwei Dritteln über den Verkauf von Normen, Verlagsprodukten und Dienstleistungen. Allein die Kenntnisnahme der Norm über den Download der PDF-Datei beim DIN-Tochterunternehmen Beuth-Verlag würde eine Zahnarztpraxis 125,10 EUR (Stand 27.11.2015) kosten.

Wichtiger jedoch als diese Kosten wären für die Pra-

Wie unrealistisch die Anforderungen der Norm sind, zeigte sich in einem Ringversuch von zahnärztlichen Stellen und Hochschulabteilungen [...]. Nur drei von 31 getesteten Monitoren konnten die geforderten Kontrastelemente eindeutig darstellen. Bemerkenswert war, dass nicht etwa die hochwertigen Spezialmonitore den Test bestanden, sondern zwei (ältere) Röhrenmonitore und nur ein Flachbildschirm.

cherungs-Richtlinie aufzunehmen. Einem pragmatischen Ansatz folgend haben einige Länderbehörden inzwischen verfügt, dass die Leuchtdichtemessung an Dentalmonitoren nicht jährlich, sondern spätestens nach fünf Jahren z.B. im Rahmen der obligatorischen Sachverständigenprüfung erfolgen müsse.

Können wir somit resümieren: Ende gut – alles gut?

Als Erfolg können wir verbuchen, dass der Kollegenschaft auf dem Gebiet des digitalen Röntgens eine immense Kostensteigerung erspart wurde. Dies wurde durch den engagierten Einsatz der Beteiligten im NADENT, der Röntgenstelle der BZÄK und der zahnärztlichen Stellen erreicht. Es steht jedoch zu befürchten, dass es immer wieder Vorstöße „interessierter Kreise“ geben wird, mittels zusätzlicher, externer Messungen von Parametern die Qualität von Verfahren und Prozessen vermeintlich zu verbessern. Die Kosten für derartige Maßnahmen, für deren Wirksamkeit nie ein Nachweis erbracht wurde, soll dabei grundsätzlich der Anwender tragen. Dies gilt gleichermaßen für die zahnärztliche Röntgenologie als auch für die Aufbereitung von Medizinprodukten.

So segensreich das Wirken technischer Normierung in vielen Gebieten der Wirtschaft sein mag - wir haben es im Hintergrund mit handfesten wirtschaftlichen Interessen zu tun. Das Deutsche Institut für Normung (DIN) leistet unzweifelhaft hervorragende Arbeit gerade im Blick auf die internationale Stellung der deutschen Wirtschaft. Dennoch darf nicht aus dem Blick geraten, dass auch ein solcher Akteur wirtschaftliche

xisinhaber die finanziellen und zeitlichen Aufwände, die Anforderungen der Norm umzusetzen. Neben den erhöhten Anschaffungskosten für Monitore würden sich die ursprünglich vorgesehenen jährlichen Messungen durch externe Sachverständige mitsamt der damit zusammenhängenden zeitlichen Aufwände schnell zu Summen von mehreren Tausend Euro addieren. Die jährlichen Messungen sind leider noch nicht flächendeckend vom Tisch - bislang haben nur einige Länder diese für die Raumklasse 5 gestrichen. Die Kosten dafür würden für einen Zweck anfallen, für den nie ein Nutznachweis geführt worden ist. Ein Nutznachweis, der im technischen Bereich übrigens weit leichter zu bestätigen/zu falsifizieren gewesen wäre, als die im medizinischen Bereich immer wieder von der Zahnärzteschaft geforderten Nutznachweise für Therapien im Rahmen evidenzbasierter Medizin.

Zusätzliche Kosten, die im Rahmen teurer Bürokratisierung anfallen, erhöhen den Druck auf der Erlösseite der Praxen und gehen so früher oder später zu Lasten der Krankenkassen bzw. der Patienten. Deshalb sollten Normen, wie sie von den zuständigen Gremien des DIN beschlossen werden, sehr sorgfältig auf ihren praktischen Nutzen hin abgewogen werden. Die Politik muss hier eine moderierende Rolle spielen. Für die Vertreter der Zahnärzteschaft ist es wichtig, sich aus Anwendersicht rechtzeitig in den Prozess der Erstellung und Implementierung von Normen und staatlichen Vorschriften einzubringen – eine Aufgabe, der wir uns auch in Zukunft für den Berufsstand stellen müssen.

Klaus Oehler

Die forensische Indikation?

Anforderungen bei Wirtschaftlichkeitsprüfungen kollidieren mit Vorschriften der Röntgenverordnung



Dr. Dr. Klaus Oehler,
Leiter des Instituts für zahnärztliche Wirtschaftlichkeitsprüfung und Behandlungsqualität (IZWP)

Alle 5 Jahre müssen Zahnärzte die Fachkunde und die Kenntnisse im Strahlenschutz aktualisieren. Dadurch soll ein nachlässiger Umgang mit diesem Diagnosemittel bei Zahnärzten vermieden werden. Wird dieser Nachweis nicht zeitgerecht erbracht, führt das zu schmerzhaften Honorareinbußen im vertragszahnärztlichen Bereich.

Zu ebenfalls schmerzhaften Honorareinbußen kann es aber auch kommen, wenn man die Röntgenverordnung gut kennt. Ein Widerspruch? Nein. Das ist eine Erkenntnis aus der Praxis der sogenannten Wirtschaftlichkeitsprüfungen.

Nach Maßgabe des SGB V sind alle am Gesundheitswesen Beteiligten angehalten, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln sparsam umzugehen. Als zentraler Begriff gilt hier das in §12 SGB V formulierte „Wirtschaftlichkeitsgebot“: „Die Leistungen müssen ausreichend, zweckmäßig und wirtschaftlich sein; sie dürfen das Maß des Notwendigen nicht überschreiten. Leistungen, die nicht notwendig oder unwirtschaftlich sind, können Versicherte nicht beanspruchen, dürfen die Leistungserbringer nicht bewirken und die Krankenkassen nicht bewilligen.“ Obwohl eine Vielzahl von Vorschriften das gesetzlich verordnete Wirtschaftlichkeitsgebot präzisieren, bleiben in der Praxis oft viele Fragen offen. Insbesondere kollidieren nicht selten Vorgaben aus dem Sozialrecht (Wirtschaftlichkeitsgebot) mit Regelungen aus dem Zivilrecht (z.B. Haftung des Arztes für die durchgeführte Behandlung, die neuesten medizinischen Erkenntnissen zu folgen hat). Doch auch auf anderen Gebieten stößt der Zahnarzt regelmäßig auf sich widersprechende Vorgaben. In diesem Beitrag geht es um die Kollision von Anforderungen aus der Wirtschaftlichkeitsprüfung mit den Vorschriften der Röntgenverordnung.

Ob ein vertragszahnärztliches Honorar „rechtmäßig“ ausgeschüttet wurde, darüber wachen nachträglich sogenannte Prüfstellen und Beschwerdeausschüsse, die nach §106 SGB V gemeinsam von Kassenzahnärztlichen Vereinigungen (KZVen) und Kassen gebildet werden und die Einhaltung des Wirtschaftlichkeitsgebotes kontrollieren sollen. Diese Gremien führen in Zahnarztpraxen sogenannte Wirtschaftlichkeitsprüfungen durch, bei denen Behandlungen und die

Abrechnung der Leistungen geprüft werden. Früher waren die KZVen direkt beteiligt an diesem Verfahren. Seit 2004 entsenden sie nur noch die zahnärztlichen Mitglieder, die den Prüfstellen und Beschwerdeausschüssen zahnärztlichen Sachverstand verleihen sollen. Beide Gremien sind heute paritätisch mit KZV- und Kassenvertretern besetzt, geführt von einem unparteiischen Vorsitzenden. Die Sozialgerichte gehen immer noch davon aus, dass ein solches Prüfungsgremium übergeordneten Sachverstand bzw. ausgezeichnete Sachkunde hat. Dann müssten dort auch die einschlägigen Paragraphen der Röntgenverordnung bekannt sein, was aber nach den mir vorliegenden Erfahrungsberichten nicht der Fall zu sein scheint.

Nach der Röntgenverordnung stellt der Zahnarzt, der den Patienten vor Ort persönlich untersucht hat, die rechtfertigende Indikation für die Röntgenaufnahme. Die rechtfertigende Indikation erfordert die Feststellung, dass der gesundheitliche Nutzen einer Röntgenaufnahme gegenüber dem Strahlenrisiko überwiegt (1). Für jedes Röntgen gilt das ALARA-Prinzip, nach dem die geringstmögliche Strahlendosis angewendet soll, die notwendig ist, um die jeweilige diagnostische Fragestellung zu klären. Unnötiges, medizinisch nicht indiziertes Röntgen kann - unabhängig von der Strahlenbelastung - nach geltender Rechtsprechung sogar den Tatbestand der gefährlichen Körperverletzung erfüllen, wie der Bundesgerichtshof in einer Entscheidung aus dem Jahre 1997 feststellte (2).

Nicht selten verlangen die Prüfungsgremien bei Wirtschaftlichkeitsprüfungen endodontischer Behandlungen, dass der geprüfte Zahnarzt nachweisen muss/soll, dass er eine durchgeführte Wurzelbehandlung „richtliniengemäß“ abgeschlossen hat; denn nach den geltenden Behandlungsrichtlinien müsse er eine Abschlussröntgenaufnahme durchführen. Ohne diese Abschlussaufnahme könne er diesen Nachweis nicht führen. Kann der Zahnarzt nun eine solche Aufnahme nicht vorlegen, kommt es oftmals nicht nur zur Honorarkürzung für die Wurzelfüllung (Wf), sondern sogar für die gesamte Wurzelbehandlung.

Die Interpretationsgrenze von Gesetzen ist der Wortlaut. Nichts anderes kann für untergesetzliche Regelungen gelten. In den Behandlungsrichtlinien steht

nirgendwo, dass bei Wurzelbehandlungen Röntgenaufnahmen angefertigt werden müssen. Dort steht nur: „Begleitende Röntgenuntersuchungen [...] sind unter Beachtung der Strahlenschutzbestimmungen abrechenbar.“ (3) Damit verpflichten die Richtlinien keineswegs zu Röntgenaufnahmen. Bei der Formulierung der Richtlinien war das Gremium so weitsichtig in Betracht zu ziehen, dass möglicherweise bislang erforderliche Röntgenaufnahmen in naher Zukunft bei Wurzelbehandlungen nicht mehr den Stellenwert haben oder unnötig werden.

Auf keinen Fall dürfen Röntgenaufnahmen aber verlangt werden zum Nachweis einer erbrachten Leistung für die Abrechnung. Das ist gemäß RöV keine rechtfertigende Indikation, da eine solche Röntgenaufnahme keinen gesundheitlichen Nutzen für den Patienten bringt. Angesichts der Tatsache, dass die Behandlungsrichtlinie explizit auf die Beachtung der Strahlenschutzbestimmungen verweist, ist es umso unverständlicher, wenn Prüfungsgremien den Nachweis einer „richtliniengemäßen“ Behandlung von einer medizinisch nicht indizierten Röntgenaufnahme abhängig machen.

Der Fortschritt der Zahnmedizin sollte auch Eingang finden bei Beurteilung zahnmedizinischer Standards. Immer noch werden veraltete Ansichten – auch von zahnärztlichen Sachverständigen – vertreten. Das gilt für die Beurteilung des Kronenrandschlusses als vermeintlich wesentliches Qualitätsmerkmal genauso wie die immer noch sklavisch vertretene Ansicht, dass mehrere Röntgenaufnahmen – wenigstens 2 oder 3 oder gar 4 – bei endodontischen Behandlungen durchgeführt werden müssten. Es wird nicht nur postuliert, dass die Wurzelbehandlung sonst nicht abrechenbar sei, sondern auch, dass die Qualität der Wurzelfüllung dann nicht beurteilbar sei. Als Qualitätskriterien werden immer wieder genannt: Homogenität, Randständigkeit, Erreichen des Apex. Dass aber alle drei Parameter mit Röntgenaufnahmen nicht sicher beurteilbar sind, sondern nur für die Ebene, die gerade radiologisch eingestellt ist, wird selten bedacht. Selbst eine zweite Röntgenaufnahme in einer senkrecht dazu stehenden Ebene ist für eine einigermaßen sichere Qualitätsbeurteilung nicht ausreichend.

Die Qualität vorhandener Wurzelkanalfüllungen lässt sich nur bedingt radiologisch bewerten. Der Behandler sieht zuvorderst nur ein Kontrastmittel, kann aber nicht wirklich ausreichend beurteilen, ob die Wurzelfüllung insgesamt dicht und homogen ist. Man kann auch nicht immer sicher sein, ob tatsächlich alle vorhandenen Wurzelkanäle abgefüllt wurden. Verlässliche Informationen über die Desinfektion eines wurzelbehandelten Zahnes sind röntgenologisch schon gar nicht zu erhalten. (4)

Die Beachtung der Röntgenverordnung führt bei Wirtschaftlichkeitsprüfungen nicht selten zu Honorarkürzungen beim betroffenen Zahnarzt, weil Prüfungsgremien bei der Prüfung endodontischer Behandlungen medizinisch nicht indizierte Röntgenaufnahmen verlangen.

Dass eine Wurzelfüllung zu lang oder zu kurz, nicht ausreichend homogen oder wandständig ist, bedeutet nicht, dass ein Misserfolg eintreten wird, sondern es erhöht nur die Wahrscheinlichkeit dafür.

Allerdings kann es auch bei in jeder Hinsicht die augenblicklich geltenden zahnmedizinischen Standards erfüllenden Wurzelbehandlungen zu Misserfolgen kommen. Die Erfolgsquote lege artis durchgeführter orthograde Wurzelkanalbehandlungen liegt zwischen 80 % und 90 % (5). Misserfolge sind radiologisch nicht unmittelbar nach der Wurzelfüllung zu erkennen, so dass eine Abschlussaufnahme direkt nach einer Wurzelfüllung eben nur als (wenig aussagekräftiger) Surrogatparameter angesehen werden kann. Ob und wann ein Misserfolg sichtbar wird und sich auswirkt, ist im Vorhinein kaum seriös prognostizierbar. Einzig der maximale Zeitraum, in dem röntgenografisch eine vollständige Regeneration erwartet werden kann, wird mit 4-5 Jahren angegeben (6). Die genannten Kontrollzeiträume nach Wurzelfüllungen werden nur deshalb angeraten, weil auch bei lege artis durchgeführten Wurzelbehandlungen Misserfolge auftreten können.

Somit wäre es eigentlich nur erforderlich, eine Kontrollröntgenaufnahme anzufertigen frühestens zum ersten empfohlenen Recallzeitraum ca. 4-6 Monate nach einer Wurzelbehandlung (7), wenn Komplikationen oder gesundheitliche Probleme auftreten, die mit der Wurzelfüllung in Verbindung stehen könnten, oder wenn Behandlungsmaßnahmen anstehen, die eine gute Prognose der vorhandenen Wurzelfüllung voraussetzen. Eine generelle medizinische Indikation für eine abschließende Röntgenaufnahme direkt nach der Wurzelfüllung gibt es nicht. Deshalb sollte ein solches Vorgehen auch nicht von Prüfungsgremien gefordert werden. Darüber hinaus darf die Beachtung der Röntgenverordnung erst recht nicht zu Reglementierungen bei Wirtschaftlichkeitsprüfungen und Honorareinbußen führen.

- 1 siehe § 23 Abs. 1 RöV
- 2 BGH, Urteil vom 03.12.1997, AZ: 2 StR 397/97
- 3 Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses für eine ausreichende, zweckmäßige und wirtschaftliche vertragszahnärztliche Versorgung (Behandlungsrichtlinie), Abschnitt B.III.9.1e
- 4 Tulus, G., Weber, T., Rusch, C., Das Röntgenbild – ein geeignetes Instrument zur Beurteilung von Qualität oder Schwierigkeitsgrad endodontischer Behandlungen?, Zahnarzt & Praxis 1/09, S. 10
- 5 Hülsmann, M., Schriever, A., Revisionen, S. 166, in: Heidemann, D., Praxis der Zahnheilkunde Bd. 3, Endodontie, Urban & Fischer, 4. Aufl. Köln 2001
- 6 Klimmt, W., Endodontologie, S. 346, Deutscher Zahnärzte Verlag, 2. Aufl. Köln 2010
- 7 Stellungnahme der DGZMK: „Good clinical practice“: Die Wurzelkanalbehandlung, Stand 23.07.2007

Andreas Fuhrmann, Klaus Püschel

Die forensische Odontostomatologie

Identifikation und Altersdiagnostik mittels Röntgentechnik



Dr. med. dent. Andreas Fuhrmann,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Institut für Rechtsmedizin
des Universitätsklinikums Ham-
burg-Eppendorf



Prof. Dr. med. Klaus Püschel,
Direktor des Instituts für Rechts-
medizin des Universitätsklini-
kums Hamburg-Eppendorf

Die forensische Odontostomatologie ist ein selbständiges Wissensgebiet innerhalb der forensischen Wissenschaften. Die beiden wichtigsten Aufgabengebiete der forensischen Odontostomatologie sind die Identifikation unbekannter Toter anhand der Zähne und die Altersdiagnostik.

Identifikation

Aus zahnärztlicher Sicht sollten für die Identifikation hochwertige Röntgenaufnahmen der Zähne mit den umgebenden knöchernen Strukturen angefertigt werden. Zusammen mit Fotos und einer ausführlichen Beschreibung und Befunderhebung der Zähne im Ober- und Unterkiefer werden so alle möglichen Daten erfasst, die für eine Identifikation benötigt werden.

Im Idealfall liegen Unterlagen und Röntgenbilder aus einer Zahnarztpraxis vor. Dann kann ein vergleichendes Gutachten erstellt werden. Liegen aber keine Unterlagen vor, dann kann für einen späteren Zeitpunkt auf die nach dem Tod angefertigten Bilder und Befunde zurückgegriffen werden. So konnten auch noch nach Jahren Fälle aufgeklärt werden.

Bei vielen Patienten wird während einer zahnärztlichen Behandlung ein OPG angefertigt. Im Falle einer Identifikation ist es daher gut, wenn bei einer unbekanntem Leiche anstelle von Einzelaufnahmen auch ein OPG erstellt wird. Damit wird ein direkter Vergleich zwischen der Aufnahme aus der Zahnarztpraxis und der post-mortalen Aufnahme möglich.

Altersdiagnostik

Die forensische Altersdiagnostik hat in den letzten 20 Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Früher wurden hauptsächlich die Durchbruchzeiten der

Zähne für eine Altersbestimmung herangezogen. In den letzten Jahren wurden zur Einschätzung des Alters immer häufiger die mit Hilfe von Röntgenaufnahmen sichtbaren Wurzelentwicklungen, speziell der Weisheitszähne, verwendet.

Mit der Gründung der Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik (AGFAD) im Jahr 2000 wurden die Grundlagen für eine wissenschaftlich fundierte Altersdiagnostik geschaffen. Im Laufe der letzten 15 Jahre konnten durch zahlreiche Untersuchungen die schon bekannten Kriterien der Altersdiagnostik bestätigt und durch Erkenntnisse aus wertvollen neuen Arbeiten ergänzt und gefestigt werden.

Notwendig wurden diese Untersuchungen, weil seit vielen Jahren immer mehr Flüchtlinge nach Deutschland kommen, bei denen das Geburtsdatum nicht dokumentiert ist. Wichtige Altersgrenzen sind das 14., 16., 18. und 21. Lebensjahr. Mehrheitlich muss die Frage beantwortet werden, ob jemand über oder unter 18 Jahre alt ist. Da mit den zur Verfügung stehenden Methoden kein einhundertprozentig sicheres Geburtsdatum genannt werden kann, bleibt nur die Möglichkeit, ein wahrscheinliches Alter zu ermitteln. Die Aussagen der Altersdiagnostik beschränken sich also darauf, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes Alter überschritten wurde oder nicht.

Entsprechend den aktualisierten Empfehlungen der AGFAD sollte für die Altersdiagnostik eine klinische Untersuchung durchgeführt werden. Diese Untersuchung soll lediglich feststellen, ob die Entwicklung der Untersuchten normal verläuft. Liegen Entwicklungsstörungen vor, muss geprüft werden, ob sie sich auf das Skeletalter beschleunigend auswirken können. Bei der Altersdiagnostik muss eine Überschätzung des Alters auf jeden Fall vermieden werden.

Im Mittelpunkt der Röntgenuntersuchungen steht die Panoramaschichtaufnahme (OPG). Mit dieser Aufnahme kann die Zahnentwicklung und hier im Besonderen die Wurzelentwicklung der Weisheitszähne am besten dargestellt werden. Die Mineralisationsstadien werden vorzugsweise nach der Methode von Demirjian et al. bestimmt. Diese Methode berücksichtigt nur wenige Entwicklungsstadien, ist

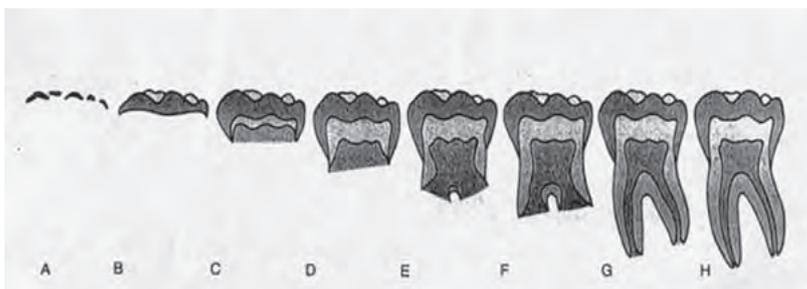


Abb. 1: Stadieneinteilung nach Demirjian

frei von Formveränderungen und unabhängig von spekulativen Längenschätzungen.

Wir unterscheiden zwei Phasen des Zahnalters. Zunächst haben wir die Entwicklung der Zähne im Knochen, die mit den Weisheitszähnen im Alter zwischen 18 und 20 Jahren abgeschlossen ist. Danach sind die Zähne im Gebrauch in der Mundhöhle. Veränderungen im Kronenbereich wie Zahnverlust, Abnutzungerscheinungen, Herauswachsen der Zähne und Knochenabbau sind altersrelevante Kriterien, die zur Altersdiagnostik herangezogen werden.

Weitere altersrelevante Merkmale können ebenfalls im OPG erkannt werden. Mit Hilfe des OPG's sind Aussagen darüber möglich, ob ein Alter über oder unter 18 Jahre vorliegt. Die Sicherheit der Aussage wird durch mehrere Merkmale im Zahn- und Knochenbereich erhöht.

Die Handaufnahme bildet eine weitere wichtige Säule in der forensischen Altersdiagnostik. Die Handaufnahmen werden mit Standardaufnahmen aus Atlanten verglichen und so wird dann das mögliche Alter bestimmt. Diese Atlasmethode nach Greulich und Pyle, Thiemann et al. und Gaskin et al. hat sich bei der Altersdiagnostik bewährt und scheint geeignet zu sein, aussagekräftige Ergebnisse zu liefern.

Im Strafrecht muss oft die Frage beantwortet werden, ob und mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Alter über 21 Jahren vorliegt. In solchen Fällen werden Aufnahmen der Schlüsselbeine angefertigt. Hier wird an der brustbeinnahen Epiphysenfuge die knöcherne Durchbauung beurteilt. Wegen der genaueren Darstellung werden CT-Aufnahmen empfohlen. Der Nachteil der Computertomographie besteht aber in der hohen Strahlendosis, so dass diese Aufnahmen nur in wirklich berechtigten Fällen angefertigt werden sollten.

Nach den aktualisierten Empfehlungen der AGFAD sollten alle 3 radiologischen Untersuchungen durchgeführt werden, da mehrere altersrelevante Merkmale die Sicherheit der Aussagen erhöhen. Allerdings muss bei jeder Untersuchung bedacht werden, dass Röntgenstrahlen schädigen können. Die Verwendung von Röntgenstrahlen wird durch die Röntgenverordnung geregelt. Notwendig ist eine medizinisch rechtfertigende Indikation oder eine gesetzliche Erlaubnis, Röntgenstrahlen einzusetzen. In jedem Fall darf nur so viel Röntgenstrahlung eingesetzt werden, wie unbedingt notwendig ist (ALARA - Prinzip). Aus diesem Grund sollten die Altersgutachten nur von forensisch und radiologisch erfahrenen Spezialisten durchgeführt werden.

Für die Zukunft ist zu erwarten, dass die Magnetresonanztomographie häufiger zum Einsatz kommen

Die Forensische Zahnmedizin ist ein wichtiges Teilgebiet in der Rechtsmedizin. Die Identifikation mit Hilfe von Röntgenaufnahmen der Zähne ist eine bewährte und anerkannte Methode, um schnell und sicher zu Ergebnissen zu kommen.

kann. Wie aktuelle Arbeiten zeigen, können mit dem MRT die Hände, die Zähne und die Schlüsselbeine ohne ionisierende Strahlung abgebildet werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Forensische Zahnmedizin ein wichtiges Teilgebiet in der Rechtsmedizin darstellt. Die Identifikation mit Hilfe von Röntgenaufnahmen der Zähne ist eine bewährte und anerkannte Methode, um schnell und sicher zu Ergebnissen zu kommen. Die Altersdiagnostik hat in den letzten Jahren durch die Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik eine solide wissenschaftliche Basis erhalten. Zunächst nur auf Altersschätzungen im Strafverfahren angewendet, konnten auch für Personen außerhalb des Strafrechts Lösungen gefunden werden.

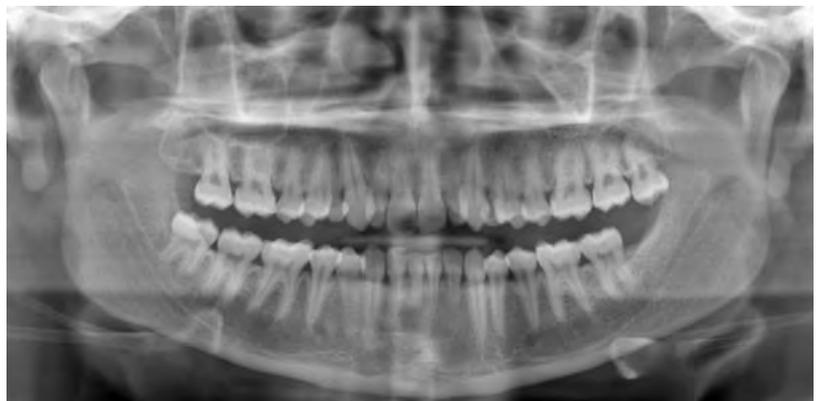


Abb. 2: Stadium H, Knochenabbau und Elongation des Weisheitszahnes

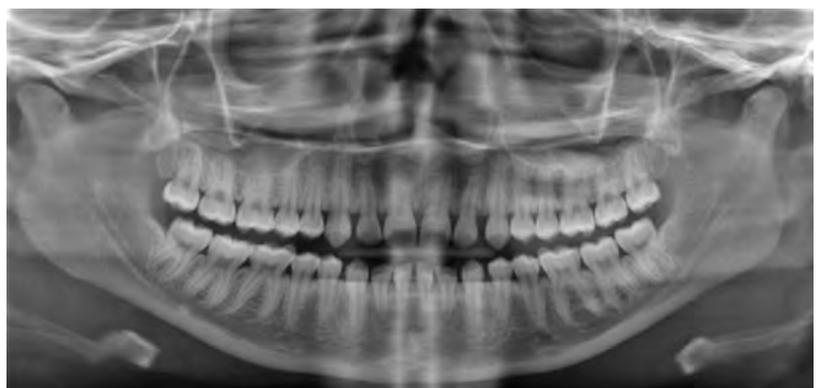


Abb. 3: Stadium H, Knochenabbau und okklusale Abrasionen

Impressum

Herausgeber:

Interessengemeinschaft Zahnärztlicher Verbände in Deutschland IGZ e.V.

Dr./RO Eric Banthien
Papyrusweg 8, 22117 Hamburg
Telefon: (040) 712 73 11
Telefax: (040) 712 96 24

Redaktion:

Benn Roolf
Radenzer Str. 21, 12437 Berlin
Telefon: (030) 536 99 894
Telefax: (030) 536 99 895
eMail: benn.roolf@i-g-z.de

Verlag und Anzeigenverkauf:

DentalisVerlag Benn Roolf
Radenzer Str. 21, 12437 Berlin
Telefon: (030) 536 99 894
Telefax: (030) 536 99 895
www.dentalisverlag.de

Titelfoto:
Robert Kneschke/fotolia.com

Auflage:
2 500 Exemplare

Erscheinungsweise:
4mal im Jahr

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion oder des Herausgebers wieder. Bei redaktionellen Einsendungen ohne besonderen Vermerk behalten sich der Herausgeber und Verlag das ausschließliche Recht auf Vervielfältigung in jeglicher Form ohne Beschränkung vor. Alle Rechte, auch die der auszugsweisen Vervielfältigung, bedürfen der Genehmigung des Herausgebers und des Verlages. Die gesamte Grafik ist geschützt und darf nicht anderweitig abgedruckt oder vervielfältigt werden. Gerichtsstand und Erfüllungsort: Berlin.

Die Verbände der IGZ

Brandenburg:

Verband Niedergelassener Zahnärzte
Land Brandenburg e.V.
Helene-Lange-Str. 4-5, 14469 Potsdam
Tel. (0331) 297 71 04
Fax (0331) 297 71 65
www.vnzlb.de

Hamburg:

Zahnärzteverband Z-2000
Mühlendamm 92, 22087 Hamburg
Tel. (040) 22 76 180
Fax (040) 22 76 120
www.z-2000.de

Saarland:

Verband der Zahnärzte im Saarland e.V.
Puccinistr. 2, 66119 Saarbrücken
Tel. (0681) 58 49 359
Fax (0681) 58 49 363
www.vdzis.de

Westfalen-Lippe:

Wählerverband Zahnärzte Westfalen
Reichshofstr. 77, 58239 Schwerte
Tel. (02304) 671 37
Fax (02304) 632 54
www.w-z-w.de