

MKG-Chirurg 2008 · 1:137–147  
 DOI 10.1007/s12285-008-0035-4  
 Online publiziert: 23. August 2008  
 © Springer Medizin Verlag 2008

#### Redaktion

K. Dawirs, Essen



#### CME.springer.de – Zertifizierte Fortbildung für Kliniker und niedergelassene Ärzte

Die CME-Teilnahme an diesem Fortbildungsbeitrag erfolgt online auf CME.springer.de und ist Bestandteil des Individualabonnements dieser Zeitschrift. Abonnenten können somit ohne zusätzliche Kosten teilnehmen.

Unabhängig von einem Zeitschriftenabonnement ermöglichen Ihnen CME.Tickets die Teilnahme an allen CME-Beiträgen auf CME.springer.de. Weitere Informationen zu CME.Tickets finden Sie auf CME.springer.de.

#### Registrierung/Anmeldung

Haben Sie sich bereits mit Ihrer Abonnementnummer bei CME.springer.de registriert? Dann genügt zur Anmeldung und Teilnahme die Angabe Ihrer persönlichen Zugangsdaten. Zur erstmaligen Registrierung folgen Sie bitte den Hinweisen auf CME.springer.de.

#### Zertifizierte Qualität

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig. Nach den Leitsätzen zur zahnärztlichen Fortbildung werden entsprechend Position F der Punktebewertung von Fortbildung der BZÄK/DGZMK ärztliche Fortbildungspunkte auch von den Zahnärztekammern anerkannt. Folgende Maßnahmen dienen der Qualitätssicherung aller Fortbildungseinheiten auf CME.springer.de: Langfristige Themenplanung durch erfahrene Herausgeber, renommierte Autoren, unabhängiger Begutachtungsprozess, Erstellung der CME-Fragen nach Empfehlung des IMPP mit Vorabtestung durch ein ausgewähltes Board von Fachärzten.

Für Fragen und Anmerkungen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung:

**Springer Medizin Verlag GmbH**  
**Fachzeitschriften Medizin/Psychologie**  
 CME-Helpdesk, Tiergartenstraße 17  
 69121 Heidelberg  
 E-Mail: [cme@springer.com](mailto:cme@springer.com)  
 CME.springer.de

S. Haßfeld<sup>1</sup> · U. Rother<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie – Plastische Operationen, Klinikum Dortmund gGmbH und Universität Witten/Herdecke

<sup>2</sup> Poliklinik für Röntgendiagnostik in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

# Röntgendiagnostik in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

## Diagnose, Röntgenbefund, abgestuftes röntgendiagnostisches Untersuchungsspektrum, Schnittbilddiagnostik

### Zusammenfassung

Die aktuelle Röntgendiagnostik im Mund- Kiefer- und Gesichtsbereich basiert auf einem abgestuften Konzept. Hierzu stehen Basisuntersuchungen zur Übersichtsdarstellung (wie die Panoramaschichtaufnahme), befundbezogene Untersuchungen zur gezielten Abklärung eines Befunds (wie beispielsweise Okklusalaufnahme, transversale Schichtaufnahme oder DVT) und weiterführende Untersuchungen (wie CT und MRT) zur Verfügung. Die digitale dentale Volumentomographie (DVT) ist ein neues Darstellungsverfahren, das im Hinblick auf die Diagnostik im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich im Hartgewebereich prinzipiell die gleichen 3-dimensionalen Darstellungsoptionen wie die Computertomographie bietet, jedoch bezüglich der Strahlenbelastung des Patienten Vorteile aufweist. Diese inzwischen breit verfügbare Technologie erfordert eine eingehende Auseinandersetzung mit dem aktuellen Stand der bildgebenden Diagnostik.

### Schlüsselwörter

Röntgendiagnostik in der MKG-Chirurgie · Schichtaufnahmen · CT · DVT · Strahlendosis

## Dentomaxillofacial radiology. Radiodiagnostics, findings, systematic x-ray imaging, tomographic imaging

### Abstract

Dentomaxillofacial imaging today is based on graded diagnostic algorithms. Basic techniques (e.g. orthopantomography) are used to obtain an overview. Depending on the findings, specific techniques (e.g. occlusal film, conventional tomography or computed cone-beam tomography) are used for detailed assessment, and advanced techniques (e.g. computed tomography and magnetic resonance imaging) for complex questions. Cone-beam computed tomography (CBCT) is a new imaging technology in dentomaxillofacial radiology that is equivalent to conventional computed tomography in terms of diagnostic options and valency in hard tissue diagnostics of the oral and maxillofacial region, while requiring a lower radiation dose. Now widely available, this technology requires detailed discussions on the current state of the art in dentomaxillofacial imaging.

### Keywords

Dentomaxillofacial radiology · Tomography · CT · CBCT · Radiation dose

**Die Forderung nach einer adäquaten Röntgendiagnostik, beispielsweise vor Insertion dentaler Implantate bei begrenztem Knochenangebot, macht eine eingehende Auseinandersetzung mit dem aktuellen Stand der bildgebenden Diagnostik notwendig. Wichtige Aspekte sind dabei neben dem Kostenfaktor die Strahlenbelastung für den Patienten und die Aussagekraft der jeweils angewandten bildgebenden Methode. Nach Lektüre des Beitrags sind dem Leser die heute zur Verfügung stehenden bildgebenden Verfahren sowie deren Einsatzmöglichkeiten, aber auch Limitationen bekannt.**

## Zur Bedeutung von Diagnose und Röntgenbefund

Die Diagnose ist das Ergebnis anamnestischer Erhebungen, von klinischen und paraklinischen (z. B. Labor-)Untersuchungen. So ist die Diagnose das Resultat von Einzeluntersuchungen, deren Ergebnisse als Befunde zu verstehen sind. Die Befunde können mit Mosaiksteinen verglichen werden, wobei schließlich das schlüssige Mosaik die Diagnose darstellt.

Die Röntgenuntersuchung liefert immer einen Befund (Röntgenbefund) – nicht mehr und nicht weniger. Dieser Befund kann der Diagnose sehr nahe kommen, ist manchmal sogar identisch, er bleibt aber immer – auch aus juristischer Sicht – nur ein Teil der Diagnose. Der Röntgenbefund ist die direkte Antwort auf die klinische Fragestellung. Mit der novellierten Röntgenverordnung (RöV) von 2002 [5] wird die klinische Fragestellung als rechtfertigende Indikation gesehen und verstanden (§ 23 RöV). Mit dieser Relation wird einmal die logische Brücke zwischen klinischer und Röntgenuntersuchung hergestellt und zum anderen der approbierte Zahnarzt/Arzt mit Fachkunde im Strahlenschutz verpflichtet zu prüfen, ob der gesundheitliche Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung das Strahlenrisiko überwiegt.

Veränderungen, die nicht Eingang in die klinische Fragestellung fanden, weil sie z. B. symptomarm waren, werden als Nebenbefunde bezeichnet. Sie können jedoch von höchster Bedeutung für den Patienten sein. Röntgenbefund und Nebenbefunde sind gemäß § 28 RöV aufzeichnungspflichtig.

Der komplexe ► **Untersuchungsablauf** der bildgebenden Diagnostik setzt sich aus folgenden Teilschritten zusammen (► **Abb. 1**):

- klinische Untersuchung,
- Vorbereitung des Patienten,
- Erzeugung des Strahlenbilds (digital oder analog),
- Aufzeichnung des Strahlenbilds (digital oder analog),
- Betrachtung (Monitor, Film),
- Auswertung, Röntgenbefund (Nebenbefunde).

Der bekannte Schweizer Radiologe Schinz stellte bereits 1965 fest, dass viele unbefriedigende Röntgenbefunde ihre Ursachen in einer mangelhaften klinischen Voruntersuchung haben [7]. Je exakter die Anforderung an die Röntgenuntersuchung definiert ist, umso klarer und präziser wird der Befund ausfallen.

Das ► **Strahlenbild** entsteht als Ergebnis der Wechselbeziehung der Röntgenstrahlung mit dem darzustellenden Objekt und ist abhängig von der Röhrenspannung, der Dichte, der Dicke und Ordnungszahl der Objektstruktur.

Die verschiedenen räumlichen Ebenen werden in Abhängigkeit vom Verlauf des ► **Strahlengangs** in der bildgebenden Diagnostik wie folgt eingeteilt:

- sagittaler Strahlengang: von anterior nach posterior oder von posterior nach anterior (a.-p.- oder p.-a.-Aufnahmen),
- frontaler Strahlengang: entlang der Stirn (seitliche Aufnahmen),
- axialer Strahlengang: entlang der Körperachse (axiale Aufnahmen).

Für die Betrachtung von Monitorbild oder Röntgenaufnahme ist ein systematisches Vorgehen erforderlich, um zu gewährleisten, dass der gesamte Informationsgehalt eines Röntgenbilds erfasst wird und zur Auswertung kommt.

Für die ► **intraorale Aufnahme** empfiehlt sich folgendes Vorgehen:

- Befundmonitor gemäß Anforderungen nach § 16 RöV (Qualitätssicherung) bei digitalen Untersuchungen bzw. geeignete Lichtquelle bei Filmbetrachtung,

Die Diagnose ist das Resultat von Einzeluntersuchungen, deren Ergebnisse als Befunde zu verstehen sind

Röntgenbefund und Nebenbefunde sind gemäß § 28 RöV aufzeichnungspflichtig

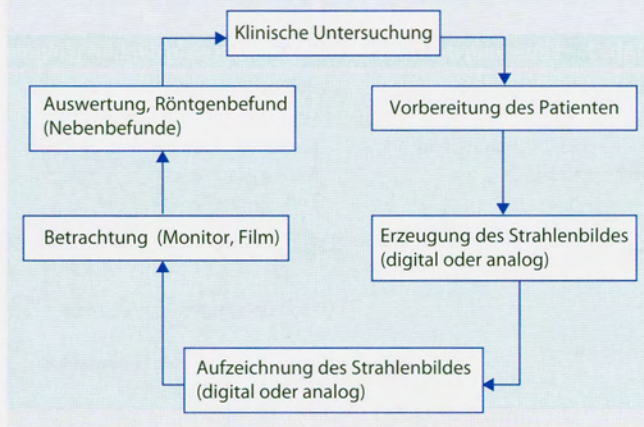
### ► Untersuchungsablauf

Viele unbefriedigende Röntgenbefunde haben ihre Ursachen in einer mangelhaften klinischen Voruntersuchung

### ► Strahlenbild

### ► Strahlengang

### ► Intraorale Aufnahme



**Abb. 1** ▶ Die Teilschritte des komplexen röntgendiagnostischen Untersuchungsablaufs

- korrekte seiten- und kiefergerechte Anordnung der Aufnahmen (Anordnung und Speicherung bei digitalem Bildwandlersystem bzw. Filmmarkierung bei analogen Verfahren),
- Beurteilung der Qualität (Schleier, Zeichenschärfe, Kontrast),
- Schritte der systematischen Bildbetrachtung:
  - periapikaler Bereich,
  - Parodontalspalt,
  - Zahnwurzel,
  - Pulpa,
  - Zahnhals,
  - Krone,
  - marginales Parodontium,
  - Beziehung zu den Nachbarzähnen,
  - angrenzende anatomische Regionen (Alveolarfortsatz, Ober- und Unterkieferkörper, basale Kieferhöhle, Nasenboden, Mandibularkanal, Foramen mentale, Foramen incisivum).

Bei der ▶ **Panoramaschichtaufnahme** ist folgendes Vorgehen angeraten:

- Monitor, Lichtquelle (wie bei intraoralen Aufnahmen),
- korrekte seiten- und kiefergerechte Anordnung,
- Qualität: Es ist zusätzlich auf den umlaufenden Rand zu achten, der die Begrenzung des Nutzstrahlenfelds anzeigt.
- Schritte der systematischen Bildbetrachtung:
  - Zähne, Zahnhalteapparat, Alveolarfortsatz vom 1. zum 4. Quadranten,
  - angrenzende Strukturen: Oberkiefer, basale Kieferhöhlen, Foramen incisivum, Nasenboden, Unterkieferkörper, Mandibularkanal, Foramen mentale, Ramus mandibulae beidseitig, Gelenkregionen beidseitig.

Die Auswertung und Befundableitung wird maßgeblich von der Einhaltung der beschriebenen Kriterien beeinflusst und steht in direkter Abhängigkeit von den Erfahrungen des Betrachters. Dieser hat zu entscheiden, ob es sich bei der erkennbaren Veränderung um ein pathologisches Substrat, um Fremdkörper, um nicht ausreichend verwischte Überlagerungsstrukturen oder um Artefakte handelt [6]. Gemäß § 28 RöV ist der erhobene Röntgenbefund aufzeichnungspflichtig. Es sind differenzialdiagnostische Überlegungen anzustellen und ggf. weitere Kontrollen festzulegen.

### Abgestuftes röntgendiagnostisches Konzept unter dem Gesichtspunkt der räumlichen Darstellung

Die ▶ **rechtfertigenden Indikationen**, die nach Erhebung der Anamnese und Untersuchung des Patienten an die bildgebende Diagnostik gestellt werden, gehen in folgende Richtungen:

- Welche Voraussetzungen, Zusammenhänge, Ursachen bestehen, dass es zu den von dem Patienten beklagten Beschwerden kommen konnte?
- Welche konkreten Veränderungen sind festzustellen?

### ▶ Panoramaschichtaufnahme

### ▶ Rechtfertigende Indikationen

**Tab. 1** Einteilung der Untersuchungsverfahren in der bildgebenden Diagnostik

Basisuntersuchungen	Befundbezogene Untersuchungen	Weiterführende Untersuchungen
Panoramaschichtaufnahme (PSA) Röntgenstatus	Paralleltechnik Bissflügelaufnahme Endodontische Aufnahme Okklusalaufnahme Transversale Schichtaufnahme (TSA) Digitale Volumentomographie (DVT) Schädelaufnahmen (zahnmedizinische Fachkunde)	Computertomographie (CT) Magnetresonanztomographie (MRT) Ultraschall Angiographie

Die grundlegende Information wird durch die ► **Basisuntersuchung** (■ Tab. 1) erbracht. Die sich dann darstellenden Veränderungen werden – befundbezogen – weiter abgeklärt.

So ergibt sich das für die Einteilung der Untersuchungen logisch aufbauende Schema:

1. Basisuntersuchung: Übersichtsdarstellung der Organ- und Funktionseinheit,
2. befundbezogene Untersuchungen: gezielte Abklärung eines durch die klinische oder röntgenologische Basisuntersuchung erkannten Befunds,
3. weiterführende Untersuchungen: Hier sind Überweisungen erforderlich, da es sich um Untersuchungen außerhalb der zahnmedizinischen Fachkunde handelt.

Bringt die klinische Untersuchung ausreichend sichere Informationen, kann auf die Röntgenuntersuchung ganz verzichtet oder es können direkt befundbezogene Untersuchungen eingesetzt werden.

Eine große Bedeutung erfährt in der aktuellen (und spannenden) Entwicklung der bildgebenden Diagnostik in unserem Fachgebiet die ► **räumliche Darstellung**. Jedem Anwender ionisierender Strahlung muss anhand der rechtfertigenden Indikation klar sein, ob eine räumliche Darstellung erforderlich ist oder nicht. Hier haben sich unsere diagnostischen Möglichkeiten, aber auch unsere Verantwortung z. B. im Hinblick auf den Strahlenschutz [8] zweifelsohne deutlich erhöht. Was in der Allgemeinmedizin schon nahezu Standard ist, muss in der Zahnheilkunde noch besser verstanden und umgesetzt werden – eine Alternative besteht (auch aus juristischer Sicht) nicht.

Auch wenn die ► **digitale dentale Volumentomographie** (DVT) in diesem Zusammenhang bereits einen bedeutenden Stellenwert erreicht hat, so ist auch eine Reihe anderer Techniken für die räumliche Darstellung „zuständig“.

Bereits die Unterkieferaxialdarstellung (► **Okklusalaufnahme**) kann im Zusammenhang beispielsweise mit der Panoramaschichtaufnahme dem Anspruch einer räumlichen Darstellung gerecht werden und bei der Erfassung von tumorösen Veränderungen, in der Traumatologie (Fragmentdislokationen), bei Fremdkörperlokalisationen und bei Zahnverlagerungen hervorragende Dienste leisten. Die Aufnahme besitzt eine hohe Zeichenschärfe (keine Film-Folien-Kombination, kein Schichtverfahren). Im Oberkiefer gelingt die axiale Okklusalaufnahme leider nicht. Der Zentralstrahl müsste das Stirnbein, die vordere Schädelbasis und den Oberkiefer durchdringen, und so wären Belichtungswerte erforderlich, die mit intraoralen röntgendiagnostischen Einheiten nicht erbracht werden können. Im Oberkiefer steht die Halbwinkel-Okklusalaufnahme zur Verfügung. Sie ist eine wertvolle Aufnahme, entspricht aber in der Projektion mehr der intraoralen Paralleltechnik und erbringt deshalb keine sichere zusätzliche räumliche Information.

Ganz im Schatten der digitalen dentalen Volumentomographie ist in den letzten Jahren auch die ► **transversale Schichtaufnahme** (TSA) erheblich weiterentwickelt worden. Durch veränderte exakte Einstellbedingungen und geringe Schichtdicke ist sie eine sehr gute Alternative – nicht nur aus Kostengründen, sondern auch qualitativ – für die räumliche Darstellung im Ober- und Unterkiefer geworden (■ Abb. 2). Diese Entwicklung fördert ebenfalls die Entwicklung der zahnärztlichen Radiologie zur räumlichen Diagnostik.

Natürlich ist heute die digitale dentale Volumentomographie für die Röntgendiagnostik in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie von besonderem Interesse. Eine Ausschlussdiskussion im Sinne „entweder DVT oder CT“ macht keinen Sinn, denn es handelt sich um unterschiedliche Verfahren mit einem unterschiedlichen Informationsgehalt. Wir sollten bei der DVT unsere Möglichkeiten und Grenzen klar erkennen und könnten sie dann auch von den Radiologen und dem CT er-

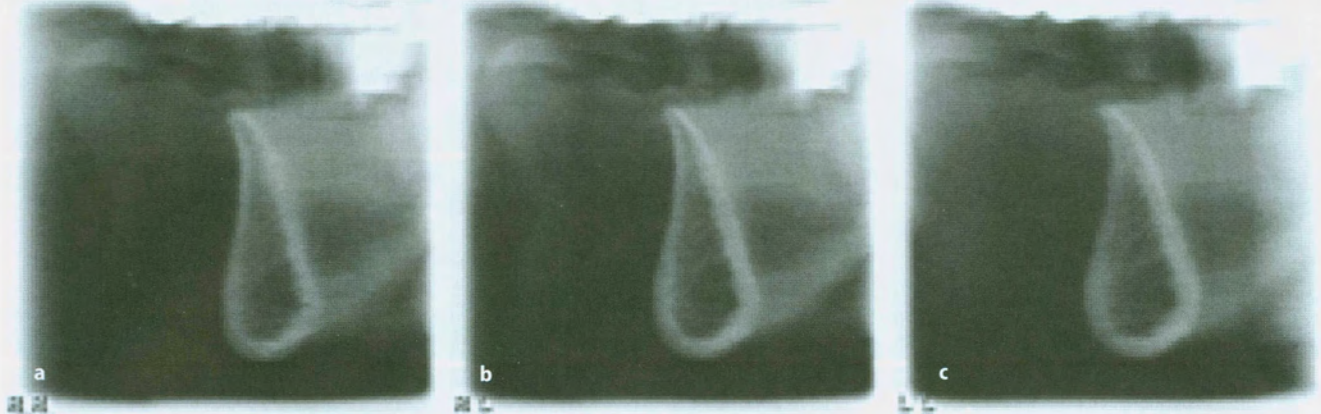
## ► Basisuntersuchung

## ► Räumliche Darstellung

## ► Digitale dentale Volumentomographie

## ► Okklusalaufnahme

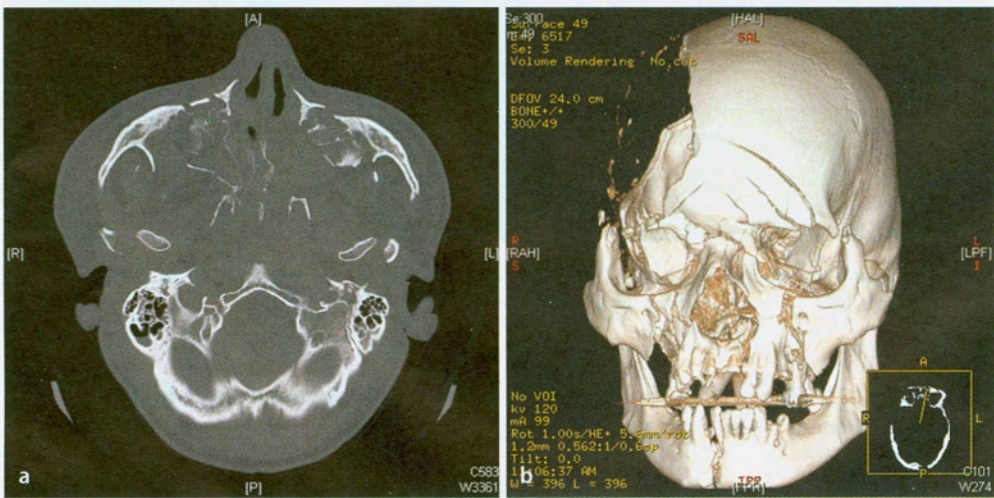
## ► Transversale Schichtaufnahme



**Abb. 2** ▲ Transversale Schichtaufnahmen (TSA) der Unterkieferfront (zahnlos)

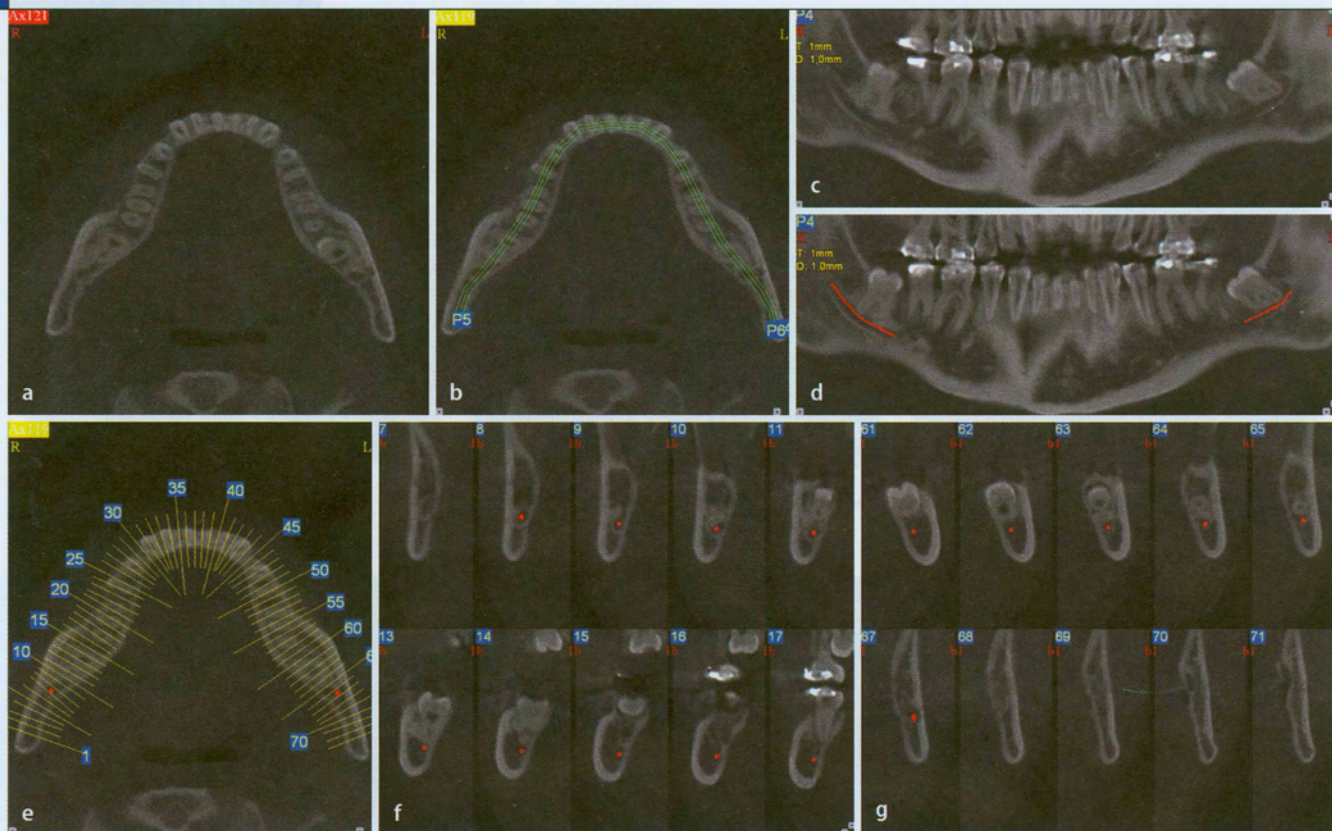


**Abb. 3** ► Axiale CT-Schicht eines Plattenepithelkarzinoms des Unterkieferalveolarfortsatzes mit Ausbreitung zum Mundboden und weit nach subkutan im Kinnbereich

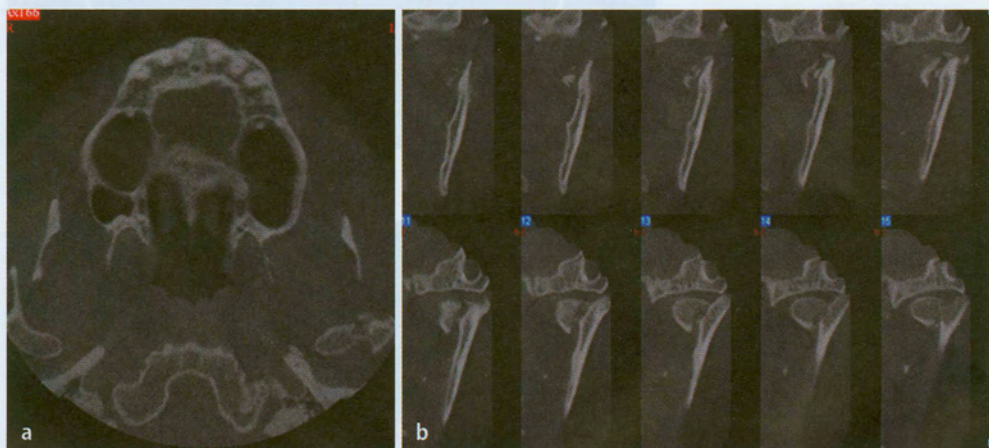


**Abb. 4** ▲ Ausgedehnte panfaziale Trümmerfraktur (und Zustand nach Kraniotomie rechtsseitig). **a** Axiale CT-Schicht im Mittelgesichts- und Kiefergelenkbereich mit Mittelgesichtsfraktur und Unterkieferkollumfraktur beidseits. **b** 3-D-Rekonstruktion der Knochenoberfläche





**Abb. 5 ▲** DVT Unterkiefer mit retinierten und verlagerten Weisheitszähnen in Kontakt zum Mandibularkanal. **a** Axiale Schicht durch Unterkiefer. **b** Lage der Panoramarekonstruktionen eingezeichnet. **c** Panoramarekonstruktion des DVT-Datenvolumens. **d** Mandibularkanal (Oberkante) im Bereich der Weisheitszähne markiert. **e** Lage der transversalen Schichten mit Nummerierung. **f** Transversale Schichten durch 48 – enge Beziehung zwischen Wurzel und Kanal in Schicht 10. **g** Transversale Schichten durch 38 – enge Beziehung zwischen Wurzel und Kanal in Schichten 63–65



**Abb. 6 ▲** DVT im Mittelgesichts- und Kiefergelenksbereich – hohe Kollumfraktur rechts, Kapitulumfraktur links. **a** Axiale Schicht. **b** Transversale Schichten der linksseitigen Kapitulumfraktur

warten. So besitzt die gegenwärtige Entwicklung der Schnittbilddiagnostik einen besonderen Stellenwert in der mund-, kiefer- und gesichtschirurgischen Röntgendiagnostik.

### Besonderer Stellenwert der Schnittbilddiagnostik

Obwohl seit vielen Jahren mit der Computertomographie und seit einem Jahrzehnt mit der digitalen dentalen Volumentomographie adäquate Möglichkeiten zur 3-dimensionalen Diagnostik in unserem

Fachgebiet zur Verfügung stehen, werden in der täglichen Praxis Röntgenaufnahmen noch nahezu ausschließlich 2-dimensional angefertigt. Dies liegt zum einen am Kostenaufwand und an der höheren Strahlenbelastung 3-dimensionaler Techniken, zum anderen aber sicherlich auch daran, dass wir mit der langjährig praktizierten 2-dimensionalen Diagnostik vertraut sind und zunächst ungern von unseren „Gewohnheiten“ abweichen.

In der allgemeinen Radiologie hingegen wird seit Jahren routinemäßig mit 3-dimensionalen Techniken (CT und MRT) gearbeitet. Bei komplexeren Fragestellungen ist die Schnittbilddiagnostik in der Radiologie zum Standard geworden. Die Technologie hat im Hinblick auf Erhöhung des Auflösungsvermögens und auf Reduktion der Scanzeiten so große Fortschritte gemacht, dass es heute möglich ist, CT-Ganzkörperaufnahmen sehr schnell anzufertigen. Hier muss allerdings hinterfragt werden, welche diagnostische Relevanz derartige Extreme haben und ob nicht die Strahlenbelastung der Bevölkerung durch medizinische Diagnostik unzulässigerweise erhöht wird.

## Computertomographie

Cormack und Hounsfield entwickelten Ende der 1960er-Jahre die Computertomographie (CT) und führten sie Anfang der 1970er-Jahre in die klinische Diagnostik ein. Die auf den Prinzipien der Tomographie durch Nutzung der schnell voranschreitenden Informationstechnologie verfügbar gewordene Computertomographietechnik erlaubte nicht nur erstmals eine völlig überlagerungsfreie 3-dimensionale Diagnostik durch schichtweise Darstellung des gesamten Untersuchungsvolumens, sondern auch eine differenzierte Visualisierung von Hart- und Weichgewebe im Kiefer- und Gesichtsbereich. Die anfänglichen Probleme der CT durch begrenzte Auflösung, insbesondere zwischen den Schichten und durch Bewegungsartefakte durch Patientenbewegungen infolge langer Untersuchungszeiten konnten durch technische Fortschritte schnell überwunden werden. Verbesserte Rechenleistungen und Innovationen im Bereich der Mechanik und der Röntgenröhrentechnologie erlaubten die Entwicklung von Spiralcomputertomographen, bei denen der Patient kontinuierlich durch die rotierende Röntgenröhre (Gantry) bewegt wird, sodass ein kompletter Volumendatensatz des Patienten erzeugt werden kann. Aufgrund der heute möglichen raschen Untersuchungszeiten im Bereich weniger Sekunden und der Auflösung in X- und Y-Richtung im Bereich von 0,5 mm und in Z-Richtung im Bereich von 0,5–1 mm lassen sich problemlos durch multiplanare Reformatierungen aus den primär axialen Schichten beliebige 2- und 3-dimensionale Bildrekonstruktionen erzeugen. Die neueste Generation von **► Multislice-CT-Systemen** mit bis zu 64 Detektorreihen erlaubt heute eine Darstellung des Kiefer- und Gesichtsbereichs mit Submillimetrauflösung bis zu 0,3 mm isotropisch, also in allen Raumrichtungen, innerhalb weniger Sekunden. Indikationen zur CT in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie sehen wir bei besonderer Bedeutung der räumlichen Darstellung und bei komplexen Fragestellungen im Rahmen von:

- malignen Tumoren im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich (■ **Abb. 3**),
- dentoalveolären pathologischen Veränderungen (z. B. Zysten, parodontale und periapikale Läsionen), Form und Lageanomalien von Zähnen und deren Relation zu Nachbarstrukturen (Zahnwurzeln, Kiefer- und Nasenhöhle, Nervenverläufe),
- odontogenen Tumoren, Knochenpathologie und -strukturanomalien insbesondere bei Ostitis, Osteomyelitis und Osteoporose,
- Kieferhöhlenerkrankungen,
- Kiefergelenkerkrankungen,
- Speicheldrüsenerkrankungen,
- Entzündungen und Abszessen im Weichteilbereich (häufig MRT indiziert),
- Zahn- und Kiefer-Gesichts-Traumatologie (■ **Abb. 4a, b**),
- implantologischer Planung, Verlaufskontrolle und Komplikationsdiagnostik,
- Diagnostik und Operationsplanung bei komplexen Fehlbildungen.

## Digitale dentale Volumentomographie

Seit etwa 10 Jahren steht mit der digitalen dentalen Volumentomographie (DVT) ein neues Darstellungsverfahren zur Verfügung, das im Hinblick auf die Diagnostik im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich prinzipiell die gleichen 3-dimensionalen Darstellungsoptionen wie die Computertomographie bietet, jedoch bezüglich der Strahlenbelastung des Patienten Vorteile aufweist und mit den An-

In der täglichen Praxis werden Röntgenaufnahmen noch nahezu ausschließlich 2-dimensional angefertigt

Bei komplexeren Fragestellungen ist die Schnittbilddiagnostik in der Radiologie zum Standard geworden

Die CT erlaubt eine differenzierte Visualisierung von Hart- und Weichgewebe im Kiefer- und Gesichtsbereich

### ► Multislice-CT-Systeme

Indikationen zur CT in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie bestehen bei besonderer Bedeutung der räumlichen Darstellung und bei komplexen Fragestellungen

Die DVT weist bezüglich der Strahlenbelastung des Patienten Vorteile gegenüber anderen 3-dimensionalen Verfahren auf

schaffungskosten deutlich unter den bisher bekannten 3-dimensionalen diagnostischen Verfahren liegt. Die Indikationsbereiche dieser neuen Röntgentechnik umfassen u. a.:

- die Fremdkörperlokalisation,
- die Traumatologie,
- die Kiefergelenkerkrankungen,
- die Diagnostik von knöchernen Tumoren,
- die Diagnostik knöcherner Veränderungen bei Kieferspal- und Fehlbildungen und
- die dentale Implantologie.

## ► Konusstrahlverfahren

Die Gerätetechnik basiert auf dem ► **Konusstrahlverfahren** (Cone Beam), bei dem im Gegensatz zur herkömmlichen Computertomographie das zu detektierende Volumen bei stationärem Patienten durch eine 1-malige Rotation der Röhrendetektoreinheit (je nach Gerät zwischen 200° und 360° Umlauf um den liegenden, sitzenden oder stehenden Patienten) mit einem kegelförmigen Röntgenstrahlbündel erfasst wird [1].

Bei der DVT-Technik wird also im Gegensatz zur CT-Technik mit einer einzigen Drehung der Aufnahme- und Detektoreinheit bei stationärer Patientenlagerung ein komplettes Volumen aufgezeichnet. Aus dem entstehenden Rohdatensatz können dann alle gewünschten Schnittbilder (■ **Abb. 5a–g**) und auch 3-dimensionale Rekonstruktionen errechnet werden. Die Aufnahmevolumina variieren bei den in Europa verfügbaren Geräten zwischen ca.  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$  und  $20 \times 20 \times 20 \text{ cm}^3$ . Die in allen Raumachsen identische räumliche Auflösung (isotrope Voxel) liegt je nach Gerät zwischen 0,15 und 0,3 mm. Es sind präzise Vermessungen (z. B. für die Planung vor dentaler Implantation) mit einem Fehler im Bereich von 1% möglich [2]. Konstruktionsbedingt (insbesondere wegen der Strahlenqualität und den Rauschanteilen) eignen sich DVT-Geräte nur sehr eingeschränkt zur Weichgewebsdiagnostik (Weichgewebsdifferenzierung ist kaum möglich), erfüllen allerdings alle Anforderungen an die Hartgewebsdiagnostik im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich [9]. Im Hinblick auf Artefaktbildung bei metallischen Objekten (Füllungen, Kronen, Brücken, kieferorthopädische Brackets, Osteosynthesematerialien) im Scanvolumen ist die DVT deutlich weniger anfällig als die CT. Dies ermöglicht eine bessere Beurteilbarkeit in der Nachbarschaft von Metallobjekten. Die Dosis der DVT-Geräte liegt im Bereich von 5–8 digitalen Panoramaschichtaufnahmen und gleichzeitig auch etwa 5- bis 8-fach unter den Dosen moderner CT-Geräte [3]. Die Geräte sind zahnärztlich zugelassen [4]. Damit bietet die neu verfügbare DVT-Technologie uns Zahnärzten die Möglichkeit, in eigener Verantwortung bei geringer Dosiserhöhung im Vergleich zur Panoramaschichtaufnahme und deutlicher Dosisersparnis im Vergleich zur Computertomographie präzise 3-dimensionale Beurteilungen der Hartgewebe in unserem Fachbereich durchzuführen.

Indikationen zur DVT sehen wir bei besonderer Bedeutung der räumlichen Darstellung und bei hartgewebsorientierter Diagnostik im Rahmen von:

- dentoalveolären pathologischen Veränderungen (z. B. Zysten, parodontalen und periapikalen Läsionen), Form und Lageanomalien von Zähnen und deren Relation zu Nachbarstrukturen (Zahnwurzeln, Kiefer- und Nasenhöhle, Nervenverläufe),
- odontogenen Tumoren, Knochenpathologie und -strukturanomalien insbesondere bei Ostitis, Osteomyelitis und Osteoporose,
- Kieferhöhlenerkrankungen,
- Kiefergelenkerkrankungen,
- Zahn- und Kiefer-Gesichts-Traumatologie (■ **Abb. 6b**),
- implantologischer Planung, Verlaufskontrolle und Komplikationsdiagnostik,
- Diagnostik und Operationsplanung bei komplexen Fehlbildungen.

## Fazit für die Praxis

Wir sehen uns im Bereich der Röntgendiagnostik in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie mit einem Paradigmenwechsel einerseits von der analogen zur digitalen Bildgebungstechnologie, andererseits von der 2-dimensionalen zur 3-dimensionalen Bildgebung konfrontiert. Die technisch inzwischen in hochqualitativer Form verfügbaren Geräte werden aufgrund von finanziellen Limitationen und der Diskussion höherer Strahlungsbelastungen für den Patienten bisher nur in begrenztem Maße bei diagnostischen Aufgaben im Kiefer- und Gesichtsbereich eingesetzt. Dennoch erzwingen nicht nur die inzwischen breite kommerzielle Verfügbarkeit und die entsprechende Zulassung für den zahnärztlichen Bereich, sondern auch die forensische Frage einer heute adäquaten

DVT-Geräte eignen sich nur sehr eingeschränkt zur Weichgewebsdiagnostik, erfüllen aber alle Anforderungen an die Hartgewebsdiagnostik im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich

Die Dosis der DVT-Geräte liegt im Bereich von 5–8 digitalen Panoramaschichtaufnahmen



Röntgendiagnostik, beispielsweise vor Insertion dentaler Implantate bei begrenztem Knochenangebot, eine eingehende Auseinandersetzung mit dem aktuellen Stand der bildgebenden Diagnostik.

## Korrespondenzadressen

### Prof. Dr. S. Haßfeld



Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie – Plastische Operationen,  
Klinikum Dortmund gGmbH und Universität Witten/Herdecke  
Münsterstraße 240, 44145 Dortmund  
hassfeld@klinikumdo.de

### Prof. Dr. U. Rother



Poliklinik für Röntgendiagnostik in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde,  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf  
Martinistraße 52, 20246 Hamburg  
rother@uke.uni-hamburg.de

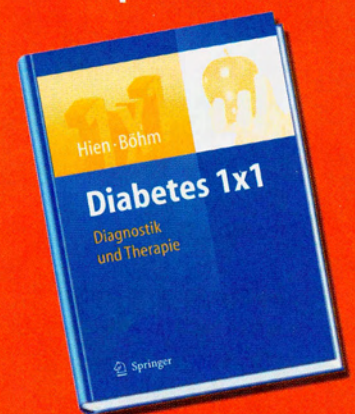
**Danksagung.** Die Autoren danken Herrn Dr. P. Distelmaier, Radiologische Abteilung Nord, Klinikum Dortmund gGmbH, für die Erstellung von Abb. 3 und 4.

**Interessenkonflikt.** Die korrespondierenden Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

1. Hashimoto K, Kawashima S, Araki M et al. (2006) Comparison of image performance between cone-beam computed tomography for dental use and four-row multidetector helical CT. *J Oral Sci* 48: 27–34
2. Ludlow JB, Laster WS, Bailey LJ, Hershey HG (2007) Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 103: 534–542
3. Ludlow JB, Ivanovic I (2008) Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 106: 930–938
4. Richtlinie Fachkunde und Kenntnisse im Strahlenschutz bei dem Betrieb von Röntgeneinrichtungen in der Medizin oder Zahnmedizin vom 22. Dezember 2005. [http://www.bfs.de/de/bfs/recht/rsh/volltext/3\\_BMU/3\\_92.pdf](http://www.bfs.de/de/bfs/recht/rsh/volltext/3_BMU/3_92.pdf)
5. Röntgenverordnung (RöV) 1987 – Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen Stand: 18. Juni 2002. [http://www.bmu.de/strahlenschutz/rechtsvorschriften\\_technische\\_regeln/doc/6896.php](http://www.bmu.de/strahlenschutz/rechtsvorschriften_technische_regeln/doc/6896.php)
6. Rother UJ (2006) Moderne bildgebende Diagnostik in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Grundlagen – Strahlenschutz – Befunde, 2. Aufl. Elsevier, Urban & Fischer, München
7. Rottke B, Rother U, Schroeder T (1995) Spezielle Aspekte zum zahnmedizinischen Röntgen. In: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg) Strahlenexposition in der medizinischen Diagnostik. Gustav Fischer, Stuttgart Jena New York
8. Valentin J (2008) The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP*; vol. 37/2-4. Elsevier. [http://www.icrp.org/docs/The\\_2007\\_Recommendations\\_of\\_ICRP\\_are\\_now\\_available.doc](http://www.icrp.org/docs/The_2007_Recommendations_of_ICRP_are_now_available.doc)
9. Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S (2002) Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofacial Radiol* 31: 126–130

**Rätseln Sie mit  
und gewinnen Sie  
im September:**



[springer.de/medizinquiz](http://springer.de/medizinquiz)

# CME-Fragebogen

## Bitte beachten Sie:

- Antwortmöglichkeit nur online unter: [CME.springer.de](http://CME.springer.de)
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

## Hinweis für Leser aus Österreich

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de) erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

### Worauf gründet die rechtfertigende Indikation zur Röntgendiagnostik?

- Befundkonstellation.
- Klinische Fragestellung.
- Vorherige Röntgenaufnahmen.
- Kostenaspekte.
- Festlegung durch Krankenversicherung.

### Welcher Teilschritt gehört nicht zum Untersuchungsablauf in der bildgebenden Diagnostik?

- Klinische Untersuchung.
- Erzeugung des Strahlenbilds (digital oder analog).
- Betrachtung (Monitor, Film).
- Auswertung, Röntgenbefund (Nebenbefunde).
- Qualitätssicherung.

### Wovon ist das Strahlenbild nicht abhängig?

- Röhrenspannung.
- Dichte des Objekts.
- Dicke des Objekts.
- Elastizität des Objekts.
- Ordnungszahl der Objektstruktur.

### Was gehört nicht zu den Qualitätskriterien eines Röntgenbilds?

- Darstellung der anatomischen Strukturen.
- Hoher Kontrast.
- Geringes Rauschen.
- Geringe Kosten.
- Hohe Auflösung.

### Welche Struktur wird üblicherweise nicht auf der Panoramachichtaufnahme dargestellt?

- Nasenboden.
- Basale Kieferhöhlenbereiche.

- Foramen ovale.
- Foramen incisivum.
- Mandibularkanal.

### Welche der genannten Aufnahmetechniken besitzt die höchste Zeichnungsschärfe?

- Okklusalaufnahme.
- Panoramaschichtaufnahme.
- Nasennebenhöhlenaufnahme.
- Digitale dentale Volumentomographie (DVT).
- Computertomographie (CT).

### Welches Verfahren ist eine Basisuntersuchung im abgestuften röntgendiagnostischen Konzept für die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie?

- Okklusalaufnahme.
- Transversale Schichtaufnahme.
- Panoramaschichtaufnahme.
- Bissflügelaufnahme.
- Digitale dentale Volumentomographie (DVT).

### Wie hoch ist die räumliche Auflösung bei der digitalen dentalen Volumentomographie?

- <0,1 mm.
- 0,15–0,3 mm.
- 0,5 mm.
- 0,7 mm.
- 1 mm.

### Bei welcher Indikation ist die digitale dentale Volumentomographie (DVT) nicht indiziert?

- Dentoalveoläre pathologische Veränderungen (z. B. Zysten, parodontale und periapikale Läsionen).
- Odontogene Tumoren, Knochenpathologie und -struktur-anomalien.

- Speicheldrüsentumor.
- Kiefergelenkerkrankungen.
- Zahn- und Kiefer-Gesichts-Traumatologie.

### Ein Fahrradfahrer ist auf das Kinn gestürzt und weist neben einer Kinnplatzwunde eine Mundöffnungsbehinderung und eine Okklusionsstörung auf. Hinweise auf Commotio sind nicht vorhanden. Welcher Algorithmus der Röntgendiagnostik ist unter Berücksichtigung von Informationsgehalt und Strahlenbelastung am sinnvollsten?

- PSA (Panoramaschichtaufnahme).
- PSA, Schädel-PA nach Clementschitsch, FRS.
- PSA, Okklusalaufnahme Unterkieferfront, Schädel-PA nach Clementschitsch.
- PSA, DVT.
- PSA, CT.

Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de) verfügbar. Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter [CME.springer.de](http://CME.springer.de)



- Kongressnews
  - Spannendes aus der Welt der Medizin
  - Interviews
- Jeden Monat neu!

Jetzt kostenlos downloaden unter [www.springer.de/podcast](http://www.springer.de/podcast)



Mitmachen, weiterbilden und CME-Punkte sichern durch die Beantwortung der Fragen im Internet unter [CME.springer.de](http://CME.springer.de)