



# Digitale Volumentomografie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

## Grundlagen, Diagnostik und Behandlungsplanung

**Joachim E. Zöller**  
**Jörg Neugebauer**

Unter der Mitarbeit von:

Bert Braumann, Umut Baysal, Timo Dreiseidler, Rainer Haak, Maurico Herrera, Erwin Keeve, Frank Kistler, Steffen Kistler, Robert A. Mischkowski, Franziska Möller, Lutz Ritter, Martin Scheer, Pia-Merete Jervøe-Storm, Daniel Tandon, Gerhard Zündorf

2., vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage

# Inhaltsverzeichnis

## GRUNDLAGEN 1

- 1 Grundlagen der DVT-Technologie 3
- 2 Bildqualität 17
- 3 Radiologische Darstellung der Anatomie des Gesichtsschädels 27

## KLINISCHE INDIKATIONEN 39

- 4 Wertigkeit von Pfeilerzähnen 41
- 5 Retinierte Zähne 71
- 6 Kiefergelenk 107
- 7 Frakturen 117
- 8 Knöchernen Strukturveränderungen 127
- 9 Iatrogene Veränderungen 159
- 10 Kieferhöhle 169
- 11 Erkrankungen der Speicheldrüsen 187
- 12 Periimplantitis 191

## IMPLANTATTHERAPIE 195

- 13 Diagnose und Indikationsstellung 197
- 14 Technische Umsetzung der Implantatplanung 203
- 15 Herstellung der Bohrschablone 215
- 16 Indikationsspezifische Implantatplanung 223
- 17 Implantation mit Anwendung augmentativer Verfahren 231
- 18 Postoperative Evaluierung 257
- 19 Komplikationsbehandlung 259

## Literaturverzeichnis 265

## Sachregister 273

## Hinweise zur Benutzung der beiliegenden DVD-ROM 277

# 4 Wertigkeit von Pfeilerzähnen

B. Braumann, R. Haak, P. M. Storm, J. Neugebauer

Die Beurteilung einer notwendigen Therapie von Zähnen unterscheidet sich nach dem Status der Erkrankung des Zahnes und des Zahnbettes sowie der entwicklungsbedingten Abweichung von der Norm. Während der prä- und postnatalen Entwicklung der Zahnleisten und der daraus hervorgehenden einzelnen Zahnkeime sowie der Ausbildung der Alveolarfortsätze kann es zu Fehlbildungen kommen. Diese können genetisch bedingt sein und/oder durch exogene Einflüsse verursacht werden, sie können in ihrer Lokalisation variieren und sich in ihren Ausprägungsgraden unterschiedlich manifestieren.

Man unterscheidet zwischen Zahnform- und den häufiger auftretenden Zahnzahlanomalien Zahnunterzahl (Hypodontie) und Zahnüberzahl (Hyperodontie). Beide Anomalien sind bei regulärer Position der Zähne mittels radiologischer Diagnostik einfach zu diagnostizieren.

Seltener sind Auswirkungen auf die Zahnform und Zahngröße. Sie können in verschiedenen Formen in Erscheinung treten: Man unterscheidet die Auswirkungen auf die strukturelle Beschaffenheit aller Zahnanlagen von den Auswirkungen auf einzelne Zähne oder Zahngruppen. Beispiele für Ersteres sind die Amelogenesis imperfecta (Abb. 4-1) und die Dentinogenesis imperfecta. Sind einzelne Zähne dysplastisch, kann die Ursache beispielsweise in den Auswirkungen eines Traumas oder in exogenen Einflüssen, z. B. Dentalfluorosen, liegen, die sich durch unterschiedliche Transluzenz in der dreidimensionalen Diagnostik zeigen.

Der Diagnostik von Zahnanomalien muss große Bedeutung beigemessen werden. Besonders bei heranwachsenden Patienten hilft das frühzeitige Erkennen solcher Anomalien dabei, langfristige Auswirkungen auf die Dentition, die Okklusion und die skelettale Entwicklung vermeiden und frühzeitig therapeutische Maßnahmen einleiten zu können.

Die konventionelle Diagnostik von Zahnanomalien erfolgt in der klinischen Untersuchung sowie in der röntgenologischen Diagnostik.

Letztere dient dazu, eventuelle Fehlbildungen an noch nicht durchgebrochenen Zähnen zu diagnostizieren oder Fehlentwicklungen auszuschließen.

Im Gegensatz zur konventionellen zweidimensionalen Röntgendiagnostik ermöglicht es die dreidimensionale Bildgebung, ohne weitere bildgebende Verfahren die durchgebrochenen Zähne und die Anlage aller Zahnkeime überlappungsfrei darzustellen und ihr Entwicklungsstadium zu beurteilen. Eventuelle Durchbruchskomplikationen oder -hindernisse können frühzeitig erkannt werden.

Bei Vorliegen von Zahnformanomalien dient die dreidimensionale Diagnostik der Beurteilung der Zahnanlage sowie deren langfristiger Prognose.

## 4.1 Zahnzahlanomalien

### 4.1.1 Zahnunterzahl (Hypodontie, Oligodontie, Anodontie)

Als Hypodontie bezeichnet man die Nichtanlage einzelner oder mehrerer Zähne gleicher Zahngruppen. Sie kann sowohl die erste als auch die zweite Dentition betreffen (Abb. 4-2).

Im Milchzahnsystem können die oberen seitlichen Schneidezähne oder die unteren mittleren oder seitlichen Schneidezähne fehlen. Im bleibenden Zahnsystem treten Nichtanlagen am häufigsten im Bereich der Weisheitszähne auf (ca. 25 %). In abnehmender Häufigkeit sind im Weiteren die unteren zweiten Prämolaren (ca. 5 %), die oberen seitlichen Schneidezähne (ca. 3 %), die oberen zweiten Prämolaren und die unteren mittleren Schneidezähne betroffen<sup>2,3,141</sup>. Bei einer Hypodontie zeigen die vorhandenen Zähne in der Regel keine Größen- und Formveränderungen.

Als Mikrosymptome von Nichtanlagen gelten verspätete Mineralisationen, Keimverlagerungen oder die Mikrodontie. Ein verspäteter

Zahndurchbruch, eine Inklusion oder eine Reinklusion von persistierenden unteren zweiten Milchmolaren sind oft Anzeichen für die Nichtanlage der zweiten Prämolaren.

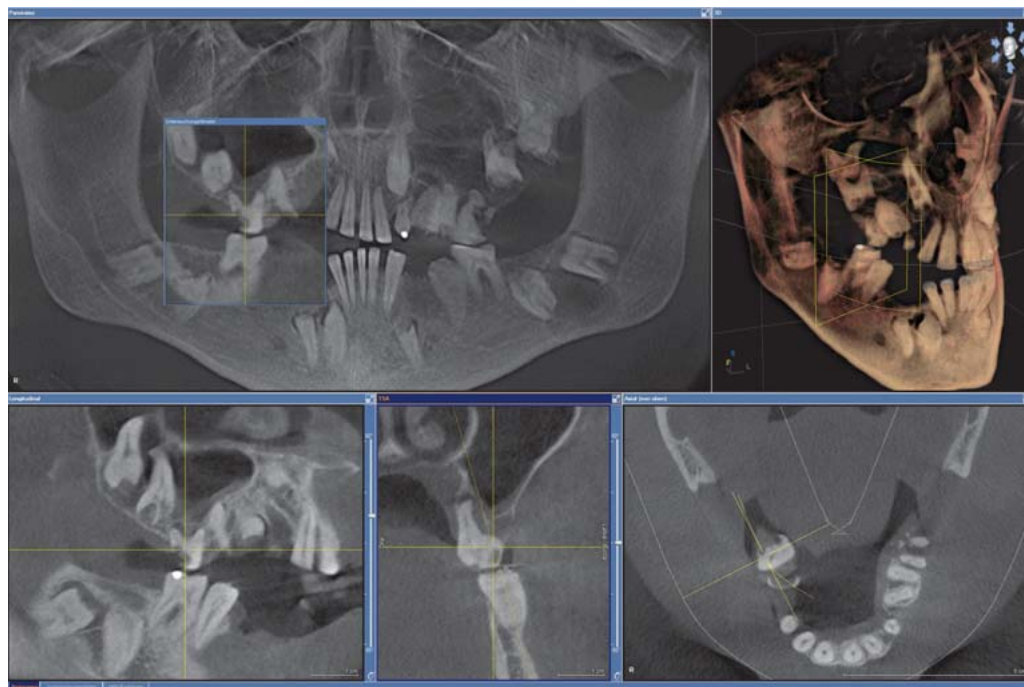
Als Oligodontie bezeichnet man die Nichtanlage mehrerer Zähne verschiedener Zahngruppen. Ätiologisch unterscheidet sich die Oligodontie von der Hypodontie. Die vorhandenen Zähne zeigen deutliche Größen- und Formveränderungen. Ein vollständiges Fehlen der Zahnanlagen, die sogenannte Anodontie, tritt sehr selten auf (Abb. 4-3, 4-4).

#### 4.1.2 Zahnüberzahl (Hyperodontie, syndromgebundene Hyperodontie)

Im Gegensatz zur Hypodontie bezeichnet die Hyperodontie eine Überzahl einzelner oder mehrerer Zähne. Sie tritt seltener auf

als die Hypodontie und ist zu 0,2 bis 2 % der Fälle im Milchzahnsystem und zu 0,1 bis 4 % der Fälle im bleibenden Gebiss vorzufinden<sup>289,300</sup>. Die Hyperodontie tritt bevorzugt am Kontaktbereich oder an den Enden der Zahnleisten auf. Im Milchzahnsystem ist sie eher im Bereich der oberen Schneidezähne lokalisiert, in der zweiten Dentition speziell im Bereich der Frontzähne des Oberkiefers sowie der Prämolaren des Unterkiefers (Abb. 4-5, 4-6). Überzählige Zähne weisen häufig eine Fehlbildung der Zahnform auf.

Eine Hyperodontie kann auch in Verbindung mit der Dysostosis cleidocranialis diagnostiziert werden. Die dreidimensionale Aufnahme unterstützt den Behandler<sup>141</sup> bei der Entscheidung, welche Zähne kieferorthopädisch eingeordnet werden können und welche im Rahmen der Schaffung einer stabilen Okklusion extrahiert werden müssen.



**Abb. 4-1** 19-jähriger Patient mit generalisierter Retention vor allem der Seitenzähne bei Amelogenesis imperfecta, radiologisch zeigt sich nicht die normalerweise durch den radiologisch dichteren Schmelz bedingte Darstellung der Zahnkronen.



Abb. 4-2a Multiple Nichtenanlage mit extremer Kaudalisierung der Kieferhöhle im Bereich der nicht angelegten Zähne (18, 15, 25, 27, 28, 38, 45, 48).

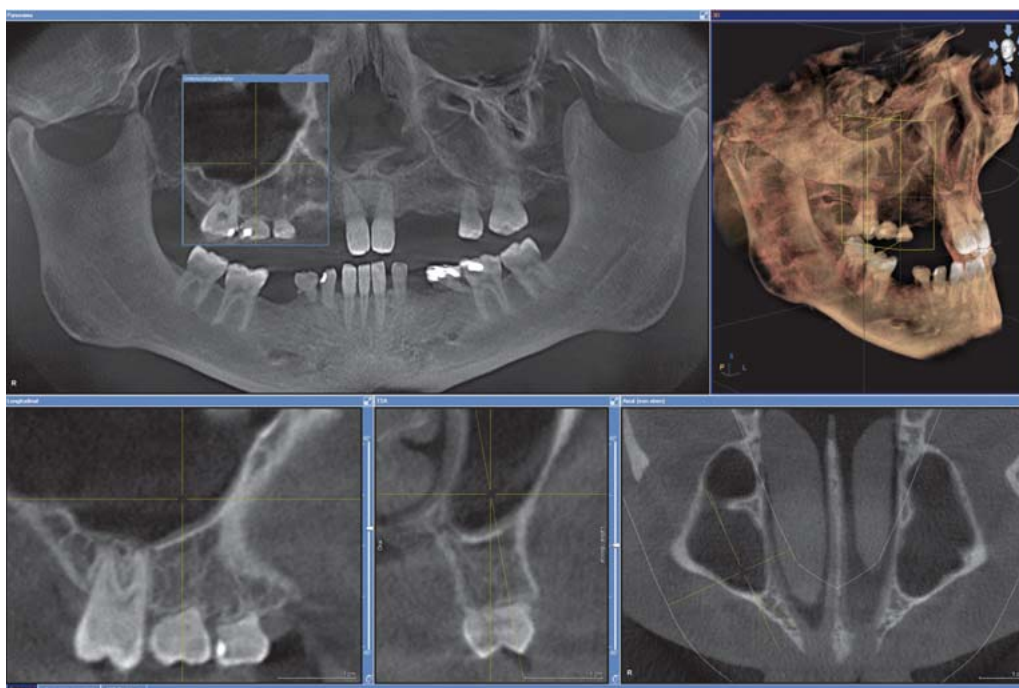


Abb. 4-2b Metrische Abklärung der Platzverhältnisse für eine Transplantation des retinierten Zahnkeimes 17 zum Ersatz des persistierenden Milchzahnes.





**Abb. 4-2c** Im Bereich des Unterkiefers zeigt sich basal des Zahnes 85 eine nur gering differenzierte Knochenstruktur mit einem großen Markraum, sodass auch der Canalis mandibulae kaum zur Darstellung kommt.



**Abb. 4-3** Hereditäre Nicht-anlage mit Fehlen der Zähne 18, 17, 15, 13, 12, 22, 23, 25, 26, 27, 28 sowie 38, 37, 35, 31, 45, 47, 48. Die permanenten Zähne zeigen eine mikro-donte Form, sodass die prothetische Wertigkeit eingeschränkt ist.

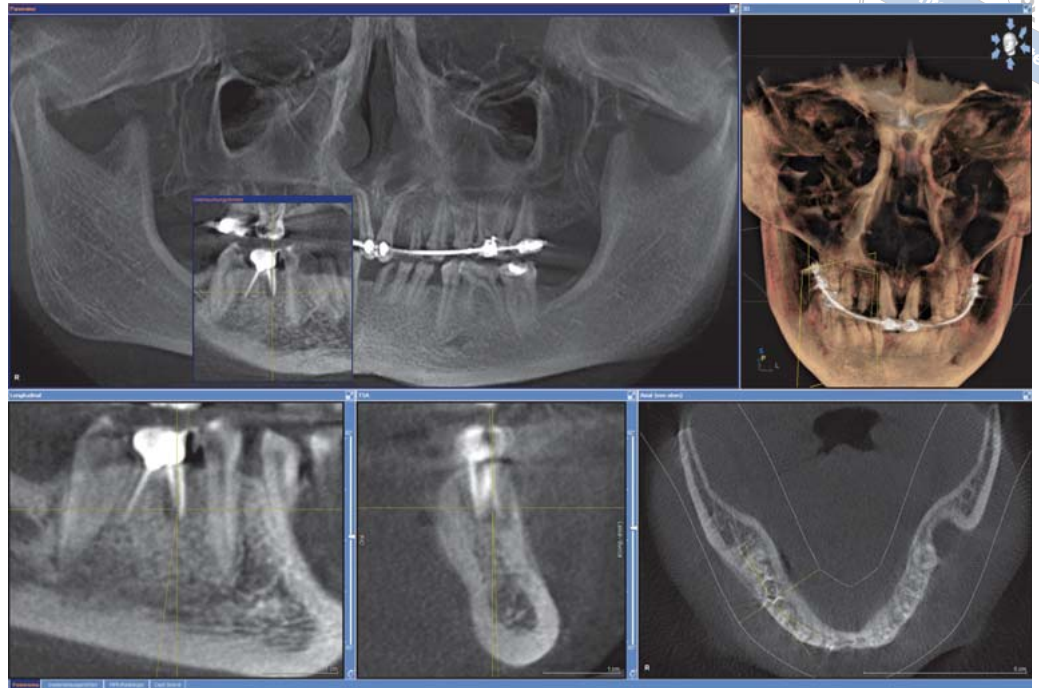


Abb. 4-4a Beurteilung der Erhaltungswürdigkeit der persistierenden Milchzähne bei einer generalisierten Nichtanlage mit bereits erfolgter Milchzahnendodontie.

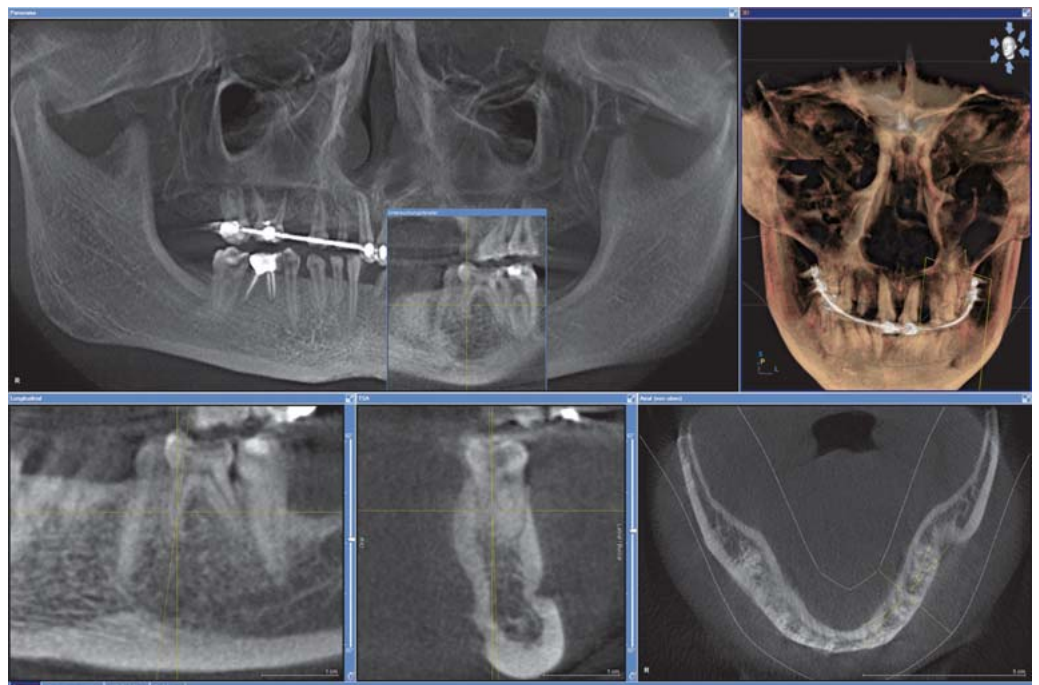
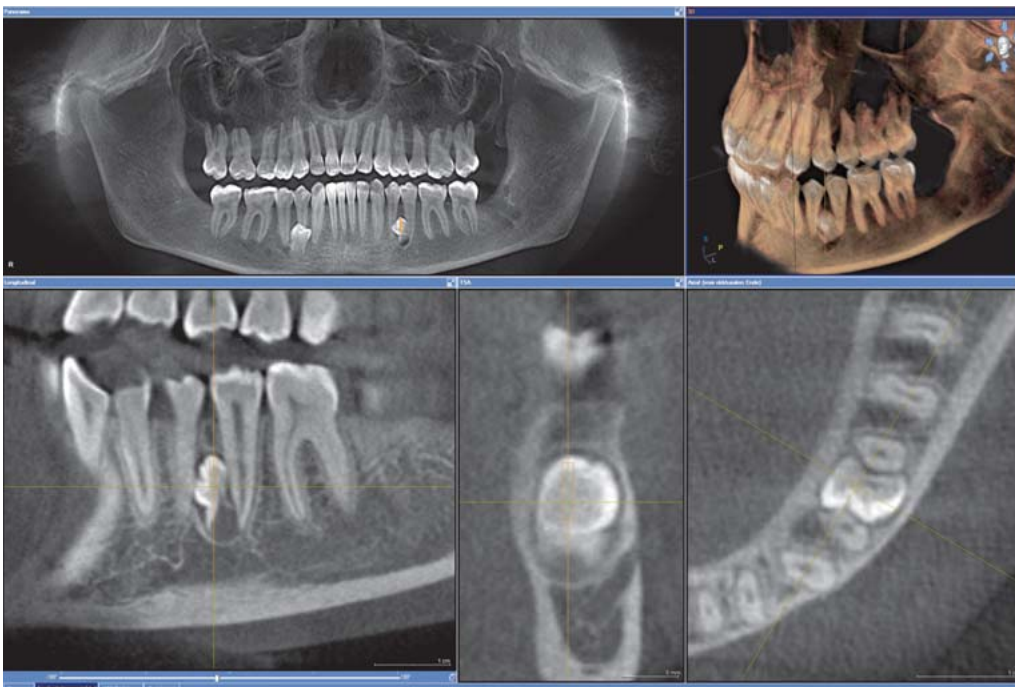


Abb. 4-4b Abschätzung des Knochenangebotes für eine eventuelle Sofortimplantation in regio 75.



**Abb. 4-5a** Paramolar rechts in lingualer Position zur Wurzel des Zahnes 44 mit zylindrisch ausgeprägter Wurzelform in unmittelbarer Nähe zum Foramen mentale.



**Abb. 4-5b** Paramolar links in zentraler Position zwischen den Wurzeln der Zähne 35 und 34 mit Neigung der Krone nach mesial und Ausformung der Wurzel nach kaudal.





**Abb. 4-6** Überzählige laterale Schneidezähne bei Dilazeration von Zahn 11 mit Retention und Anlage eines Mesiodens.

## 4.2 Zahnformanomalien

Einzelne oder mehrere Zähne können prinzipiell zu klein (Mikrodontie), zu groß (Makrodontie) oder fehlgebildet sein (Dysplasie). Abweichungen von der normalen Zahnform sind nicht in allen Fällen als pathologisch anzusehen: Veränderungen der Zahnform können sowohl ein- als auch beidseitig auftreten; sind einzelne Zähne betroffen, wird von einer pathologischen Veränderung gesprochen, während beidseitige, symmetrische Veränderungen als physiologisch anzusehen sind.

Radiologisch diagnostizierte Zahnformanomalien sind bei durchgebrochenen Zähnen immer mit dem klinischen Befund zu vergleichen.

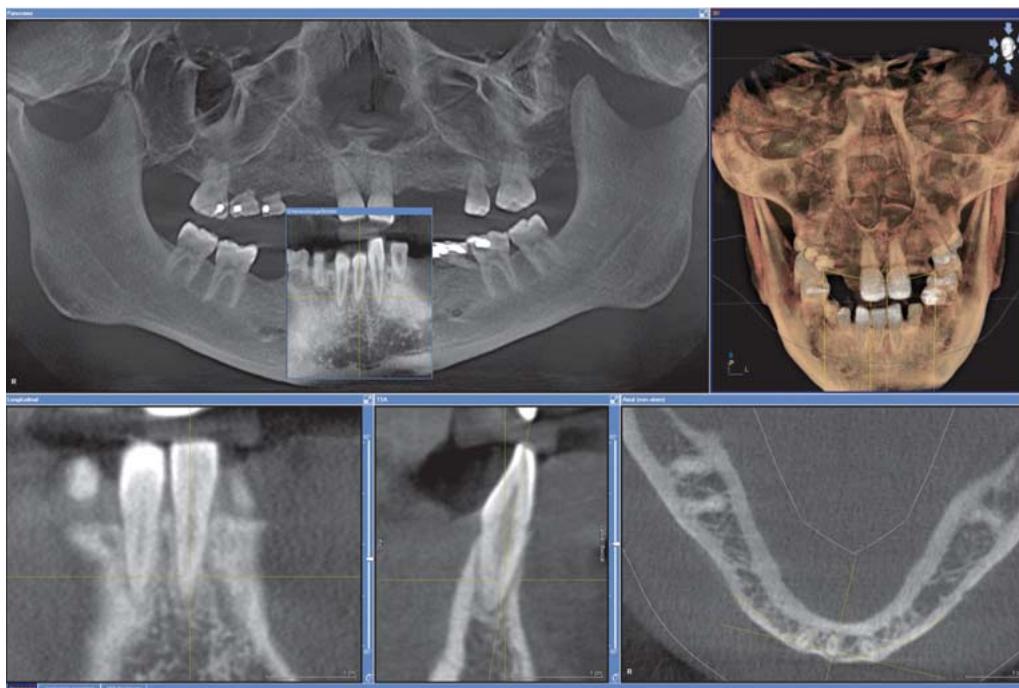
### 4.2.1 Mikrodontie

Fehlgebildete Zähne treten als verkleinerte Form normaler Zähne oder als sogenannte Zapfenzähne in allen graduellen Abstufungen vorzugsweise im bleibenden Zahnsystem in Erscheinung. Die Mikrodontie kann lokalisiert (Abb. 4-7) oder generalisiert (Abb. 4-8) auftreten. Betroffen sind häufig die oberen seitlichen Schneidezäh-

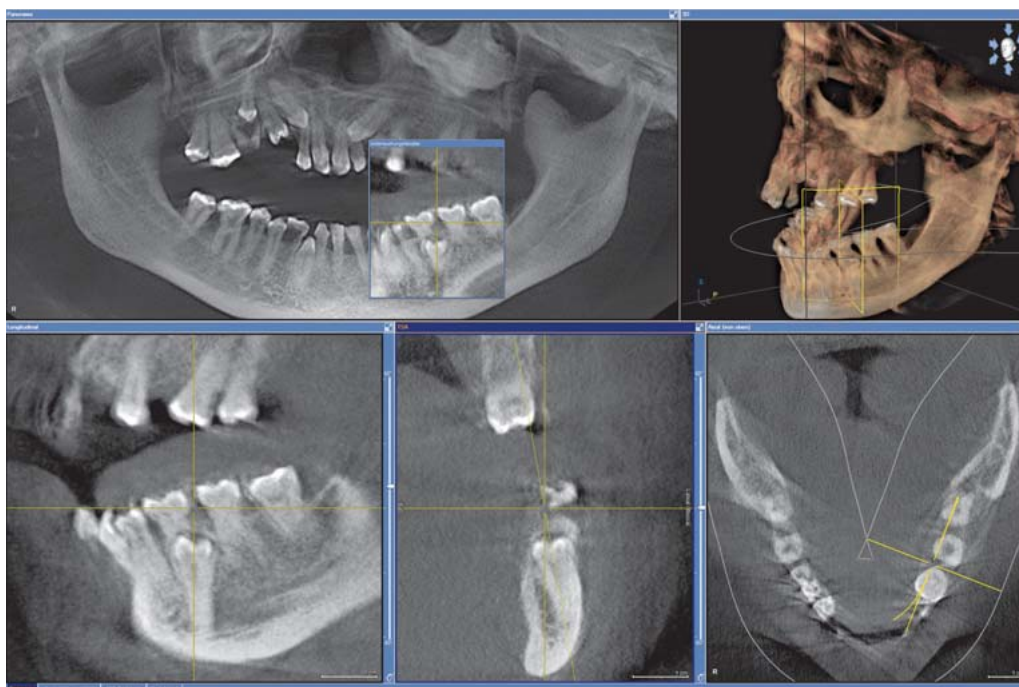
ne oder die dritten Molaren<sup>3</sup>. Klinische Relevanz besteht besonders dann, wenn neben einem ästhetischen Defizit eine Zahnbreitendiscrepanz auffällig ist, d. h. Unterschiede zwischen der mesiodistalen Zahnbreite einer Gruppe korrespondierender Zähne im Ober- und Unterkiefer auftreten. Besonders häufig sind Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten, Morbus Down oder einer Oligodontie betroffen.

### 4.2.2 Makrodontie

Hierbei handelt es sich um einen oder mehrere übergroß entwickelte Zähne (Abb. 4-9). Bevorzugt betroffen sind die mittleren oberen Schneidezähne. Eine Sonderform der Makrodontie ist die Zwillingbildung oder auch Geminatio. Man versteht darunter die unvollständige Zahnkeimspaltung (Schizodontie; Abb. 4-10) oder Verschmelzung (Synodontie; Abb. 4-11). Miteinander verschmelzen können nur zwei benachbarte, noch unmineralisierte Zahnkeime. Das Verwachsen kann im Bereich des Schmelzes, des Dentins oder des Zements erfolgen. Durch eine genaue Befundung der Fusion kann das operative Vorgehen präzise vorbereitet werden<sup>20</sup>.



**Abb. 4-7** Mikrodont ausprägte Zähne bei generalisierter Nicht-anlage bei einem 22-jährigen Patienten (Patient der Abb. 4-3); Wurzelresorptionen an den persistierenden Milchzähnen.



**Abb. 4-8** Syndromal bedingte Mikrodontie des gesamten Zahnsystems in Verbindung mit multiplen Retentionen im Ober- und Unterkiefer; die Detaildarstellung zeigt den Zahn 35 mit einer vestibulären Position zum Canalis mandibulae.

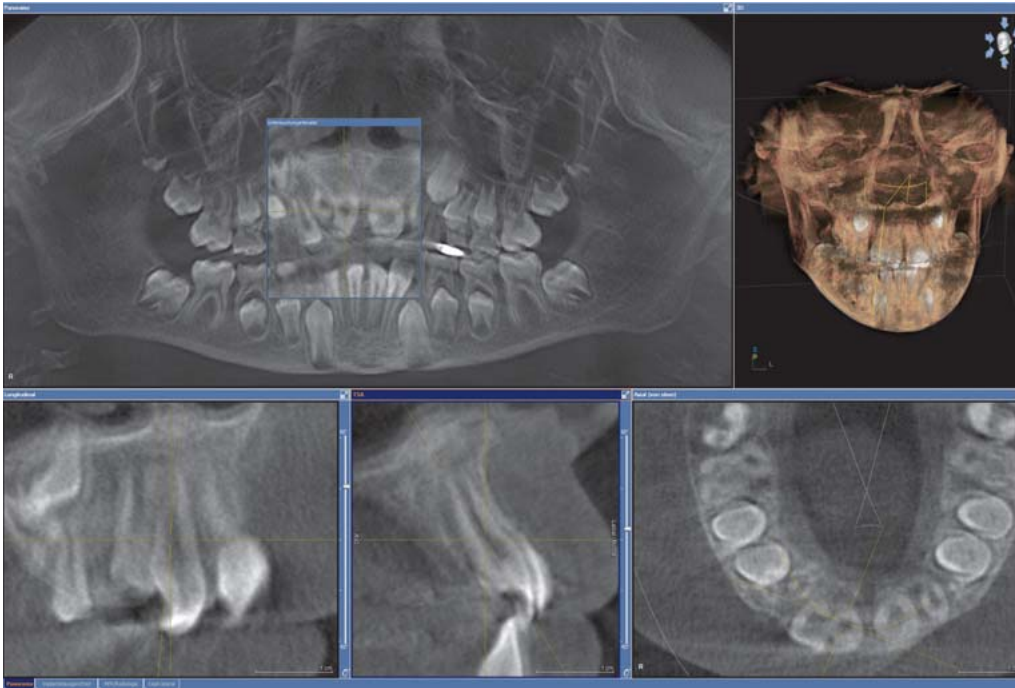


**Abb. 4-9a** Im Vergleich zu Zahn 18 deutlich vergrößerter Zahn 28 in der Darstellung der axialen Schicht im Seitenvergleich.



**Abb. 4-9b** Osteotomierte Zähne 18 und 28 im Vergleich: Der Umfang von Zahn 28 ist deutlich vergrößert.





**Abb. 4-10a** Geminatio des Zahnes 11 bei einem 9-jährigen Patienten (aufgrund des jungen Alters zeigt sich ein geringes Bewegungsartefakt). Die Darstellung des Zahnes 11 lässt erkennen, dass zwei getrennte Pulpen vorliegen.



**Abb. 4-10b** Fehlstandes des Zahnes 11 mit deutlich vergrößerter Krone bei ebenfalls sehr großer Krone des Zahnes 21.



**Abb. 4-10c** Osteotomie des makrodonten Zahnes 11 zur Abtrennung der Doppelanlage.



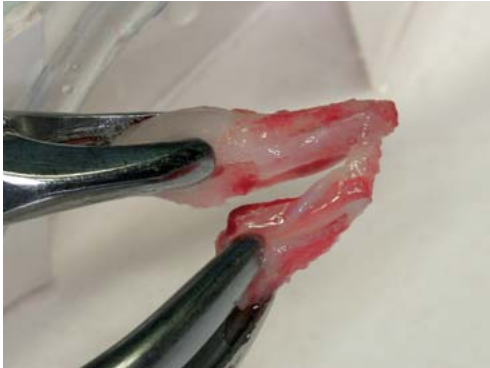


Abb. 4-10d Extrakorporale Trennung der Geminat des Zahnes 11.

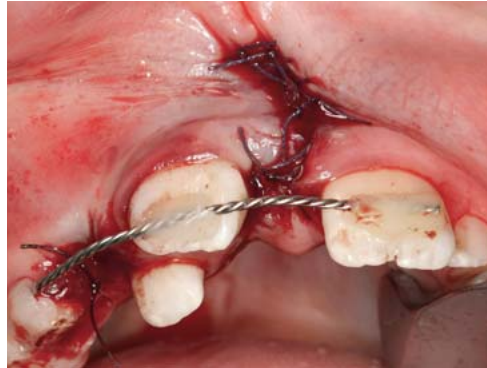


Abb. 4-10e Reposition des zur Trennung extrahierten Zahnes.



Abb. 4-10f Zahnfilm 2,5 Jahre nach der Operation mit reduziertem Parodontalspalt bei positiver Vitalitätskontrolle.



Abb. 4-11a Persistenz der Zähne 71 und 72 bei bereits erfolgtem Durchbruch der Zähne 41 und 42.



Abb. 4-11b Klinische Situation mit Persistenz der Zähne 71 und 72 bei bereits regelgerechter Einstellung der der Zähne 42 und 41.



Abb. 4-11c Nach erfolgter Abklärung der Anlage der Zähne 32 und 31 und Erkenntnis der Doppelanlage 71, 72 erfolgte die Entfernung dieser Zähne.



## Wurzeldysplasien und Dilazeration

Zahnformanomalien, die sich auf den Bereich der Zahnwurzeln beschränken, bezeichnet man als Wurzeldysplasien. Die Beurteilung der Zahnwurzeln spielt besonders in der endodontischen sowie in der kieferorthopädischen Behandlungsplanung eine wichtige Rolle. Eventuelle Abweichungen in Form und Länge sind nur zwei der Kriterien, die Berücksichtigung finden sollten (Abb. 4-12).

Eine Sonderform der Wurzeldysplasie ist die Dilazeration. Die Dilazeration (Entstehung eines Kollumwinkels) stellt eine meist traumatisch bedingte Anomalie der Zahnform dar, bei der die Wurzel kontinuierlich in unterschiedlichem Ausmaß gekrümmt ist (Abb. 4-13).

### 4.2.3 Wurzelresorptionen

Wurzelresorptionen werden sowohl in der ersten als auch in der zweiten Dentition beobachtet. Man unterscheidet physiologische Wurzelresorptionen, wie z. B. an den Milchzähnen bei Durchbruch der bleibenden Zähne, von pathologischen Wurzelresorptionen<sup>40</sup>.

Von den ungeklärten idiopathischen Wurzelresorptionen werden iatrogene Wurzelresorptionen nach vorangegangenen kieferorthopädischen Maßnahmen oder Traumata unterschieden. Grazile,

kurze Zahnwurzeln besonders in der Oberkieferfront lassen auf idiopathische Resorptionen schließen. Je nach Schwere und Ausmaß sind die Resorptionen reversibel oder irreversibel. Wurzelresorptionen verlaufen häufig schmerzlos. Neben der Lokalisation der Wurzelresorption kann in der dreidimensionalen Aufnahme auch das Ausmaß des Längenverlustes beurteilt werden<sup>40</sup> (Abb. 4-14). Differenzialdiagnostisch hiervon abzugrenzen sind partielle Resorptionen von Zahnwurzeln, die durch verlagerte oder retinierte Zähne induziert sind (Abb. 4-15).

### 4.2.4 Zusammenfassung

Die Vielzahl an Zahnzahl- und Zahnformanomalien rechtfertigt die Indikationsstellung für Röntgenaufnahmen im Zahn- und Kieferbereich. Die röntgenologischen Befunde sollten immer mit dem klinischen Befund verglichen werden. Die Aufgabe des Befunders besteht darin, die Informationen, die in den Aufnahmen gewonnen werden, korrekt zu beurteilen und notwendige therapeutische Maßnahmen einzuleiten. Mit der dreidimensionalen Aufnahme erhält der Behandler zusätzliche Informationen zu den konventionellen Ansichten, die eine präzisere Behandlungsplanung gestatten. Er kann daraufhin ohne weitere bildgebende Verfahren entsprechende therapeutische Maßnahmen einleiten.



Abb. 4-12 Wurzeldehnung an Zahn 25 mit Angulation des basalen Wurzeldrittels nach mesial.

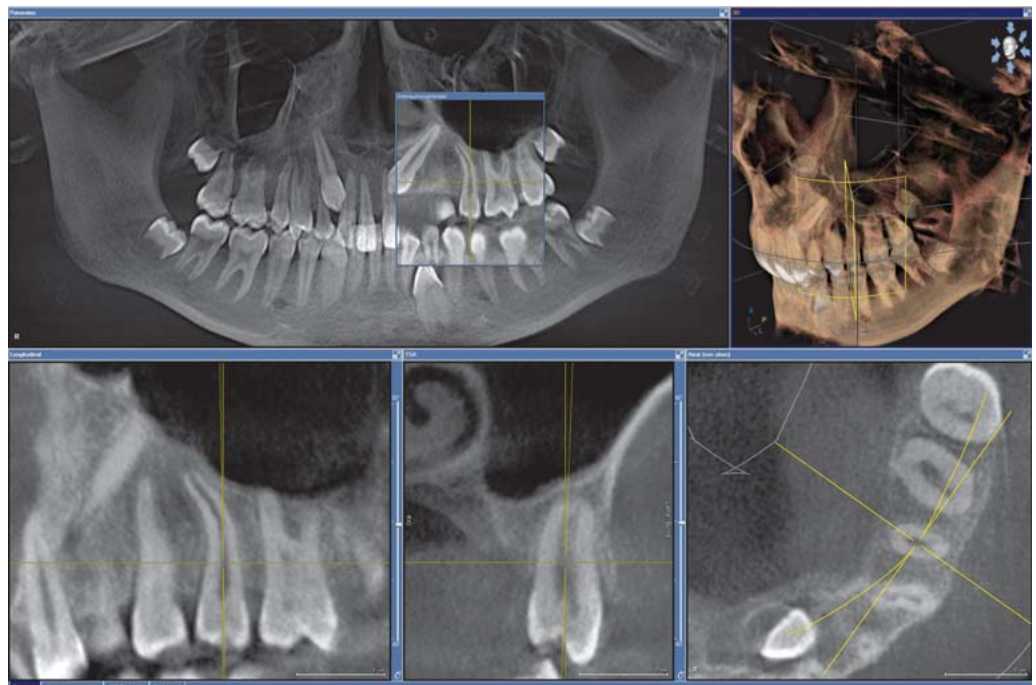
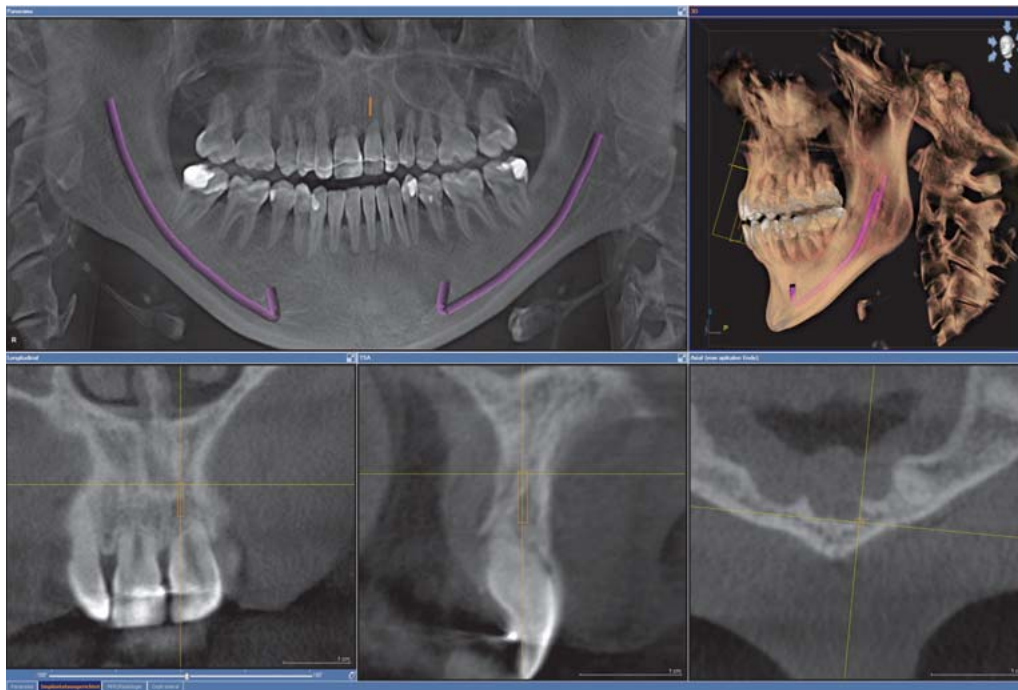


Abb. 4-13 Nach mesial ausgeprägter Kollumwinkel an Zahn 25 bei multipler Retention der Eckzähne.





Dieser Datensatz kann auf der beiliegenden DVD-ROM selbst befunden werden.



**Abb. 4-14** Ausgeprägte Wurzelresorptionen in der Oberkieferfront. Zur Darstellung wurde die Implantatansicht mit einem generischen Implantat gewählt. Die Zähne sind durch eine Schienung stabilisiert. Aufgrund der langdauernden kieferorthopädischen Behandlung zeigt sich die apikale Basis in der Oberkieferfront sanduhrförmig verjüngt, mit einer geringen Zone knöcherner Verankerung.



Dieser Datensatz kann auf der beiliegenden DVD-ROM selbst befunden werden.



**Abb. 4-15** Nach distal verlagerter Zahn 18 bei einem 73-jährigen Patienten mit Resorption der distalen und palatinalen Wurzel des Zahnes 17 bei unauffälligen Befunden der Kieferhöhlenschleimhaut.



## 4.3 Kariesdiagnostik

In den Industrienationen ist in den vergangenen Jahrzehnten ein erheblicher Rückgang der Kariesprävalenz und der Verteilung des Kariesbefalls zu verzeichnen gewesen<sup>154</sup>. Die größte Kariesinzidenz und -progression ist im Kindes- und Jugendalter zu beobachten<sup>159</sup>, wobei Primärläsionen zunächst bevorzugt okklusal auftreten und approximale Defekte sich verstärkt erst nach dem 13. Lebensjahr manifestieren. Zu dieser Entwicklung gehört auch ein verändertes Erscheinungsbild kariöser Läsionen: Initiale Läsionen mit nicht eingebrochenen Oberflächen übersteigen die Anzahl etablierter Defekte bzw. gefüllter Zahnflächen deutlich<sup>95</sup>, weshalb sich das Erkennen und Bewerten kariöser Läsionen insgesamt wesentlich erschwert hat (Abb. 4-16, 4-17)<sup>299</sup>.

### 4.3.1 Diagnose- und Therapiestrategie

Vor diesem Hintergrund haben sich auch die Therapiekonzepte gewandelt. War früher die einzig mögliche Behandlungsoption für entdeckte kariöse Läsionen die restaurative Therapie, ist heute die Kontrolle des bakteriellen Biofilms der allgemeingültige therapeutische Ansatz in der Kariesbehandlung. Erst wenn eine Schmelzkavitation auftritt, dringt dieser Biofilm in Bereiche vor, die einer noninvasiven Therapie nicht mehr zugänglich sind. Kariöse Dentinveränderungen, die bekanntlich bereits viel früher auftreten, stellen also per se keinen Indikator bei der Entscheidung für eine invasive Therapie dar<sup>279</sup>.

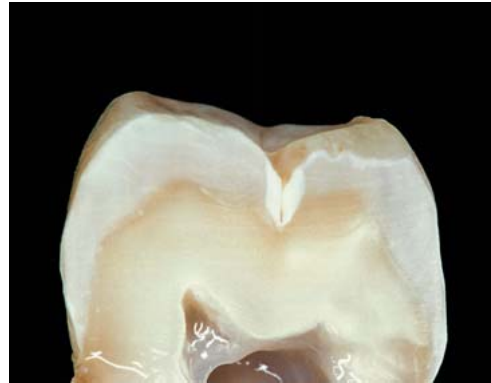
Grundsätzlich ergeben sich hieraus für okklusale und approximale Kariesdefekte unterschiedliche Implikationen. Während für okklusale Läsionen aufgrund der morphologischen Voraussetzungen und der geringen Schmelzdicke im Fissurenfundus sowie der mäßigen kariesprotektiven Wirkung präventiver Therapieoptionen (z. B. Fluorid, Chlorhexidin) eine nachgewiesene Dentinbeteiligung bereits die Schwelle zur invasiven Therapie markiert<sup>89</sup>, stellt das Überschreiten der Schmelz-Dentin-Grenze bei approximalen Läsionen keine Indikation zur Füllungstherapie dar<sup>125</sup>. Die Beschaffenheit der Oberfläche wird aktuell als entscheidendes Kriterium für den Restaurationsentscheid betrachtet, da sie besonders stark mit der Möglichkeit korreliert, den kariogenen Biofilm mittels geeigneter Hygienemaßnahmen zu entfernen. Ist eine Kavitation vorhanden, verändert sich der gesamte Metabolismus des Biofilms<sup>74</sup>. Da die klinisch-visuelle Beurteilung weder im Okklusal- noch im Approximalbereich eine befriedigende Diagnosegenauigkeit erreicht, werden unterschiedliche Verfahren zur weiteren Diagnostik empfohlen. Für Fissuren und Grübchen ist dabei neben der Laserfluoreszenzbestimmung (DIAGNOdent, KaVo, Biberach) die Bissflügelröntgenaufnahme gegenwärtig das Mittel der Wahl, um weitergehende Informationen zu erhalten. Im Approximalbereich können weitere diagnostische Informationen ebenfalls mittels Bissflügelröntgenaufnahme und Laserfluoreszenzmessung oder mit der Faseroptiktransillumination (FOTI) erhoben werden<sup>151,202</sup>. Allerdings wird bei all diesen Techni-

ken nicht direkt auf die Oberflächenbeschaffenheit der Zahnfläche geschlossen, sondern eine Abschätzung der Tiefenausdehnung der kariösen Demineralisation vorgenommen. Da aber keine perfekte Korrelation zwischen der detektierbaren Demineralisationsfront und der Oberflächenbeschaffenheit besteht<sup>214</sup>, wird weiterhin nach einer Möglichkeit gesucht, diese essenzielle diagnostische Information auch für visuell nicht zugängliche Zahnoberflächen zu erheben.

Grundsätzlich könnten für diese Fragestellung dreidimensionale radiologische Schichttechniken besonders geeignet sein. Zum einen entfällt der Summationseffekt der klassischen intraoralen Röntgenaufnahme, durch den relevante Informationen von den im Strahlengang befindlichen Strukturen überlagert werden; zum anderen erlauben die frei orientierbaren Schichtdarstellungen eines dreidimensionalen Volumendatensatzes eine Betrachtung des Defektes aus verschiedenen Rekonstruktionsrichtungen. Damit ist man nicht mehr an die vestibuloorale Projektionsrichtung und die damit verbundene Darstellung konventioneller intraoraler Röntgenaufnahmen gebunden. In aktuellen Veröffentlichungen konnte bereits experimentell gezeigt werden, dass auch Zahnhartsubstanzen mithilfe lokaler Schichtbilder beurteilbar sind<sup>290</sup>, wodurch möglicherweise auch die Kariesdetektion verbessert werden kann<sup>291</sup>.

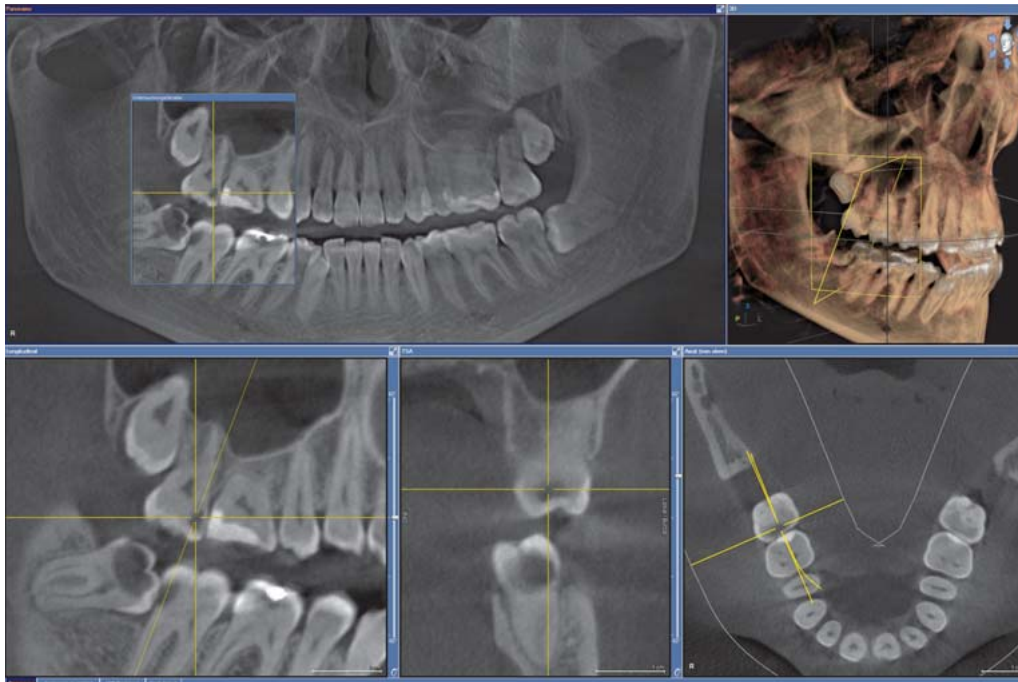
Vor diesem Hintergrund haben sich die Autoren mit der Frage beschäftigt, ob Kavitationen approximaler Kariesläsionen anhand von digitalen Volumentomogrammen besser als mit konventionellen Intraoralröntgenaufnahmen zu detektieren sind. Es konnte gezeigt werden, dass eine Sensitivität von 80 % bei einer Spezifität von 96 % mithilfe der DVT-Aufnahmen zu erreichen war, während anhand von Bissflügelaufnahmen nur 29 % der Kariesläsionen mit Kavitation richtig identifiziert werden konnten<sup>90</sup> (Abb. 4-18).

Diese vielversprechenden Resultate belegen, dass für die Unterscheidung von intakten und eingebrochenen Zahnoberflächen im Approximalraum die DVT-Technologie nutzbringend eingesetzt werden kann. Für den klinischen Einsatz zeigen aktuelle Studien aber noch keinen signifikanten Vorteil, sodass der routinemäßige Einsatz der DVT zur approximalen Kariesdiagnostik noch nicht empfohlen wird<sup>199,288</sup>. Auch für okklusale Läsionen mit Dentinbeteiligung konnte gezeigt werden, dass sie sich dreidimensional darstellen lassen, jedoch zeigten die Studien keine eindeutige Überlegenheit zu den zweidimensionalen radiologischen Techniken<sup>93,115,120</sup>. Aufgrund der Einschränkungen der Röntgenopazität der unterschiedlichen Füllungsmaterialien und des Auftretens von Artefakten kann die Befundung im DVT aber nicht als alleiniges diagnostisches Verfahren verwendet werden<sup>199,222</sup>. Hier werden sich durch neue Technologien aber weitere Entwicklungen ergeben, da die Geräteparameter im Hinblick auf Auflösung und Bilddarstellung einem ständigen Wandel unterliegen<sup>305</sup>. Insgesamt zeigt sich die Studienlage zur Kariesdiagnostik noch sehr unterschiedlich<sup>115,116,218,288</sup>. Da sich kariöse Veränderungen in einem DVT als Nebenbefunde darstellen, erhält der Untersucher jedoch Informationen über die mögliche Existenz von kariösen Läsionen, die dann klinisch weiter abgeklärt werden müssen<sup>114,173,288</sup> (Abb. 4-19 bis 4-21).



**Abb. 4-16a** Okklusalfäche mit Verfärbungen mesial der Crista transversa. Visuell ist eine dezente Opazität wahrnehmbar, die unter klinischen Bedingungen leicht zu übersehen ist.

**Abb. 4-16b** Histologisch zeigt sich eine klare kariöse Demineralisation, die bereits die Schmelz-Dentin-Grenze erreicht hat.



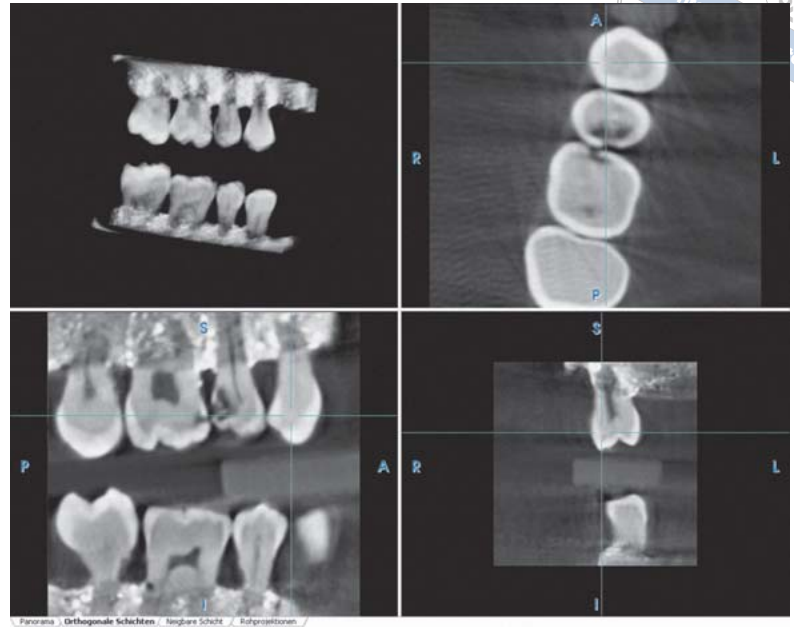
Dieser Datensatz kann auf der beiliegenden DVD-ROM selbst befunden werden.



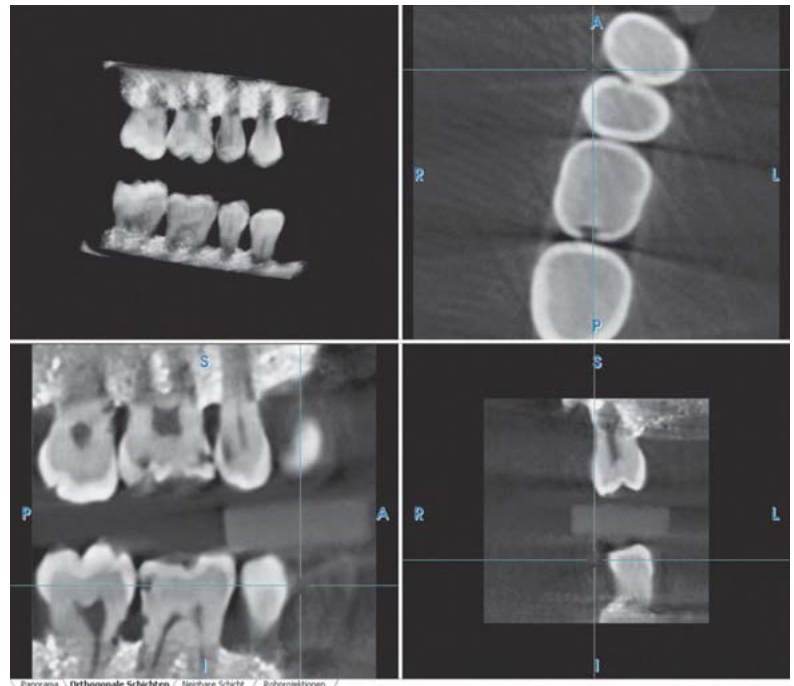
**Abb. 4-17** Multiple kariöse Läsionen auf einer DVT, die im Rahmen der Entfernung der retinierten Zähne 18, 28, 38 und 48 angefertigt wurde.



**Abb. 4-18a** Auf der digitalen Intraoralröntgenaufnahme (Sidexis, Sirona, Bensheim) imponieren Radioluzenzen kariöser Läsionen mit Dentinbeteiligung an den Zähnen 15 (distal), 16 (mesial) und 46 (distal). Eine Einschätzung des Oberflächenzustandes der Approximallflächen ist schwierig, sodass man sich primär an der Tiefenausdehnung der Läsionen orientieren muss und nur indirekt abschätzen kann, ob eine Kavität vorliegt oder nicht.



**Abb. 4-18b** In der Schichtdarstellung des digitalen Volumentomogramms sind, anders als in der digitalen Intraoralröntgenaufnahme, neben den Radioluzenzen der kariösen Läsionen der Zähne 15 und 16 auch Kontinuitätsunterbrechungen der Zahnoberfläche deutlich zu erkennen.



**Abb. 4-18c** Auch für den Zahn 46 distal ist eindeutig eine Aussage zum Oberflächenstatus der Approximallfläche möglich, sodass auf dieser Basis eine Therapieentscheidung mit größerer Sicherheit zu fällen ist als auf Basis einer konventionellen Bissflügelaufnahme. Darüber hinaus imponiert im Oberkiefer an Zahn 16 okklusal eine deutliche Dentinlasion, die bei konventioneller Aufnahmetechnik nur erahnt werden konnte und höchstwahrscheinlich übersehen worden wäre.

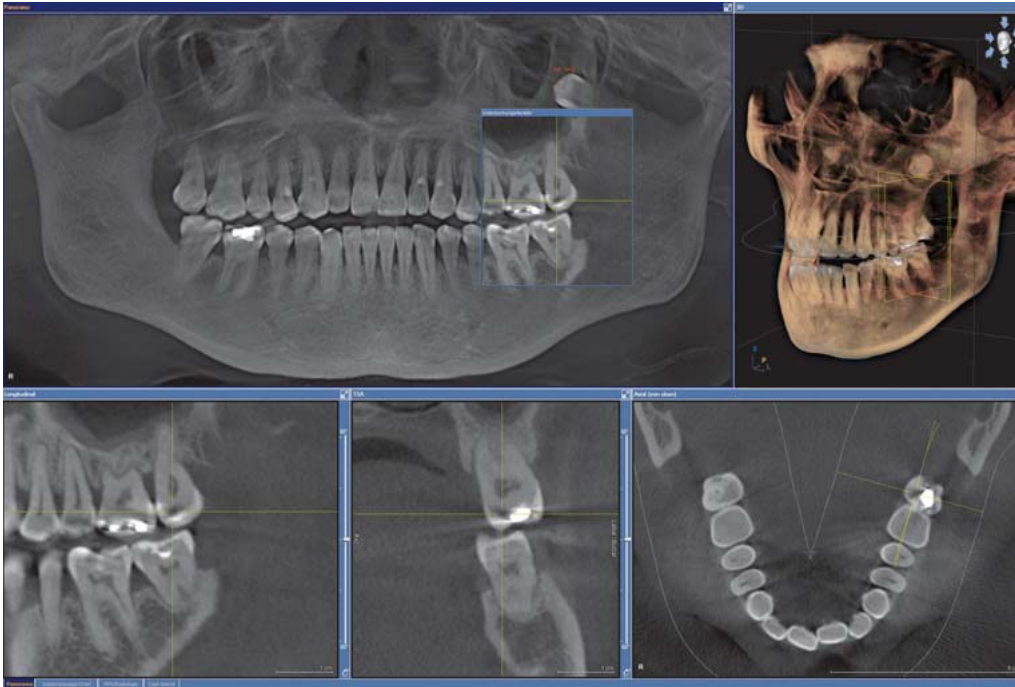


Abb. 4-19 Nebenbefundlich zur Abklärung der Lage des Zahnes 28 zeigt der Zahn 27 eine Approximalkaries im palatinalen Anteil der Füllung. Die Strahlenrichtung und die Schwärzung sind nicht typisch für ein Metallartefakt, sodass die Sekundärkaries mit der demineralisierten Zone apikal der Füllung klinisch verifiziert werden konnte.

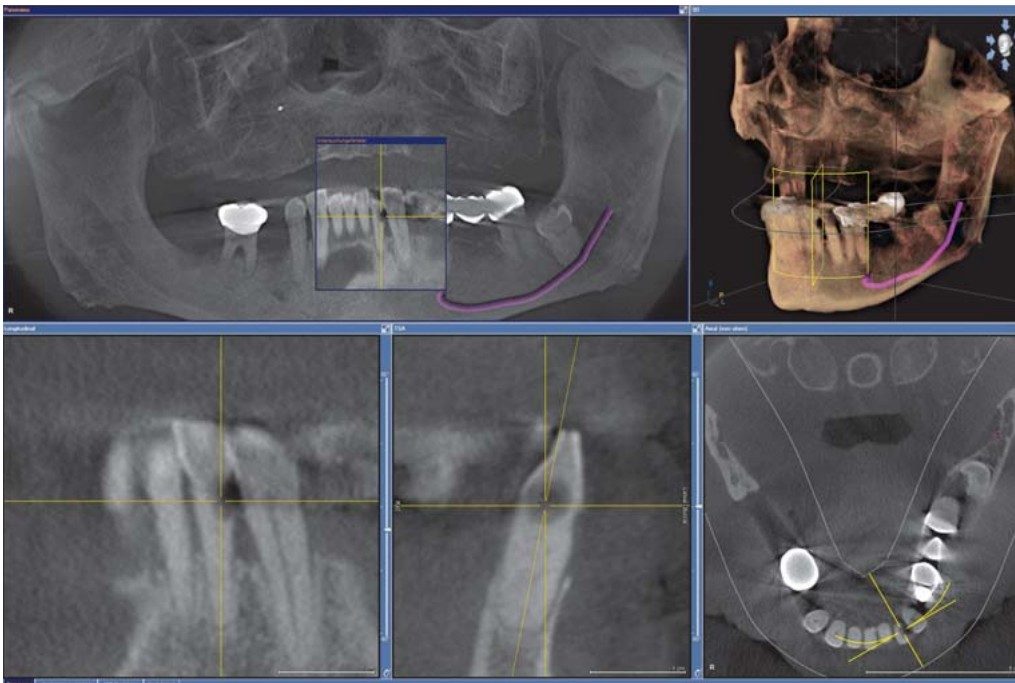


Abb. 4-20 Zahnhalskaries bei einem 75-jährigen Patienten distal an Zahn 32: deutliche Demineralisierung mit einem kontinuierlichen Verlauf der röntgenopaken Struktur.





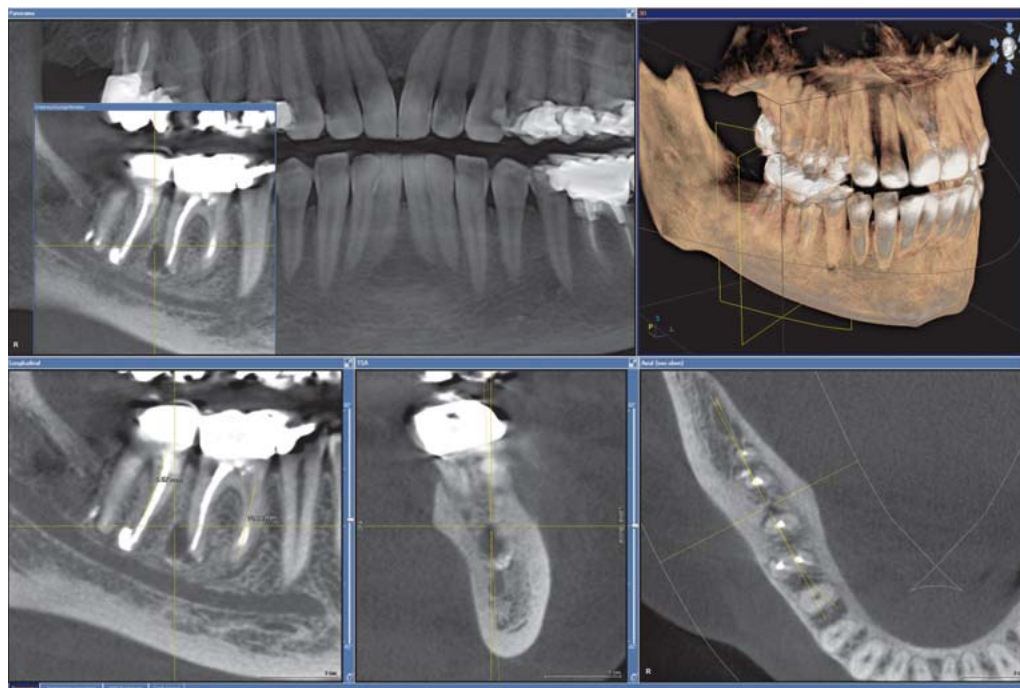
**Abb. 4-21** Ausgedehnt demineralisiertes Dentin im Bereich der Krone des Zahnes 26 mit relativ kleiner Demineralisierungszone in der zentralen Fissur.

## 4.4 Endodontie

Außer bei der genauen Lagebestimmung von zu entfernenden oder zu transplantierenden anatomischen Strukturen in der chirurgischen Zahnheilkunde erweist sich die digitale Volumentomografie auch im Rahmen der endodontischen Behandlung als sehr nützlich<sup>127,177,200,245,263,280</sup>. In der konventionellen radiologischen Diagnostik kann es hier durch Überlagerungen von Strukturen zu einer falsch positiven Beurteilung des Behandlungsergebnisses kommen, wenn nicht alle Wurzelkanäle erkannt und aufbereitet oder periapikale Osteolysen auf dem Zahnfilm nicht oder nur unzureichend dargestellt sind<sup>121,303</sup>. Im Gegensatz dazu ist es mittels DVT, insbesondere bei Verwendung von Geräten mit Hochkontrastmodus und hoher Auflösung, möglich, die graziilen anatomischen Strukturen der Zahnwurzeln genau abzubilden<sup>65</sup>. Das Pulpakavum kann exakt dreidimensional dargestellt werden, sodass eine Aufbereitung mit modernen Instrumenten auch bei schwierigen anatomischen Konfigurationen möglich wird (Abb. 4-24 bis 4-27).

Ebenso lassen sich in der DVT apikale Veränderungen in ihrer räumlichen Ausdehnung beurteilen<sup>201,207,283</sup>, sodass leichter entschieden werden kann, ob eine orthograde Therapie infrage kommt oder eine chirurgische, retrograde Therapie erforderlich ist. Bei der Beurteilung der Wahl des operativen Zugangs und des Ausmaßes der Wurzelspitzenresektion kann durch die genaue Kenntnis der Ausdehnung des pathologisch veränderten Areals die OP-Technik mikrochirurgisch optimiert werden. So lässt sich vor einer Wurzelspitzenresektion im Seitenzahnbereich das vestibuläre Knochenareal im Hinblick auf die Entscheidung bewerten, ob eine einfache Osteotomie oder das Anlegen eines Knochendeckels sinnvoll ist<sup>122,142</sup> (Abb. 4-28).

Auch die Beurteilung von Wurzelspitzenfrakturen oder Wurzelsorptionen kann anhand der dreidimensionalen Aufnahme zuverlässiger als mit den klassischen Röntgentechniken erfolgen, da die Darstellung nicht durch Überlagerungen verfälscht wird<sup>51,111</sup> (Abb. 4-29).



Dieser Datensatz kann auf der beiliegenden DVD-ROM selbst befunden werden.



**Abb. 4-22** Ausgeprägte apikale Osteolyse an der distalen Wurzel des Zahnes 46, sowie Überpressung des Wurzelfüllmaterials an Zahn 47 in unmittelbarer Nervnähe.



**Abb. 4-23a** Verlaufskontrolle nach der endodontischen Behandlung des Zahnes 26 zum Ausschluss einer apikalen Osteolyse an der mesialen und distalen Wurzel.



Abb. 4-23b Darstellung der palatinalen Wurzel des Zahnes 26 mit nicht bis zum Apex reichender Wurzelfüllung.

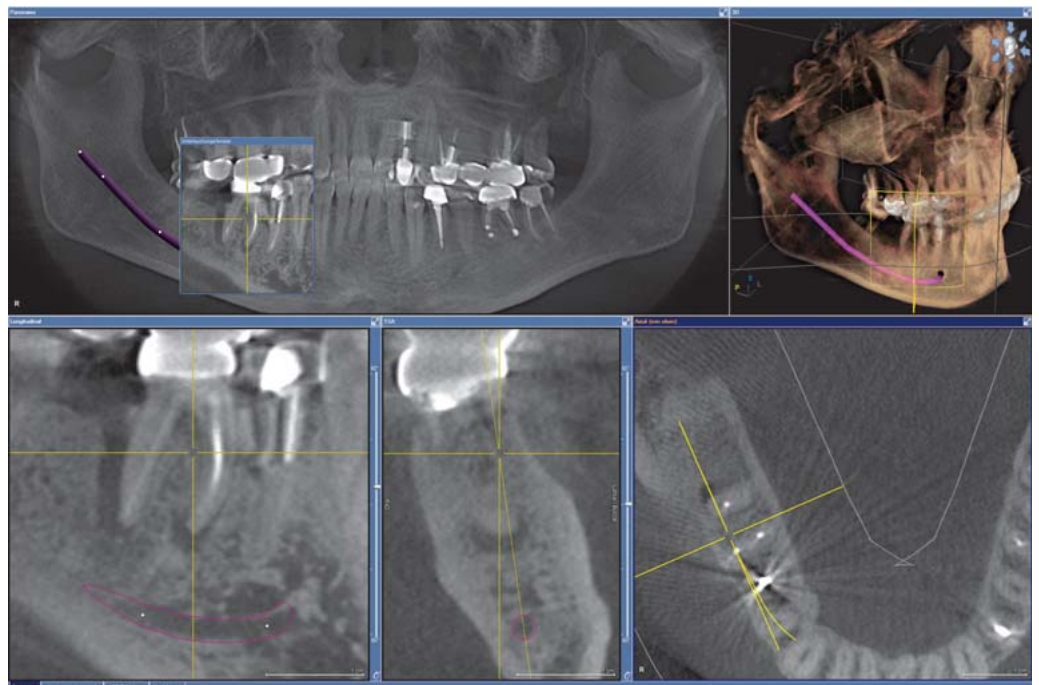
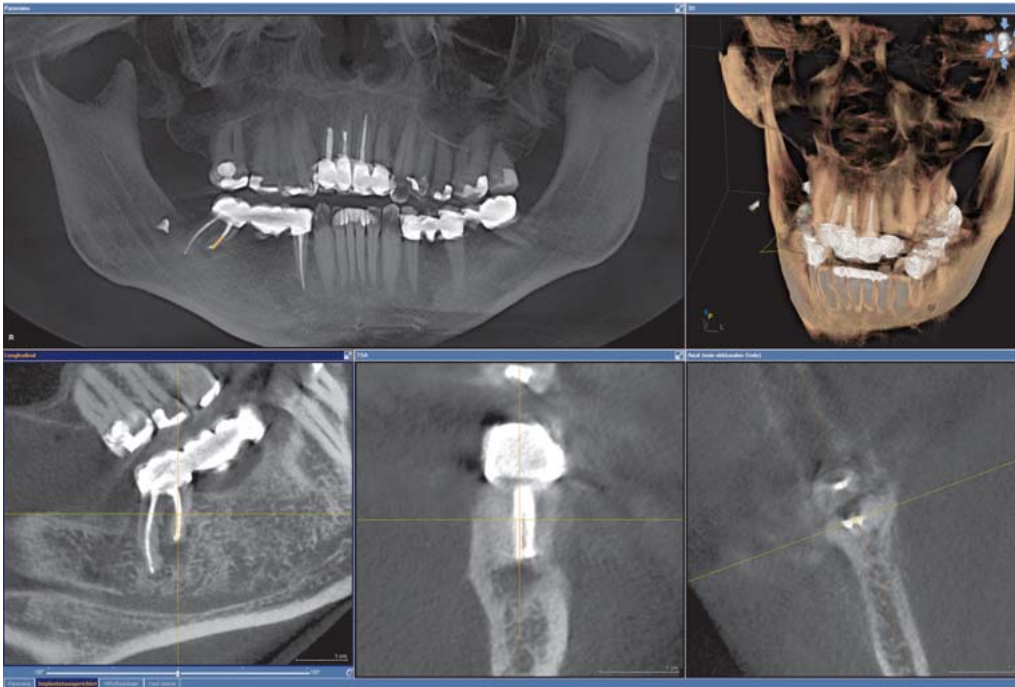
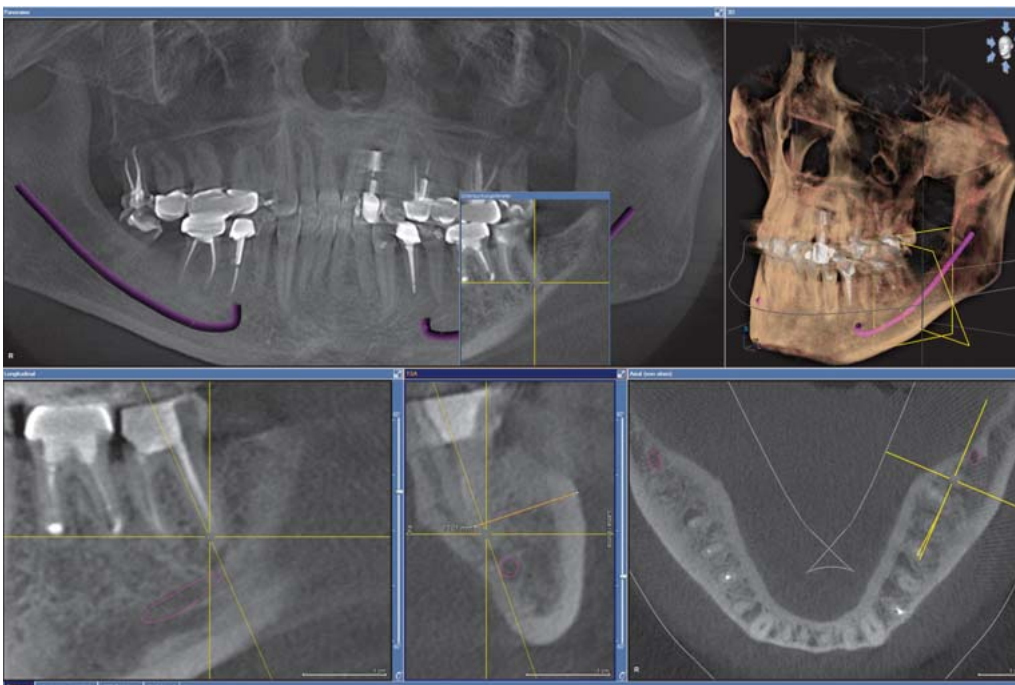


Abb. 4-24 Osteolyse entlang der distalen Wurzel des Zahnes 46 mit apikaler Osteolyse an der mesialen Wurzel.





**Abb. 4-25** Kontrolle der Ossifikation einer 3 Jahre zuvor erfolgten Wurzelspitzenresektion an der mesialen Wurzel des Zahnes 47.



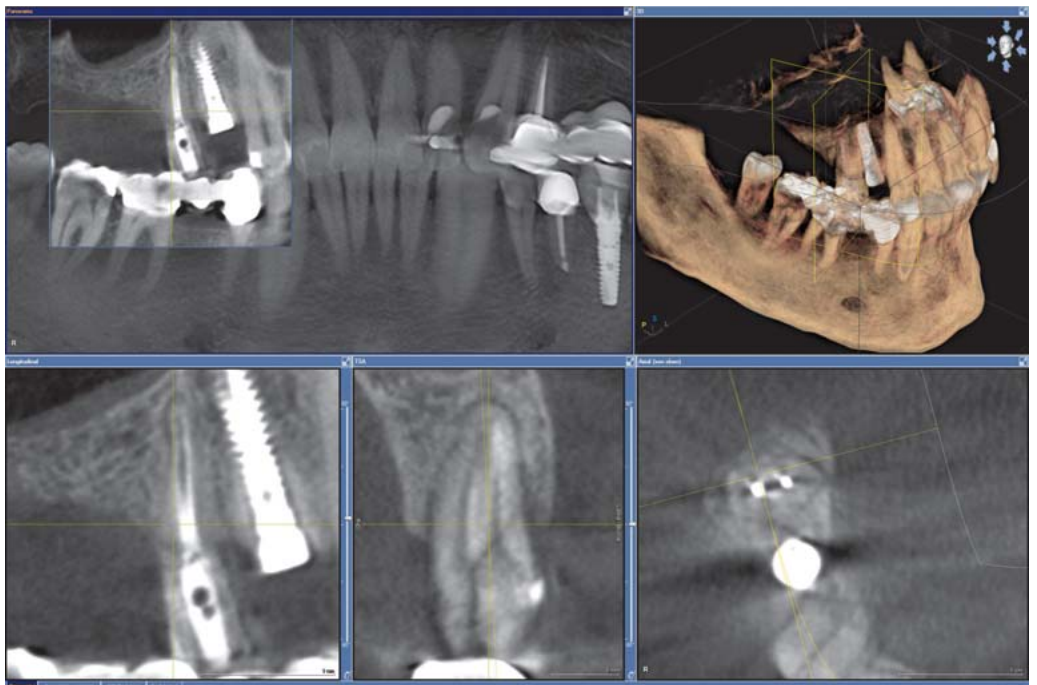
**Abb. 4-26a** Darstellung des Abstandes der Wurzelspitzen des Zahnes 37 zur vestibulären Kortikalis bei geplanter Wurzelspitzenresektion.



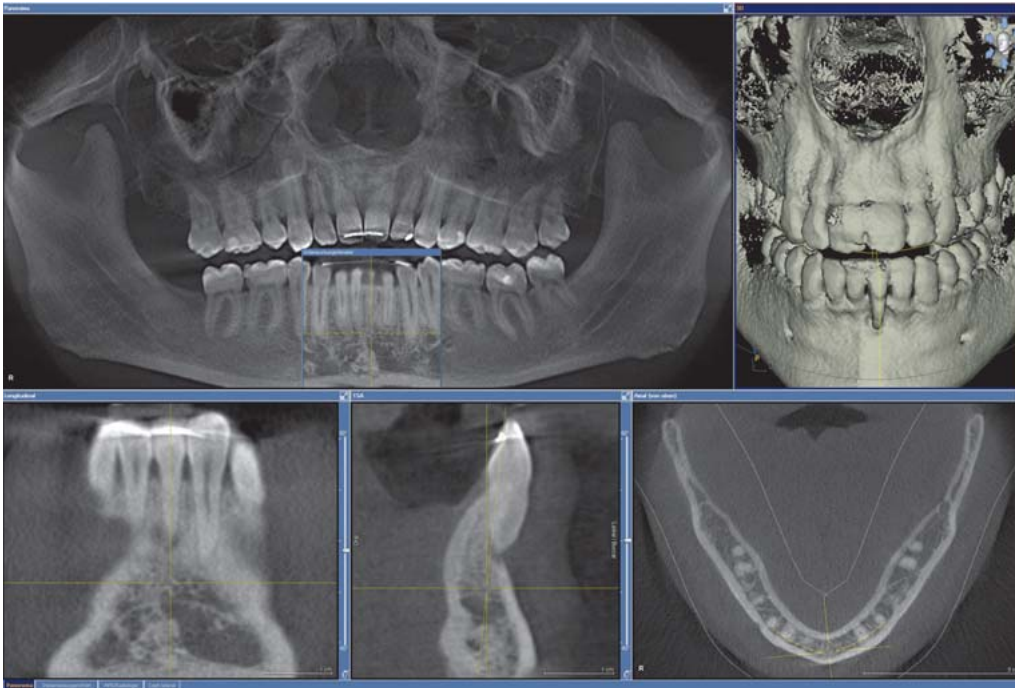


**Abb. 4-26b** Anlegen eines Knochendeckels bei der Wurzelspitzenresektion an Zahn 37 zur Schonung des breiten Knochenangebotes.

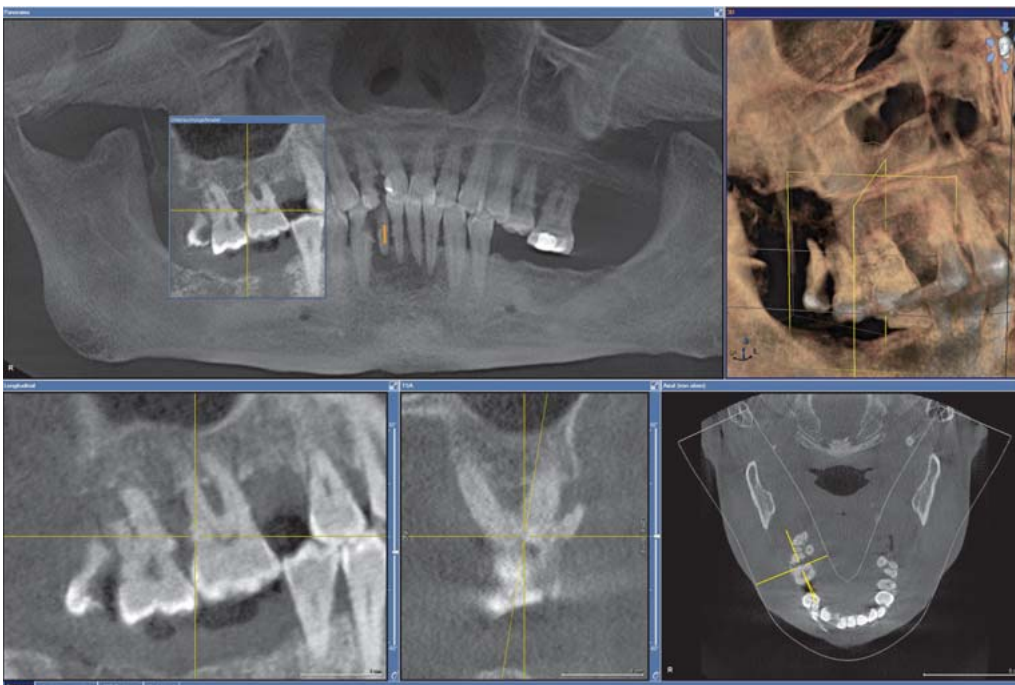
Dieser Datensatz kann auf der beiliegenden DVD-ROM selbst befunden werden.



**Abb. 4-27** Längsfraktur des Zahnes 15: Darstellung von zwei Wurzelkanälen mit einem Spalt in der Mitte; geringe Erweiterung des Parodontal-spaltes.



**Abb. 4-28** 3-D-Diagnostik zur Abklärung der Erfolgsprognose einer Rezessionsdeckung an Zahn 31. Die Wurzelspitze des Zahnes liegt im Bereich der vestibulären Kortikalıs, bei normaler Position der Wurzelspitzen der Nachbarzähne innerhalb der Spongiosa. Die 3-D-Ansicht zeigt die nach vestibulär verlagerte Wurzel.



**Abb. 4-29** Bei der Beurteilung der Neoplasie im anterioren Unterkiefer zeigt sich nebenbefundlich ein generalisierter Knochenabbau am Zahnsystem. In der TSA-Ansicht stellt sich an Zahn 16 nach vestibulär eine dem Weichgewebe aufliegende röntgendichte Struktur da, die sich bei der klinischen Untersuchung als massive Zahnsteinablagerung bestätigte.

## 4.5 Parodontologie

Die klinische Diagnostik von Parodontalerkrankungen wird in erster Linie durch klinische Befunde durchgeführt und durch radiologische Techniken ergänzt, um den Verlust des Stützgewebes zu quantifizieren. Je nach klinischen Befunden ergibt sich die rechtfertigende Indikation für die Anwendung der unterschiedlichen radiologischen Techniken, um die therapeutischen Möglichkeiten für den Zahnerhalt zu verbessern. Die Röntgendiagnostik ist somit als Hilfsmittel für die Einschätzung des Schweregrades der parodontalen Erkrankung, für die Präzisierung der Diagnose und für die Behandlungsplanung anzusehen<sup>166</sup>. Die konventionellen Aufnahmemethoden zeigen hier insofern Einschränkungen, als Defekte an den vorhandenen knöchernen Strukturen durch Überlagerungen (z. B. bei Panoramaschichtaufnahmen) nur unzureichend dargestellt werden können<sup>167</sup>. Zahnfilmaufnahmen haben eine höhere diagnostische Wertigkeit, allerdings ist der Aufwand hier wegen der höheren Anzahl von Einzelaufnahmen deutlich größer. Die resultierende Strahlendosis kann, je nach angewandeter Technik, durchaus im Bereich einer DVT-Aufnahme liegen<sup>52,148</sup>. Da die Aussagekraft eines herkömmlichen Röntgenstatus im Rahmen der Parodontaldiagnostik eingeschränkt ist, werden verschiedene alternative Techniken evaluiert<sup>100,146,204</sup>. So können dreidimensionale knöcherne Defekte bei intakter Kompakta oder überlagerten Zahnwurzeln nicht ausreichend genau dargestellt werden oder dünne Knochenlamellen werden je nach Projektionsrichtung bzw. auch durch Überbelichtung überstrahlt<sup>55,86,166</sup>. Erst intraoperativ können die verschiedenen Problematiken detailgerechter dargestellt werden. Hier ist ein wesentlicher Vorteil in der dreidimensionalen Diagnostik zu sehen<sup>293</sup>. Gerade bei der Beurteilung mehrwurzeliger Zähne ermöglicht sie eine detaillierte Befundung der Knochendefekte für die weitere chirurgische Therapieplanung<sup>296,297</sup>.

Durch die räumliche Diagnostik des Alveolarknochens kann somit eine fundiertere Therapieentscheidung getroffen werden, um eine langfristige Prognose für den Erhalt der jeweiligen Zähne zu geben. Gerade in Anbetracht der heute gültigen Erkenntnisse müssen Knochendefekte rechtzeitig genau evaluiert werden, damit eine regenerative Therapie frühzeitig erfolgen und die bestmögliche Regeneration erreicht werden kann. Da in Abhängigkeit von der Defektmorphologie unterschiedliche Verfahren der Geweberegeneration zum Einsatz kommen, sollten vor der Durchführung der Therapiemaßnahmen genaue Informationen über den jeweiligen Defekt vorliegen, damit befundorientiert behandelt werden kann. Mithilfe moderner DVT-Geräte lässt sich die parodontale Situation räumlich nahezu exakt beurteilen und auswerten, sodass die radiologische Diagnose ein-, zwei- und dreiwandiger Knochentaschen ebenso wie die Klassifizierung der Parodontaldefekte möglich wird<sup>167,197</sup>. Neben der alleinigen Beschreibung der Defektmorphologie liefert die DVT auch eine genaue Information über die Wurzelform und den Abstand der Wurzeln zueinander und zu den Nachbarstrukturen sowie über periapikale

Läsionen und Paro-Endo-Läsionen<sup>107</sup>. Auf dieser Grundlage kann bereits präoperativ die optimale Therapieentscheidung getroffen werden. Die DVT besitzt somit ein großes Potenzial für die Parodontaldiagnostik und stellt ein Werkzeug für die Therapieplanung von parodontalchirurgischen Eingriffen dar. Aufgrund der inzwischen verfügbare Bildqualität ist sie gerade bei vollbezahnten Patienten auch unter strahlenhygienischen Bedingungen im Vergleich zu mehreren Einzelaufnahmen positiv zu bewerten<sup>52</sup>.

Nach einem parodontalchirurgischen Eingriff sind für die Langzeitkontrolle ebenfalls Röntgenaufnahmen – neben den klinischen Befunden – sehr nützlich. Hier werden DVT-Aufnahmen möglicherweise in der Zukunft eine besondere Bedeutung bekommen.

Die für die Röntgendiagnostik relevanten Aspekte der einzelnen Parodontalerkrankungen werden im Folgenden anhand der aktuellen Klassifikation besprochen<sup>12</sup>.

### 4.5.1 Gingivitis

Der röntgenologische Ausschluss eines Verlustes an knöchernem Stützgewebe ist die Bestätigung der Diagnose Gingivitis. Initiale parodontale Läsionen mit osteolytischen Veränderungen werden erst bei einem um 30 bis 50 % reduzierten Knochenmineralgehalt röntgenologisch sichtbar<sup>196</sup>. Der Limbus alveolaris verläuft im Verhältnis zur Schmelz-Zement-Grenze 2 bis 3 mm apikal<sup>7</sup>. Das alleinige Vorliegen einer Gingivitis stellt keine Indikation für ein DVT dar.

### 4.5.2 Parodontitis

Im Rahmen der Klassifikation der Parodontalerkrankungen unterteilt sich die Parodontitis entsprechend ihrer Verlaufsform und Ätiopathogenese. Die röntgenologische Diagnostik kann zwar differenzialdiagnostisch hilfreich sein, sie kann aber nur Hinweise auf die Verlaufsform geben. Im Rahmen der parodontalen Röntgendiagnostik empfiehlt es sich, folgende Befunde zu erheben:

1. Verlauf des Limbus alveolaris
  - horizontaler Knochenabbau
  - vertikaler Knochenabbau
  - Furkationsbeteiligungen
2. Breite des Parodontalspaltes
3. Konkrement

### Chronische Parodontitis

Zwischen chronischen und aggressiven Verlaufsformen der Parodontitis soll in erster Linie anhand klinischer Parameter unterschieden werden. Eine röntgenologische Diagnostik kann dabei hilfreich sein. Bei der chronischen Parodontitis dominiert der horizontale Knochenabbau. Je nach Schweregrad des Knochenabbaus und in Abhängigkeit von der Morphologie des Zahnes kann eine Furka-

tionsbeteiligung vorliegen. Ein erweiterter Parodontalspalt kann ein weiterer Hinweis auf ein pathologisches Geschehen sein. Röntgenologisch sichtbare Konkrementen sind bei dieser Parodontitisform häufig.

### **Aggressive Parodontitis**

Das typische röntgenologische Erscheinungsbild einer aggressiven Parodontitis sind vertikale Knochendefekte. Der Limbus alveolaris imponiert mit einem deutlich unregelmäßigeren Verlauf. Furkationsbeteiligungen sind weniger durch den horizontalen Knochenabbau definiert als durch die bizarre Form des vertikalen Knochendefektes selbst. Auch hier kann der erweiterte Parodontalspalt ein Zeichen für ein pathologisches Geschehen sein. Röntgenologisch sichtbare Konkrementen können bei dieser Parodontitisform eher fehlen.

### **4.5.3 Parodontitis als Manifestation von Systemerkrankungen**

Die Erhebung der allgemeinen Anamnese sowie die klinische Befunderhebung sind entscheidende Faktoren für die Entscheidungsfindung bei dieser Diagnose. Röntgenologisch kann die Parodontitis sowohl chronisch als auch aggressiv in Erscheinung treten.

### **4.5.4 Parodontal-endodontische Läsionen**

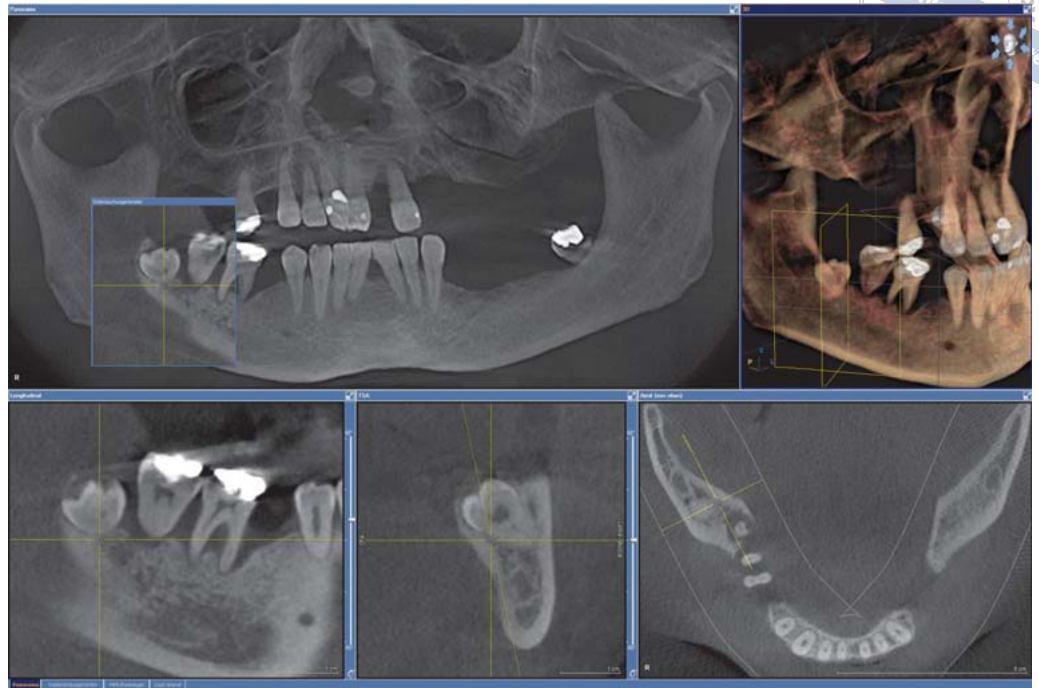
Wird röntgenologisch ein weit fortgeschrittener Knochenabbau bis in die Region der Wurzelspitze diagnostiziert, kann eine parodontal-endodontische Läsion vorliegen<sup>259</sup>. Nur im Fall einer röntgenologisch dokumentierten Verlaufskontrolle ist die Röntgendiagnostik eine Hilfe bei der Ursachenfindung des pathologischen Geschehens. Fortgeschrittene lokalisierte parodontale Läsionen verursachen endodontische Probleme, jedoch nicht zwangsläufig<sup>309</sup>. Ob eine pathologische Beteiligung der Pulpa vorliegt, lässt sich mithilfe der Röntgendiagnostik nicht beantworten.

### **4.5.5 Entwicklungsbedingte oder erworbene Deformationen und Zustände**

Röntgenologisch können Abweichungen der Zahnanatomie, insuffiziente Kronen- und Füllungsrän-der, Wurzelfrakturen, Wurzelresorptionen sowie Schmelz- und Zementperlen diagnostiziert werden. Mukogingivale Störungen und Schleimhautveränderungen sind nur klinisch zu beurteilen.







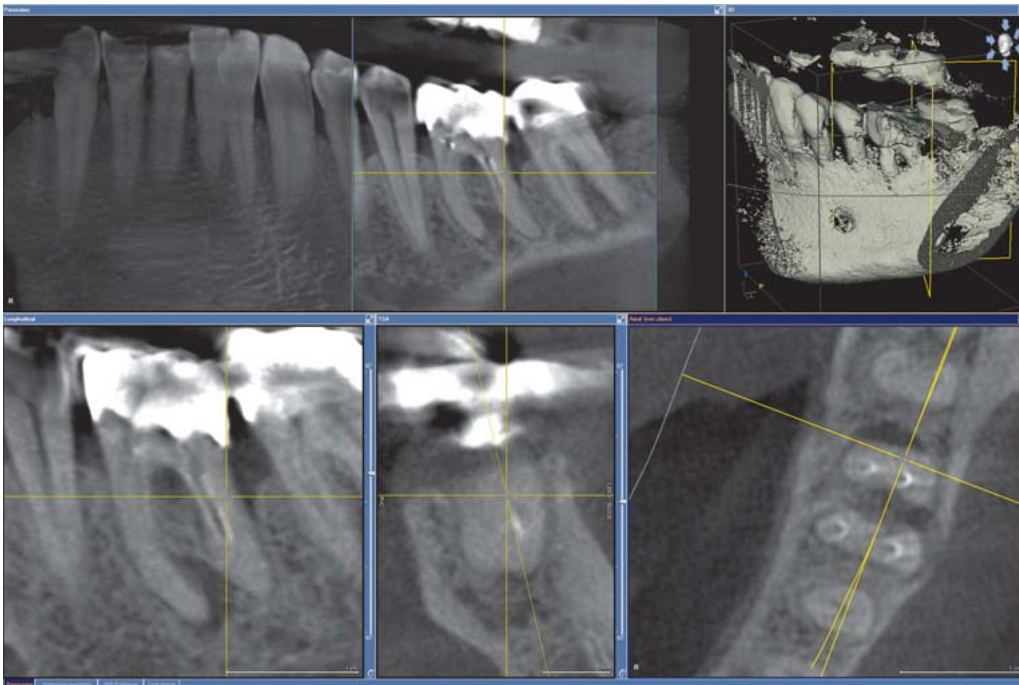
**Abb. 4-30** Retinierter Zahn 48 mit nicht darstellbarem Parodontalspalt bei ausgeprägtem vertikalem Knochenverlust an den Zähnen 47 und 46 und bereits reduziertem Zahnsystem.



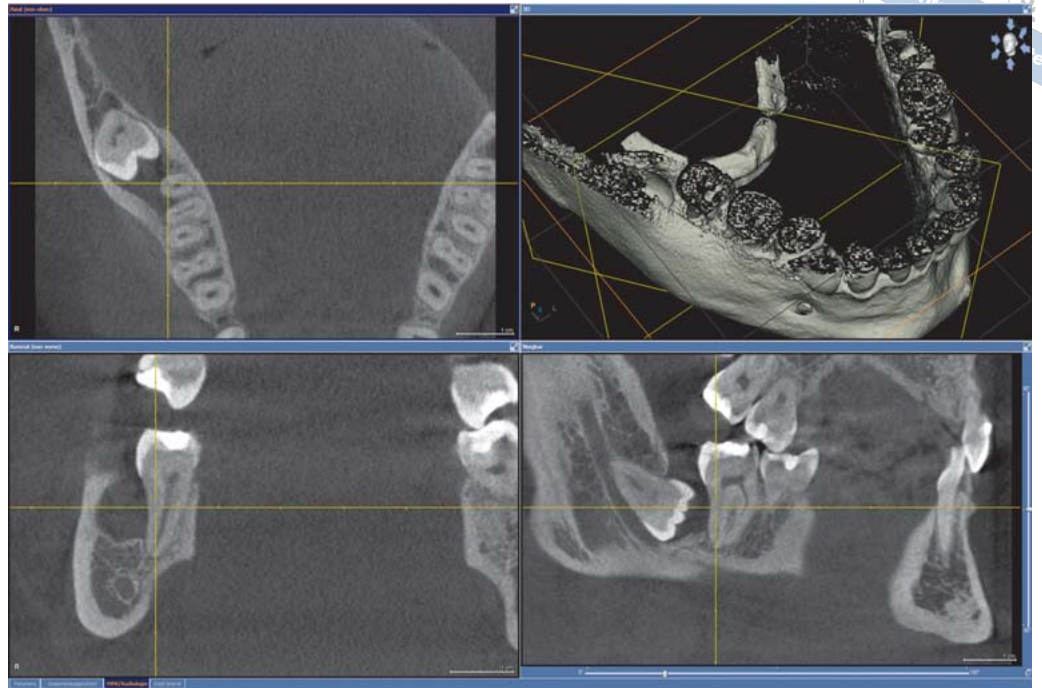
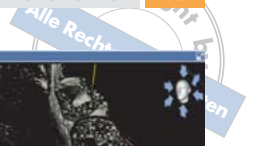
**Abb. 4-31a** Langjährig therapierte aggressive Parodontitis mit generalisiertem Knochenabbau an allen Zähnen.



**Abb. 4-31b** Klinischer Befund vor der Extraktion der Zähne im Rahmen einer Parodontaltherapie. Aufgrund des Nikotinkonsums zeigte sich keine Blutung auf Sondierung.



**Abb. 4-32** Unvollständig sich darstellende Wurzelfüllung am Zahn 36 mit periapikaler Osteolyse an der mesialen Wurzel und trichterförmigem vertikalem Knocheneinbruch an der distalen Wurzel



**Abb. 4-33** Follikuläre Zyste am teilretinierten Zahn 48 mit ausreichendem Abstand zum Canalis mandibulae; Schädigung des parodontalen Halteapparates am Zahn 47 und Bifurkationsbefall.





# Sachregister

*Hinweis: Der Buchstabe A nach Seitenzahlen verweist auf Abbildungen, der Buchstabe T auf Tabellen.*

## A

Abformung, optische 215, 217A, 251A  
 Alveolarfortsatzdistraktion 249, 254–256A, 262–263A  
 Alveolarfortsatzfrakturen 118, 120, 120A  
 Ameloblastom 135, 139–140A  
 Anatomie (radiologische Darstellung)  
   Gesichtsschädel 27  
   Oberkiefer 27–28, 28–32A  
   Unterkiefer 33, 33–37A  
 Ankylose  
   Kiefergelenk 111–112, 114A  
   Zähne 103  
 Anodontie 41–42  
 Approximalkaries 58A  
 Arteria alveolaris superior 240A  
 Arteria palatina 32A  
 Arthrosis deformans 111  
 Atlas 37A  
 Aufnahmebereich (DVT) 7A  
 Aufnahmedauer (DVT) 20–21

## B

Bariumsulfat 204  
 Beckenkammtransplantat 212A, 249, 250A  
 Befundungsplan 27  
 Bewegungsartefakte 7, 20–21, 22A  
 Bewegungsunschärfe 19  
 Bifurkationsbefall 69A  
 Bildqualität  
   Definition 17  
   Dynamikbereich 17  
   Einflussfaktoren 19–21  
   Kontrast 17–18  
   Rauschen 18  
   Schärfe 18  
 Bildrekonstruktion 4, 5A  
 Bildverstärkersysteme 10–11  
 Bisphosphonattherapie 153–154  
 Blattimplantate 192A  
 Body-Mass-Index (BMI) 21  
   und Bildeindruck 23A

## Bohrhülsen

CAD/CAM-basierte Positionierung 203  
 manuelle Positionierung 203, 205A  
 Systeme 216, 219A  
 Bohrschablone(n) 207A, 220A, 213A, 237A  
   Genauigkeit 257, 258A  
   Herstellung 203–204, 215–216  
 Bonnet-Stellung 108  
 Brennfleckgröße 10

## C

Canalis  
   incisivus 28, 29A  
   mandibulae 34A, 35A, 74A, 75A, 76A, 198A  
   palatinus 28, 29A  
 Carnoy-Lösung 132  
 Chondromatose, synoviale 108  
 Computertomografie (CT) 3  
 Crista zygomaticoalveolaris (CZA) 231

## D

Darstellung von DVT-Daten 11–14  
   als Panoramaschichtaufnahme 13, 14A  
   dreidimensional 11–12  
   oberflächenbasiert 12, 13A  
   volumenbasiert 12, 13A  
 Dens axis 37A  
 Dentitio difficilis 71  
*Detective Quantum Efficiency* (DQE) 11  
 Dilazeration 52, 53A  
*Dish face* 120  
 Dislocatio ad axim 123A  
 Distomolaren 97, 101–102A  
 Distraktionsosteogenese 249  
 Ductus mandibularis 189  
 DVT-System, dentales  
   Aufnahmebereich 7A  
   Aufnahmegeometrie 10A  
   Bildkette 8–11  
   Isozentrum 7  
   Patientenpositionierung 6–7, 7A, 19–20, 20A

Strahlenbelastung 7, 39  
 Dysostosis cleidocranialis 106A, 110A  
 Dysplasie, fibröse 149, 151A

## E

Einzelphotonen-Emissionscomputertomografie (SPECT) 3  
 Endodontie (DVT-Diagnostik in der) 59, 60–64A  
 Endo-Paro-Läsionen 66  
 Evaluierung  
   postoperative (Implantattherapie) 257  
   qualitative, des Knochenangebots 197, 199–201A  
   quantitative, des Knochenangebots 197, 198A  
 Exartikulation 118  
 Exostosen 146  
 Extrusionsluxation 118

## F

Feldkamp-Algorithmus 5–6  
 Fensterung 17–18, 18A  
   Center 17  
   Width 17  
 Fibrom, ossifizierendes/zementifizierendes 146  
 Fibroodontom, ameloblastisches 135, 137–139A  
 Field of View (FOV) 8A, 20, 28  
 Flachbilddetektoren 10, 11  
 Foramen  
   incisivum 28, 29A  
   linguale 36A  
   mentale 33, 34A, 35A  
   palatinum 28, 29A  
 Frakturzeichen  
   direkte 120  
   indirekte 120  
 Fremdkörper in der Kieferhöhle 177, 178–182A  
 Frontzahntrauma 118A

## G

Gehörgang 31A  
 Gelenkfortsatzfraktur 123–124A  
 Gesichtsschädelfrakturen 120–122  
 Gingivitis 65

## H

Hounsfield, Godfrey 3  
 Hounsfield-Skala 4, 5A  
 Hounsfield-Units 4, 5A  
 Hülse-in-Hülse-System, Genauigkeit 257, 258A  
 Hülsensysteme 216, 219A  
 Hyperodontie 42, 46–47A  
 Hyperparathyreoidismus (HPT) 149  
 Hypodontie 41–42, 42–45A

## I

Implantat(e)  
   Genauigkeit der Position 257, 258A  
   in der Kieferhöhle 179–180A, 192A  
 Implantation  
   geführte 208A, 213A, 221A  
   Oberkiefer 223–224, 227–230A  
   Unterkiefer 223, 224–227A

Implantatplanung 204  
   dreidimensionale 195, 236A  
   indikationsspezifische 223–224  
   klassische 195  
   Planungsreport 213A  
   technische Umsetzung 203–204, 205–214A  
 Implantatposition  
   angulierte 208–209A, 224  
   Genauigkeit 257, 258A  
   ungünstige 259, 261–263A  
 Indikation, rechtfertigende 39  
 Isozentrum 7

## K

Karies 55, 56–57A  
   profunda 79  
 Kariesdiagnostik 39, 55, 56–59A  
   DVT- vs. Bissflügelaufnahme 55  
 Kariesprävalenz 55  
 Kariestherapie 55  
 Kegelstrahl 5  
 Kegelstrahlgeometrie 6A  
 Kegelstrahlrekonstruktion 5–6  
 Keilbeinhöhle 28, 31A  
 Keratozyste *s. keratozystischer odontogener Tumor*  
 keratozystischer odontogener Tumor (KOT) 82A, 131–132, 134–135A, 178  
   Therapie 132  
 Kiefergelenk  
   bösartige Tumoren 108, 110A  
   Darstellung im DVT 108–109A  
   Entwicklungsstörungen 107–108  
   Frakturen 123–124A  
   Gelenkspalt 33A  
 Kiefergelenksarthrose 111, 114A  
 Kiefergelenkserkrankungen  
   entzündliche 108  
   primär erworbene 108  
   sekundär erworbene 111–112  
 Kieferhöhle 28, 30A  
   Anomalien 169, 170–173A  
   Aplasie 169  
   Entwicklung 169  
   Fremdkörper in der 177, 178–182A  
   Hyperplasie 169  
   Hypoplasie 169  
   Ostium naturale 30A  
   Tumoren in der 178, 185A  
   Zahnluxation in die 160–161A  
   Zysten in der 177–178, 183–185A  
 Kieferhöhlenschleimhaut 239  
   Hyperplasie 123A, 125A, 134A, 178A, 184A  
   Hypertrophie 177A  
   lokalisierte Schwellung 244A  
   Perforation 241A  
   Proliferation 84A, 192A  
 Kieferhöhlensepten 169, 171–173A, 239  
 Kieferzysten 127  
*knife-edge ridge* 223  
 Knochenangebot  
   qualitative Evaluierung 197, 199–201A  
   quantitative Evaluierung 197, 198A  
 Knochenaugmentation, laterale 221A, 232A



Knochenblocktransplantat  
 CAD/CAM-hergestelltes 231, 233A  
 retromolar entnommenes 235A, 245A  
 vom Beckenkamm 250  
 Knochenentnahme  
 enorale 231  
 retromolare 245A  
 vom Beckenkamm 249  
 Knochenersatzmaterial  
 disloziertes 181–182A  
 unvollständig ossifiziertes 159, 165A  
 Knochennekrosen, avaskuläre, nach Bisphosphonattherapie 153–154, 157A  
 Knochentransplantation  
 enorale 231, 234–239A, 245–246A  
 Ferntransplantation 249, 249–263A  
 Spenderareale 231  
 Komplikationen (Implantattherapie) 259, 260–263A  
 kondyläre Dysplasie 107–108  
 kondyläre Hyperplasie 107  
 Kontrast 17–18  
 Krepitation 120  
 Kronenfrakturen 117  
 Kronen-Wurzel-Frakturen 117  
 Kunststoff, radioopaker 204

## L

Läsionen, nicht neoplastische 149  
 Le-Fort-Frakturen 120, 121  
 Linea mylohyoidea 234A, 238A  
 Linea obliqua 33  
 Loop (Canalis mandibulae) 33, 34A  
 Luxation 118  
 periphere 118  
 zentrale 118

## M

Magnetresonanztomografie (MRT) 3  
 bei der Kiefergelenksdiagnostik 107  
 Makrodonkie 47, 49–52A  
 Masterhülsenführung, Genauigkeit 257, 258A  
 Mesiodentes 97, 97A, 98A  
 Metallartefakte 21, 23–25A, 191  
 Metallosen 159, 164A  
 Mikrodonkie 47, 48A, 102A  
 Mittelgesichtsfrakturen 121–122, 125A  
 Mukozelen 169, 177  
 Mund-Antrum-Verbindung (MAV) 169, 174A  
 Myelom, multiples 153  
 Myxom, odontogenes 136, 142A

## N

Nasenbeinfrakturen 120, 121  
 Nasenmuscheln 28, 30A  
 Nasennebenhöhlenaufnahme (NNH) 121–122  
 Nasenpiercing 166A  
 Nasenscheidewand 28, 30A  
 Nasenskelettfrakturen 120  
 Nervus alveolaris inferior 74A  
 Kompression 259  
 Loop 33, 34A  
 Verlauf 231  
 Nervverletzung 259, 260A

## O

Odontome 136, 140–141A  
 okklusales Trauma 66  
 Oligodontie 41–42, 42–45A  
 Orbitabodenfrakturen 120  
 Osteochondrom 108  
 Osteolyse, apikale 60–61A  
 Osteolyse, schlüsselförmige 192A  
 Osteome 146  
 Osteomyelitis 149, 150A

## P

Pamidronsäure 154  
 Papillom, invertiertes 170, 185A  
 Paramolaren 97, 98–100A  
 Parodontitis 65  
 aggressive 65–66, 67–68A  
 als Manifestation von Systemerkrankungen 66  
 chronische 65  
 Parodontologie (DVT-Diagnostik in der) 65–66, 67–69A  
 Paro-Endo-Läsionen 66  
 Patientendosis 7–8  
 Patientenpositionierung 6–7, 7A, 19–20, 20A  
 Periimplantitis 191, 191–194A  
 apikale 193–194A  
 Phlebolithen 112, 115A  
 Plasmazytom 153, 156A  
 Plattenepithelkarzinome 149, 152–153A  
 Positronen-Emissionstomografie (PET) 3  
 Processus  
 coronoideus 110A  
 styloideus 32A  
 Processus-coronoideus-Fraktur 124A  
 Prothetikvorschlag  
 digitaler (CEREC) 204, 217  
 in radioopakem Kunststoff 204, 205A  
 Pseudozysten der Kiefer 154, 158A

## Q

Quantenausbeute 11

## R

Ramus ascendens mandibulae 33  
 Rauschen 18  
 Referenzplatte 215  
 Residualzysten 128, 131A  
 Resorptionen 103, 105A  
 Restaurationen, röntgendichte 21  
 Retentionen 67A, 71, 103  
 generalisierte 103, 105–106A  
 Häufigkeit 71  
 Rhinopathie, allergische 170, 177A  
 Riesenzellgranulom, zentrales 136, 145–146A  
 Röntgen, Wilhelm Conrad 3  
 Röntgenschablone 204, 205–206A

## S

Sarkom  
 osteogenes 149–153, 155A  
 synoviales 110A  
 Sattelnase 120

Schablonenherstellung 215–216  
 dezentrale 203  
 zentrale 203–204

Schärfe 18

Schichtbildaufnahmen 3–4, 5A  
 Darstellung 4

Schleimhautretentionszyste 177

Sella turcica 31A, 37A

Sensibilitätsstörung 259

Septen (Kieferhöhle) 169, 171–173A, 239

Sialolithiasis 187, 188–190A

Siebbeinzellen 28, 31A

Sinusbodenelevation 239, 240–248A

Sinusitis maxillaris 169–170, 173–176A

akute Phase 170

dentogene 173A

nach Sinuslift 174A

Spiegelbildung 170

Speicheldrüsentumoren 187

Speichelsteine 187, 188–190A

Stafne-Kavität 154, 158A

Stensen-Gang 188A

Strahlenqualität 10

Strukturverletzungen, iatrogene 159, 161A, 166–168A

Subluxation 117–118

## T

Telekanthus 120

Torus

mandibulae 146, 148A

palatinus 146, 147A

Trauma, okklusales 66

Tumor(en)

adenomatoider odontogener (AOT) 136, 142A

braune 149, 151A

der Speicheldrüsen 187

in der Kieferhöhle 178, 185A

maligne 149–154

odontogene 135–136, 137–146A

osteogene 146, 147–148A

## U

Überlagerung 204

DVT/digitales Wax-up 217–218A, 236A

DVT/optische Abformung 217–218A, 252A

Unterkieferfrakturen 121, 122A

Bruchkombinationen 121

Lokalisationen 121

relative Inzidenz 121

Symptome 121

## V

Verletzungen, dentoalveoläre 117–118

Verwackeln 7

Volumentomografie 4–6

im Dentalbereich 6–9

## W

Wharton-Gang 190A

Wax-up, digitales 204, 217A, 251A

Überlagerung in der DVT 236

Weisheitszähne

retinierte 71–72, 72A, 73–79A, 83A

verlagerte 71–72, 73A, 74A, 80–81A, 83–85A

Wiener-Spektrum 19

Wurzeldilazeration 105A

Wurzel dysplasie 52, 53A

Wurzelfrakturen 117, 118–119A

Wurzelfüllmaterial

am Nervkanal 162A

in der Kieferhöhle 182A

Wurzelresorption 52, 54A, 104A

Wurzelreste 159, 162–163A, 178–179A

Wurzelspitzenresektion 62–63A

## Z

Zahnformanomalien 41, 47–52, 48–54A

Zahnfrakturen 117, 118A

Zahnhalskaries 58A

Zahn längsfraktur 63A

Zahnstein 64A

Zahnüberzahl 42, 46–47A

Zahnunterzahl 41–42, 42–45A

Häufigkeit 41

Zahnverlagerung 85–86

Eckzähne 85–87, 87–89A, 90–91A

Häufigkeit 85

Schneidezähne 85, 86A

Seitenzähne 86, 91A–96A

Zahnzahl anomalies 41–42, 42–47A

Zementoblastom 136, 143–145A

Zoledronsäure 154

Zungenbein 37A

Zyste(n) 127

entzündliche 128

follikuläre 69A, 131, 132–133A, 178, 185A

Häufigkeit 127

in der Kieferhöhle 177–178, 183–185A

Pseudozysten 154, 158A

radikuläre 128, 128–130A, 178, 183–184A

radiologische Kriterien zur Diagnosestellung 127T

Residualzysten 128, 131A

subchondrale 111A