

**Die dentale Volumentomographie**  
**in Diagnostik und Nachsorge fibro-ossärer Läsionen**

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Dr. med. dent.

an der Medizinischen Fakultät  
der Universität Leipzig

eingereicht von:

Andrea Düerkop  
geboren am 17.03.1985 in Haldensleben

angefertigt am:

Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin  
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie

Betreuer:

Prof. Dr. Dr. Alexander Hemprich

Beschluss über die Verleihung des Doktorgrades vom:

22. November 2011

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LITERATURÜBERSICHT</b> .....	<b>3</b>
2.1 DENTALE VOLUMENTOMOGRAPHIE .....	3
2.2 DIE GRUPPE DER MAXILLOFAZIALEN FIBRO-OSSÄREN LÄSIONEN .....	6
2.2.1 Ossäre Dysplasien .....	8
2.2.2 Ossifizierende Fibrome .....	15
2.3 DIFFERENTIALDIAGNOSTISCHE BETRACHTUNG FIBRO-OSSÄRER LÄSIONEN.....	24
<b>3. AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>37</b>
<b>4. MATERIAL UND METHODE</b> .....	<b>38</b>
4.1 ABLAUF DER STUDIE.....	38
4.2 RÖNTGENGERÄTE .....	39
4.3 BILDAUSWAHL UND BILDZUSAMMENSTELLUNG .....	41
4.4 PRÄSENTATION UND BEWERTUNG DER RÖNTGENAUFNAHMEN.....	42
4.5 STATISTISCHE ANALYSE .....	44
4.6 LITERATURRECHERCHE.....	46
<b>5. ERGEBNISSE</b> .....	<b>48</b>
5.1 RÖNTGENOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN FIBRO-OSSÄRER LÄSIONEN .....	49
5.2 ABBILDUNGSQUALITÄT FIBRO-OSSÄRER LÄSIONEN IN OPG- UND DVT- AUFNAHMEN....	53
5.3 METALLARTEFAKTE .....	55
<b>6. DISKUSSION</b> .....	<b>57</b>
6.1 ALLGEMEINER TEIL.....	57
6.2 DISKUSSION DER ERGEBNISSE .....	60
6.2.1 Röntgenologische Eigenschaften fibro-ossärer Läsionen .....	60
6.2.2 Abbildungsqualität fibro-ossärer Läsionen in OPG-, DVT- und CT- Aufnahmen...	63
6.2.3 Metallartefakte .....	68
6.3 MANAGEMENT UND NACHSORGE .....	69
6.4 SCHLUSSFOLGERUNGEN .....	72
<b>7. ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>74</b>
<b>8. BILDQUELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>78</b>
<b>9. LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>79</b>
<b>10. ANHANG</b> .....	<b>91</b>

# Bibliographische Beschreibung

Düerkop, Andrea

Die dentale Volumentomographie in Diagnostik und Nachsorge fibro-ossärer Läsionen

Universität Leipzig, Dissertation  
77 S., 169 Lit., 33 Abb., 8 Tab., 1 Anlage

## Referat:

Die Radiologie fungiert als wesentliches Instrument in der Diagnostik und Nachsorge fibro-ossärer Läsionen (FOL). Hierbei gewinnen überlagerungsfreie, dreidimensionale Aufnahmen aufgrund der im Kopf-Halsbereich vorhandenen hohen Dichte und Vielfalt anatomischer Strukturen und der damit einhergehenden Fülle von Differentialdiagnosen an Bedeutung. Anhand der Studie wurden die röntgenologischen Charakteristika von ossären Dysplasien (OD) und ossifizierenden Fibromen (OF) im dentalen Volumentomogramm herausgestellt, sowie diagnostische und therapeutische Vorteile der dentalen Volumentomographie (DVT) im Vergleich zur Orthopantomographie (OPG) und Computertomographie (CT) ermittelt und gegenübergestellt.

Zu diesem Zwecke wurden anhand eines Fragebogens 18 Röntgenbildpaare (OPG-DVT) von FOL durch zehn Betrachter auf (A) deren röntgenologische Eigenschaften sowie Metallartefakte befundet und (B) deren Abbildungsqualität von sehr gut (1) bis schlecht (5) bzw. nicht beurteilbar bewertet. Insgesamt wurden 360 Analysebögen ausgewertet. Entitäts- und röntgentechnikspezifische Unterschiede wurden statistisch ermittelt. Die Abbildungsqualitäten der DVT und CT wurden auf Grundlage einer intensiven Literaturrecherche verglichen. Die Ergebnisse dieser Studie stellten signifikante Unterschiede in den röntgenologischen Eigenschaften von OD und OF heraus. Acht von zehn Strukturen zeigten in den DVT-Aufnahmen eine signifikant bessere Abbildungsqualität im Vergleich zu den OPG-Aufnahmen. Die teilweise gravierenderen Befunde in den DVT-Aufnahmen deuteten auf eine Unterinterpretation dieser Befunde im OPG hin. Die Literaturrecherche zu Gegenüberstellungen der Abbildungsqualitäten in CT und DVT wies nahezu ausnahmslos auf eine Überlegenheit der DVT hin.

## Abkürzungsverzeichnis

ABC	aneurysmatische Knochenzyste
CBCT	cone beam computed tomography
CSO	chronisch sklerosierende Osteomyelitis
CT	Computertomographie
DVT	dentale Volumentomographie
FD	fibröse Dysplasie
FGZ	familiäres gigantiformes Zementom
FOL	fibro-ossäre Läsionen
FPD	flat panel detector
ICC	Interklassen-Korrelationskoeffizient
JOF	juveniles ossifizierendes Fibrom
JPOF	juveniles psammomatoides ossifizierendes Fibrom
JTOF	juveniles trabekuläres ossifizierendes Fibrom
KOF	konventionelles ossifizierendes Fibrom
MSCT	multislice computed tomography
n.b.	nicht beurteilbar
OD	ossäre Dysplasie
OF	ossifizierendes Fibrom
OPG	Orthopantomographie
ROI	region of interest
WHO	World Health Organization

## 1. Einleitung

Bei kaum einer anderen Problematik ist die interdisziplinäre Kooperation zwischen Klinikern, Pathologen und Radiologen von so essentieller Bedeutung wie bei der Erkennung, Behandlung und Nachsorge tumoröser Veränderungen (Rother 2001). Die Radiologie fungiert hierbei als wesentliches Instrument in der Diagnostik von fibro-ossären Läsionen (FOL). Bereits 1972 unterstrichen Eversole et al. die Wichtigkeit histologische Befunde mit klinischen und radiologischen Befunden zu korrelieren und erst anhand einer Gesamtschau aller Parameter eine definitive Diagnose zu stellen.

Die im Kopf- und Halsbereich vorliegende hohe Dichte und Vielfalt anatomischer Strukturen und die damit verbundene Fülle pathologischer Entitäten stellen höchste Anforderungen an die Bildgebung. Meist werden FOL als Zufallsbefund bei Röntgenaufnahmen aus anderer Indikation entdeckt und deren Entwicklung mit Hilfe von Kontrollaufnahmen in Form eines Orthopantomogramms verfolgt. Obgleich diese Bildgebung weit verbreitet ist und eine geeignete und kostengünstige Technik bei gleichzeitig geringer Strahlenbelastung darstellt, weist sie diverse Limitationen auf. Neben der eingeschränkten Beurteilbarkeit der anterioren Kieferregion, verfälschen die bei allen konventionellen Röntgenaufnahmen vorkommenden Summationseffekte, Vergrößerungen und Verzerrungen die Relationen (Düker 2000). Demzufolge ist die zweidimensionale Darstellung herkömmlicher Röntgenaufnahmen zur zweifelsfreien Deutung dreidimensionaler Strukturen oft nicht ausreichend (Ziegler et al. 2002). Nicht selten werden in diesen Fällen weiterführende diagnostische Verfahren wie Knochenbiopsien eingesetzt. Eine genaue Kenntnis osteolytisch-osteosklerotischer Prozesse, deren Pathogenese sowie deren klinisches und radiologisches Erscheinungsbild können jedoch in der Regel zu einer Diagnose und einem entsprechenden Therapieansatz führen (Marx und Stern 2003b).

Lassen sich also bei komplexen Fragestellungen Röntgenbilder konventioneller Methoden nicht eindeutig den anatomischen Strukturen zuordnen, wird ein dreidimen-

sionales bildgebendes Verfahren zur exakten Darstellung der anatomischen Strukturen notwendig (Schulze et al. 2009, Ziegler et al. 2002).

Zur Morphologie der FOL im Computertomogramm existiert zahlreiche Literatur (MacDonald-Jankowski 2004, Moon et al. 2007, Panda et al. 2007 u.w.). Die Sichtung der englisch- und deutschsprachigen Fachliteratur zu FOL, bei denen die radiologische Diagnostik mit Hilfe der dentalen Volumentomographie (DVT) erfolgte, ergab lediglich vier Fallbeschreibungen in zwei Veröffentlichungen (Ramesh und Pabla 2008, Hoffmann 2008). Obwohl in zahlreichen Studien gezeigt werden konnte, dass die DVT im Vergleich zur konventionellen Computertomographie (CT) vergleichbare und sogar bessere Darstellungsmöglichkeiten knöcherner Strukturen bei zugleich geringerer Strahlenexposition liefert (Mozzo et al. 1998, Ziegler et al. 2002, Hashimoto et al. 2003 u.w.), scheint es, als habe sich die DVT bisher nicht als Hauptdiagnostikum der maxillofazialen FOL durchsetzen können.

Die folgende Literaturübersicht soll das Spektrum der fibro-ossären Läsionen aufzeigen und wichtige differentialdiagnostische Entitäten beschreiben. Ferner soll sie eine Übersicht zur Technologie der DVT liefern.

Anhand der Studie sollen die röntgenologischen Charakteristika von ossären Dysplasien (OD) und ossifizierenden Fibromen (OF) im dentalen Volumentomogramm herausgestellt, sowie mögliche diagnostische und therapeutische Vorteile der DVT im Vergleich zur Orthopantomographie (OPG) und CT ermittelt und gegenübergestellt werden.

## 2. Literaturübersicht

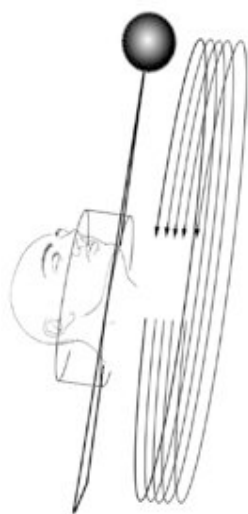
### 2.1 Dentale Volumentomographie

Bei der dentalen Volumentomographie, im englischen Sprachgebrauch auch *cone beam computed tomography* (CBCT), handelt es sich um eine digitale Aufnahmetechnik, welche es ermöglicht, anatomische Strukturen der maxillofazialen Region exakt, dreidimensional und metrisch auswertbar darzustellen (Cacaci et al. 2007).

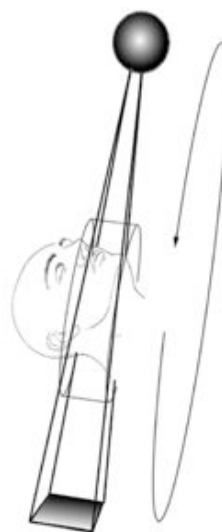
Seit Einführung des ersten DVT-Gerätes NewTom 9000 (Quantitative Radiology, Verona, Italien) im Jahr 1998 wurden eine ganze Reihe weiterer Geräte auf den Markt gebracht. Hierbei wurde im Entwicklungsverlauf Wert auf eine Reduzierung der Strahlendosis, eine Verkleinerung der Voxelgröße sowie auf ein kompakteres und platzsparendes Design gelegt. Weiterhin unterscheiden sich die Geräte in der Größe des Röntgenvolumens sowie in der verwendeten Software. Aktuelle Entwicklungen sind Kombinationsgeräte aus Orthopantomograph und Volumentomograph sowie die Verwendung eines *flat panel detectors* (FPD) zur Verbesserung der Kontrastauflösung zwischen Hart- und Weichgewebe (Hirsch et al. 2008b).

Dentale Volumentomographen unterscheiden sich von konventionellen Computertomographen grob in zwei Punkten. Zum einen sind sie mit einer energieeffizienteren Röntgenröhre, ähnlich der eines Orthopantomographen, ausgestattet. Zum anderen zeigt das Strahlenbündel des dentalen Volumentomographen eine abweichende Form. Bei der *multislice computed tomography* (MSCT) erfolgt die Erfassung durch ein fächerförmiges und damit zweidimensionales Strahlenbündel in mehreren Umdrehungen um das zu erfassende Objekt (vgl. Abb. 1a). Im Gegensatz hierzu basiert die Gerätetechnik der DVT auf dem Konusstrahlverfahren (*cone beam*). Hierbei wird das zu detektierende Volumen bei stationärem Patienten durch eine einzige Rotation des Detektors mit einem kegelförmigen und somit dreidimensionalen Röntgenstrahlbündel erfasst (Hashimoto et al. 2006). Die Spitze dieses Kegels stellt hierbei die Strahlenquelle, der Boden den Sensor dar (vgl. Abb. 1b). Der Röntgenstrahl trifft hinter dem

Objekt auf einen radiologischen Bildverstärker, welcher die Röntgenstrahlen in sichtbares Licht umwandelt. Eine Kamera zeichnet das Röntgenvideo auf. Aus dem hierbei entstehenden Rohdatensatz können zweidimensionale Schnittbilder in sagittaler, koronaler und transversaler Ebene sowie in dreidimensionaler Ansicht errechnet und anschließend vom Betrachter am Computer durchwandert werden.



**Abb. 1a:** Funktionsprinzip der MSCT  
Quelle: Hirsch et al. (2002)



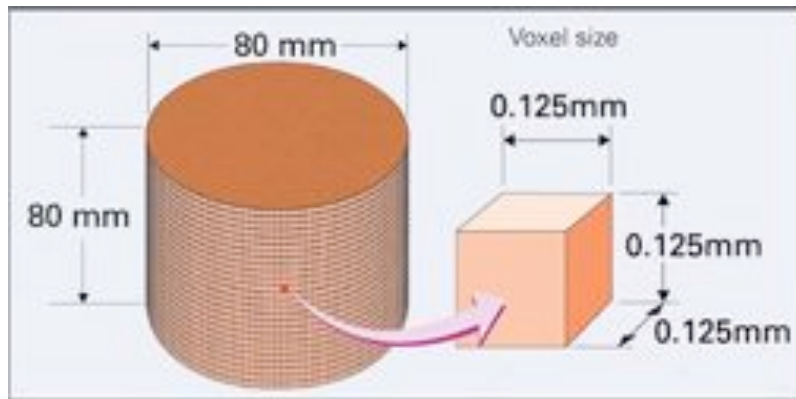
**Abb. 1b:** Funktionsprinzip der CBCT

Die Schichtdicke dieser Schnittbilder wird bestimmt durch die Kantenlänge der Voxel (*volumetric pixel*), welche die kleinsten darstellbaren Volumenelemente in Form eines Würfels darstellen (Hoffmann 2008). Bei der CBCT ist die Voxelgröße in allen Raumachsen identisch (isotrop) und liegt am Beispiel des 3D Accuitomo 80 bei  $0.125 \text{ mm}^3$  (vgl. Abb. 2).

Die DVT stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt das höchstauflösende dreidimensionale Röntgenverfahren dar (Hirsch 2003). Übertroffen wird sie nur durch die Gruppe der intraoralen zweidimensionalen Aufnahmetechniken, zu denen Einzelzahnfilme, Bissflügelaufnahmen und Okklusalaufnahmen gehören. Das Auflösungsvermögen dieser Röntgenfilme wird mit über zehn Linienpaaren/mm von keiner anderen Technik erreicht (Pasler und Visser 2000). Durch eine Reduktion der Voxelgröße auf bis zu  $0.076 \text{ mm}^3$



(Kodak 9000 3D) können DVT-Aufnahmen maxillofaziale Strukturen detailliert darstellen und besitzen damit eine hohe diagnostische Qualität.



**Abb. 2:** Das Röntgenvolumen des 3D Accuitomo 80 (J. Morita) mit einem Durchmesser sowie einer Höhe von 80 mm besteht aus isotropischen Voxeln mit einer Seitenlänge von jeweils 0.125 mm. Quelle: Profident

## Anwendungsbereiche

Die Grundlage zur Anfertigung einer DVT-Aufnahme stellt, wie bei jeder Röntgenuntersuchung, die rechtfertigende Indikation dar. Hierbei hat nach § 23 der Röntgenverordnung (RöV 2002) „der gesundheitliche Nutzen der Anwendung am Menschen gegenüber dem Strahlenrisiko“ zu überwiegen.

Die DVT findet ihre Anwendung in der dreidimensionalen Bildgebung kraniofazialer Regionen. Sie bietet klare, kontrastreiche Bilder und eignet sich zur deutlichen Evaluierung von Hartgeweben (Baba et al. 2004, Ziegler et al. 2002). Zur Weichgewebsdiagnostik dienen DVT-Geräte nur eingeschränkt, da eine Differenzierung hier schwer möglich ist (Holberg et al. 2005, Hashimoto et al. 2006).

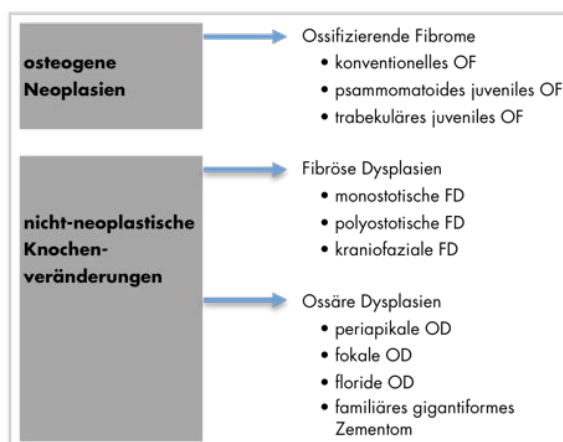
Eine Anwendung der DVT kann für die Bereiche der Parodontologie (Mengel et al. 2005), Endodontologie (Hannig et al. 2005, Lofthag-Hansen et al. 2007), Funktionsdiagnostik (Meng et al. 2007), Kieferorthopädie (Hirschfelder 2008), Implantologie (Guerrero et al. 2006), Oralchirurgie (Flygare und Ohman 2008) und Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (Haßfeld et al. 2008, Fullmer et al. 2007) empfohlen werden.

Hierbei bildet die DVT zum derzeitigen Stand eine ergänzende Röntgenuntersuchung zu den zweidimensionalen Techniken (Schulze et al. 2009). Demzufolge kommt sie erst dann zum Einsatz, wenn konventionelle Röntgenaufnahmen aufgrund von Summationseffekten keine eindeutige Aussage zulassen.

Die Indikationen im Bereich der Oralchirurgie sowie der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie sollen gegenstandsbezogen näher betrachtet werden. Nach der Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) besteht bei „intraossären pathologischen Veränderungen, wie odontogenen Tumoren oder größeren periapikalen knöchernen Läsionen“ (Schulze et al. 2009: 6) die Indikation zur Anfertigung einer DVT-Aufnahme. Somit ist die Rechtfertigung zur Anfertigung eines dentalen Volumentomogramms bei Verdacht auf fibro-ossäre Läsionen gegeben.

## 2.2 Die Gruppe der maxillofazialen fibro-ossären Läsionen

Unter dem Begriff der FOL werden verschiedene ossäre Läsionen subsumiert, denen gemeinsam ein Ersatz von Knochen durch eine bindegewebige Matrix mit unterschiedlichem intraläsionalem Gehalt an Hartgewebe ist (Lichtenstein und Jaffé 1942, Jaffé 1953, Waldron 1985).



**Abb. 3:** aktuelle WHO Klassifikation fibro-ossärer Läsionen nach Barnes et al. 2005. Quelle: eigene Darstellung

Gemäß der aktuellen Klassifikation der World Health Organization (WHO) nach Barnes et al. (2005) werden unter der Gruppe der fibro-ossären Läsionen drei Entitäten gezählt: 1. die ossifizierenden Fibrome (OF), 2. die fibrösen Dysplasien (FD) und 3. die ossären Dysplasien (OD).

Diese Läsionen variieren in ihrer Lokalisation, ihrer Zusammensetzung mineralisierter Komponenten und ihrem klinischem Verhalten. Trotz der großen histologischen Übereinstimmung sind für eine präzise Diagnosestellung klinische und radiologische Korrelationen von entscheidender Bedeutung (Eversole et al. 1972), da für die jeweiligen Subtypen unterschiedliche Therapiekonzepte bestehen.

Grundsätzlich werden fibro-ossäre Läsionen odontogenen Ursprungs, welche nur im Kieferknochen auftreten, von nicht odontogenen fibro-ossären Läsionen unterschieden, welche sich im gesamten Skelettsystem manifestieren können (Prein et al. 1985, Sloopweg 1996, Rosenberg et al. 1999). Kramer et al. (1992) ordneten die OF den benignen, knochenbildenden Neoplasien zu. Indes werden die FD sowie die OD als nicht-neoplastische, tumorähnliche Läsionen betrachtet (Lichtenstein 1938, Kramer et al. 1992, Barnes et al. 2005).

Die im klinischen Alltag noch gebräuchlichen Begriffe *zemento-ossifizierendes Fibrom* und *zemento-ossäre Dysplasie* wurden mit der neuen WHO-Klassifikation auf die Begriffe *ossifizierendes Fibrom* und *ossäre Dysplasie* reduziert (Sloopweg und El Mofty 2005). Die jahrzehntelange Diskussion zur Frage, ob Zement vorliegt oder nicht, wurde hiermit in vereinfachender Weise geklärt (Reichart et al. 2006).

Die Diagnostik, Therapie und Nachsorge der FOL stellt sich aufgrund von klinischen, radiologischen und histologischen Überschneidungen schwierig dar und verursacht häufig Verwirrung bei Radiologen, Pathologen, Oral- und MKG- Chirurgen. Erschwerend hinzu kommen uneinheitliche Klassifikationen und unterschiedliche therapeutische Konzepte (MacDonald-Jankowski 2004).

### 2.2.1 Ossäre Dysplasien

Die ossären Dysplasien stellen die häufigste Form der FOL der Kiefer dar. Die WHO definiert die Gruppe der ossären Dysplasien als gutartige, nicht neoplastische Läsionen, welche im Periapex des zahntragenden Alveolarfortsatzes lokalisiert sind (Slootweg 2005). Da sich OD ausschließlich in zahntragenden Kieferabschnitten entwickeln, wird angenommen, dass sie aus pluripotenten Zellen des parodontalen Ligaments, welche Knochen, Zement oder Bindegewebe ablagern können, hervorgehen (Slootweg 2009, Yoshikawa und Kollar 1981, Neville und Albenesius 1986). Die Bezeichnung *Dysplasie* bezieht sich sowohl auf die abnorme Produktion, als auch auf die gestörte Entwicklung von Knochen und zementartigem Material (Brannon und Fowler 2001). Man unterscheidet 1. die periapikale OD, 2. die fokale OD, 3. die floride OD und 4. das familiäre gigantiforme Zementom (FGZ). Die Bezeichnungen der Subtypen 1 bis 3 sind lediglich topographischer Natur. Sie stellen Variationen der gleichen Erkrankung dar.

#### Ätiologie

Aufgrund der deutlichen Prädilektion bei Frauen verdächtigten Zegarelli et al. (1964b) bei den ersten drei Formen der OD eine Hormonstörung als kausalen bzw. verstärkenden Faktor. Thakkar et al. (1993) berichteten von einem multiplen Auftreten einer periapikalen OD innerhalb einer Familie. Jedoch kann angenommen werden, dass es sich in diesem Fall um eine minimal ausgeprägte Variante eines FGZ, auch bekannt als familiäre floride OD, handelte. Diese ist im Gegensatz zu den anderen drei Formen der OD vererblich und zeigt einen autosomal-dominanten Erbgang mit wechselnder Expression (Abdelsayed et al. 2001, Young et al. 1989).

#### Epidemiologie

Nach Waldron (1993) stellt die fokale OD die häufigste Form der fibro-ossären Läsionen der Kiefer dar. Bei der periapikalen Form der OD kann eine eindeutige

Prädilektion bei schwarzen Frauen mittleren Alters (30. bis 50. Lebensjahr) festgestellt werden (Neville und Albenesius 1986). Nach Summerlin et al. (1994) sowie Kawai et al. (1999) liegt das Verhältnis Frau : Mann bei der fokalen OD bei nahezu 9:1. Im Unterschied hierzu steht das FGZ, welches keine Prädilektion des Alters, des Geschlechts oder der Hautfarbe aufweist und sich meist in einem Alter von 10-20 Jahren manifestiert (Young et al. 1989, Finical et al. 1999).

### **Lokalisation**

Im Gegensatz zu den anderen Formen der FOL kommt die Gruppe der ossären Dysplasien ausschließlich im Kiefer vor. Die periapikale OD wird üblicherweise in enger Nachbarschaft zu den Wurzelspitzen der Unterkiefer-Inzisivi beobachtet (Slootweg 2005). In seltenen Fällen findet sich die Läsion an einem einzelnen Frontzahn, wobei hier eine Verwechslung mit entzündlichen periapikalen Veränderungen nahe liegt (Smith et al. 1998). Zum Ausschluss periapikaler entzündlicher Prozesse bietet sich die Sensibilitätskontrolle an, da die Vitalität der involvierten Zähne bei allen OD erhalten bleibt. Die fokale OD ist solitär im posterioren Unterkieferbereich lokalisiert. Von einigen Autoren wird sie auch als unreife bzw. unvollendete Form der floriden OD bezeichnet (Summerlin und Tomich 1994). Von einer floriden OD spricht man bei bilateraler und relativ symmetrischer Manifestation am Periapex, gelegentlich mit Ausdehnung in den interradikulären Raum bis auf Höhe der Schmelz-Zement-Grenze (Marx und Stern 2003b). Auch eine Einbeziehung aller vier Quadranten ist hier, wie auch beim FGZ, nicht ungewöhnlich (Koopmans 1990).

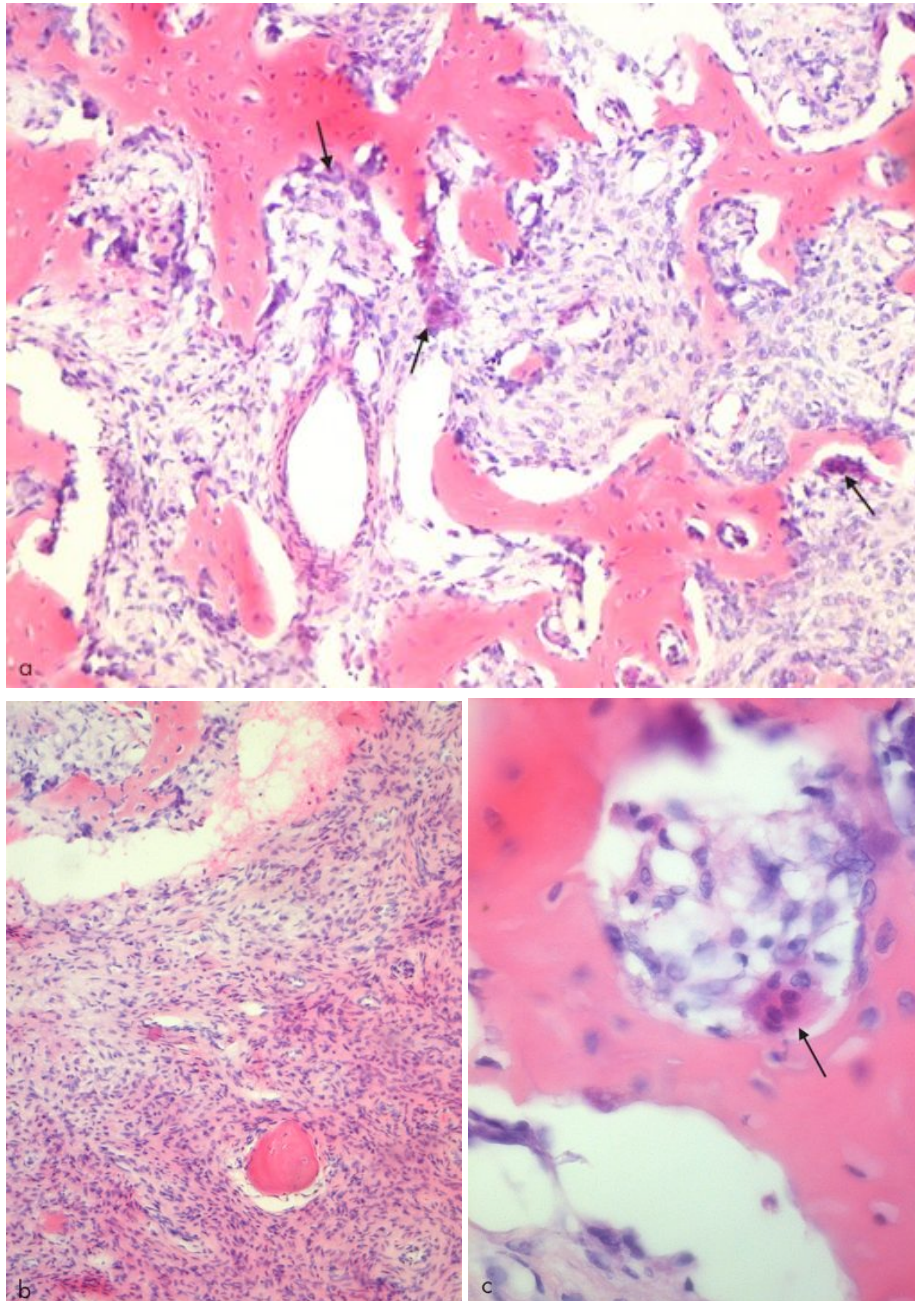
### **Klinik**

Da die Erkrankung üblicherweise asymptomatisch verläuft, treten OD meist als Zufallsbefund im Röntgenbild auf. Betroffene Zähne reagieren bei der Sensibilitätsprobe positiv. Von einer Expansion des Kiefers und damit zusammenhängender Gesichtasymmetrie wird lediglich bei dem FGZ und selten bei der floriden OD berichtet (Melrose et al. 1976, Young et al. 1989). Schmerzen werden vor allem im Zusammen-

hang mit Sekundärinfektionen beschrieben. Im Verlauf kann es durch Zahnbewegung, Parodontitis, Endodontitis, Zahnverlust, Kieferkammatrophy oder auch chirurgische Intervention vorkommen, dass die avaskuläre zemento-ossäre Masse der Läsion die Mukosa durchbricht und somit frei für eine bakterielle Besiedelung wird (Suei et al. 1997, Marx und Stern 2003b).

### **Histopathologie**

Alle Formen der OD zeigen das gleiche histomorphologische Bild: zellreiches fibröses Bindegewebe sowie Hartgewebe unterschiedlicher Qualität und Quantität. Dieses Hartgewebe besteht aus Trabekeln von Geflecht- und Lamellenknochen sowie Kügelchen aus zementartigem Material (Marx und Stern 2003b). Initial dominiert der Anteil fibrösen Gewebes. Infolge zunehmender Mineralisierung nimmt der Anteil von Hartgewebe zu, ohne eine Veränderung der Wurzelstruktur bzw. Pulpensensibilität hervorzurufen (Marx und Stern 2003b). So entstehen auf Kosten des umgebenden Stromas große Aggregate eines azellulären, schwach vaskularisierten und sklerotischen Gewebes. Vereinzelt können mehrkernige Riesenzellen zu sehen sein (Alawi 2002) (vgl. Abb. 4a). Im Gegensatz zum konventionellem OF (KOF) lassen die OD keine Kapselbildung erkennen, sondern tendieren dazu, fließend in das angrenzende kortikale- oder Markgewebe überzugehen (Koopmans 1990). Eine Fusion mit Wurzeln benachbarter Zähne findet in den meisten Fällen nicht statt (Brannon und Fowler 2001). Bei symptomatischen Verläufen sind Entzündungsinfiltrate zu finden, welche meist durch Kontakt zur oralen Mukosa zustande kommen.



**Abb. 4a:** Ossäre Dysplasie. Zellreiches Stroma mit Fibroblasten und Osteoblasten. Dazwischen finden sich schmale Trabekel aus Geflechtknochen sowie zahlreiche →osteoklastäre Riesenzellen. (HE, 200-fache Vergrößerung)

**Abb. 4b:** Ossäre Dysplasie. Zementartiger Partikel aus azellulärem, mineralisiertem Gewebe mit glatter Kontur und zwiebelschalenähnlichem Aufbau. Von dichtem, zellreichem Stroma umgeben. (HE, 100-fache Vergrößerung)

**Abb. 4c:** Ossäre Dysplasie. →Osteoklastäre Riesenzelle (HE, 400-fache Vergrößerung)

Quelle: Institut für Pathologie der Universität Leipzig

### Radiologie

Die histopathologischen Eigenschaften korrelieren eng mit dem radiologischen Befund (Su et al. 1997a). Insofern ist eine intensive Röntgenauswertung zwingend erforderlich und kann Komplikationen, welche durch eine Probeentnahme entstehen können, vermeiden (Marx und Stern 2003b). Wie auch bei den OF kann die interne Struktur ossärer Dysplasien radiographisch in drei Entwicklungsstadien gegliedert werden (vgl. Abb. 5). Abhängig vom Mineralisierungsgrad unterscheidet man zwischen radioluzent, gemischt radioluzent-radiopak und radiopak, wobei die röntgenologische Dichte mit der Zeit zunimmt.

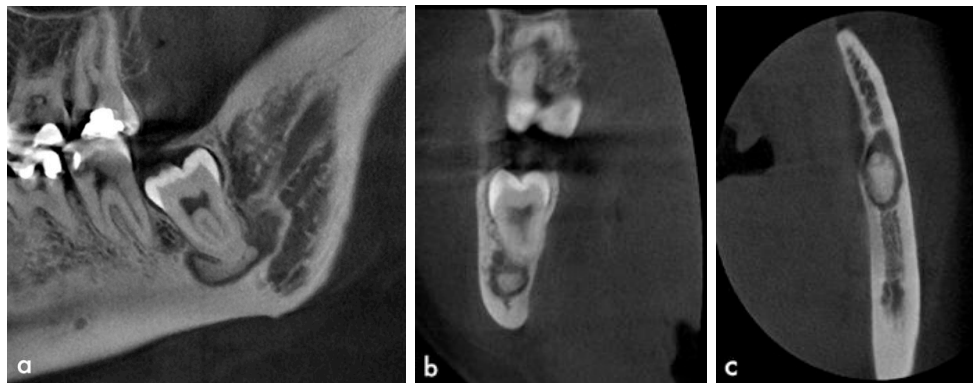


**Abb. 5:** Unterscheidung des Mineralisationsgehaltes in radioluzentes, gemischt radioluzent-radiopakes und radiopakes Erscheinungsbild. Quelle: modifiziert nach Whaites et al. 2002

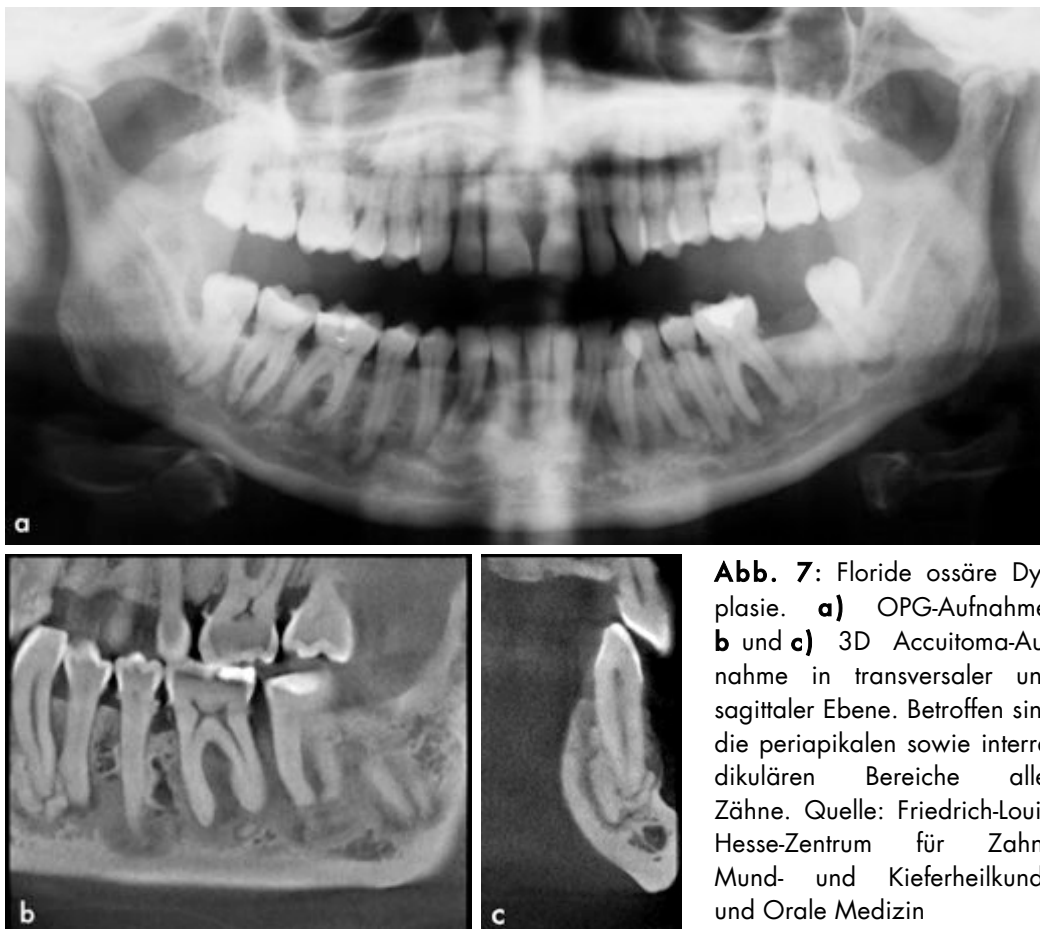
Initial imponieren OD als periapikale Radioluzenz. Im weiteren Verlauf steigt der Mineralisierungsgrad und neben transluzenten Arealen treten radiopake Foci auf. Im Endstadium kommt es zum charakteristischen Bild einer gut definierten Radiopazität, welche selten größer als 2 cm ist (Su et al. 1997b). In einigen Fällen imponiert ein radioluzenter Halo, welcher die Läsion vom umgebenden Knochen separiert (Slootweg 2005). Die Erkrankung ist ausschließlich auf den Alveolarknochen limitiert. Demnach können weder der inferiore Kortex, noch der aufsteigende Unterkieferast betroffen sein. Multiple, nebeneinander liegende Läsionen, wie sie bei der periapikalen OD im Bereich der unteren Inzisivi vorkommen, können mit fortschreitendem Wachstum ineinander verschmelzen und so eine große, irregulär geformte, gemischt radioluzent-radiopake Masse bilden (Waldron 1993). Neben einer Progression konnten in sehr



selteneren Fällen auch eine Stase bzw. eine spontane Regression der Läsion beobachtet werden (Zegarelli et al. 1964a).



**Abb. 6:** Fokale ossäre Dysplasie im Periapex des dritten unteren Molaren. DVT-Aufnahme in **a)** transversaler, **b)** sagittaler und **c)** koronaler Ebene. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin



**Abb. 7:** Floride ossäre Dysplasie. **a)** OPG-Aufnahme. **b)** und **c)** 3D Accutoma-Aufnahme in transversaler und sagittaler Ebene. Betroffen sind die periapikalen sowie interdentalen Bereiche aller Zähne. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin

### Therapeutische Empfehlungen

Die Therapieempfehlungen unterscheiden sich je nach Krankheitsverlauf. Bei asymptomatischem Verlauf ist die Prävention von Infektionen oberstes therapeutisches Ziel. Hierbei ist im Rahmen einer langjährigen und regelmäßigen Kontrolluntersuchung auf eine exzellente Mundhygiene, die Einbindung in das Prophylaxeprogramm, sowie die Entfernung jeglicher entzündungsfördernder Stimuli wie Karies, überstehende Füllungs-ränder und Druckstellen zu achten (Brannon und Fowler 2001). Des Weiteren sind eine langjährige und regelmäßige Sensibilitätskontrolle, sowie röntgenologische Verlaufsaufnahmen involvierter Zähne durchzuführen (Waldron 1993, Beylouni et al. 1998), um die Wachstumsgeschwindigkeit abschätzen zu können (Kawai et al. 1999, Summerlin und Tomich 1994). Trotz geringgradiger Progression wird eine regelmäßige und langjährige Nachsorge empfohlen, da es zur Bildung von zusätzlichen Läsionen in anderen Regionen kommen kann. Diese Beobachtung deutet darauf hin, dass es sich bei der fokalen OD um die initiale Manifestation einer floriden OD handelt (Summerlin und Tomich 1994).

Biopsien, Extraktionen involvierter Zähne und die operative Entfernung der Läsion sind zu vermeiden (Eversole et al. 1984, Marx und Stern 2003b), da der schlecht vaskulierte, dysplastische Knochen hoch anfällig für sekundäre Osteomyelitiden, sowie Frakturen ist (Kawai et al. 1999). Behandlungsversuche wie Wurzelbehandlungen und Wurzelspitzenresektionen können ebenfalls zu Komplikationen führen und sind zwingend zu vermeiden. In den meisten Fällen ist keine Probeentnahme notwendig. Krankengeschichte, Alter, Geschlecht und Radiologie sind für die Diagnosestellung ausreichend (Marx und Stern 2003b). Ein Auftreten von Symptomen ist typischerweise mit einer Exposition sklerotischer Knochenmassen zur Mundhöhle assoziiert (Kawai et al. 1999). Dies tritt meist als Resultat progressiver Alveolaratrophie unter Totalprothesen oder nach chirurgischen Eingriffen auf (Beylouni et al. 1998).

Erst bei Beschwerden wie Schwellungen, Schmerzen oder Hypästhesien, welche beim FGZ und selten auch bei der floriden OD beobachtet werden können, ist die operative Entfernung der Läsion in Form einer modellierenden Abtragung oder Exkochleation der

Läsion angezeigt. Bei Sekundärinfektion exponierter Knochenmassen sollte eine vollständige Entfernung der sequestrierten areaktiven Areale in Form einer Kasten- bzw. Kontinuitätsresektion in Kombination mit einer perioperativen antibiotischen Therapie erfolgen (Waldron et al. 1975, Schneider et al. 1987, Marx und Stern 2003b). Die Effektivität einer alleinigen antibiotischen Therapie ist aufgrund der Fremdkörperreaktion auf das areaktive Gewebe und einer damit einhergehenden schlechten Diffusion nicht ausreichend (Beylouni et al. 1998, Kawai et al. 1999). Größere Defekte sollten mit Knochentransplantaten (Becken, Fibula) oder rasch resorbierbaren Knochenersatzmaterialien versorgt werden. Von der Verwendung langsam resorbierbarer Knochenersatzmaterialien sollte abgesehen werden, da diese die Aufdeckung von Rezidiven erschweren können (Frerich et al. 2008).

### 2.2.2 Ossifizierende Fibrome

Die OF sind eine durch die WHO klar definierte Gruppe gutartiger neoplastischer fibro-ossärer Läsionen. Radiologisch und histologisch sind sie gut von der Umgebung abgrenzbar und setzen sich aus zellreichem, fibrösem Stroma sowie mineralisiertem Material (Zement und/ oder Knochen) unterschiedlichen Anteils zusammen (Slootweg und El Mofty 2005). Man unterscheidet das *konventionelle OF* (KOF) von den juvenilen Formen des OF. Aufgrund weniger klinischer und histopathologischer Gemeinsamkeiten wird diskutiert, ob es sich bei den juvenilen ossifizierenden Fibromen (JOF) nicht um eine eigenständige Form der FOL handelt (Brannon und Fowler 2001, El Mofty 2002). Ungeachtet dessen hat sich die Klassifikation der JOF zu einem Spektrum von zwei histopathologischen Entitäten entwickelt: 1. das juvenile trabekuläre ossifizierende Fibrom (JTOF) und 2. das juvenile psammomatoide ossifizierende Fibrom (JPOF) (El Mofty 2002, Speight und Carlos 2006). Beide Typen stellen Varianten der gleichen Neoplasie dar.

### Ätiologie

Neben Traumata und endokrinen Störungen (Jackson et al. 1999) werden von Pimenta et al. (2006) ein molekulargenetischer Faktor, welcher über eine Mutationen des Tumor-Suppressor-Gens HRPT-2 exprimiert wird, postuliert.

### Epidemiologie

Nach Johnson et al. (1991) tritt das konventionelle OF im Allgemeinen zwischen der zweiten und vierten Lebensdekade, mit durchschnittlich 35 Jahren auf und zeigt eine Prädilektion für Frauen (Brannon und Fowler 2001).

In einer Studie von El Mofty (2002) zeigten die juvenilen Unterformen eine Prädilektion für das männliche Geschlecht (3.1:1), wohingegen Johnson et al. (1991) sowie Saiz-Pardo-Pinos et al. (2004) von einer höheren Prävalenz bei Frauen berichteten. Die Betroffenen weisen ein geringeres Durchschnittsalter auf. Dies liegt bei Patienten mit JPOF bei 20 Jahren, bei Patienten mit JTOF zwischen 8.5 bis 12 Jahren (El Mofty 2002). Die Mehrzahl der in der Literatur beschriebenen Fälle juveniler OF konnte bei Patienten in einem Alter zwischen 5 bis 15 Jahren diagnostiziert werden. Dabei ist die Altersspanne der psammomatoiden Form (3 Monaten bis 72 Jahre) bei Weitem größer als die der trabekulären Form (2 bis 30 Jahre) (Johnson et al. 1991).

### Lokalisation

KOF werden zumeist im Bereich der Kiefer gefunden. Weniger häufig ist das Auftreten in anderen kraniofazialen Knochen sowie langen Röhrenknochen (Marx und Stern 2003a). Üblicherweise ist der posteriore Anteil der Mandibula im Bereich der Prämolaren und Molaren betroffen (Eversole et al. 1985, Waldron 1993, Civelek et al. 2005). In 70% ist die Mandibula involviert, wobei bei massiven Tumoren der inferiore Kortex miteinbezogen werden kann und dabei durch eine Vorwölbung nach kaudal imponiert (Mohammadi-Araghi und Haery 1993).

Analog zum KOF zeigte das JTOF in 95% der von El Mofty (2002) dokumentierten Fälle eine eindeutige Prädilektion für die Kieferknochen, wobei die Maxilla häufiger

betroffen war. Im Gegensatz hierzu manifestierte sich das JPOF in dieser Region nur in 25% der Fälle, wogegen 75% dieser Neoplasie typischerweise in Orbita, Sinus paranasales oder Calvaria lokalisiert waren.

### Klinik

KOF weisen ein langsames, eher verdrängendes Wachstum auf und stellen sich somit klinisch meist als asymptomatische, schmerzlose Expansion des involvierten Knochens dar (Brannon und Fowler 2001). Sie sind durch eine progrediente Größenzunahme, meist nach Abschluss des Knochenwachstums, geprägt (Irnberger 1985). Klinisch kann eine asymmetrische Gesichtsschwellung auffallen. In seltenen Fällen werden Wurzelresorptionen oder Verlagerungen von Zähnen beschrieben (Freyschmidt et al. 2003). Im Vergleich mit anderen benignen Kopf-Hals-Tumoren können unbehandelte KOF aufgrund ihres langsamen Wachstums und fehlender Symptome massive Proportionen erreichen und somit sichtbare Gesichtsdeformationen verursachen (Marx und Stern 2003a). Dies konnte ebenfalls durch van Heerden et al. (1989) in einer Serie von acht weiblichen Patienten mit einem sogenannten *giant OF* beobachtet werden, bei denen die Tumorausmaße über 8 cm betrug und ausschließlich den Unterkiefer betraf.

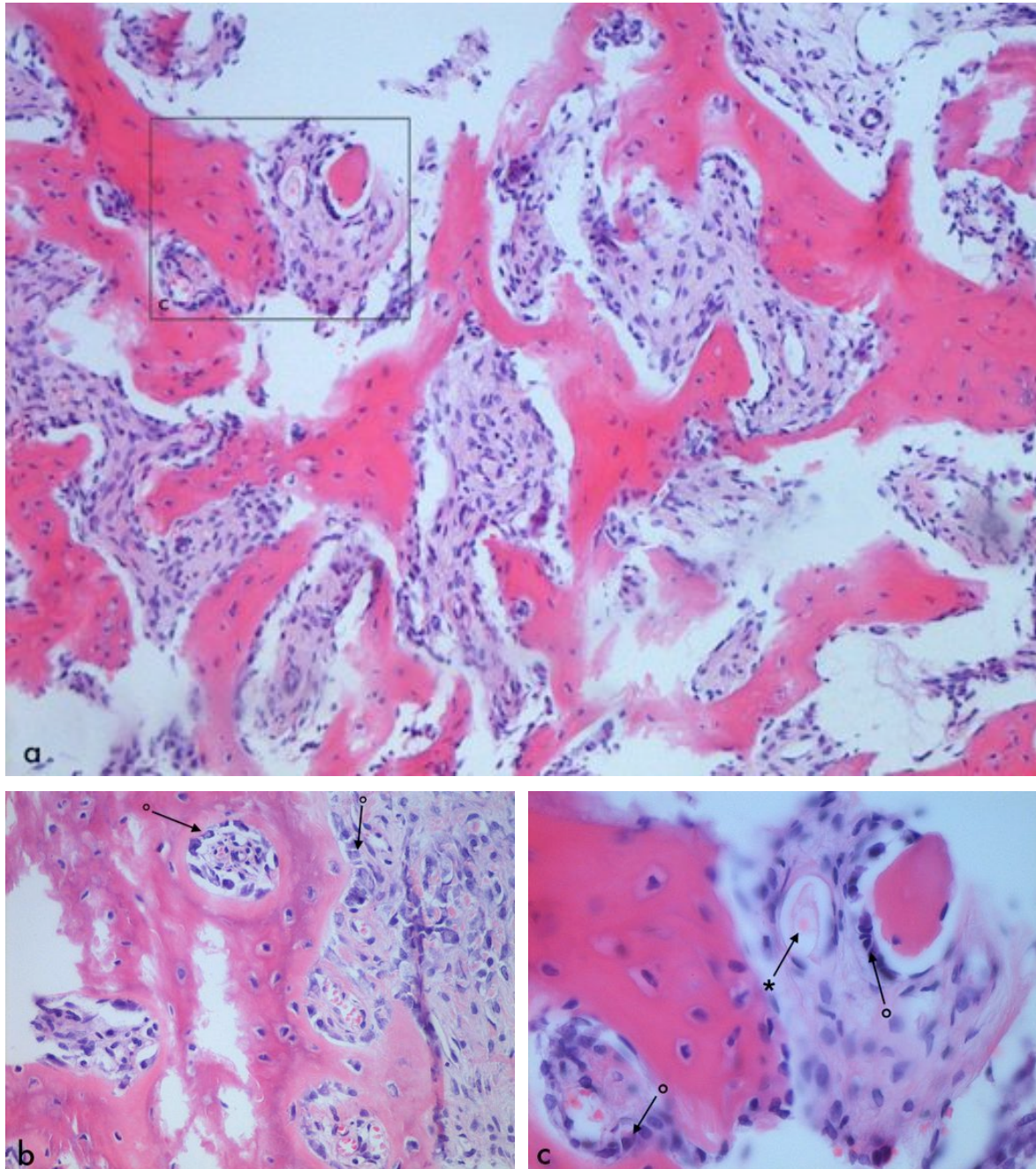
Die juvenilen Formen des OF hingegen zeigen ein lokal aggressives Verhalten, welches einen malignen Tumor vortäuscht. Dabei wachsen sie schneller, nehmen größere Ausmaße an, permeieren Knochen und haben eine ausgesprochen hohe Rezidivneigung mit teilweise multiplem Wiederauftreten (Makek 1987, Slootweg et al. 1994). Aufgrund ihres biologischen Verhaltens werden die Bezeichnungen *aggressives*, *aktives* und *juveniles OF* häufig synonym verwendet. Zu erwähnen ist, dass das aggressive Verhalten wahrscheinlich eher durch anatomische als durch intrinsisch-biologische Eigenschaften begründet sein kann. Die Läsionen können nahezu ungehindert die feinen, paranasalen Knochen permeieren und im Sinus maxillaris zu einer beachtlichen, chirurgisch schwer zu entfernenden Größe heranwachsen (Speight und Carlos 2006). Typische Symptome sind frontale Kopfschmerzen, Sehstörungen, okuläre Mobilitätseinschränkung, Gesichtsasymmetrien, behinderte Nasenatmung, ein-

seitige Nasensekretion, Sinusitis und Infektneigung. Auch Parästhesie und Malokklusion werden, wegen des häufigen Befalls von Oberkiefer, Nebenhöhlen und Orbita beobachtet (Noffke 1998, Freyschmidt et al. 2003, Offiah und Hall 2005). Beim oftmals anzutreffenden Einbruch des Tumors in die Orbita kommt es mit fortschreitender Anamnesedauer zum Exophthalmus (Margo et al. 1986). Bei endonasaler Kompression können Tränenwegsstenosen mit Sekretstau und rezidivierenden Entzündungsschüben entstehen (Walther 1993). Intrakranielle Ausbreitungen sind nicht unüblich. Aufgrund des sehr langsamen Wachstums fehlen neurologische Symptome meist völlig (Johnson et al. 1991).

### Histopathologie

Das KOF besteht aus fibrösem Gewebe unterschiedlicher Zellularität. Die Variationsbreite geht von azellulären Bereichen bis hin zu Arealen dicht gepackter Zellularität. Die Zellen erscheinen spindelförmig bis ovoid und können entweder willkürlich verteilt oder organisiert in einem storiformen Gewebe vorliegen (Eversole et al. 1985). Die mineralisierten Komponenten sind aus schmalen, irregulär geformten Trabekeln von Geflecht- und/oder Lamellenknochen sowie Ablagerungen von azellulärem, basophilem und zementartigem Material zusammengesetzt (Slootweg und El Mofty 2005). Aufgrund der Präsenz dieses zementartigen Materials waren die Bezeichnungen *zemento-ossifizierendes Fibrom* oder *zementierendes Fibrom* lange gebräuchlich. Der jahrelange Streit, ob es sich tatsächlich um Zement handelt, sollte mit der Reduzierung auf den Begriff *ossifizierendes Fibrom* abgeschlossen sein. Das Vorkommen der Läsion in anderen kranialen und auch extrakranialen Knochen macht ihre Zementnatur zudem unwahrscheinlich (Brannon und Fowler 2001, Waldron 1993).

Als richtungweisendes morphologisches Phänomen zeigt sich bei vielen Knochenkernen ein regelmäßiger Saum von Osteoblasten, welche die Knochenbälkchen regelrecht umfassen (vgl. Abb. 8b). Dieses als *osteoblastic rimming* bezeichnete Erschein-



**Abb. 8a:** Konventionelles ossifizierendes Fibrom. Zellreiches fibröses Stroma mit teils spindelförmigen, teils ovalen Zellen. Dazwischen eingelagert findet sich die knöcherne Matrix. Diese ist irregulär geformt und zeigt eingelagerte Osteoblasten. (HE, 100-fache Vergrößerung)

**Abb. 8b:** Konventionelles Ossifizierendes Fibrom. Das Stroma ist mit Osteoblasten und Fibroblasten durchsetzt (rechts). Die knöcherne Matrix (links) ist mit einzelnen Osteoblasten sowie Nestern aus fibrösem Gewebe durchsetzt, welche sich durch einen °Osteoblastensaum vom umgebenden Gewebe abgrenzen. (HE, 200-fache Vergrößerung)

**Abb. 8b:** Konventionelles ossifizierendes Fibrom. \*Beginnende Knochenneubildung. °Osteoblastic rimming: ein Saum aus vergrößerten und dicht gedrängten Osteoblasten umgibt die neugebildete knöcherne Matrix. (HE, 400-fache Vergrößerung)

Quelle: Institut für Pathologie der Universität Leipzig



ungsbild ist charakteristisch für die Diagnose eines OF und fehlt typischerweise bei der FD (Su et al. 1997a). Die neoplastischen Knochenmassen sind meist von einer Kapsel umgeben und fusionieren nicht mit dem umgebenden Knochen (Slootweg 1996) bzw. infiltrieren ihn lokal minimal (Marx und Stern 2003a).

Die beiden Formen der JOF lassen zahlreiche histologische Übereinstimmungen erkennen (Brannon und Fowler 2001, Slootweg et al. 1994). Die mikroskopische Untersuchung zeigt typischerweise eine nicht umkapselte Läsion aus zellreichem Stroma mit geringem Anteil an Kollagen, welcher bei reiferen Läsionen zunimmt. Der umgebende Knochen wird vom läSIONALEM Gewebe infiltriert. Das dichte Stroma beinhaltet spindelförmige bis ovoidförmige Zellen und kann ein storiformes Erscheinungsbild aufweisen (Johnson et al. 1991). Im Stroma eingebettet finden sich schmale, girlandenförmige Trabekel (JTOF), welche von Osteoblasten umgeben sein können bzw. kleine, runde, azelluläre Kalzifikationen, welche als *psammomkörperähnlich* bezeichnet werden (JPOF). Zusätzlich können Herde mehrkerniger Riesenzellen, myxoid erscheinende Areale und Hämorrhagien zu finden sein (El Mofty 2002, Slootweg et al. 1994).

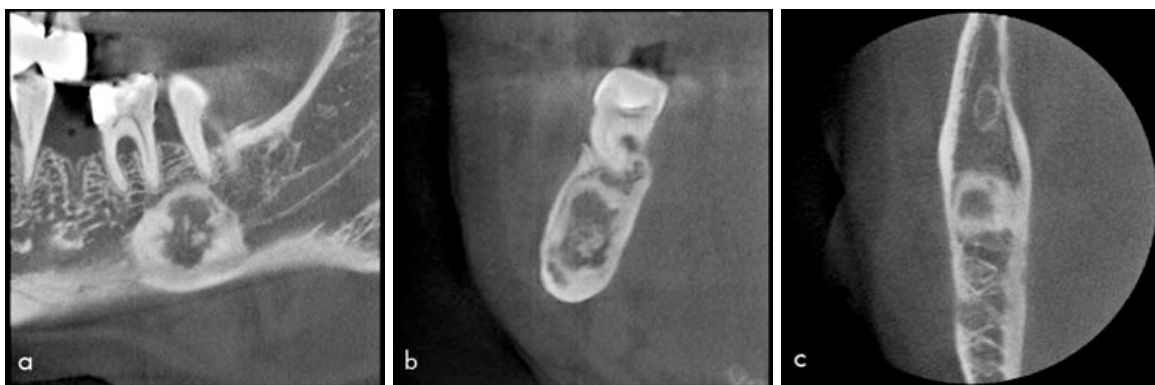
### Radiologie

Radiographisch imponieren KOF typischerweise als unilokuläre, teilweise umkapselte Läsion mit scharf definierter, glatter, kortikalisierter Begrenzung (Slootweg und El Mofty 2005). In seltenen Fällen wird von einem Auftreten multipler Tumoren an verschiedenen Stellen der Kiefer berichtet (Bradley und Leake 1968, Takeda und Fujioka 1987, Stergiou et al. 2007).

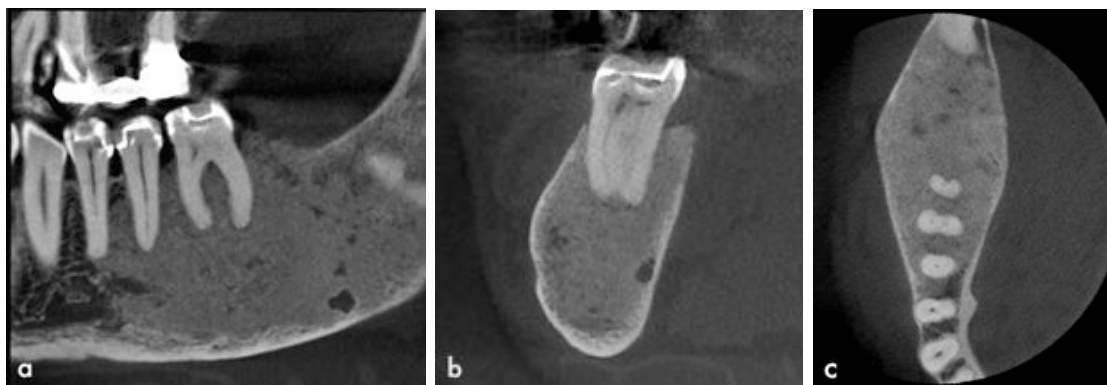
Das radiographische Erscheinungsbild ist aufgrund einer variablen Verteilung von fibrösem und mineralisiertem Material vielgestaltig. Analog der OD unterscheidet man frühe Läsionen von Läsionen fortgeschrittenen Wachstums (Eversole et al. 1985). Unreife Läsionen zeigen eine gut abgrenzbare Osteolyse. Im Verlauf nimmt die Strahlendurchlässigkeit, aufgrund der zunehmenden intraläsionalen Mineralisation, ab (vgl. Abb. 5). Das kalzifizierte Material entspricht der Dichte von Knochen (nicht der



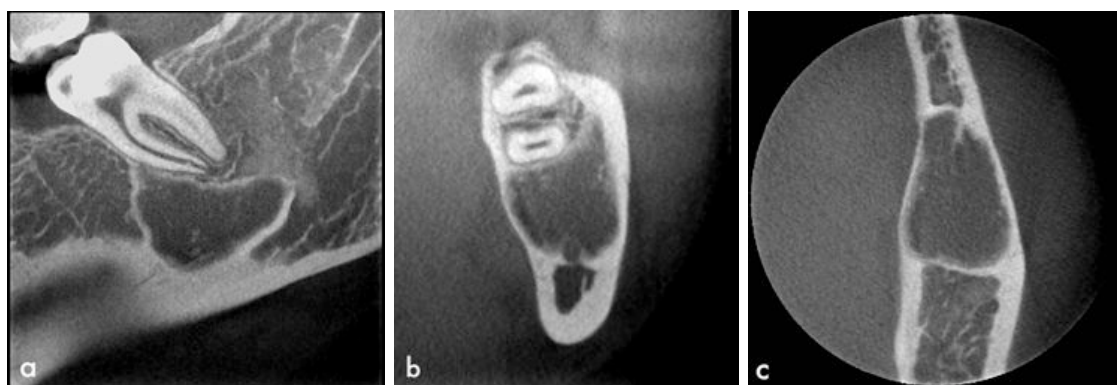
von Dentin oder Schmelz) und weist im Gegensatz zu Zysten keine Einschlüsse von Luft oder Flüssigkeit auf (Marx und Stern 2003a). Trabekuläre, fleckige bis milchglasähnliche Strukturen füllen die Läsion aus, wobei ein schmaler radioluzenter Saum erhalten bleibt (Freyschmidt et al. 2003). Zusätzlich kann eine sklerotische Umwandlung des umgebenden Knochens in Form einer Randsklerose beobachtet werden. Auf Röntgenaufnahmen zeigen sich JOF als rundliche oder ovoide, gut abgrenzbare, expansive Läsionen von gemischt lytisch-sklerotischer Dichte (Chung et al. 2008). Im Oberkiefer lokalisierte Tumore füllen häufig die Kieferhöhlen aus und obliterieren diese. Dabei entsteht ein mukozelenähnliches Erscheinungsbild. Indessen beziehen mandibuläre Läsionen normalerweise Ramus und Angulus mit ein. Im Bereich der Zähne kommt es nach einigen Autoren immer wieder zu Verlagerungen aber selten zu Wurzelresorptionen (Noffke 1998, El Mofty 2002, Offiah und Hall 2005). Neben Knochenexpansionen können auch Penetrationen beobachtet werden (El Mofty 2002, Freyschmidt et al. 2003). Das JOF besitzt im Gegensatz zum KOF keine Kapsel, aber ist gleichermaßen durch eine radioluzente Randzone vom umgebenden Knochen abgrenzbar (Williams et al. 2000, Saiz-Pardo-Pinos et al. 2004). Der unterschiedliche Kalzifizierungsgrad der Psammomkörper lässt beim JPOF ungleichmäßige Verschattungen mit fleckigen Aufhellungen entstehen (Margo et al. 1986).



**Abb. 9:** 3D-Accutomo-Aufnahme eines konventionellen ossifizierenden Fibroms im Bereich des anterioren Unterkiefers mit zentraler Radiopazität und peripherer Osteolyse in **a)** transversaler, **b)** sagittaler und **c)** koronaler Ebene. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin



**Abb. 10:** 3D-Accutomo-Aufnahme eines expansiv wachsenden konventionellen ossifizierenden Fibroms im Bereich des posterioren Unterkiefers in **a)** transversaler, **b)** sagittaler und **c)** koronaler Ebene. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin



**Abb. 11:** 3D-Accutomo-Aufnahme eines juvenilen ossifizierenden Fibroms im Periapex des Zahnes 36 in **a)** transversaler, **b)** sagittaler und **c)** koronaler Ebene. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin

### Therapeutische Empfehlung

Die therapeutischen Empfehlungen zu den konventionellen bzw. juvenilen OF sind uneinheitlich. Ziel sollte die vollständige chirurgische Entfernung sein, wobei Größe, Lokalisation und Aggressivität zu berücksichtigen sind (Stewart und Fonseca 2000). Während von manchen Autoren eine radikale Resektion bevorzugt wird (Prein et al. 1985, Noffke 1998, Zama et al. 2004), empfehlen Sloopweg und Müller (1990) ein zurückhaltendes chirurgisches Vorgehen. Stewart und Fonseca (2000) schlagen bei kleinen, demarkierten Läsionen die Enukleation, bei größeren eine En-bloc Resektion vor. Die Entscheidung zwischen Enukleation und Resektion ist oft schwierig. Nach den Empfehlungen von Marx und Stern (2003a) sollte sich bei folgenden Konditionen für

eine Resektion entschieden werden: 1. bei Involvierung der inferioren Grenze bzw. 10 mm davon entfernt, 2. bei Extension in die Sinus und 3. bei radiographischem oder klinischem Verlust der Kapsel. Der Sicherheitsabstand ist mit 5 mm ausreichend, da die Infiltration des umgebenden Knochens meist 1 bis 2 mm beträgt. Strukturen, welche in die Läsion einbezogen sind, sollten mit reseziert werden (Waldron 1993). Die Operation kann je nach Größe und Einbeziehung von Nachbarstrukturen sehr aufwendig sein (Civelek et al. 2005). Dabei kann es bei ausgedehnten Befunden nicht nur zu ästhetischen, sondern auch zu funktionellen Einschränkungen kommen (Zupi et al. 2000). Trotz hoher Rezidivraten von 30 bis 50% (El Mofty 2002) bzw. 63% (Dehner 1973) kann festgestellt werden, dass ein radikales Vorgehen bei besonders aggressivem Verhalten des Tumors und eine konservative Chirurgie bei gut begrenzten Tumoren ohne Invasion der Nachbarstrukturen empfohlen wird. Bis heute sind keine gesicherten Fälle mit Bildung von Metastasen (Stewart und Fonseca 2000), maligner Transformation (Prein et al. 1985, Slootweg und Müller 1990) bzw. tödlichem Ausgang (Freyschmidt et al. 2003) bekannt. Da 80% der Patienten mit juvenilem OF jünger als 15 Jahre sind, kann bei radikaler Resektion neben der therapiebedingten Deformation auch von einer Wachstumshemmung des Gesichtsschädels ausgegangen werden. Aus diesem Grund favorisieren Kuttnerberger et al. (2003) eine kontinuierlich erhaltende konservative Chirurgie. Die Radiotherapie ist bei OF absolut kontraindiziert, da eine Transformation in ein Osteosarkom nicht ausgeschlossen werden kann (Waldron 1993). Die Patienten sollten postoperativ jährlich für mindestens zehn Jahre zur klinischen und radiologischen Tumornachsorge vorstellig werden (Marx und Stern 2003a).

## 2.3 Differentialdiagnostische Betrachtung fibro-ossärer Läsionen

Sowohl neoplastische, als auch nicht-neoplastische und metabolische Erkrankungen können sich mit klinischen, radiographischen und histopathologischen Eigenschaften, ähnlich derer von FOL manifestieren. Aufgrund der großen Bandbreite möglicher Differentialdiagnosen stellt die Diagnostik eine Herausforderung dar und kann nur interdisziplinär durch die Gesamtschau klinischer, radiologischer und histopathologischer Befunde gestellt werden (MacDonald-Jankowski 2004).

Differentialdiagnosen von FOL stellen im Allgemeinen jene im knöchernen Kiefer vorkommende Veränderungen dar, welche im Röntgenbild als Radiopazitäten imponieren. Die Ausnahme bilden hierbei FOL im Anfangsstadium, welche initial als Radioluzenz auffallen und im Laufe der Zeit zunehmend kalzifizieren. Die überaus große Bandbreite dieser radiologischen Manifestationen kann unter anderem damit begründet werden, dass Kieferknochen dentale Komponenten ektodermalen, sowie mesodermalen Ursprungs (wie Schmelz, Dentin, Zement und Pulpengewebe) enthalten (Freyschmidt et al. 2003).

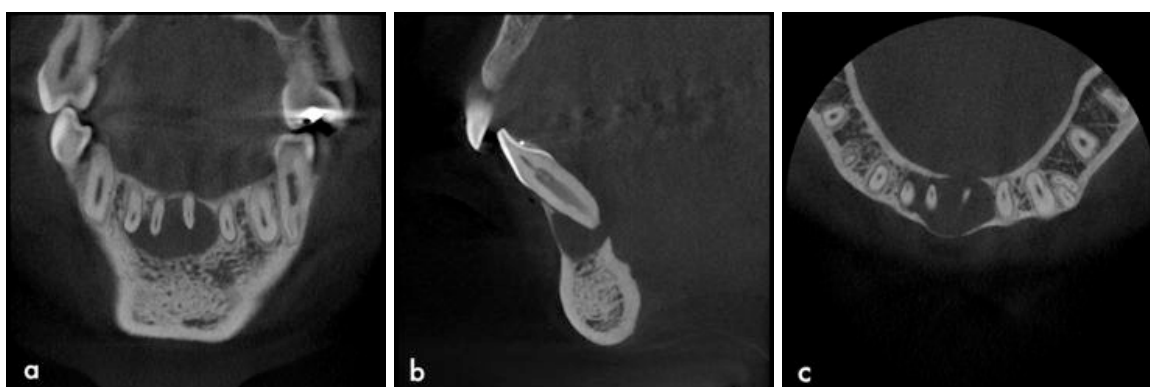
<b>ENTZÜNDLICHE VERÄNDERUNGEN</b>
chronisch sklerotisierende Osteomyelitis periapikales Graulom radikuläre Zyste
<b>BENIGNE</b>
<b>ODONTOGENE TUMOREN</b> Odontom Zementom
<b>TUMORÄHNLICHE VERÄNDERUNGEN</b> ossifizierendes Fibrom ossäre Dysplasie maxillotaziale fibröse Dysplasie Cherubismus zentrales Riesenzellgranulom aneurysmatische Knochenzyste
<b>KNOCHENTUMOREN</b> Osteom Osteoblastom Morbus Paget
<b>MALIGN</b>
<b>KNOCHENTUMOREN</b> Osteosarkom intraossäres PEC granulozytäres Sarkom

**Tab. 1:** Differentialdiagnostische Erwägung fibro-ossärer Läsionen. PEC= Platten-epithelkarzinom. Quelle: eigene Darstellung



## ENTZÜNDLICHE VERÄNDERUNGEN

**Periapikale Prozesse.** Bei radioluzenter Erscheinung der Läsion sollten periapikale Prozesse wie das periapikale Granulom und die radikuläre Zyste abgegrenzt werden. Diese Pathologien sind durch eine Erweiterung des Parodontalspalts sowie durch eine gut definierte Abgrenzung zum umgebenden Knochen von FOL zu unterscheiden. Meist sind kariöse Veränderungen bzw. Restaurationen an den dazugehörigen Zähnen zu erkennen. Der Sensibilitätstest erweist sich als negativ (Rother 2001).



**Abb. 13:** 3D-Accutomo-Aufnahme einer radikulären Zyste an Zahn 41 in **a)** sagittaler, **b)** transversaler und **c)** koronaler Ebene. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin

Die **chronisch sklerosierende Osteomyelitis (CSO)** repräsentiert eine reaktive Hyperplasie von Osteoblasten als Antwort auf eine odontogene Infektion. Radiographisch ist eine Veränderung der normalen trabekulären Struktur sichtbar (Panders und Hadders 1970, Swei et al. 1997). Man unterscheidet die fokale sklerosierende von der diffus sklerosierenden Osteomyelitis. Die fokale Form ist im periapikalen Bereich eines avitalen bzw. pulpitischen Zahnes lokalisiert (Marmary und Kutiner 1986). Nach Montonen und Lindqvist (2003) ist sie die Folge einer unspezifischen bakteriellen Infektion von Pulpa und Parodont, bei der mehr Knochenapposition als -resorption auftritt. Sie verläuft asymptomatisch und wird meist zufällig im Röntgenbild entdeckt .



**Abb. 14:** 3D Accuitomo-Aufnahme einer fokal sklerosierenden Osteomyelitis 41 in **a)** sagittaler, **b)** transversaler und **c)** koronaler Ebene. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin

Bei der diffusen Form der CSO zeigen sich überlappende Eigenschaften zur floriden ossären Dysplasie (Schneider und Mesa 1990). Sie befällt ausgedehnte Areale des Unterkieferkörpers, -ramus oder -winkels und tritt meist unilateral auf (Marx und Stern 2003c). Somit kann sie zur floriden OD durch das Auftreten auch außerhalb zahntragender Areale abgegrenzt werden. Klinisch und histologisch lassen sich nach Ausheilung des entzündlichen Prozesses sklerotische, im Röntgenbild opak erscheinende Regionen finden, welche aus einer Steigerung der Osteoblastenaktivität resultieren. Die CSO strahlt in den gesunden Knochen ein, was in einer unscharfen Abgrenzung im Röntgenbild resultiert (Schulz et al. 2010).

Ungeachtet dessen kann es auf Grundlage einer FOL zu sekundären Osteomyelitiden kommen, da der dysplastische Knochen hochanfällig für Infektionen und Frakturen ist (Kawai et al. 1999)

## ODONTOGENE TUMOREN

Das **Odontom** gehört zu den benignen, gemischt epithelial-mesenchymalen odontogenen Tumoren. Es stellt sich im Röntgenbild als Konglomerat ungeordneter Schmelz-, Dentin- und Zementsubstanzen (komplexes Odontom) bzw. als zahnähnliches Gebilde bestehend aus Schmelz, Dentin, Zement und einer Art Pulpa

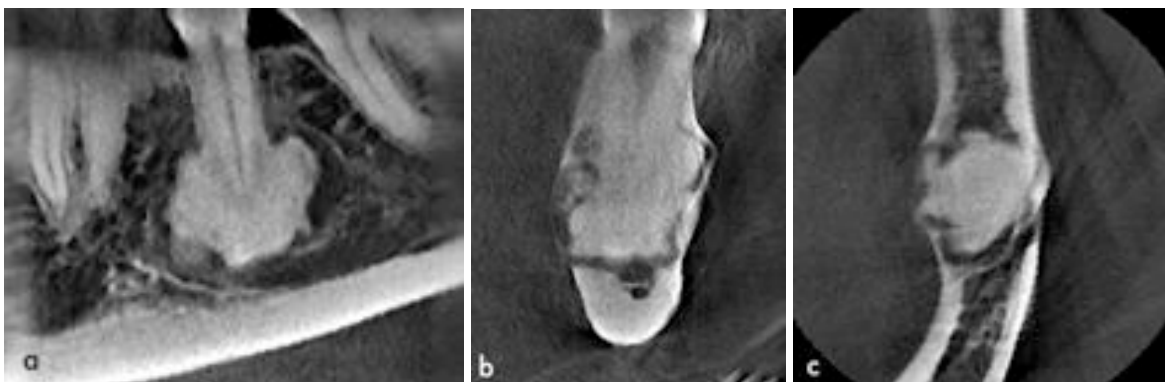


mit zum Teil sichtbarem Parodontalspalt (Compound-Odontom) dar (Pindborg et al. 1972). Die Läsion ist von einem strahlendurchgängigen Randsaum umgeben. Die erhöhte Dichte der Zahnhartsubstanzen im Vergleich zum Osteoid der ossären Dysplasie bzw. des ossifizierenden Fibroms hilft bei der Unterscheidung dieser Entitäten.



**Abb. 15:** 3D Accutomo-Aufnahmen in transversaler Ebene eines **a)** Verbundodontoms im Bereich des linken Oberkiefers und **b)** eines komplexen Odontoms im Bereich des rechten Kieferwinkels. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin

Das **Zementom** gehört zu den benignen, mesenchymalen odontogenen Tumoren und tritt bevorzugt solitär im periapikalen Bereich der ersten Molaren im Unterkiefer auf (Slootweg 1992). Die Zementmasse fusioniert mit einer oder mehreren Wurzeln, der Zahn bleibt jedoch vital. Im Röntgenbild dominiert eine deutlich begrenzte Verschattung im periradikulären Bereich des Zahnes, typischerweise umgeben von einer strahlendurchlässigen Zone (van der Waal 2005). Im Gegensatz zur ossären



**Abb. 16:** 3D-Accutomo Aufnahme eines Zementoms apikal des Zahnes 35 41 in **a)** sagittaler, **b)** transversaler und **c)** koronaler Ebene. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin



Dysplasie tritt das Zementom meist solitär auf und hat die Tendenz, die Wurzel zu infiltrieren bzw. zu resorbieren. Durch Ankylose und Resorption ist der Parodontalspalt häufig nicht mehr zu erkennen (van der Waal 2005). Häufig sind Schmerzen bei möglicherweise kariesfreiem Zahn und ein expansives Wachstum ohne Destruktion der Kortikalis zu beobachten (Freyschmidt et al. 2003).

### TUMORÄHNLICHE VERÄNDERUNGEN

**Fibröse Dysplasie.** Des Weiteren gleicht das KOF vor allem bei expansiver, gemischt radioluzent-radiopaker Erscheinung der FD. Als ein wichtiges differentialdiagnostisches Kriterium zum Ausschluss einer FD erweist sich die Tendenz zur Kapselbildung. Diese präsentiert sich durch ein feine radioluzente Randzone, welche die Läsion vom umgebenden Knochen abgrenzt (Pindborg et al. 1972, White und Pharoah 2004). Die FD strahlt in die Umgebung ein. Dabei werden Knochen, beide Kortikalisschichten und nicht selten Lamina dura durch das läSIONALE Gewebe ersetzt. Das KOF vermag in den meisten Fällen lediglich eine Expansion der Kortikalis zu bewirken (Marx und Stern 2003b). Das Tumorwachstum entspringt bei der FD nicht einem Epizentrum und verursacht daher eine schwächere Expansion, welche der originalen Kontur des



**Abb. 17:** OPG-Aufnahme einer kraniofazialen fibrösen Dysplasie im Bereich des posterioren Unterkiefers, beidseits. Quelle: modifiziert nach Hussain 2007

Knochens folgt (White und Pharoah 2004). Bei der histologischen Untersuchung der FD lässt sich das für das KOF typische Phänomen des *osteoblastic rimming* nicht nachweisen (Slootweg 1996, Waldron 1993). Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die große Variation mineralisierten Materials wie Geflecht- und Lamellenknochen sowie zementähnlichen Ablagerungen, welche bei der eher uniform erscheinenden FD nicht vorkommt (Slootweg 1996). Das KOF zeichnet sich im Gegensatz zur FD, dessen Wachstum im Erwachsenenalter im allgemeinen sistiert, durch eine progrediente Größenzunahme, meist nach Abschluss des Knochenwachstums aus (Irnberger 1985). Die Labordaten können einen erhöhten Wert der alkalischen Phosphatase sowie des Osteocalcins aufweisen (Jackson et al. 1999).

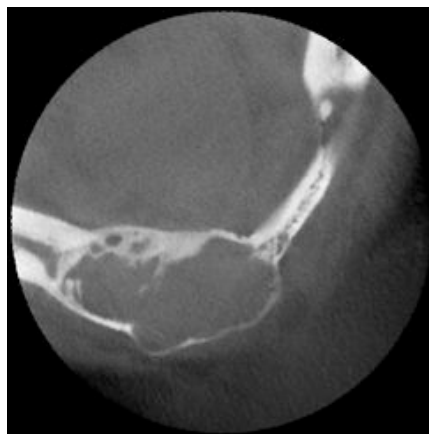
**Cherubismus.** Die fälschlicherweise oft benutzte Bezeichnung *familiäre fibröse Dysplasie* führt dazu, dass es bei der Differenzierung zwischen Cherubismus und FD häufig zu Verwechslungen kommt. Ungleich der FD ist der Cherubismus ausschließlich auf die Kieferknochen begrenzt. Beide kommen besonders bei Kindern und Jugendlichen vor, jedoch tritt der Cherubismus durch seine autosomal-dominante Vererbung familiär gehäuft auf. Hingegen zeigt die Familienanamnese der FD keine Besonderheiten. Der Cherubismus manifestiert sich klinisch im Alter von zwei bis vier Jahren und führt stets



**Abb. 18:** Cherubismus. OPG-Aufnahme. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin

zu einer schmerzlosen, bilateral und symmetrisch auftretenden, teils imposanten Auftreibung des Unterkiefers, was zum typischen Bild der Pausbäckigkeit führen kann (Yamaguchi et al. 1999). Im seltenen Fall einer Manifestation im Oberkiefer kann es zur Expansion des Mittelgesichtes kommen. Im Zusammenhang hiermit beschreibt Jones (1933) einen himmelwärts gerichteten Blick des Patienten. Der Knochen weist eine seifenblasenähnliche, wabig-zystige Struktur auf. Im Röntgenbild können zahlreiche impaktierte oder verlagerte Zähne auffallen (vgl. Abb. 18) (Yamaguchi et al. 1999). Die Labordaten zeigen keine Auffälligkeiten (Southgate et al. 1998).

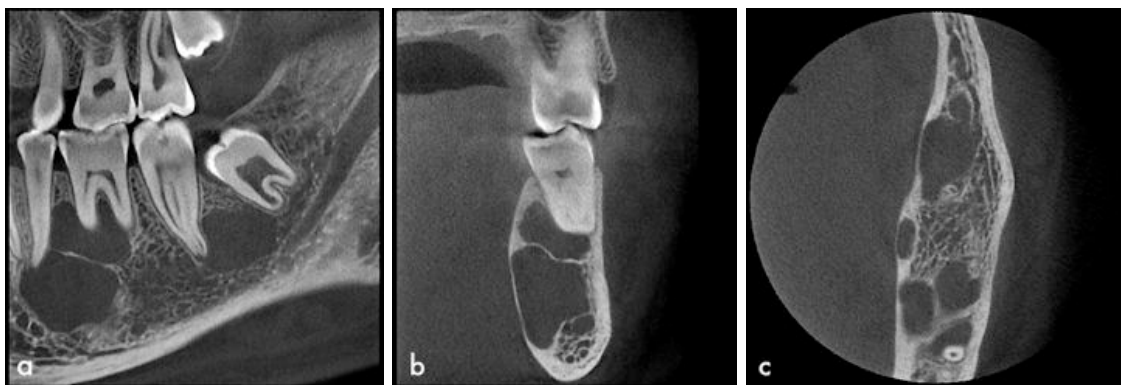
**Das zentrale Riesenzellgranulom** stellt eine seltene expansiv-osteolytische Läsion dar, welche sich insbesondere in den zahntragenden Abschnitten des Unterkiefers manifestiert (Kramer et al. 1992). Oft zeigen sich klinische, histologische und radiographische Gemeinsamkeiten zu den FOL (Neville et al. 2002). Histologisch enthalten einige Riesenzellgranulome fibröses Gewebe und in 50% der Fälle knöchernes Gewebe (Auclair et al. 1997). Das hypervaskularisierte, hyperzelluläre, kollagen-haltige Stroma enthält zahlreiche mehrkernige Riesenzellen vom Osteoklastentyp (Auclair et al. 1988). Diese können ebenfalls in FOL gesehen werden, nicht aber in solch hoher Zahl. Klinisch können eine meist schmerzlose, durch Auftreibung des Kieferknochens bedingte Schwellung des Kiefers sowie Kippungen und Lockerungen von Zähnen beobachtet werden.



**Abb. 19:** 3D-Accuitomo Aufnahme eines zentralen Riesenzellgranuloms im Bereich des anterioren Unterkiefers. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin

(Güngörmüs und Akgül 2003). Wenige Fälle zeigen einen aggressiven Verlauf mit lokaler Destruktion, Schmerzen und/oder Parästhesien (Auclair et al. 1997). Radiographisch imponieren zentrale Riesenzellgranulome als solitäre, unilokuläre oder multilokuläre Radioluzenz (vgl. Abb. 19).

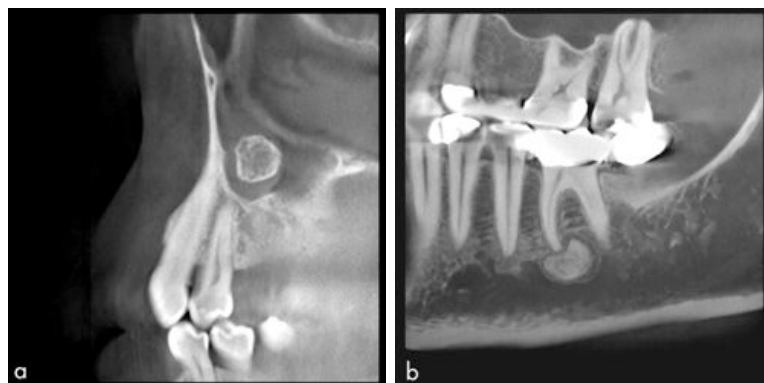
**Aneurysmatische Knochenzysten (ABC)** entwickeln sich bei 10% der Betroffenen in den maxillofazialen Knochen (Neville et al. 2002). Sie kommen häufig in Assoziation mit anderen knöchernen Läsionen wie FD, KOF, JOF, Osteoblastom und Osteosarkom vor (El Mofty 2002, Diercks et al. 1986, van Heerden et al. 1989, Svensson und Isacsson 1993). Die rapide Expansion einer normalerweise langsam wachsenden FOL kann ein Hinweis auf die Bildung einer ABC sein (Diercks et al. 1986). ABC können sowohl asymptomatisch sein als auch mit beträchtlichen Auftreibungen, Asymmetrien und Schmerzen einhergehen. Radiographisch erscheinen die meisten Läsionen als solitäre, multilokuläre Radioluzenzen im posterioren Unterkiefer (vgl. Abb. 20). In Kombination mit anderen Läsionen können sie dieser angrenzen oder diese durchsprekeln (Diercks et al. 1986, El Mofty 2002).



**Abb. 20:** 3D-Accutomo Aufnahme multipler aneurysmatischer Knochenzysten im Bereich der rechten Mandibula in **a)** sagittaler, **b)** transversaler und **c)** koronaler Ebene. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin

## BENIGNE KNOCHENTUMOREN

Das **Osteom** kommt bevorzugt an Schädel und Stirnhöhle, seltener an Siebbein und Kieferhöhle vor. Im Falle von exophytisch wachsenden Osteomen im Bereich der Kiefer spricht man nach Empfehlung der WHO von Exostosen (Barnes et al. 2005). Es können je nach Ursprung und Beziehung zur Kortikalis periphere (periostale) Osteome von zentralen Osteomen (Enostom) unterschieden werden. Das Enostom tritt zentral im Knochen auf und bleibt aufgrund seines langsamen Wachstums oft unbemerkt bzw. wird als Zufallsbefund im Röntgenbild entdeckt. Das periphere Osteom fällt durch eine Vorwölbung meist am lingualem Unterkiefer (Torus mandibularis) oder Gaumen (Torus palatinus) auf. Exostosen sind peripher von einer Knorpelkappe überzogen. Im Gegensatz hierzu sind zentrale Osteome selten und imponieren im Röntgenbild als kompaktaähnliche, dichte Strukturen mit deutlicher Abgrenzung zur Spongiosa (vgl. Abb. 21b). Bei multiplen Osteomen der Kiefer muss an das Gardner Syndrom gedacht werden (Gardner und Richards 1953).



**Abb. 21:** DVT-Aufnahmen eines **a)** peripheren Kieferhöhlenosteoms und **b)** eines zentralen Osteoms, Regio 36 in transversaler Ebene. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin

Das **Osteoblastom** ist ein seltener, benigner Tumor, bei dem durch aktive Osteoblasten unreifes Knochengewebe produziert wird. Es manifestiert sich hauptsächlich in der Wirbelsäule und den langen Röhrenknochen wie Femur und Humerus (Lucas et al. 1994). In seltenen Fällen ist das Osteoblastom in den kraniofazialen Knochen anzutreffen. Hierbei stellt der posteriore Bereich der Mandibula die typische Lokalisation

dar (Smith et al. 1982). Klinisch fallen die Schwellung des betroffenen Knochenareals und Schmerzen auf. Zudem kann es zur Mobilisation assoziierter Zähne kommen (Stewart und Fonseca 2000). Im Röntgenbild stellen sie sich meist als gut abgrenzbare, rund bis ovoidförmige, gemischt radioluzent-radiopake Läsionen dar. Stärker kalzifizierte Tumoren imponieren mit zentraler Opazität und peripherem radioluzentem Rand. Eine Randsklerose des umgebenden Knochen, wie sie beispielsweise bei den OF gesehen werden kann, ist hier normalerweise nicht anzutreffen (Stewart und Fonseca 2000). Die histologische Untersuchung zeigt ein stark vaskularisiertes Stroma mit kleinen spindelförmigen Zellen. In das Stroma eingebettet liegen irregulär geformte Trabekel aus Osteoid und unreifem Geflechtknochen. Typisch ist hier, wie auch beim OF, die Umrandung des Knochens mit Osteoblasten. Im Gegensatz zum OF stellen sich diese vergrößert und hyperchromatisch dar und können zudem auch im gesamten fibrovaskulären Stroma verteilt sein (Stewart und Fonseca 2000).

**Morbus Paget** (Osteodystrophia deformans) stellt eine chronisch-fokale Erkrankung des Knochens dar und tritt bei 3-5% der Population älter als 40 Jahre auf (Reddy et al. 2001). Sie ist gekennzeichnet durch eine übermäßige Knochenresorption aufgrund einer gesteigerten Aktivität der Osteoklasten, verbunden mit einer rapiden, unorganisierten Remodellierung des Knochens (Good et al. 2002). Die Kieferknochen sind bei 20% der Patienten involviert und repräsentieren häufig die initiale Manifestationsstelle (Woo und Schwartz 1995). Eine Auftreibung des Mittelgesichtes, nasale Obstruktionen und sinusale Obliterationen stellen typische Folgen dar. Zahnlose Patienten beklagen möglicherweise einen schlechten Sitz ihrer Totalprothese, bezahnte Patienten berichten von sich verbreiternden Zahnlücken (Neville et al. 2002). Radiographisch zeigen sich Ähnlichkeiten zu den FOL. Initial manifestiert sich der Morbus Paget als fokale, schlecht abgrenzbare und in die Umgebung strahlende, radioluzente Läsion, ähnlich einer OD. Fortgeschrittenere Läsionen weisen radioluzent-radiopake Foci auf. Manche Läsion zeigen *ground glass* ähnliche Opazitäten, wie sie auch bei der FD zu finden sind (Tehranzadeh et al. 1998, Monfort et al. 1999). Involvierte Zähne zeigen

üblicherweise eine Hyperzementosis, was bei FOL nicht beobachtet werden kann (Neville et al. 2002). Ebenso bestehen histopathologische Gemeinsamkeiten. Unregelmäßig angeordnete Trabekel aus Geflechtknochen verteilen sich vereinzelt im Stroma. Der Knochen wird von Osteoklasten und Osteoblasten umrahmt, welche die simultane Resorption und Formation von Knochen anzeigen. Der hohen Knochenumsatzrate des Paget geschuldet, zeigt die laborchemische Untersuchung eine Erhöhung der alkalischen Phosphatase sowie des Hydroxyprolins (Delmas 1999). Im Gegensatz hierzu bleiben laborchemische Werte fibro-ossärer Läsionen unverändert (Eisenberg und Eisenbud 1997).

#### MALIGNE KNOCHENTUMOREN

Das Osteosarkom zählt zu den häufigsten bösartigen Tumoren des Skeletts. Im Bereich der Kiefer dominieren allerdings die niedrigmalignen Formen. Typisch ist, ähnlich den FOL, die Bildung eines Osteoids. Besonders die osteosklerotisch-osteoblastische Form zeigt durch die Bildung osteoblastischer Strukturen Gemeinsamkeiten zu den FOL. Unschärfe Strukturen, infiltratives Wachstum und fehlende Respektierung der anatomischen Grenzen sind hochgradige Indizien für die Malignität einer Läsion (Rother 2001). Histologisch kann diese durch die Anwesenheit von Zelltypen sowie Mitosefiguren bestätigt werden (Johnson et al. 1991, Slootweg 1996). Andererseits kann ein



**Abb. 22:** OPG-Aufnahme eines expansiv wachsenden Osteosarkoms im Bereich des linken Unterkiefers. Quelle: modifiziert nach Hussain 2007

gut abgegrenztes Osteosarkom auch minimale Atypien und mangelnde mitotische Aktivität zeigen (Unni et al. 1977). In solchen Fällen ist eine genaue histologische Begutachtung der Grenzschicht zwischen Tumor und anschließendem Gewebe von höchster Wichtigkeit. Osteosarkome perforieren häufiger die Kortikalis und verteilen sich somit direkt im umgebenden Weichgewebe (Slootweg 1996). Im Gegensatz dazu zeichnen sich FOL eher als intraossär wachsende Läsionen aus, welche bisweilen eine Schwächung und Dehnung des kortikalen Knochens verursachen (Freyschmidt et al. 2003).

In der Differentialdiagnostik sollte unter den malignen Veränderungen des Weiteren an das **primäre intraosseäre Plattenepithelkarzinom** gedacht werden. Dieses präsentiert sich als radioluzent bzw. gemischt radioluzent-radiopaken, gut abgrenzbaren Läsionen vor allem im posterioren Unterkiefer (Kaffe et al. 1998).

Das **intraorale granulozytäre Sarkom** stellt eine Manifestation der chronischen oder akuten Leukämie dar, welche sich in seltenen Fällen im Kieferknochen manifestieren (vgl. Abb. 23). Das leukämische Infiltrat ist meist schmerzlos und kann mit einer Gingivahyperplasie, Blutungen und erhöhter Taschentiefe einhergehen (daSilva-Santos et al. 2010). Radiographisch können lytische Areale des Knochens und die Erweiterung des Parodontalspalts auffallen (Lee et al. 2001).



**Abb. 23:** OPG-Aufnahme eines leukämischen Infiltrats eines Granulozytensarkoms im Bereich des rechten Kieferwinkels. Quelle: Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin



### 3. Aufgabenstellung

Diese Arbeit soll ein umfassendes Bild zu den seltenen Pathologien der ossären Dysplasien und ossifizierenden Fibrome im maxillofazillen Bereich liefern. Hierzu soll eine intensive Literaturrecherche zu Ätiologie, Epidemiologie, Klinik, Radiologie, Histopathologie und Management dieser Läsionen durchgeführt werden. Zur Veranschaulichung der radiologischen und histopathologischen Eigenschaften soll der Text mit Bildern aus dem Patientengut unterlegt werden. Des Weiteren soll eine Ausarbeitung zur Differentialdiagnostik der fibro-ossären Läsionen erfolgen.

Im Rahmen der klinischen Untersuchung sollen die radiologischen Charakteristika fibro-ossärer Läsionen, sowie die Abbildungsgenauigkeit läsionaler und benachbarter Strukturen im dentalen Volumentomogramm untersucht und mit der des Orthopantomogramms und des Computertomogramms verglichen werden.

Es stellt sich die Frage, ob sich die DVT als radiologisches Diagnostikum von FOL eignet. Die Literatur umfasst keine Studien, welche die radiologischen Fähigkeiten der DVT im Falle von fibro-ossären Läsionen untersuchen und vergleichend zu anderen Röntgentechniken darstellen.

Die gewonnenen Ergebnisse sollen klären, inwieweit die dentale Volumentomographie als Ersatz der CT in der Diagnostik bzw. als Ersatz der Panoramaschichttechnik in der Nachsorge maxillofazialer fibro-ossärer Läsionen empfohlen werden kann.

## 4. Material und Methode

### 4.1 Ablauf der Studie

Zur Realisierung der Studie wurde zunächst die Datenbank des Instituts für Pathologie der Universität Leipzig auf die Diagnosen maxillofaziale fibröse Dysplasie, ossäre Dysplasie (bzw. zemento-ossäre Dysplasie) und ossifizierendes Fibrom (bzw. zemento-ossifizierendes Fibrom) durchsucht. Hierbei konnten in dem Zeitraum von Januar 2000 bis Juli 2010 insgesamt 33 Überweisungen des Friedrich-Louis-Hesse-Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin gefunden werden, deren Verteilung in Tab. 2 dargestellt ist.

	fibröse Dysplasie	ossäre Dysplasie	ossifizierendes Fibrom	gesamt
Patientenfälle [n]	7	6	20	33
studienrelevante Patientenfälle [n]	0	5	8	13
studienrelevante Röntgenbildpaare (OPG-DVT) [n]	0	10	8	18

**Tab. 2:** Auflistung der registrierten bzw. studienrelevanten Fälle von fibro-ossären Läsionen der Kiefer in der Zeit von Januar 2000 bis Juli 2010. Quelle: Institut für Pathologie der Universität Leipzig

Die Genehmigung der zuständigen Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig für diese retrospektive Studie wurde vor Studienbeginn beantragt und bewilligt (Bearbeitungsnummer 054-2010-08032010).

In die Studie einbezogen wurden ausschließlich solche Patientenfälle, bei denen mindestens eine präoperative OPG- sowie mindestens eine präoperative DVT-Aufnahme vorlagen, wobei der Abstand zwischen den einander entsprechenden Aufnahmen einen Zeitraum von drei Monaten nicht überschritt. In 12 der 13 Patientenfälle wurden die Läsionen histopathologisch durch das Institut für Pathologie des Universitätsklinikums Leipzig untersucht und in ihrer Diagnose bestätigt. Die Ausnahme bildete der Fall einer floriden OD, bei der mit Hilfe der DVT die Diagnose getroffen und somit eine Probeentnahme vermieden werden konnte. Zur Verfügung standen

somit insgesamt 18 Röntgenbildpaare (OPG-DVT) von 13 Patienten des Friedrich-Louis-Hesse-Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin. Aufgrund fehlender Aufnahmen musste die Entität der maxillofazialen fibrösen Dysplasie von der Untersuchung ausgeschlossen werden.

Im weiteren Verlauf wurden die einander entsprechenden DVT- (3D Accuitomo 80) und OPG-Aufnahmen (Orthophos CD) von Patienten mit ossären Dysplasien bzw. ossifizierenden Fibromen ausgewertet und verglichen. Zehn Betrachter bewerteten die Eigenschaften der Läsionen sowie die Bildqualität der Aufnahmen anhand von zehn Kriterien mit Hilfe einer Fünf-Punkt-Ordinalskala. Die gewonnenen Daten wurden statistisch analysiert. Zur vergleichenden Untersuchung der Abbildungsqualitäten der DVT und CT erfolgte eine intensive Literaturrecherche.

## 4.2 Röntgengeräte

### Material OPG

Die Bildgebung der Panoramaschichtaufnahmen erfolgte mit dem Orthopantomographen Orthophos CD der Firma Sirona Dental, Bensheim.

Bei einer Nennspannung von 60-90 kV und einem Nennstrom von 1-12 mA rotieren Röhre und Kassettenträger während der Aufnahme im Uhrzeigersinn um den Kopf des stehenden Patienten. Die Brennfleckgröße beträgt nach IEC 336/ 82 0.5 x 0.5 mm und die Gesamtfilterung 2.5 mm Al. Das Gerät arbeitet mit einem konstanten Vergrößerungsfaktor von 1.25 und einer Auflösung von maximal 5 Linienpaaren/ mm (Düker 2000). Die Patientenpositionierung und -fixierung erfolgte mittels Dreifach-Lichtvisier, Kinn- und Schläfenstütze.



**Abb. 24:** In der Studie verwendeter Orthopantomograph Orthophos CD der Firma Sirona. Quelle: eigene Aufnahme (22.06.2010)

### Material DVT

Die Bildgebung der volumetomographischen Aufnahmen erfolgte mit Hilfe des 3D Accuitomo 80, Modell MCT-1 (J. Morita Mfg., Kyoto, Japan).



**Abb. 25:** In der Studie verwendetes DVT-Gerät 3D-Accuitomo 80 der Firma J. Morita. Quelle: eigene Aufnahme (22.06.2010)

Das Gerät arbeitet mit einem begrenzten kegelförmigen Röntgenstrahl und ist für eine hochauflösende Computertomographie von Hartgeweben im Kopfbereich konstruiert. Die Röntgenröhre und der Bildempfänger sind um 180° zueinander versetzt an einem Arm angebracht, welcher um den Kopf des sitzenden Patienten rotiert. Der zylindrische Aufnahmebereich weist einen Durchmesser sowie eine Höhe von 80 mm auf. Die Voxelgröße beträgt 0.125 mm<sup>3</sup>, die Auflösung 2.7 Linienpaare/mm (Hirsch et al. 2008a). Die Nennspannung liegt bei 60~90 kV, der Nennstrom bei 1~10 mA. Während einer 360° Rotation erzeugt das Gerät ein fortlaufendes Röntgenbildsignal, welches mit Hilfe eines *flat panel detectors* (FPD) registriert wird. Die Umlaufzeit beträgt 17.5 Sekunden. Die Aufnahmevolumina liegen bei 40 x 40 mm, 60 x 60 mm und 80 x 80 mm.

Die exakte Positionierung des Patienten erfolgte mittels einer Scout-Aufnahme. Mit Hilfe eines 2.4 GHz Pentium-IV-Prozessors und der i-Dixel Software wurden aus den Rohdaten 3D-Datensätze errechnet, welche einen kontinuierlichen Bildlauf in Einzelschichten von 0.125 mm Dicke ermöglichten. Die Visualisierung der Röntgenbilder auf einem externen Computer erfolgte durch das Bildbetrachtungsprogramm i-Dixel One Volume Viewer (Version 1.5.0), eine von J. Morita entwickelte Software, welche beim Export von Bilddateien bereitgestellt wird (J. Morita Broschüre 3D Accuitomo 2010).

### 4.3 Bildauswahl und Bildzusammenstellung

Einbezogen wurden ausschließlich präoperative Aufnahmen von Patienten des Friedrich-Louis-Hesse-Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin, mit den Diagnosen ossäre Dysplasie oder ossifizierendes Fibroms im Bereich der Kiefer. Insgesamt wurden 13 Merkmalsträger klinisch und radiologisch (mittels Orthophos CD und 3D Accuitomo 80) untersucht. Die insgesamt 36 Röntgenbilder (18

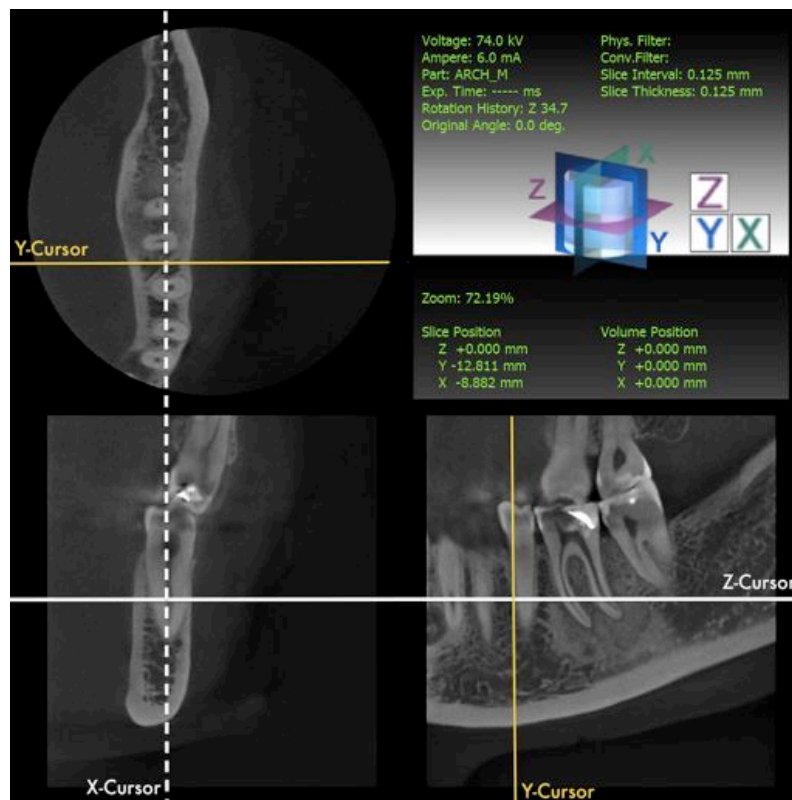
OPG- und 18 DVT-Aufnahmen) entstanden studienunabhängig, aufgrund einer medizinischen Indikation im Klinikalltag.

#### 4.4 Präsentation und Bewertung der Röntgenaufnahmen

Die retrospektive Bewertung der 36 Röntgenbilder erfolgte anhand eines Fragebogens (vgl. Anhang 1) unter standardisierten Bedingungen durch zehn erfahrene Betrachter (Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen, Oralchirurgen und Zahnärzte). Diese wurden unabhängig und unter gleichen Bedingungen gebeten, (A) die radiologischen Eigenschaften und (B) die Abbildungsqualitäten von zehn Strukturen zu beurteilen. Die Auswahl dieser Strukturen erfolgte nach den Empfehlungen von Whaites (2002). Deren Kenntnis kann entscheidende Hinweise zur Identifizierung der Läsionen geben. Die untersuchten Strukturen waren die Läsion selbst (interne Struktur, Form, Abgrenzung und Lokalisation) sowie deren Nachbarstrukturen. Hierzu gehörten die Zähne in Nachbarschaft der Läsion (Parodontalspalt, Resorptionen, Verlagerungen), die Spongiosa an der Grenze der Läsion, die Kortikalis und der Canalis mandibularis. Die Betrachtung der Orthopantomogramme wurde an einem Röntgenfilmbetrachter (Planilux, Typ LJ-S, 44 x 44 cm) durchgeführt. Die Präsentation der DVT-Aufnahmen erfolgte an einem 17-Zoll Monitor, welcher nach DIN 6868-57 den Kriterien der zahnärztlichen Befunderhebung entsprach. Mit Hilfe des Bildbetrachtungsprogramms i-Dixel One Volume Viewer wurden die Volumentomogramme geöffnet. Die Darstellungsoption Vollbildmodus wurde zur Ansichtsoptimierung aller Bilder gewählt. Zudem wurden die Betrachter ermutigt, die Zusatzfunktionen Helligkeit, Kontrast und Zoom zu verwenden. Ferner konnten die DVT-Aufnahmen in sagittaler, transversaler und koronaler Richtung durchwandert werden (vgl. Abb. 26).

Die Röntgenbilder wurden in anonymisierter Form und zufälliger Reihenfolge präsentiert. Aufgrund vereinzelter multilokaler Läsionen, wurde die zu beurteilende Region auf

dem Analysebogen angegeben. Die Bewertung der röntgenologischen Charakteristika (A) erfolgte qualitativ durch Auswahl der zutreffenden Eigenschaft. Den Angaben der Literatur folgend (Lakits et al. 2000, Dreiseidler et al. 2009) wurde für die Bewertung der Abbildungsqualität (B) eine Fünf-Punkt Ordinalskala von sehr gut (1) bis schlecht (5) verwendet. Konnte im Teil A oder B keine Aussage getroffen werden, war die Frage mit *nicht beurteilbar* zu beantworten. Ein Vorhandensein von Metallartefakten in der untersuchten Region war auf dem Analysebogen mit ja oder nein anzukreuzen.



**Abb. 26:** Durch Verschiebung der Linien X, Y und Z im Programm i-Dixel One Volume Viewer kann die gewünschte Region in allen drei Ebenen betrachtet werden. Der Z-Cursor stellt die koronale Schicht dar und durchwandert eine Bewegung von kranial nach kaudal. Mit der Y-Ebene durchläuft man die Sagittale von anterior nach posterior und der X-Cursor entspricht der transversalen Ebene und simuliert eine links-rechts Bewegung. Quelle: eigene Darstellung

## 4.5 Statistische Analyse

Die Verwaltung der gewonnenen Analyseergebnisse, die statistische Auswertung der Daten sowie die Anfertigung von Diagrammen wurde mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS 15.0 für Windows (SPSS Inc., Chicago, IL) durchgeführt. Die Tabellen wurden mit Hilfe von Microsoft Excel 2008 für Mac (Version 12.2.3) angefertigt. Jedes der 36 Röntgenbilder fibro-ossärer Läsionen (18 OPG- und 18 DVT-Aufnahmen) wurde von zehn Betrachtern bewertet, so dass insgesamt 360 Fragebögen analysiert werden konnten. Die Bewertung des Canalis mandibularis konnte auf den OPG-Aufnahmen nur auf 171 und auf den DVT-Aufnahmen nur auf 140 Fragebögen beantwortet werden. In den restlichen Fällen lag der Nervkanal nicht im Aufnahmebereich bzw. die zu beurteilende Läsion war im Oberkiefer oder im Bereich des unteren Inzisivi lokalisiert. Dies schloss die Beantwortung der Frage 7 aus.

### (A) Röntgenologische Eigenschaften fibro-ossärer Läsionen

Die im Fragebogen durch die Betrachter gewählten Befunde der einzelnen Strukturen wurden zum einen mit der Entität (OD/ OF) und zum anderen mit der verwendeten Röntgentechnik (OPG/ DVT) verglichen. Hierzu eignete sich die Erstellung von Häufigkeitstabellen.

Zur Ermittlung von Unterschieden zwischen den röntgenologischen Eigenschaften von OD und OF sowie OPG und DVT wurde der T-Test für zwei unverbundene Stichproben durchgeführt. Die Mittelwerte der beiden Fallgruppen wurden hierzu miteinander verglichen. Es sollte geprüft werden, ob die Erwartungswerte beider Grundgesamtheiten einander gleich sind (Nullhypothese  $H_0$ ) oder ob ein Unterschied besteht (Alternativhypothese  $H_1$ ).  $H_0$  galt als ungültig, wenn das zweiseitige Signifikanzlevel unterhalb von  $p = .05$  lag. In diesem Fall wurde die Alternativhypothese  $H_1$  angenommen.

Die Quantifizierung der Übereinstimmung zwischen den Beurteilern wurde mit Hilfe des Interklassen-Korrelationskoeffizienten (ICC) nach Shrout und Fleiss (1979) auf Basis eines zweiseitig gemischten Effektmodells für absolute Übereinstimmung berechnet. Der



ICC kann Werte zwischen -1.0 und 1.0 annehmen, wobei ein hoher Reliabilitätswert einer geringen Varianz zwischen den Betrachtern entspricht und umgekehrt. Die Interpretation der Korrelationskoeffizienten erfolgte entsprechend der Kriterien von Landis und Koch (1977), welche in Tab. 3 präsentiert sind.

Korrelation innerhalb der Klasse	Übereinstimmung
< 0.00	keine
0.00 - 0.20	schlechte
0.21 - 0.40	geringe
0.41 - 0.60	mäßige
0.61 - 0.80	gute
0.81 - 1.00	ausgezeichnete

**Tab. 3:** Interpretation des ICC nach den Kriterien von Landis und Koch

## (B) Abbildungsqualität fibro-ossärer Läsionen in OPG und DVT

Der Median wurde als Lagemaß der Abbildungsbewertung gewählt. Aufgrund des ordinal skalierten Bewertungssystems war die Bildung von Mittelwerten weder sinnvoll noch nötig. Die Bewertungen aller Betrachter wurden für jedes Kriterium getrennt analysiert, wobei OPG und DVT gegenübergestellt wurden.

Zur Ermittlung von Unterschieden in der Abbildungsqualität beider Röntgentechniken wurde der U-Test nach Mann und Whitney (1947) für zwei unabhängige Stichproben durchgeführt. Bei diesem nicht-parametrischen Lagetest wurden die Mediane beider Röntgentechniken miteinander verglichen. Es wurden folgende Hypothesen aufgestellt:  $H_0$  - es besteht kein Unterschied zwischen den Röntgentechniken und  $H_1$  - die beiden Verfahren sind unterschiedlich bezüglich ihrer Qualität. Die Nullhypothese lautete  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ , wonach die Differenzen dieser Verteilung den Wert 0 bilden.  $H_0$  galt als ungültig, wenn das Signifikanzlevel unterhalb von  $p = .05$  lag. In diesem Fall wurde die Alternativhypothese  $H_1$  angenommen.

## Metallartefakte

Jedes der 36 Bilder wurden von jedem der zehn Prüfer auf störende Metallartefakte untersucht. Die nominal skalierten Antworten wurden aufgeschlüsselt nach OPG und DVT in einer Häufigkeitstabelle wiedergegeben. Zur Ermittlung eines Unterschiedes wurde der T-Test für zwei unabhängige Stichproben durchgeführt.

## 4.6 Literaturrecherche

Die Grundlage dieser wissenschaftlichen Arbeit stellte eine ausführliche Literaturrecherche dar. Hierzu wurden die elektronischen Datenbanken PubMed (Public Medline, U.S. National Library of Medicine, NCBI) und Web of Science (Institute for Scientific Information, ISI) auf die in Tab. 4 dargestellten Schlüsselbegriffe durchsucht und durch Eingabe des Befehls *AND* mit zusätzlichen Begriffen kombiniert.

Schlüsselbegriffe	Kombinationsbegriffe	
fibro osseous lesion	facial	mandible
cemento osseous dysplasia	face	mandibular
osseous dysplasia	dental	mandibla
cemento ossifying fibroma	dentofacial	craniofacial
ossifying fibroma	face	skull
familial gigantiform cementoma	tooth	cranial
	teeth	head
juvenile	maxillofacial	neck
aggressive –ossifying fibroma	maxilla	oral
active	maxillary	jaw

**Tab. 4:** Suchbegriffe der Literaturrecherche zu Eigen-schaften maxillofazialer FOL

Ergänzend dazu erfolgte die Durchsicht des Hauptkatalogs Web OPAC der Universitätsbibliothek Leipzig auf Fachliteratur und Dissertationen. Die Ergebnisse konnten, nach eingehender Prüfung, um Referenzen aus den Literaturverzeichnissen der gefundenen Publikationen erweitert werden. Die Recherche diente zur Erstellung einer Literaturübersicht sowie zum Vergleich der in der Studie vorgefundenen radiologischen Charakteristika von OD und OF mit den Angaben anderer Autoren.

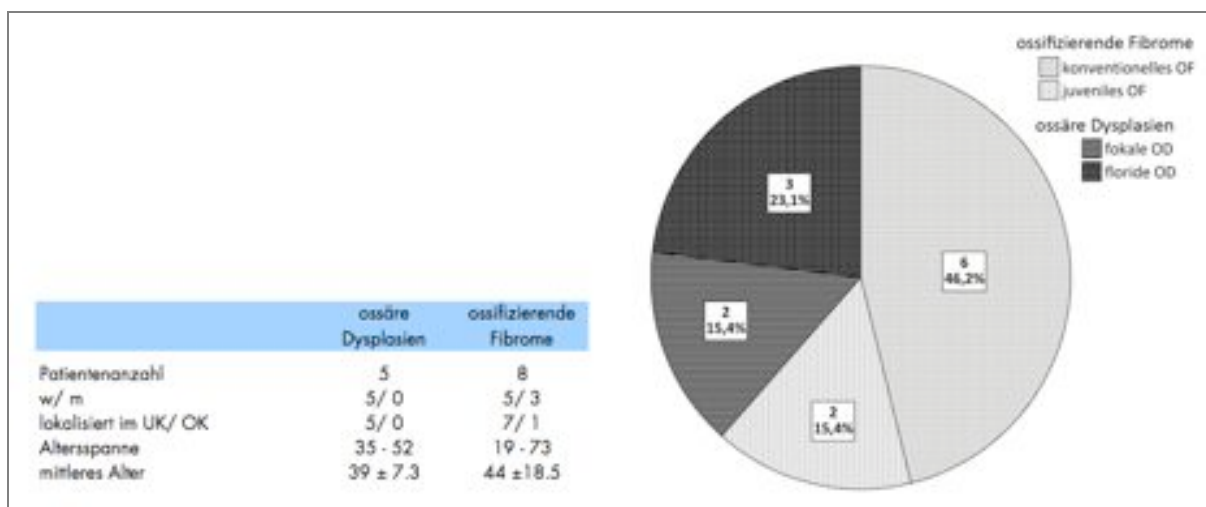
Der zweite Teil der Literaturrecherche bestand aus einem Vergleich der Darstellungseigenschaften von OPG, CBCT und CT. Literaturangaben zur Abbildungsqualität der drei Röntgentechniken bei der Darstellung von den in der vorliegenden Studie untersuchten zehn Kriterien (interne Struktur, Form, Abgrenzung, Lokalisation, Parodontalspalt, Resorptionen, Verlagerungen, Spongiosa, Kortikalis und Canalis mandibularis) sowie Metallartefakte wurden vergleichend analysiert. Hierzu wurden die oben genannten Datenbanken und Kataloge auf die in Tab. 5 aufgelisteten Schlüsselbegriffe in allen Kombinationsmöglichkeiten untereinander und mit den zusätzlichen Kombinationsbegriffen durchsucht.

Schlüsselbegriffe		Kombinationsbegriffe	
cone-beam	computed tomography	comparison	canal
conebeam	CT	comparative	nervus alveolaris
CB-CT	multislice computed tomography	imaging	root
CBCT	MSCT	imaging quality	resorption
digital volume tomography	spiral computed tomography	artefact	parodontal
dental volume tomography	panoramic	metal artefact	periodontal
DVT	panoramic radiography	radiation dosage	Lamina dura
compact CT	orthopantomography	radiation exposure	cancellous
compact computed tomography	two-dimensional	effective dose	corticle bone
computerized tomography	three-dimensional	mandibular	trabecular
volumetric CT	radiography	mandible	bone
volumetric computed tomography		neurovascular	localization

**Tab. 5:** Suchbegriffe der Literaturrecherche zur vergleichenden Untersuchung der Darstellungseigenschaften von OPG, DVT und CT

## 5. Ergebnisse

Die Ergebnisse der deskriptiven Statistik zu Krankheitsverteilung, Alter, Geschlecht und Lokalisation sind in Abb. 27 dargestellt. Der größte Teil des Patientengutes (61.5%) erkrankte an einer Form des OF. Das KOF war in dieser Gruppe mit 46.2% am häufigsten vertreten. Fünf (38.5%) der insgesamt 13 Patienten erkrankten an einer Form der OD. Generell konnte festgestellt werden, dass Frauen in beiden Entitäten häufiger betroffen waren. Das Alter der Patienten mit OD lag zwischen 35 und 52 Jahren, während es bei Patienten mit OF mit 19 bis 73 Jahren eine größere Spanne umfasste. Mit Ausnahme eines KOF, bei welchem der Oberkiefer betroffen war, traten alle Läsionen im Bereich des Unterkiefers auf.



**Abb. 27** Verteilung von Alter, Geschlecht und Lokalisation der untersuchten Fälle. Kreisdiagramm: Verteilung von ossären Dysplasien (OD) und ossifizierenden Fibromen (OF) im untersuchten Patientengut.

### 5.1 Röntgenologische Eigenschaften fibro-ossärer Läsionen

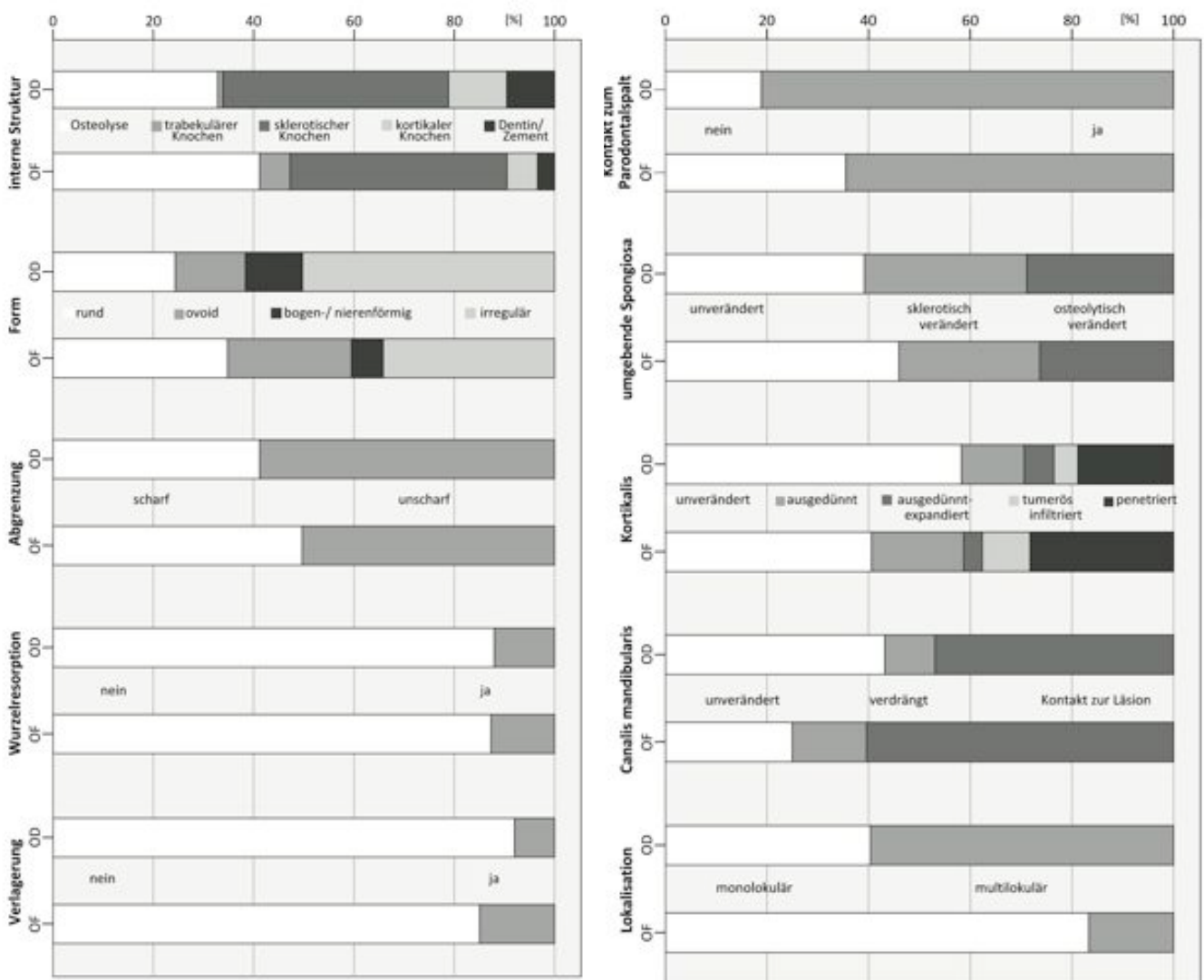
Die ossären Dysplasien und ossifizierenden Fibrome zeigten größtenteils ähnliche röntgenologische Eigenschaften. Dennoch kristallisierten sich einige Unterschiede heraus, welche hier näher betrachtet werden sollen. Die Ergebnisse dieser Analyse sind, aufgeschlüsselt nach Art der Läsion und verwendeter Röntgentechnik, in Tab. 6 dargestellt.

	Art der Läsion				T-Test <sup>1</sup> OD-OF p*	Röntgentechnik				T-Test <sup>2</sup> OPG-DVT p*	ICC	
	OD		OF			OPG		DVT			OPG	DVT
	n	%	n	%		n	%	n	%			
<b>interne Struktur</b>											0.646	0.836
Osteolyse	62	32.8	61	41.2	.160	77	42.8	46	25.6	<b>.001</b>		
trabekulärer Knochen	2	1.1	9	6.1	<b>.019</b>	9	5.0	2	1.1	<b>.032</b>		
sklerotischer Knochen	85	45.0	64	43.2	.633	61	33.9	88	48.9	<b>.004</b>		
kortikaler Knochen	22	11.6	9	6.1	.062	9	5.0	22	12.2	<b>.015</b>		
Schmelz	0	0.0	0	0.0		0	0.0	0	0.0	/		
Dentin/ Zement	18	9.5	5	3.4	<b>.017</b>	8	4.4	15	8.3	.132		
nicht beurteilbar						16	8.9	7	3.9	.053		
<b>Form</b>											0.917	0.871
rundlich	47	24.4	55	34.8	<b>.025</b>	66	36.7	36	20.0	<b>.000</b>		
ovoid	27	14.0	39	24.7	<b>.010</b>	44	24.4	22	12.2	<b>.003</b>		
bogen- bzw. nierenförmig	22	11.4	10	6.3	.106	18	10.0	14	7.8	.460		
irregulär	97	50.3	54	34.2	<b>.005</b>	46	25.6	105	58.3	<b>.000</b>		
nicht beurteilbar						6	3.3	3	1.7	.313		
<b>Abgrenzung</b>											0.561	0.479
scharf	82	41.2	76	49.7	.219	75	41.7	83	46.1	.397		
unscharf	117	58.8	77	50.3	<b>.050</b>	100	55.6	94	52.2	.527		
nicht beurteilbar						5	2.8	3	1.7	.476		
<b>Resorption</b>											0.383	0.111
nein	161	88.0	131	87.3	.741	142	78.9	150	83.3	.136		
ja	22	12.0	19	12.7	.797	16	8.9	25	13.9	.283		
nicht beurteilbar						22	12.2	5	2.8	<b>.001</b>		
<b>Verlagerung</b>											0.107	0.699
nein	184	92.0	131	85.1	<b>.005</b>	153	85.0	162	90.0	.128		
ja	16	8.0	23	14.9	.060	24	13.3	15	8.3	.152		
nicht beurteilbar						3	1.7	3	1.7	1.000		
<b>Parodontalspalt</b>											-0.142	0.722
nein	36	18.9	53	35.6	<b>.001</b>	41	22.8	48	26.7	.494		
ja	154	81.1	96	64.4	<b>.001</b>	122	67.8	128	71.1	.394		
nicht beurteilbar						17	9.4	4	2.2	<b>.003</b>		
<b>umgebende Spongiosa</b>											0.544	0.681
unverändert	76	39.2	68	45.9	.389	76	42.2	68	37.8	.391		
sklerotisch verändert	62	32.0	41	27.7	.260	49	27.2	54	30.0	.561		
osteolytisch verändert	56	28.9	39	26.4	.437	47	26.1	48	26.7	.905		
nicht beurteilbar						8	4.4	10	5.6	.630		
<b>Kortikalis</b>											0.872	0.315
unverändert	99	58.2	56	40.6	<b>.005</b>	106	58.9	49	27.2	<b>.000</b>		
ausgedünnt	21	12.4	25	18.1	.156	14	7.8	32	17.8	<b>.004</b>		
ausgedünnt-expandiert	10	5.9	5	3.6	.366	1	0.6	14	7.8	<b>.001</b>		
tumorös infiltriert	8	4.7	13	9.4	.110	3	1.7	18	10.0	<b>.001</b>		
penetriert	32	18.8	39	28.3	<b>.050</b>	10	5.6	61	33.9	<b>.000</b>		
nicht beurteilbar						46	25.6	6	3.3	<b>.000</b>		
<b>Canalis mandibularis</b>											0.319	0.599
unverändert	57	43.2	24	25.0	<b>.002</b>	38	22.4	43	30.9	.529		
verdrängt	13	9.8	14	14.6	.429	8	4.7	19	13.7	<b>.028</b>		
Kontakt zur Läsion	62	47.0	58	60.4	.297	58	34.1	62	44.6	.656		
nicht beurteilbar						66	38.8	15	10.8	<b>.000</b>		
<b>Lokalisation</b>											0.585	0.834
monolokulär	79	40.3	130	83.3	<b>.000</b>	106	58.9	103	57.2	.748		
multilokulär	117	59.7	26	16.7	<b>.000</b>	66	36.7	77	42.8	.237		
nicht beurteilbar						8	4.4	0	0.0	<b>.004</b>		

**Tab. 6:** Häufigkeitsverteilung der röntgenologischen Eigenschaften der im Fragebogen bewerteten ossären Dysplasien (OD, Anzahl gesamt= 100) und ossifizierenden Fibrome (OF, Anzahl gesamt= 80). T-Teststatistik zur Ermittlung von Unterschieden zwischen (<sup>1</sup>) OD und OF sowie (<sup>2</sup>) den verwendeten Röntgentechniken in Abhängigkeit von der Struktur auf Basis eines \*zweiseitig getesteten Signifikanzniveaus. Im T-Test<sup>1</sup> fanden Fragen, welche mit *nicht beurteilbar* bewertet wurden, keine Berücksichtigung. Signifikante Ergebnisse sind **fett** hervorgehoben. Die Durchschnittswerte der Interklassen-Korrelation (ICC) jeder Struktur (two-way mixed Effektmodell für absolute Übereinstimmung) wurden hier separat für beide Röntgentechniken dargestellt.

Die röntgenologischen Eigenschaften der untersuchten OD und OF sind in Abb. 28 anhand von Balkendiagrammen gepaart für jedes untersuchte Kriterium dargestellt.

Die interne Struktur stellte sich bei beiden Läsionen vorwiegend als Sklerose (OD 45.0%, OF 43.2%) bzw. Osteolyse (OD 32.8%, OF 41.2%) dar. Die Form der ossären Dysplasien wurde von der Mehrzahl der Betrachter als irregulär beschrieben (50.3%), wohingegen sich die OF vornehmlich rundlich bzw. ovoid präsentierten (34.8%, 24.7%). Die Kriterien Abgrenzung und umgebende Spongiosa ließen ebenfalls keine eindeutigen Tendenzen erkennen. Die OD wiesen zu 58.8%, das OF zu 50.3% eine unscharfe Begrenzung auf. Der Großteil der Befragten bewertete die Spongiosa der OD und OF mit osteolytisch bzw. sklerotisch verändert.



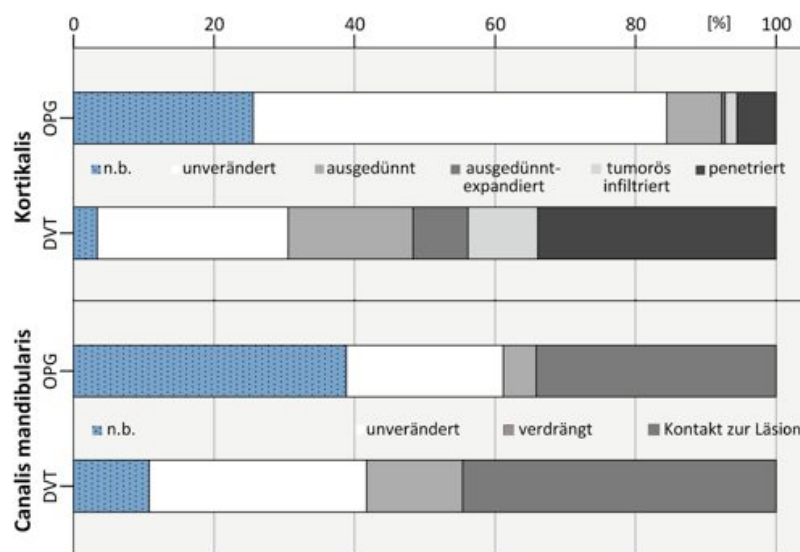
**Abb. 28:** Balkendiagramme zur Darstellung der röntgenologischen Eigenschaften der zehn untersuchten Strukturen von ossären Dysplasien (OD) und ossifizierenden Fibromen (OF)

Auch die Kortikalis präsentierte sich überwiegend unverändert (OD 58.2%, OF 40.6%). Hierbei ließen sich allerdings gravierendere Befunde bei den OF feststellen, welche im Vergleich zu den OD häufiger die Befunde tumorös infiltriert bzw. penetriert annahmen. Ähnliches konnte bei dem Kriterium Canalis mandibularis beobachtet werden. Auch hier konnten die schwerwiegenderen Befunde verdrängt und Kontakt zur Läsion häufiger bei den OF verzeichnet werden, wohingegen die OD öfter mit unverändert befundet wurden. Beide, OD und OF, schienen selten Resorptionen (12.0% und 12.7%) bzw. Verlagerungen (8.0% und 14.9%) von benachbarten Zähnen zu verursachen. Hingegen schienen 81.1% bzw. 64.4% der Fälle in Kontakt zum Parodontalspalt zu stehen. Unterschiede präsentierten sich ebenfalls in der Lokalisation. Die OD wurde vorwiegend mit multilokulär (59.7%), das OF mehrheitlich mit monolokulär (83.3%) befundet.

Der T-Test zeigte, dass ein signifikanter Unterschied ( $p < .05$ ) zwischen den röntgenologischen Eigenschaften von OD und OF besteht. Die Kriterien Lokalisation und Parodontalspalt erwiesen sich hierbei als höchst signifikant in der Unterscheidung der beiden Entitäten. Die Kriterien Form, Kortikalis und Canalis mandibularis schienen ebenfalls sinnvolle Hinweise zur Differenzierung zu geben. Somit konnten bei acht der zehn Kriterien die Alternativhypothese  $H_1$  angenommen werden. Keinen signifikanten Unterschied zeigten die Kriterien Resorption und Spongiosa.

Beim Vergleich der verwendeten Röntgentechniken zum Befund der jeweiligen Struktur ließen sich bei den OPG- und DVT-Aufnahmen vorwiegend vergleichbare Prozentwerte feststellen. Die entsprechenden Werte sind in Tab. 6 wiedergegeben. Ausnahmen bildeten die Strukturen Kortikalis und Canalis mandibularis. Hier bewerteten die Prüfer die DVT-Aufnahmen mit gravierenderen Befunden im Gegensatz zur zweidimensionalen Technik mit zum Teil höchst signifikantem Unterschied. Bei den OPG-Aufnahmen entschieden sich beispielsweise 58.9% der Befragten für eine unveränderte und 5.6% für eine penetrierte Kortikalis. Hingegen wurde die Kortikalis in den DVT-Bildern derselben Patienten zu 27.2% mit unverändert und zu 33.9% mit penetriert bewertet. Aus den Ergebnissen der T-Teststatistik<sup>2</sup> lässt sich ebenfalls erkennen, dass OPG und

DVT Unterschiede in der Beurteilbarkeit bzw. Nicht-Beurteilbarkeit der Kriterien Resorption, Parodontalspalt, Kortikalis, Canalis mandibularis und Lokalisation aufwies. Somit zeigten fünf der zehn untersuchten Kriterien eine signifikant bessere Beurteilbarkeit in den DVT-Aufnahmen. In diesen Fällen konnte die Alternativhypothese  $H_1$  angenommen werden. Diese Unterschiede wurden am Beispiel der Kortikalis und des Nervkanals in Abb. 29 graphisch veranschaulicht.



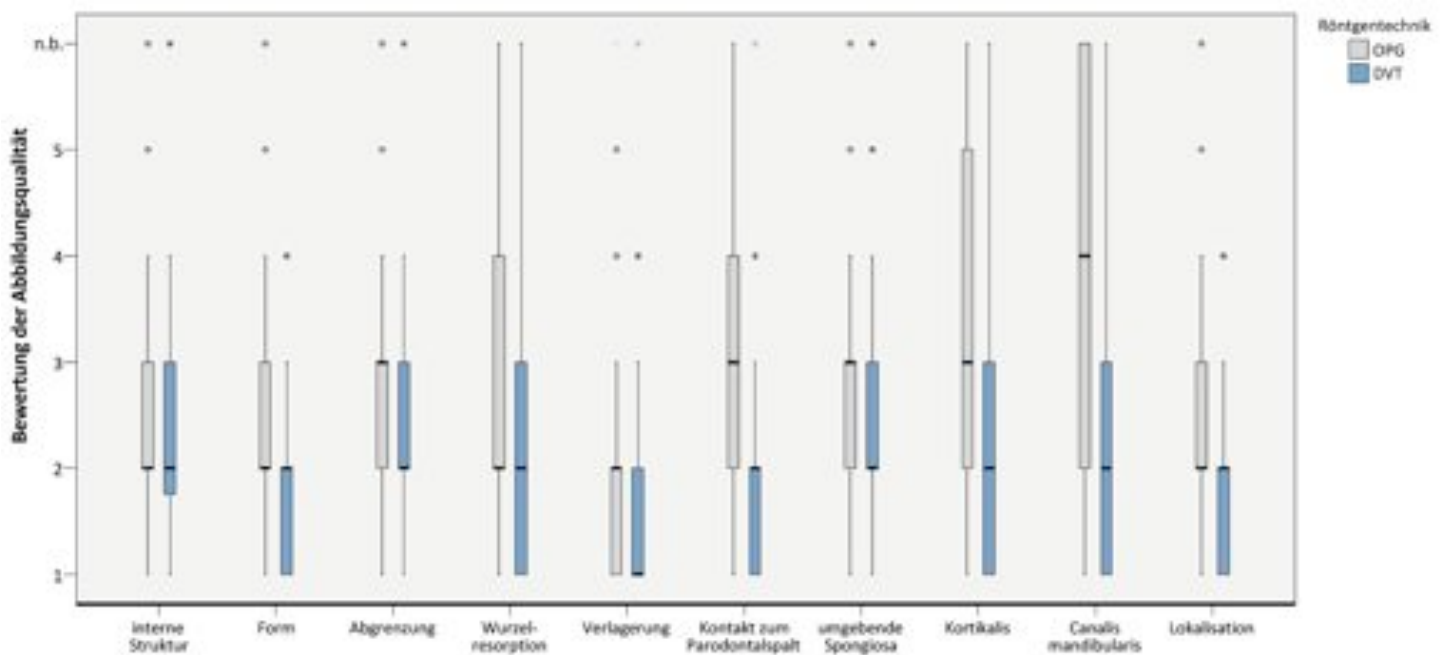
**Abb. 29:** Balkendiagramme der untersuchten Strukturen Kortikalis und Canalis mandibularis zur vergleichenden Darstellung von Befund und Beurteilbarkeit (n.b.= nicht beurteilbar)

Die Ergebnisse der Interklassen-Korrelation zeigten in sechs der zehn Kriterien eine stärkere Übereinstimmung zwischen den Betrachtern bei der Beurteilung der DVT-Aufnahmen. Die Kriterien Form, Abgrenzung, Resorption und Kortikalis hingegen zeigten eine größere Übereinstimmung bei der OPG. Eine ausgezeichnete ( $ICC= 0.81-1.00$ ) und gute Übereinstimmung ( $ICC= 0.61-0.8$ ) wurden in den DVT-Aufnahmen bei sieben von zehn und in den Panoramaschichtaufnahmen bei drei von zehn Strukturen erreicht. Die größte Differenz der ICC-Werte zwischen OPG ( $ICC= -0.142$ ) und DVT ( $ICC= 0.722$ ) konnte bei der Beurteilung des Parodontalspalts festgestellt werden. Keine bzw. eine sehr schwache Korrelation der DVT-Bewertungen zeigten die Kriterien Resorption ( $ICC= 0.111$ ), sowie Kontakt zum Parodontalspalt ( $ICC= -0.142$ ) und Verlagerung ( $ICC= 0.107$ ) in den OPG-Aufnahmen.



## 5.2 Abbildungsqualität fibro-ossärer Läsionen in OPG- und DVT-Aufnahmen

Die Bewertungen der Abbildungsqualitäten der zehn untersuchten Kriterien in OPG- und DVT-Aufnahmen sind graphisch in Abb. 30 in Form eines Boxplot Diagramms gegenübergestellt. Tab. 7 zeigt die Verteilung der einzelnen Strukturbewertungen, deren Mediane sowie die Ergebnisse der U-Teststatistik.



**Abb. 30:** Boxplot-Diagramm. Darstellung der flächentransformierten Benotung der Abbildungsqualität von *sehr gut* (1) bis *schlecht* (5) bzw. *nicht beurteilbar* (n.b.) in OPG- und DVT-Aufnahmen. Dabei wird jede Stichprobe durch eine rechteckige Box repräsentiert, die unten und oben vom 1. und 3. Quartil begrenzt wird. Der schwarze Balken innerhalb der Box kennzeichnet den Median. Die von der Box ausgehenden Striche zeigen die Lage des Minimums und des Maximums der jeweiligen Stichprobe an. Die Kreise und Sterne repräsentieren Ausreißer.

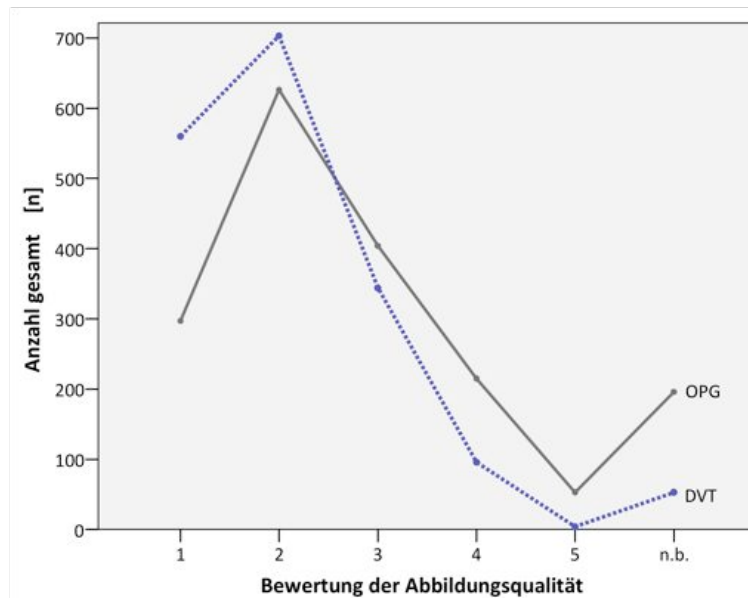
Bei der Verteilung der Bewertungen (vgl. Tab. 7) erlangte die Visualisierung des Kriteriums Zahnverlagerung, sowohl in den OPG- als auch in den DVT-Aufnahmen, die beste Benotung. Die negativsten Bewertungen erhielten die Beurteilbarkeit des Canalis mandibularis und der Kortikalis auf OPG-Aufnahmen. Die besten Bewertungen der DVT-Bilder wurden für die Darstellung der Zahnstrukturen (Verlagerung, Parodontal-

spalt, Resorption), sowie der Lokalisation vergeben. Die Kriterien Abgrenzung und umgebende Spongiosa schnitten unter den DVT-Aufnahmen am schlechtesten ab.

	n	Median	Verteilung der Bewertung [n]						U-Test p*
			1	2	3	4	5	n.b.	
<b>interne Struktur</b>									
OPG	180	2	27	74	40	18	5	16	.007
DVT	180	2	42	74	43	14	0	7	
<b>Form</b>									
OPG	180	2	30	77	44	20	3	6	.000
DVT	180	2	57	80	33	7	0	3	
<b>Abgrenzung</b>									
OPG	180	3	17	62	55	38	3	5	.000
DVT	180	2	42	64	53	18	0	3	
<b>Resorption</b>									
OPG	180	2	30	62	31	27	8	22	.000
DVT	180	2	64	62	30	18	1	5	
<b>Verlagerung</b>									
OPG	180	2	83	65	22	5	2	3	.068
DVT	180	1	92	66	16	3	0	3	
<b>Kontakt zum PA-Spalt</b>									
OPG	180	3	35	46	44	33	5	17	.000
DVT	180	2	71	73	29	3	0	4	
<b>umgebende Spongiosa</b>									
OPG	180	3	18	60	62	27	5	8	.013
DVT	180	2	37	77	41	14	1	10	
<b>Kortikalis</b>									
OPG	180	3	16	65	36	11	6	46	.000
DVT	180	2	47	77	43	7	0	6	
<b>Canalis mandibularis</b>									
OPG	171	4	7	40	27	19	12	66	.000
DVT	140	2	39	52	28	5	1	15	
<b>Lokalisation</b>									
OPG	180	2	33	75	43	17	4	8	.000
DVT	180	2	69	78	28	5	0	0	
<b>Gesamt</b>									
OPG	1791	2,5	296	626	404	215	53	197	
DVT	1760	2	560	703	344	94	3	56	

**Tab. 7:** Verteilung der Bewertungen der zehn Prüfer von *sehr gut* (1) bis *schlecht* (5) bzw. *nicht beurteilbar* (n.b.) der insgesamt 360 analysierten Fragebögen. Zum Vergleich zweier unverbundener Stichproben wurde der U-Test nach Mann und Whitney auf \*zweiseitig gestestetem Signifikanzniveau durchgeführt. Die signifikanten Ergebnisse sind **fett** dargestellt.

Insgesamt konnte festgestellt werden, dass die Medianwerte der OPG-Aufnahmen zwischen gut (2) und mangelhaft (4) lagen, wohingegen die Mediane der DVT-Bilder bei sehr gut (1) und gut (2) lagen. Abb. 31 veranschaulicht die höhere Anzahl positiver Bewertungen (1, 2) und die geringere Anzahl negativer Bewertungen (4, 5, n.b.) von DVT- im Vergleich zu OPG-Aufnahmen. Besonders auffällig sind die Strukturen Kortikalis und Canalis mandibularis, deren Eigenschaften in den OPG-Aufnahmen in 46 bzw. 66 Fällen durch die Befragten nicht beurteilt werden konnten (vgl. Tab. 7).



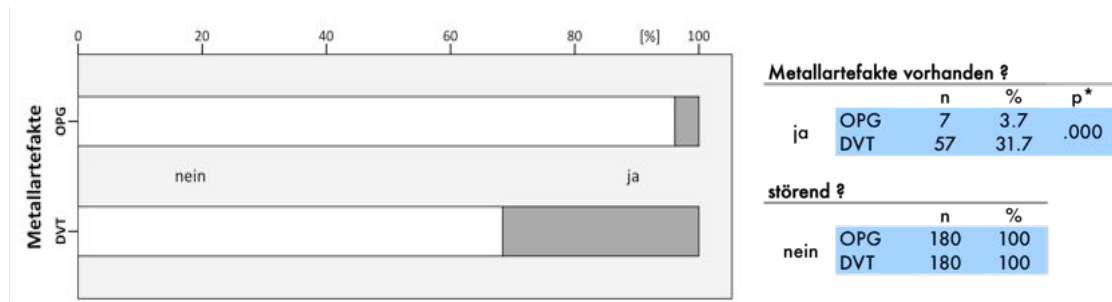
**Abb. 31:** Liniendiagramm zur vergleichenden Darstellung der Bewertungsverteilung der Röntgentechniken (gesamt)

Die Ergebnisse des U-Tests zeigten eine bessere Visualisierung von acht der zehn Strukturen mit Hilfe der DVT auf signifikantem ( $p < .05$ ) bzw. höchst signifikantem Niveau ( $p < .001$ ). Die Kriterien interne Struktur und Verlagerung wiesen in den DVT-Aufnahmen zwar eine bessere Benotung auf, jedoch ohne einen signifikanten Unterschied zur OPG. Somit konnte die Alternativhypothese  $H_1$ , nach welcher sich die beiden Verfahren bezüglich ihrer Abbildungsqualität unterscheiden, in acht von zehn Fällen angenommen werden.

### 5.3 Metallartefakte

Die Häufigkeitsverteilungen der Metallartefakte in den untersuchten Röntgentechniken sind in Abb. 32 wiedergegeben. Es zeigte sich ein höchst signifikanter Unterschied zwischen OPG und DVT in der Anzahl von Metallartefakten. Siebenmal (3.7%) wurde auf den 180 Fragebögen zum Orthopantomogramm das Vorhandensein von Metallartefakten mit ja beantwortet. Auf den 180 Analysebögen zum dentalen Volumen-

tomogramm wurde diese Frage 57-mal (31.7%) bejaht. Die Frage, ob diese Artefakte bei der Beurteilung der zehn Strukturen störend gewesen seien, wurde auf allen Fragebögen, sowohl der OPG- als auch der DVT-Aufnahmen, verneint.



**Abb. 32:** Balkendiagramm zur Häufigkeitsverteilung von Metallartefakten in den OPG- und DVT- Aufnahmen. Zum Vergleich zweier unverbundener Stichproben wurde der T-Test auf \*zweiseitig getestetem Signifikanzniveau durchgeführt.

## 6. Diskussion

### 6.1 Allgemeiner Teil

In dieser Arbeit sollten DVT-Aufnahmen von fibro-ossären Läsionen hinsichtlich ihrer radiologischen Charakteristika und ihrer Abbildungsqualität mit konventionellen Panoramaaufnahmen verglichen werden. Letztere dienen bis heute als wichtige Grundlage für viele Fragen in der Diagnosestellung und Nachsorge und sind als Standardverfahren aus dem Klinikalltag nicht wegzudenken. Vergleichende Studien zwischen OPG, DVT und CT liegen in der Literatur zwar vor, aber eine ausführliche Gegenüberstellung der radiologischen Charakteristika und Abbildungsqualitäten fibro-ossärer Läsionen erfolgte bisher nicht.

Die geringe Fallzahl von 18 zu vergleichenden Röntgenbildpaaren kann zum einem durch den Ausschluss mehrerer Patientenfälle aufgrund nicht vorhandener bzw. zum Vergleich ungeeigneter Röntgenbilder und zum anderen durch die Seltenheit der Erkrankungen begründet werden (vgl. Tab. 2). Da die Accutomoaufnahmen im Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin ergänzend zu den OPG-Aufnahmen und damit studienunabhängig im Klinikalltag entstanden, konnte ausschließlich auf vorhandene Aufnahmen zurückgegriffen werden. Zudem wurden zur besseren Vergleichbarkeit nur solche Bilderpaare gegenübergestellt, welche innerhalb eines Zeitraums von drei Monaten angefertigt wurden.

Die DVT zielt mit seinem Indikationsschwerpunkt auf Anwendungen, die bisher in der Zahnmedizin durch die CT abgedeckt wurden (Möbes et al. 2000). Dennoch finden sich in der Fachliteratur lediglich vier Fallbeschreibungen in zwei Artikeln, in denen FOL in Zusammenhang mit der DVT beschrieben wurden (Ramesh und Pabla 2008, Hoffmann 2008). Die Analysen radiologischer Eigenschaften von FOL in der Literatur beziehen sich somit nahezu ausschließlich auf die Auswertung von CT-Aufnahmen.

Da die CT das röntgenologische Hauptdiagnostikum fibro-ossärer Läsionen darstellt, wäre zusätzlich zum vorliegenden Studienaufbau ein Vergleich zwischen DVT- und CT-Aufnahmen sinnvoll gewesen. Die Durchsicht des untersuchten Patientenguts auf vorhandene CT-Bilder ergab keine Ergebnisse und die Anfertigung neuer, studienbedingter Aufnahmen war aus strahlenethischen Gesichtspunkten nicht möglich. Aus diesen Gründen erfolgte eine intensive Literaturrecherche zu Studien, in denen die von uns untersuchten Abbildungsmodalitäten in DVT- und CT-Bildern verglichen wurden.

Im Versuchsaufbau wurde sich bewusst für die Option der Bildbearbeitung (Helligkeit, Kontrast) am Monitor während der Präsentation entschieden, mit dem Ziel möglichst kliniknahe Voraussetzungen zu schaffen. Wie auch in der Arbeit von Pfeiffer et al. (2000) beschrieben, könnte dies ein weiterer Grund für das bessere Abschneiden der Bildqualität der DVT darstellen. Andere Studienmodelle hingegen stellten diese Parameter nach subjektiven Bewertungen im Voraus der Präsentation ein, um identische Voraussetzungen für die Beurteilung der Aufnahmen zu schaffen (Späte 2005). Die Präsentation der einander entsprechenden Bildpaare (OPG-DVT) erfolgte getrennt voneinander, anonymisiert und in zufälliger Reihenfolge. Späte (2005) beobachtete in ihrer Arbeit, dass die Betrachter beim gleichzeitigen Vergleich der Aufnahmen verschiedener Volumentomographen zuerst die Aufnahme mit der besten Bildqualität bewerteten. Da in der vorliegenden Arbeit parallel zur Bildqualität auch der Befund bewertet werden sollte, war zu vermuten, dass eine zeitgleiche Präsentation der Bildpaare die Einschätzung des Befundes durch zusätzliche diagnostische Informationen der jeweils anderen Röntgentechnik beeinflusst hätte.

Die Auswahl der zehn zu bewertenden Strukturen basierte auf der Empfehlung von Whaites (2002) zur radiologischen Diagnostik und berücksichtigt die für die Befunderhebung fibro-ossärer Läsionen relevanten Strukturen. Eine genaue Kenntnis des radiologischen Erscheinungsbildes dieser Strukturen kann zu einer Diagnose, einem entsprechenden Therapieansatz sowie einer genaueren Prognoseeinschätzung führen. Unnötige chirurgische Eingriffe und damit entstehende Komplikationen können so vermieden werden. Im Patientengut konnte ein Fall einer floriden OD dokumentiert

werden, in der es gelungen war, eine eindeutige Diagnose auf Grundlage von Anamnese, Klinik und dentalem Volumentomogramm zu stellen. Eine Probeentnahme, welche häufig zu sekundären Osteomyelitiden führt, konnte somit umgangen werden (Kawai et al. 1999). Beispiele wie diese unterstreichen den Wert einer hochauflösenden, dreidimensionalen Bildgebung im maxillofazialen Bereich, welche aufgrund der Komplexität nachbarschaftlicher Strukturen und der daraus resultierenden Vielfalt von Differentialdiagnosen nach wie vor eine Herausforderung darstellt.

Die bei der Analyse der röntgenologischen Eigenschaften erreichten teilweise hohen Korrelationswerte des ICC lassen nach Landis und Koch (1977) auf eine ausgezeichnete Übereinstimmung unter den Betrachtern schließen und verdeutlichen deren Vertrautheit mit dieser Technik und deren radiologisches Können. Neun der zehn Prüfer gehörten zum Personal der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Leipzig und waren daher mit der Auswertung eines dentalen Volumentomogramms vertraut. Die bessere Übereinstimmung unter den DVT-Bewertungen lässt eine eindeutigere, weniger Spielraum für Interpretationen zulassende Darstellung der Volumentomogramme vermuten. Dies lässt sich mit einem höheren Informationsgehalt der dreidimensionalen bildgebenden Verfahren begründen. Die höhere Anzahl der als *nicht beurteilbar* bewerteten Strukturen auf den OPG-Aufnahmen unterstreicht diese Behauptung.

## 6.2 Diskussion der Ergebnisse

### 6.2.1 Röntgenologische Eigenschaften fibro-ossärer Läsionen

Die Kenntnis über die radiologischen Besonderheiten von OD und OF kann bei der Differenzierung untereinander bzw. zu anderen Entitäten helfen. Besonders das konventionelle OF und die fokale OD zeigen große Ähnlichkeiten (Su et al. 1997a). Aufgrund unterschiedlicher therapeutischer Konsequenzen ist eine Differenzierung von entscheidender Bedeutung.

#### Alter, Geschlecht, Lokalisation

Die Ergebnisse dieser Arbeit stimmen mit den Aussagen von Brannon und Fowler (2001) sowie Summerlin und Tomich (1994) überein, nach denen beide Entitäten, besonders aber die OD, eine Prävalenz des weiblichen Geschlechts verzeichnen. Su et al. (1997a) berichten von einem vorrangigen Auftreten der OD in der vierten und fünften Lebensdekade bei Frauen. Dies konnte ebenfalls im vorliegenden Patientengut mit einer Altersspanne von 35 bis 52 Jahren beobachtet werden. Hingegen zeigten die Patienten, die an einem Fibrom erkrankten mit 44 Jahren ein höheres Durchschnittsalter im Vergleich zu den Angaben von Brannon und Fowler (2001) mit 35 Jahren. Diese Beobachtung kann durch die in der vorliegenden Arbeit geringe Fallzahl juveniler Formen des OF begründet werden.

Die Ergebnisse zur Lokalisation der OD und OF bestätigen die Untersuchungen anderer Autoren (Mohammadi-Araghi und Haery 1993) und eignen sich auf höchst signifikantem Niveau zur Differenzierung der beiden Entitäten. Die OD traten überwiegend multilokulär im Unterkiefer auf, wohingegen sich die OF fast ausschließlich monolokulär präsentierten. Nur in seltenen Fällen wird in der Literatur von einem Auftreten multipler ossifizierender Fibrome an verschiedenen Stellen der Kiefer berichtet (Bradley und Leake 1968, Takeda und Fujioka 1987, Stergiou et al. 2007).



## **Läsionale Eigenschaften : interne Struktur, Form, Abgrenzung**

Die Auswertung der Ergebnisse zur internen Struktur gestaltete sich schwierig. Wie auch beim OF kann die interne Struktur der OD radiographisch in drei Entwicklungsstadien gegliedert werden. Abhängig vom Mineralisierungsgrad unterscheidet man zwischen radioluzent, gemischt radioluzent-radiopak und radiopak, wobei im Verlauf die röntgenologische Dichte zunimmt. Sowohl OD als auch OF präsentierten sich größtenteils als Sklerose bzw. Osteolyse. Somit liegt die Vermutung nahe, dass sich auch die von uns untersuchten Läsionen in unterschiedlichen Wachstumsstadien befanden. Differentialdiagnostische Hinweise ergaben sich hierdurch keine.

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung wurde die Form der Läsion bei den OD von der Mehrheit der Betrachter als irregulär bewertet. Dies kann mit den Aussagen von Waldron (1993) und Su et al. (1997b) in Einklang gebracht werden. Hingegen präsentierten sich die OF vorwiegend als rundlich bzw. ovoid, was die Beobachtung von MacDonald-Jankowski (2004) bestätigt.

Die scharfe Abgrenzbarkeit der KOF gegenüber ihrer Umgebung wird von vielen Autoren als kennzeichnendes radiologisches Charakteristikum beschrieben, welche durch die Kapselbildung des Tumors bedingt ist (Irnberger 1985, Sloopweg und El Mofty 2005). Diese Fähigkeit wird den OD nicht zugeschrieben, weswegen diese Läsionen nur in Einzelfällen einen scharf abgrenzbaren radioluzenten Saum aufweisen und mit dem umgebenden Knochen fusionieren (Sloopweg 2005). Diese Beobachtungen können mit der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden, da die Ergebnisse der Häufigkeitsverteilung keine eindeutigen Tendenzen erkennen ließen.

## **Veränderungen der Zähne:**

### **Resorption, Verlagerung, Kontakt zum Parodontalspalt**

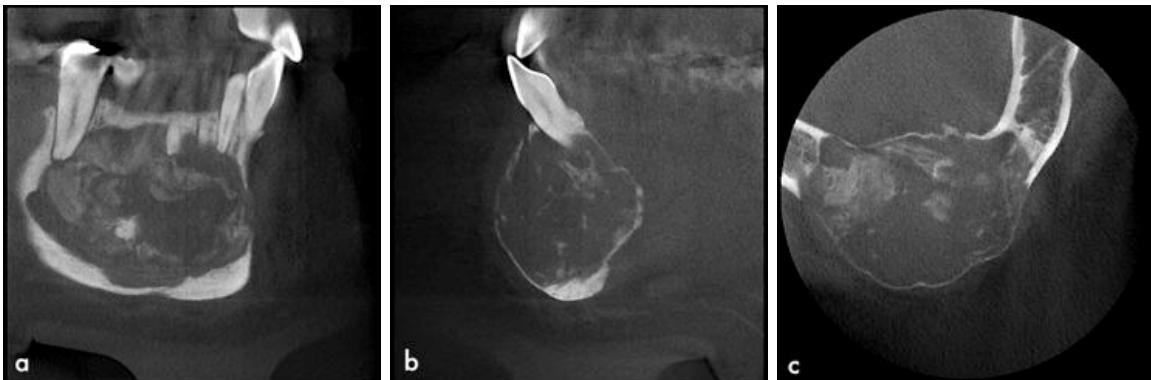
Nach einer Untersuchung von Su et al. (1997a) von 241 floriden OD und 75 KOF zeigten 70.6% der OD eine enge Assoziation zur Wurzelspitze, wohingegen die Mehrheit der KOF (86%) diese nicht aufwiesen. Dieses Merkmal wird von den Autoren

als eines der Hauptunterscheidungsmerkmale zwischen den Läsionen beschrieben. Auch in der vorliegenden Arbeit wiesen die dysplastischen Läsionen signifikant häufiger einen Kontakt zum Parodontalspalt auf als die neoplastischen ( $p < .001$ ).

Slootweg betonte, dass OD in den meisten Fällen nicht mit der Zahnwurzel fusionieren bzw. diese nicht resorbieren (2005). Gleiches wird bei den OF beschrieben. Ebenso selten kommt es zu Verlagerungen von Zähnen (Freyschmidt et al. 2003), was ebenfalls mit der vorliegenden Studie gezeigt werden konnte.

### **Veränderungen des Knochens: umgebende Spongiosa, Kortikalis, Canalis mandibularis**

Vergleichend mit anderen benignen Kopf-Hals-Tumoren können OF aufgrund ihres langsamen Wachstums und fehlender Symptome massive Proportionen erreichen und somit sichtbare Gesichtsdeformationen verursachen (Marx und Stern 2003a). Auch im Patientengut dieser Studie konnte ein Fall eines KOF mit massiver Expansion im Bereich des anterioren Unterkiefers verzeichnet werden (vgl. Abb. 33).



**Abb. 33:** 3D Accuitomo-Aufnahmen eines konventionellen ossifizierenden Fibroms (KOF) in **a)** sagittaler, **b)** transversaler und **c)** koronaler Ebene. Im Bereich des anterioren Unterkiefers sind eine massive Expansion und eine damit einhergehende Ausdünnung der Kortikalis zu erkennen. Quelle: des Friedrich-Louis-Hesse-Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin

Im Vergleich zu den OD wiesen die OF bei den Kategorien Kortikalis und Canalis mandibularis schwerwiegendere Befunde auf. Sowohl die Penetrationen der Kortikalis als auch die Verdrängung bzw. Invasion des Mandibularkanals wurden hier öfter gewählt. Auch entschieden sich die Bewerter bei den OF etwas häufiger für die Ver-

lagerung von Zähnen. Dies kann mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen überein gebracht werden und unterstreicht das zum Teil aggressive, einen malignen Tumor vortäuschende Verhalten der OF als eine echte Neoplasie. Im Gegensatz hierzu handelt es sich bei den OD um eine reaktive, dysplastische Läsion (El Mofty 2002, Noffke 1998, Su et al. 1997a).

Beim Vergleich der beiden Röntgentechniken zum Befund der jeweiligen Struktur stachen erneut die Kriterien Kortikalis und Canalis mandibularis hervor. Hier entschieden sich einige Prüfer bei Betrachtung der DVT-Aufnahmen für gravierendere Befunde gegenüber den OPG-Aufnahmen derselben Patienten mit zum Teil höchst signifikantem Unterschied. Demnach liegt die Vermutung nahe, dass die Betrachter die Aggressivität fibro-ossäre Läsionen in den OPG-Aufnahmen unterschätzten. Die DVT bietet neben der besseren Abbildungsqualität und der zusätzlichen koronalen Ebene auch die Möglichkeit des Durchwanderns der drei Schichten. Der daraus resultierende höhere Informationsgehalt, kann die Gefahr einer Verharmlosung des Befundes reduzieren.

### **6.2.2 Abbildungsqualität fibro-ossärer Läsionen in OPG-, DVT- und CT- Aufnahmen**

Basierend auf einer Untersuchung von 18 Bildpaaren, welche zehn Betrachter hinsichtlich zehn Kriterien bewerteten, wurden alle in dieser Studie untersuchten Strukturen besser auf den Accutomoaufnahmen erkannt. Dies spiegelt sich sowohl in den Medianen als auch in den häufiger gewählten guten und sehr guten Bewertungen der 3D-Aufnahmen wider. Eine signifikant bzw. höchst signifikant bessere Abbildung der DVT zeigte sich nach Durchführung des U-Tests bei acht der zehn Strukturen. Zu den auf den Accutomoaufnahmen signifikant besser bewerteten Kriterien zählten Form, Abgrenzung, Resorption, Kontakt zum Parodontalspalt, umgebende Spongiosa, Kortikalis, Canalis mandibularis und Lokalisation.

Die Ergebnisse zur Abbildungsqualität der vorliegenden Untersuchung entsprechen denen anderer Studien. In der Arbeit von Heurich et al. (2002) zum dentalen Volumentomographen New Tom QR-DVT 9000 (Firma QR) wurde beschrieben, dass verlagerte Weisheitszähne nach unbefriedigender Darstellung auf Panoramaschichtaufnahmen auf allen DVT-Aufnahmen detailliert dargestellt sowie 93% der Nervkanalverläufe exakt rekonstruiert werden konnten. Bezüglich der Darstellung des Mandibularkanals in der präoperativen Planung impaktierter dritter Molaren konnte in einer Studie von Neugebauer et al. (2008) die Überlegenheit des Galileos DVT-Systems gegenüber der Panoramaschichttechnik bestätigt werden. Ziegler et al. (2002) präsentierten vier Fälle, in denen klassische Röntgenaufnahmen keine ausreichende diagnostische Aussage lieferten, die Bilder des New Tom dagegen wesentlich zur therapeutischen Planung beitragen konnten. Alqerban et al. (2009) erwähnten in ihrer Untersuchung eine signifikant bessere Darstellung von Wurzelresorptionen mit Hilfe der DVT gegenüber der OPG und bestätigen damit die Resultate der vorliegenden Studie. Mengel et al. (2005) verglichen OPG-, DVT- und CT-Aufnahmen auf verschiedene Größen von Knochenaschen an den Unterkiefern von Schweinen und Menschen. Sie stellten dabei fest, dass die Accuitomo-Aufnahmen die besten Resultate hinsichtlich der Bildqualität sprich Kontrast, Helligkeit, Überlagerung, Verzerrung, Focus und Klarheit der Knochendefekte lieferten.

Gründe für die präzisere Abbildung der untersuchten Strukturen der DVT-Aufnahmen sind in den Vorteilen einer dreidimensionalen, hochauflösenden Technik zu suchen. Trotz des primär geringeren Auflösungsvermögens der DVT von 2.7 gegenüber 5 Linienpaaren/mm bei der OPG (Hirsch et al. 2008a, Düker 2000) ist die Auswertbarkeit der DVT aufgrund der geringen Schichtstärke von 0.125 mm, welche durch die Kantenlänge der Voxel definiert wird, überlegen. Zudem bestätigen die durch die Zweidimensionalität bedingte Summation von Strukturen, welche in den OPG-Aufnahmen beispielsweise im Bereich der Inzisivi durch Überlagerung der Halswirbelsäule zu diagnostischen Problemen führen kann (Düker 2000), die vorgefundenen Bewertungsunterschiede. Weiterhin erschweren Verzerrungen und Vergrößerungen

eindeutige Aussagen zum Befund, was sich in den geringen Werten der Interklassen-Korrelation der OPG-Aufnahmen wiedergibt.

Dabei ist anzumerken, dass die OPG unter den klassischen Röntgentechniken nicht das Mittel der Wahl ist, um feine, den Zahn betreffende Strukturen darzustellen. Zahnfilm und Bissflügelaufnahme sind hierfür unerlässlich. Dennoch sollte auf einen Vergleich dieser Kriterien nicht verzichtet werden, da das Orthopantomogramm als Gesamtübersichtsaufnahme des Ober- und Unterkiefers pathologische Veränderungen sowohl des Zahnes als auch des Knochens anzeigt.

Im maxillofazialen Bereich sind Strukturen im Bereich von 0.08 mm (ISO 08 Wurzelinstrument) oder 0.1 bis 0.4 mm (Breite des Parodontalspalts) therapie relevant in Darstellung und Befundung (Düker 2000). Um diese Strukturen abbilden zu können, muss das Auflösungsvermögen der verwendeten Röntgentechnik diese Maße unterschreiten. Das zum derzeitigen Zeitpunkt höchstauflösende DVT-System mit einer Voxelgröße von 0.076 bis 0.2 mm<sup>3</sup> ist Kodak 9000 3D (Carestream Health, Stuttgart). Ohne im einzelnen auf die Vorteile der 3D-Darstellung einzugehen, lässt sich feststellen, dass der diagnostische Wert der DVT durch die Schichtdicke, welche sich durch die längste der drei Kanten eines Voxels definiert, bestimmt wird. Diese Grenze ist mit den aktuellen, auf den Markt befindlichen DVT-Systemen sicher noch nicht ausgeschöpft.

Obwohl die diagnostische Leistung dentaler Volumentomographen nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie denen konventioneller Panoramaschichtgeräte überlegen ist, sollte die Anfertigung von DVT-Aufnahmen aufgrund der höheren Strahlenbelastung zurückhaltend und verantwortungsbewusst erfolgen. Ein Vergleich der publizierten effektiven Dosen (angegeben in mikroSievert [ $\mu\text{Sv}$ ]) der untersuchten Röntgentechniken bietet sich gegenstandsbezogen an und ist in Tab. 8 dargestellt. Man erkennt, dass die Strahlenexposition der CT höher ist als die der DVT und erwartungsgemäß die Panoramaschichttechnik die geringste Strahlenexposition verursacht.

Die Dosen des 3D Accuitomo sind sowohl im Vergleich zu anderen DVT-Geräten als auch im Vergleich zur CT am geringsten. Kritisch anzumerken ist, dass die darge-

stellten Effektivdosen schwer vergleichbar sind, da bei diesen Untersuchungen eine Vielzahl unterschiedlicher Scan-Protokolle, Expositionsparameter und Messverfahren zur Anwendung kamen.

<b>Röntgentechnik</b>	effektive Dosis [ $\mu$ Sv]
Autor	
<b>konventionelles OPG</b>	
Cohnen et al. 2002	10
Ludlow et al. 2003	13
Visser et al. 2000	16-21
<b>digitales OPG</b>	
Visser et al. 2000	5-14
<b>DVT</b>	
<i>3D Accuitomo</i>	
Lofthag-Hansen et al. 2008	11-77
Ludlow et al. 2003	13-44
Hirsch et al. 2008b	20.2-43.3
<i>Veraviewpocs 3D</i>	
Hirsch et al. 2008b	30.2-39.9
<i>NewTom 9000</i>	
Mah et al. 2003	50.3
Tsiklakis et al. 2005	35-64
Ludlow et al. 2003	77.9
Cohnen et al. 2002	110
<i>i-CAT</i>	
Roberts et al. 2009	9.7-92.8
<b>konventionelles CT</b>	
Lecomber et al. 2001	314
<b>multislice CT</b>	
Loubele et al. 2007	474-1160
Dula et al. 1996	480-580
Ludlow und Iwanovic 2008	534-860

**Tab. 8:** Übersicht der Effektivdosen unterschiedlicher Röntgentechniken im Kopf-Hals Bereich. Quelle: eigene Darstellung

Die DVT emittiert im Vergleich zur Panoramaschichttechnik eine um den Faktor drei bis sieben höhere Strahlendosis (Hirsch et al. 2008b, vgl. Tab. 8). Eine routinemäßige Anwendung dieses Gerätes als Ersatz für eine Panoramaschichtaufnahme kann aus diesem Grund nicht empfohlen werden. Klare Indikationen für die DVT sind die Nichtdarstellbarkeit einer Struktur (Mandibularkanal, Kortikalis, Sinusboden) mit Hilfe der OPG sowie die Notwendigkeit einer 3D Behandlungsplanung (Hirsch et al. 2008b, Schulze et al. 2009).

Im Vergleich zu dem im Versuchsaufbau verwendeten dentalen Volumentomographen 3D Accuitomo ist die konventionelle bzw. multislice CT (MSCT) durch eine circa 8-fach bzw. 18-fach höhere Effektivdosis gekennzeichnet (vgl. Tab. 8). Dies kann zum einen konstruktionsbedingt durch die Konusstrahltechnik, zum anderen durch die Einblen-

dung des Röntgenvolumens auf die sogenannte *region of interest* (ROI) begründet werden. Es konnte gezeigt werden, dass die Vergrößerung des *field of view* (FOV) mit einer Strahlenmehrbelastung verbunden ist (Hirsch et al. 2008a). Bei einer kleinvolumigen ROI im kraniofazialen Bereich, wie sie bei den OD und OF vorkommen kann, ist die Anfertigung einer CT-Aufnahme, welche den gesamten Schädel erfasst, nicht sinnvoll und zusätzlich mit einer unnötig hohen Strahlenexposition des Patienten verbunden. Die bei der DVT vorhandene Einstellung auf die zur Darstellung der untersuchten Region notwendigen Feldgröße führt indes zu einer weiteren Dosisreduktion (Lofthag-Hansen et al. 2008). Die Limitierung des Aufnahmeformates des Volumentomogramms kann im Gegensatz zum Panoramaschichtbild bei unpräziser Fokussierung unter Umständen eine Wiederholung der Aufnahme erfordern. Um dieses Problem zu umgehen werden Lokalisationsaufnahmen empfohlen, welche die Röntgendosis jedoch um 5-10% erhöhen (J. Morita Broschüre 3D Accuitomo 2010).

Nach den Untersuchungen von Tsiklakis et al. (2005) kann die Dosis durch die Verwendung einer Abschirmeinrichtung zusätzlich um 12  $\mu\text{Sv}$  verringert werden. Dieses sollte insbesondere bei Kindern und Jugendlichen bedacht werden, da hier ein erheblich höheres Risiko von Folgeschäden nach einer Exposition mit ionisierender Strahlung besteht (Hall und Brenner 2008). Eine strenge Nutzen-Risiko Abwägung gemäß des ALARA-Prinzips (*as low as reasonably achievable*), sowie die nach §23 der Röntgenverordnung geforderte rechtfertigende Indikation sind bei der DVT, wie auch bei jeder anderen Röntgenuntersuchung, unabdinglich (Farman 2005, RöV 2002).

Die geringere Strahlenbelastung der DVT wird immer wieder als Hauptvorteil gegenüber der CT angeführt. Zahlreiche Studien deuten gleichwohl auf eine gleichwertige oder auch exaktere Darstellung der für die Diagnostik, Therapie und Nachsorge von FOL relevanten Strukturen mit Hilfe der DVT hin. Dies konnte unter anderem durch die an der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie durchgeführte Studie zur vergleichenden Bewertung der Bildqualität von CBCT und Spiral-CT belegt werden (Späte 2005). Die untersuchten Strukturen Kieferhöhlenboden, Kieferhöhle, Spongiosa, Kortikalis, Mandibularkanal, Parodontalspalt und Wurzelkanal wurden auf den DVT-

Aufnahmen des 3D Accuitomo signifikant besser als auf den DVT-Aufnahmen des NewTom 9000 sowie den CT-Aufnahmen des Somatom Emotion bewertet. Analoge Beobachtungen machten Hashimoto et al. (2003, 2006). Die Kriterien Spongiosa, Kortikalis, Schmelz, Dentin, Pulpenkavum, Parodontalspalt, Lamina dura und der Gesamteindruck des Bildes wurden untersucht und es ergab sich eine signifikant bessere Darstellung aller Strukturen in den DVT-Aufnahmen gegenüber der multislice CT. Vergleichbare Ergebnisse präsentierten Liang et al. (2009). Die Strukturen trabekulärer Knochen, Parodontalspalt und Lamina dura stellten sich auch hier im 3D Accuitomo besser dar. Eine präzisere Abbildung von Lamina dura und Parodontalspalt durch die DVT konnte ebenfalls von Loubele et al. (2007) bestätigt werden. Kortikalis und Gingiva hingegen ließen sich besser im MSCT darstellen. Naitoh et al. (2010) wiesen auf die leichte Überlegenheit der DVT gegenüber der MSCT bei der Darstellung von feinen neurovaskulären Strukturen des Nervus alveolaris inferior hin.

Neben der Abbildungsqualität weist die CT-Technologie gegenüber der DVT weitere Einschränkungen wie Anschaffungskosten, Strahlenbelastung und Verfügbarkeit auf. Des Weiteren ist der Betrieb eines DVT-Gerätes gemäß der aktuellen Röntgenverordnung in der zahnärztlichen und mund-, kiefer- und gesichtschirurgischen Praxis nach Erwerb der Fachkunde im Bereich der DVT unabhängig vom Radiologen möglich (BMU 2005). Die Aufnahmen sind somit im Vergleich zur CT kostengünstiger und mit einem geringeren organisatorischen Aufwand verbunden (Lernkamp et al. 2006).

### **6.2.3 Metallartefakte**

Metallische Fremdkörper wie Zahnfüllungen oder implantierte Schrauben können sich in Röntgenaufnahmen negativ auf die Bildqualität auswirken, indem sie streifenförmige Artefakte über große Bereiche des Bildes ausbreiten und so für die Diagnostik relevante Informationen überlagern. Solche Metallartefakte traten in der vorliegenden Untersuchung in den volumetomographischen Bildern neunmal häufiger auf, als in den Panoramaschichtbildern, ein nach den Ergebnissen der T-Teststatistik höchst signifi-



kanter Unterschied. Eine störende Überlagerung der zu beurteilenden Strukturen konnte jedoch bei keiner der beiden Aufnahmetechniken verzeichnet werden.

Diese Ergebnisse können mit denen anderer Autoren überein gebracht werden. Suomalainen et al. (2007) stellten fest, dass Artefakte von retrograden Wurzelfüllungen und Metallstiften bei der implantologischen Planung auf Accuitomo-Aufnahmen von etwa 100 Zähnen in drei Fällen eine exakte Messung verhinderten. Auch Nakata et al. (2006) erwähnten das Auftreten von Metall- und Bewegungsartefakten auf Accuitomobildern, welche daher eine vorsichtige Interpretation erforderten. Dagegen konnte durch Holberg et al. (2005) gezeigt werden, dass die DVT im Gegensatz zum Dental-CT in der näheren Umgebung von Metallfüllungen und Implantaten kaum Metallartefakte auftraten. Über ähnliche Beobachtungen berichten Scarfe et al. (2006) in ihrer vergleichenden Untersuchung zwischen CBCT und konventioneller CT. Das Risiko von Bewegungsartefakten wird durch die im Vergleich zur CT geringeren Expositionszeit zusätzlich verringert.

### **6.3 Management und Nachsorge**

Die Radiologie ist ein wichtiges Instrument sowohl in der Diagnosestellung als auch in der Nachsorge fibro-ossärer Läsionen. Primäre Ziele der Kontrolluntersuchung sollten die Überprüfung von Wachstumsrate und Ausbreitung bei nicht entfernungspflichtigen Läsionen sowie das Erkennen von Tumorrezidiven und Komplikationen nach operativer Entfernung sein (Wannenmacher 1997). Die Beurteilung der läsionalen Wachstumsrate und Ausbreitung dient als wichtiger Beitrag der Radiologie zur Beurteilung der läsionalen Aggressivität (Abenhardt und Zellmann 2004). Die Progredienz des Wachstums kann mit Hilfe einer einfachen Röntgenübersicht verfolgt werden. Jedoch ist die zuverlässige Erfassung der vollständigen Ausdehnung mit konventionellen Röntgenaufnahmen, insbesondere bei beginnender Manifestation, zweifelhaft, so dass

weiterführende Röntgenaufnahmen notwendig sein können. Wie die Ergebnisse der vorliegenden Studie vermuten lassen, birgt die Orthopantomographie die Gefahr einer Unterinterpretation des Befundes. Des Weiteren kann die läSIONALE Ausdehnung in dreidimensionalen Techniken zusätzlich in orovestibuläre Richtung verfolgt werden. Ferner bietet der im vorliegenden Versuch verwendete 3D Accuitomo den Vorteil der digitalen Volumenvermessung, welche sich unter anderem zur Kontrolle der Progredienz fibro-ossärer Läsionen eignet. Einer Studie von Mengel et al. (2005) zufolge zeigte die DVT ( $0.19 \pm 0.11$  mm) gegenüber der OPG ( $0.33 \pm 0.18$  mm) eine geringere durchschnittliche Maßabweichung bei der Vermessung parodontaler Knochendefekte. Auch die Arbeit von Goch (2005) bestätigt die höhere metrische Genauigkeit der DVT gegenüber der OPG. Demnach lässt sich vermuten, dass mittels DVT präzisere Aussagen zu Wachstum und Ausdehnung von Tumoren in alle drei Dimensionen getroffen werden können. Die Aggressivität und die Prognose können so umfassender eingeschätzt und Rezidive früher erkannt werden (Gerlach 1998). Eine dank der zusätzlichen Dimension verbesserte Diagnostik mündet häufig in einer differenzierteren Auswahl der therapeutischen Maßnahmen und optimiert so die Qualität der Behandlung in ihrer Gesamtheit.

Die Literatur liefert keine präzisen Richtlinien zu Umfang und Intervall in der Nachsorge fibro-ossärer Läsionen. Die wenigen diesbezüglichen Empfehlungen können mit den Worten *regelmäßig* und *langjährig* zusammengefasst werden (Waldron 1993, Summerlin und Tomich 1994, Alawi 2002).

Im Falle einer OD sollte des Weiteren eine regelmäßige Sensibilitätskontrolle erfolgen (Beylouni et al. 1998). Gründe für diese Vorsichtsmaßnahmen in der Nachsorge von OD sind das von einigen Autoren beschriebene Neuauftreten von Läsionen in anderen Regionen des Kiefers sowie die häufige Verwechslung mit neoplastischen und nicht-neoplastischen Tumoren (MacDonald-Jankowski 1996, Smith et al. 1998). Brannon und Fowler (2001) raten darüber hinaus zu einer exzellenten Mundhygiene, die Einbindung in ein Prophylaxeprogramm sowie auf die Beseitigung jeglicher entzündungsfördernder Stimuli wie Karies, überstehende FüllungsränDer und Druckstellen zu

achten. Da das Auftreten von Symptomen typischerweise mit der Exploration sklerotischer Knochenmassen zur Mundhöhle in Verbindung steht, sollten Probeentnahmen, Extraktionen involvierter Zähne sowie die Entfernung der Läsion vermieden werden. Zudem korrelieren die histopathologischen Eigenschaften der OD eng mit dem radiologischen Befund (Su et al. 1997a). Dies verdeutlicht den Wert einer ausführlichen Anamnese und einer hochwertigen radiologischen Befunderhebung, mit welcher auch ohne Biopsie die konkrete Diagnose einer ossären Dysplasie gestellt werden kann. Somit können Komplikationen, welche häufig durch eine Probeentnahme entstehen, vermieden werden. Auch Beylouni et al. (1998) vermerkten in ihrer Fallbeschreibung einer floriden OD, dass aufgrund der Anordnung einer CT-Aufnahme von einer Probeentnahme abgesehen werden konnte. Wie vorangegangen beschrieben, konnte in der vorliegenden Arbeit der Fall einer Patientin dokumentiert werden, bei der Gleiches durch Anfertigung eines dentalen Volumentomogramms erreicht wurde.

Die ossifizierenden Fibrome bedürfen aufgrund ihres zum Teil rapiden und verdrängenden Wachstums einer vollständigen chirurgischen Entfernung (Stewart und Fonseca 2000). Die präoperative Anfertigung einer DVT zur umfassenden Darstellung der Anatomie kann zur besseren Operationsplanung, zur Schonung von Nachbarstrukturen sowie zur präziseren Prognostik beitragen und sollte aus strahlentechnischen Gründen der CT vorgezogen werden (vgl. Tab. 8). Eine regelmäßige sowie langjährige Nachsorge ist auch bei den OF von großer Bedeutung (El Mofty 2002) und begründet sich vor allem durch eine hohe Rezidivrate von bis zu 63% (Dehner 1973). Marx und Stern (2003a) empfahlen daher eine klinische und radiologische Tumornachsorge von mindestens zehn Jahren.

Somit kann zusammengefasst werden, dass eine korrekte Diagnose im Falle einer OD unnötige chirurgische Eingriffe vermeiden oder im Falle eines OF eine geeignete chirurgische Behandlung anzeigen kann.

## 6.4 Schlussfolgerungen

Die untersuchten Läsionen zeigten größtenteils ähnliche radiologische Eigenschaften. Dennoch kristallisierten sich einige Unterschiede heraus. Die OD präsentierten sich überwiegend als irregulär geformte, unscharf begrenzte, multilokuläre Läsionen mit einer engen Beziehung zur Wurzelspitze. Die OF stellten sich vornehmlich als rundlich bzw. ovoid geformte, monolokuläre Läsionen dar, welche im Gegensatz zu den OD häufiger eine Veränderungen an den umgebenden anatomischen Strukturen Canalis mandibularis und Kortikalis verursachten.

Die Kriterien Kontakt zum Parodontalspalt und Lokalisation erwiesen sich auf höchst signifikantem Niveau als besonders hilfreich in der Unterscheidung dieser Entitäten. Auch zeigten diese beiden Kriterien im Vergleich zu den OPG-Aufnahmen eine höchst signifikant bessere Abbildungsqualität. Demnach erweist sich die Anfertigung einer DVT-Aufnahme zur erweiterten Diagnostik dieser Strukturen als besonders sinnvoll.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigten eine überlegene radiographische Abbildungsqualität aller für die Diagnostik von FOL wichtigen Strukturen in den DVT- gegenüber den OPG-Aufnahmen. Nachteile der DVT waren das häufigere Auftreten von Metallartefakten sowie die beschränkte Größe des Aufnahmezylinders von maximal 80 mm Durchmesser und 80 mm Höhe. Demnach war die Visualisierung ausgehnter Befunde durch die Notwendigkeit der Anfertigung mehrerer Aufnahmen mit einer Strahlenmehrbelastung verbunden. Beim Vergleich der Röntgenbildpaare konnte festgestellt werden, dass die DVT-Aufnahmen teilweise schwerwiegender befundet wurden. Dies deutet auf eine Unterinterpretation der radiologischen Befunde in den OPG-Aufnahmen hin.

Die Literaturrecherche zu Gegenüberstellungen der Abbildungsqualitäten dieser Strukturen in CT und DVT wies nahezu ausnahmslos auf eine Überlegenheit der DVT hin.

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie kann die Anwendung der DVT in der Diagnostik und Nachsorge von FOL empfohlen werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse der vorliegenden Studie gleichermaßen Anwendung in

---

der Differentialdiagnostik von FOL finden. Die bessere Abbildungsqualität der untersuchten Strukturen sowie die höhere Strahlenbelastung der CT gegenüber der DVT bekräftigen diese Empfehlung. Die DVT weist zwar im Vergleich zur OPG eine erhöhte Strahlenbelastung auf, bietet jedoch einen größeren Informationsgehalt und verringert so die Gefahr der Unterinterpretation des Befundes. Die Indikationsrechtfertigung hat aus diesem Grund verantwortungsbewusst zu erfolgen.

Weitere retrospektive Studien, die radiologische Eigenschaften und Abbildungsqualitäten fibro-ossärer Läsionen in OPG-, DVT- und CT-Aufnahmen vergleichen, wären wünschenswert. Diese könnten sich jedoch aus strahlenethischen Gesichtspunkten schwierig gestalten. Zur Untersuchung von radiographisch heterogenen Gruppen, wie den fibro-ossären Läsionen, stellt ein in-vitro Studiendesign mit implantierten Prüfkörpern ebenfalls keine zufriedenstellende Alternative dar.

## 7. Zusammenfassung

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades  
Dr. med. dent

### **Die dentale Volumentomographie in Diagnostik und Nachsorge fibro-ossärer Läsionen**

eingereicht von:

Andrea Düerkop

angefertigt an der:

Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig  
Friedrich-Louis-Hesse-Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Orale Medizin  
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie

Betreuer:

Prof. Dr. Dr. Alexander Hemprich

Januar 2011

Bei kaum einer anderen Problematik ist die interdisziplinäre Kooperation von so essentieller Bedeutung wie bei der Erkennung, Behandlung und Nachsorge tumoröser Veränderungen. Im Falle von fibro-ossären Läsionen (FOL) fungiert die Radiologie als wesentliches Instrument in der Diagnostik und Nachsorge. Meist werden FOL als Zufallsbefund bei Routineröntgenaufnahmen entdeckt und deren Entwicklung mit Hilfe von Kontrollaufnahmen in Form eines Orthopantomogramms verfolgt. Oft ist jedoch die zweidimensionale Darstellung herkömmlicher Röntgenaufnahmen zur zweifelsfreien Deutung dreidimensionaler Strukturen nicht ausreichend. Der bei allen konventionellen Röntgenaufnahmen auftretende Summationseffekt sowie der Vergrößerungseffekt und

Verzerrungen verfälschen die Relationen. Lassen sich also bei komplexen Fragestellungen Röntgenbilder konventioneller Methoden nicht eindeutig den anatomischen Strukturen zuordnen, wird ein dreidimensionales bildgebendes Verfahren zur exakten Darstellung notwendig. Die verzerrungs- und überlagerungsfreie Darstellung und die Anpassung der Rekonstruktionsebenen an die individuelle Kieferanatomie sind Vorteile der dreidimensionalen bildgebenden Verfahren. Obwohl in zahlreichen Studien gezeigt werden konnte, dass die DVT im Vergleich zur Computertomographie (CT) vergleichbare und sogar bessere Darstellungsmöglichkeiten knöcherner Strukturen bei Strahlendosen nur leicht über dem Niveau der Orthopantomographie (OPG) liefert, scheint es, als habe sich die DVT im Bereich der dreidimensionalen Röntgentechniken bisher nicht als Hauptdiagnostikum fibro-ossärer Läsionen durchsetzen können.

Die vorliegende Arbeit gibt, auf Grundlage einer intensiven Literaturrecherche, ein umfassendes Bild zu den seltenen Pathologien der ossären Dysplasien und ossifizierenden Fibrome. Im Rahmen der Studie wurden die radiologischen Charakteristika von ossären Dysplasien und ossifizierenden Fibromen, sowie deren Abbildungsgenauigkeit im dentalen Volumentomogramm untersucht und mit der des Orthopantomogramms sowie des Computertomogramms verglichen.

Es stellte sich die Frage, ob die DVT als radiologisches Diagnostikum von FOL geeignet ist. Die Literatur umfasst keine Studien, welche die radiologischen Fähigkeiten der DVT im Falle von fibro-ossären Läsionen untersucht und vergleichend zu anderen Röntgentechniken darstellt. Die gewonnenen Ergebnisse klären, inwieweit die DVT als Ersatz der CT in der Diagnostik bzw. als Ersatz der Panoramaschichttechnik in der Nachsorge fibro-ossärer Läsionen empfohlen werden kann.

Zu diesem Zwecke wurden 18 Röntgenbildpaare, bestehend aus einem präoperativen OPG und einem präoperativen DVT, hinsichtlich zehn läsionaler und benachbarter Strukturen sowie Metallartefakte analysiert und verglichen. Die Beurteilung der 36 Aufnahmen erfolgte anhand eines Fragebogens durch zehn erfahrene Betrachter. Diese wurden unabhängig und unter gleichen Bedingungen gebeten, die radiologischen Eigenschaften der Läsionen und deren Abbildungsqualität in OPG- und DVT-

Aufnahmen von *sehr gut* (1) bis *schlecht* (5) bzw. *nicht beurteilbar* zu bewerten. Insgesamt konnten 360 Fragebögen ausgewertet werden. Entitäts- und röntgentechnikspezifische Unterschiede wurden durch eine statistische Analyse ermittelt. Die Reliabilität der Übereinstimmung zwischen den Beurteilern wurde mit Hilfe des Interklassen-Korrelationskoeffizienten (ICC) untersucht.

Aufgrund nicht vorhandener CT-Aufnahmen wurde kein Vergleich der beiden dreidimensionalen Techniken durchgeführt. Die Anfertigung neuer, studienbedingter CT-Aufnahmen war aus strahlenethischen Gesichtspunkten nicht möglich. Aus diesem Grund erfolgte eine Literaturrecherche zu Studien, in denen die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Strukturen in DVT- und CT-Aufnahmen verglichen wurden.

Die untersuchten Läsionen zeigten größtenteils ähnliche radiologische Eigenschaften. Dennoch kristallisierten sich einige Unterschiede heraus, welche bei der Differenzierung dieser Entitäten hilfreich sein können. Die ossären Dysplasien präsentierten sich überwiegend als irregulär geformte, unscharf begrenzte, multilokuläre Läsionen mit einer engen Beziehung zum Parodontalspalt. Die ossifizierenden Fibrome stellten sich vornehmlich als rundlich bzw. ovoid geformte, monolokuläre Läsionen dar, welche im Gegensatz zu den OD häufiger eine Veränderung an den umgebenden Strukturen Canalis mandibularis und Kortikalis verursachten. Diese Ergebnisse könnten mit den Angaben der Literatur überein gebracht werden.

Die Kriterien Kontakt zum Parodontalspalt und Lokalisation erwiesen sich auf höchst signifikantem Niveau als besonders hilfreich in der Unterscheidung dieser Entitäten. Auch zeigten diese Kriterien im Vergleich zu den OPG-Aufnahmen eine höchst signifikant bessere Abbildungsqualität. Demnach erweist sich die Anfertigung einer DVT-Aufnahme zur erweiterten Diagnostik dieser Strukturen als besonders sinnvoll.

Beim Vergleich der Röntgenbildpaare fiel auf, dass die DVT-Aufnahmen teilweise schwerwiegender befundet wurden. Dies deutet auf eine Unterinterpretation der Befunde im Orthopantomogramm hin. Die bei der Analyse der röntgenologischen Eigenschaften erreichten teilweise hohen Korrelationswerte des ICC lassen auf eine ausgezeichnete Übereinstimmung zwischen den Betrachtern schließen und verdeutlichen



deren Vertrautheit mit dieser Technik und ihr radiologisches Können. Die bessere Übereinstimmung unter den DVT-Bewertungen lässt eine eindeutigere, weniger Spielraum für Interpretationen zulassende Darstellung der Volumentomogramme vermuten. Die geringere Anzahl der als *nicht beurteilbar* bewerteten Strukturen in den DVT-Aufnahmen unterstreicht diese Behauptung.

Mit Ausnahme der Metallartefakte, welche signifikant häufiger bei den 3D-Aufnahmen wahrgenommen wurden, ließen die übrigen Kriterien deutlich einen positiven Trend zugunsten der DVT-Aufnahmen erkennen. Acht der zehn untersuchten Strukturen zeigten anhand des U-Tests signifikant bzw. höchst signifikant bessere Bewertungen. Die höhere Abbildungsqualität der DVT spiegelte sich darüber hinaus in den Medianen wider, welche bei den Orthopantomogrammen zwischen gut (2) und mangelhaft (4) und bei den dentalen Volumentomogrammen bei sehr gut (1) und gut (2) lagen. Auch zeigten fünf der zehn untersuchten Kriterien signifikante Unterschiede in der Beurteilbarkeit der Strukturen zugunsten der DVT.

Die Literaturrecherche zu Gegenüberstellungen der Abbildungsqualitäten dieser Strukturen in CT und DVT wies nahezu ausnahmslos auf eine Überlegenheit der DVT hin.

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie kann die Anwendung der DVT in der Diagnostik bzw. der Nachsorge fibro-ossärer Läsionen empfohlen werden. Die bessere Abbildungsqualität der untersuchten Strukturen sowie die höhere Strahlenbelastung der CT gegenüber der DVT bekräftigen diese Empfehlung. Die DVT weist zwar im Vergleich zur OPG eine erhöhte Strahlenbelastung auf, bietet jedoch einen größeren Informationsgehalt und verringert so die Gefahr der Unterinterpretation des Befundes. Die Indikationsrechtfertigung hat aus diesem Grund verantwortungsbewusst zu erfolgen.

Weitere retrospektive Studien, die radiologische Eigenschaften und Abbildungsqualitäten fibro-ossärer Läsionen in OPG-, DVT- und CT-Aufnahmen vergleichen, wären wünschenswert. Diese könnten sich jedoch aus strahlenethischen Gesichtspunkten schwierig gestalten. Zur Untersuchung von radiographisch heterogenen Gruppen, wie den FOL, stellt ein in-vitro Studiendesign mit implantierten Prüfkörpern ebenfalls keine zufriedenstellende Alternative dar.

## 8. Bildquellenverzeichnis

### Abb. 1 (Seite 4)

Hirsch, E, Graf, HL, Hemprich, A (23.10.2002) DVT - Digitale Volumentomographie zur präoperativen Darstellung verlagerter Zähne. [http://www.spitta.de/Produktfamilien/Fachinformationen/Interdisziplinäres/1769\\_index+M55b23b4cf32.html](http://www.spitta.de/Produktfamilien/Fachinformationen/Interdisziplinäres/1769_index+M55b23b4cf32.html) (Abgerufen am: 28.10.10)

### Abb. 2 (Seite 5)

Profident. Veraviewepocs 3D Morita - Isotropische Voxel. <http://www.profident.pl/oferta/3dveraview.html> (Abgerufen am: 28.10.10)

### Abb. 5 (Seite 12)

Whaites, E (2002) *Essentials of Dental Radiography and Radiology*, 3ed., Edinburgh: Churchill Livingstone, 477.

### Abb. 12 (Seite 25)

MacDonald-Jankowski, D. (2004) 'Fibro-osseous lesions of the face and jaws.', *Clin Radiol*, 59(1), 20.

### Abb. 17 (Seite 29) und Abb. 22 (Seite 35)

Hussain, S. (2007) 'The ABC guide to the OPG.', UK Radiological Congress 2007, Manchester, UK, e-abstract nr. e618, [www.abstractsonline.com](http://www.abstractsonline.com) (Abgerufen am 26.11.2010)

## 9. Literaturverzeichnis

- Abdelsayed, R., Eversole, L., Singh, B. und Scarbrough, F. (2001) 'Gigantiform cementoma: clinicopathologic presentation of 3 cases.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 91(4), 438-44.
- Abenhardt, W. und Zellmann, K. (2004) 'Ambulante Therapie, Nachsorge, Rehabilitation und Dokumentation.' in Issels, R., ed. *Manual Knochentumoren und Weichteilsarkome*, Tumorzentrum München und W. Zuckschwerdt Verlag München, 115-23.
- Alawi, F. (2002) 'Benign fibro-osseous diseases of the maxillofacial bones. A review and differential diagnosis.', *Am J Clin Pathol*, 118 Suppl, S50-70.
- Alqerban, A., Jacobs, R., Souza, P. und Willems, G. (2009) 'In-vitro comparison of 2 cone-beam computed tomography systems and panoramic imaging for detecting simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors.', *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136(6), 764.e1-11.
- Auclair, P., Arendt, D. und Hellstein, J. (1997) 'Giant cell lesions of the jaws', *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 9, 655-79.
- Baba, R., Ueda, K. und Okabe, M. (2004) 'Using a flat-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging.', *Dentomaxillofac Radiol*, 33(5), 285-90.
- Barnes, L., Eveson, J., Reichart, P. und Sidransky, D. (2005) *Pathology and genetics of tumours of the head and neck*, Lyon: IACR Press.
- Beylouni, I., Farge, P., Mazoyer, J. und Coudert, J. (1998) 'Florid cemento-osseous dysplasia: Report of a case documented with computed tomography and 3D imaging.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 85(6), 707-11.
- BMU (2005) Richtlinie Fachkunde und Kenntnisse im Strahlenschutz bei dem Betrieb von Röntgeneinrichtungen in der Medizin oder Zahnmedizin - RdSchr. d. Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) vom 22.12.2005 - RS II 1- 11603/01.1.
- Bradley, E. J. und Leake, D. (1968) 'Ossifying fibroma involving the maxilla and mandible. Report of a case.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 26(5), 605-14.
- Brannon, R. und Fowler, C. (2001) 'Benign fibro-osseous lesions: a review of current concepts.', *Adv Anat Pathol*, 8(3), 126-43.
- Cacaci, C., Frank, E. und Bumann, A. (2007) 'DVT-Volumetomograph', *teamwork*, 10(3), 2-9.
- Chung, E., Murphey, M., Specht, C., Cube, R. und Smirniotopoulos, J. (2008) 'From the Archives of the AFIP. Pediatric orbit tumors and tumorlike lesions: osseous lesions of the orbit.', *Radiographics*, 28(4), 1193-214.
- Civelek, B., Oktem, F., Karamursel, S. und Celebioglu, S. (2005) 'A rare entity: cemento-ossifying fibroma.', *Plast Reconstr Surg*, 116(7), 2049-50.

- Cohnen, M., Kemper, J., Möbes, O., Pawelzik, J. und Mödder, U. (2002) 'Radiation dose in dental radiology.', *Eur Radiol*, 12(3), 634-7.
- da Silva-Santos, P. S., Silva, B. S., Coracin, F. L., Yamamoto, F. P., Pinto-Junior, D. D. und Magalhães, M. G. (2010) 'Granulocytic sarcoma of the oral cavity in a chronic myeloid leukemia patient: an unusual presentation.', *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 15(2), e350-2.
- Dehner, L. (1973) 'Tumors of the mandible and maxilla in children. I. Clinicopathologic study of 46 histologically benign lesions.', *Cancer*, 31(2), 364-84.
- Delmas, P. (1999) 'Biochemical markers of bone turnover in Paget's disease of bone.', *J Bone Miner Res*, 14 Suppl 2, 66-9.
- Diercks, R., Sauter, A. und Mallens, W. (1986) 'Aneurysmal bone cyst in association with fibrous dysplasia. A case report.', *J Bone Joint Surg Br*, 68(1), 144-6.
- Dreiseidler, T., Mischkowski, R., Neugebauer, J., Ritter, L. und Zöllner, J. (2009) 'Comparison of cone-beam imaging with orthopantomography and computerized tomography for assessment in presurgical implant dentistry.', *Int J Oral Maxillofac Implants*, 24(2), 216-25.
- Düker, J. (2000) *Röntgendiagnostik mit der Panoramaschichtaufnahme*, 2 ed., Heidelberg: Hüthig Zahnmedizin.
- Dula, K., Mini, R., van der Stelt, P., Lambrecht, J., Schneeberger, P. und Buser, D. (1996) 'Hypothetical mortality risk associated with spiral computed tomography of the maxilla and mandible.', *Eur J Oral Sci*, 104(5-6), 503-10.
- Eisenberg, E. und Eisenbud, L. (1997) 'Benign fibro-osseous diseases: current concepts in historical perspective.', *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 9, 551-62.
- El Mofty, S. (2002) 'Psammomatoid and trabecular juvenile ossifying fibroma of the craniofacial skeleton: two distinct clinicopathologic entities.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 93(3), 296-304.
- Eversole, L., Leider, A. und Nelson, K. (1985) 'Ossifying fibroma: a clinicopathologic study of sixty-four cases.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 60(5), 505-11.
- Eversole, L., Sabes, W. und Rovin, S. (1972) 'Fibrous dysplasia: a nosologic problem in the diagnosis of fibro-osseous lesions of the jaws.', *J Oral Pathol*, 1(5), 189-220.
- Eversole, L., Stone, C. und Strub, D. (1984) 'Focal sclerosing osteomyelitis/focal periapical osteopetrosis: radiographic patterns.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 58(4), 456-60.
- Farman, A. (2005) 'ALARA still applies.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 100(4), 395-7.
- Finical, S., Kane, W., Clay, R. und Bite, U. (1999) 'Familial gigantiform cementoma.', *Plast Reconstr Surg*, 103(3), 949-54.
- Flygare, L. und Ohman, A. (2008) 'Preoperative imaging procedures for lower wisdom teeth removal.', *Clin Oral Investig*, 12(4), 291-302.

- Frerich, B., Driemel, O. und Feyer, P. (2008) 'Keratozystischer odontogener Tumor (KZOT)' in Krebsgesellschaft, D., ed. *Kurzgefasste interdisziplinäre Leitlinien 2008: Empfehlungen zur Diagnostik und Therapie maligner Erkrankungen*, München: Zuckschwerdt, 21-27.
- Freyschmidt, J., Ostertag, H. und Jundt, G. (2003) 'Kiefertumoren' in *Knochtumoren: Klinik, Radiologie, Pathologie*, 2 ed., Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 918-928 und 936-942.
- Fullmer, J., Scarfe, W., Kushner, G., Alpert, B. und Farman, A. (2007) 'Cone beam computed tomographic findings in refractory chronic suppurative osteomyelitis of the mandible.', *Br J Oral Maxillofac Surg*, 45(5), 364-71.
- Gardner, E. und Richards, R. (1953) 'Multiple cutaneous and subcutaneous lesions occurring simultaneously with hereditary polyposis and osteomatosis.', *Am J Hum Genet*, 5(2), 139-47.
- Gerlach, I. (1998) 'Differentialdiagnostik benigner fibro-zemento-ossärer Läsionen im Kiefer-Gesichts-Bereich', Medizinische Dissertation, Universität Leipzig.
- Goch, I. (2005) 'Vergleich metrischer Genauigkeit von Computertomographie, digitaler Volumetomographie und Orthopantomographie in der modernen Implantologie', Medizinische Dissertation, Universität Düsseldorf.
- Good, D., Busfield, F., Fletcher, B., Duffy, D., Kesting, J., Andersen, J. und Shaw, J. (2002) 'Linkage of Paget disease of bone to a novel region on human chromosome 18q23.', *Am J Hum Genet*, 70(2), 517-25.
- Guerrero, M., Jacobs, R., Loubele, M., Schutyser, F., Suetens, P. und van Steenberghe, D. (2006) 'State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement.', *Clin Oral Investig*, 10(1), 1-7.
- Güngörmüş, M. und Akgül, H. (2003) 'Central giant cell granuloma of the jaws: a clinical and radiologic study.', *J Contemp Dent Pract*, 4(3), 87-97.
- Hall, E. und Brenner, D. (2008) 'Cancer risks from diagnostic radiology.', *Br J Radiol*, 81(965), 362-78.
- Hannig, C., Dullin, C., Hülsmann, M. und Heidrich, G. (2005) 'Three-dimensional, non-destructive visualization of vertical root fractures using flat panel volume detector computer tomography: an ex vivo in vitro case report.', *Int Endod J*, 38(12), 904-13.
- Hashimoto, K., Arai, Y., Iwai, K., Araki, M., Kawashima, S. und Terakado, M. (2003) 'A comparison of a new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 95(3), 371-7.
- Hashimoto, K., Kawashima, S., Araki, M., Iwai, K., Sawada, K. und Akiyama, Y. (2006) 'Comparison of image performance between cone-beam computed tomography for dental use and four-row multidetector helical CT.', *J Oral Sci*, 48(1), 27-34.
- Haßfeld, S., Kunkel, M., Ulrich, H., Wagner, W. und Zöller, J. (2008) 'Stellungnahme: Indikation zur Schnittbilddiagnostik in der Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie (CT/DVT)', *Der MKG-Chirurg*, 1, 148-151.

- Heurich, T., Ziegler, C., Steveling, H., Wörtche, R., Mühling, J. und Hassfeld, S. (2002) 'Erweiterte Diagnostik im Rahmen der operativen Weisheitszahnentfernung mittels digitaler Volumentomographie', *Mund Kiefer Gesichtschir*, 6(6), 427-32.
- Hirsch, E. (2003) 'Bilder mit Tiefe und Schärfe', *Zahnarzt Wirtschaft Praxis (ZWP) Spezial*, 8, Interview: 16-17.
- Hirsch, E., Wolf, U., Heinicke, F. und Silva, M. (2008a) 'Dosimetry of the cone beam computed tomography Veraviewepocs 3D compared with the 3D Accuitomo in different fields of view.', *Dentomaxillofac Radiol*, 37(5), 268-73.
- Hirsch, E., Wolf, U., Heinicke, F., Visser, H. und Garcia Silva, M. (2008b) 'Untersuchung zur Dosisbelastung bei der DVT', *Dental\_Digitalnews*, 2, 6-11.
- Hirschfelder, U. (2008) 'Stellungnahme: Radiologische 3D-Diagnostik in der Kieferorthopädie (CT/DVT)', [www.dgkfo.de](http://www.dgkfo.de) (Abgerufen am 28.10.2010)
- Hoffmann, K. (2008) 'Cone-Beam-Tomografie mit FPD: Funktionsweise und Anwendungen', *Digital\_Dentalnews*, 2, 16-24.
- Holberg, C., Steinhäuser, S., Geis, P. und Rudzki-Janson, I. (2005) 'Die Digitale Volumentomographie in der Kieferorthopädie: Möglichkeiten und Grenzen', *J Orofac Orthop*, 66(6), 434-44.
- Irnberger, T. (1985) 'Die fibröse Knochendysplasie und das ossifizierende Knochenfibrom im orbitalen und periorbitalen Bereich unter besonderer Berücksichtigung der CT', *Rofo*, 143(5), 569-74.
- Jackson, I., Bone, H. und Jaju, H. (1999) 'Fibrous dysplasia' in Ward Booth, P., Schendel, S. und Hausamen, J., eds., *Maxillofacial surgery*, Edinburgh London New York: Churchill Livingstone, 889-904.
- Jaffé, H. (1953) 'Giant-cell reparative granuloma, traumatic bone cyst, and fibrous (fibro-oseous) dysplasia of the jawbones.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 6(1), 159-75.
- J. Morita Broschüre 3D Accuitomo 80 (2010), 'Mfg.Corp. 3D-Accuitomo mit Flachbilddetektor. Aufnahmen mit bisher unerreichter Detailschärfe. Informationsbroschüre - Vertrieb durch J. Morita Europe GmbH, Dietzenbach - Germany', [http://www.jmorita-mfg.com/download/en/3D\\_Accuitomo\\_FPD.pdf](http://www.jmorita-mfg.com/download/en/3D_Accuitomo_FPD.pdf) (Abgerufen am 29.10.2010)
- Johnson, L., Yousefi, M., Vinh, T., Heffner, D., Hyams, V. und Hartman, K. (1991) 'Juvenile active ossifying fibroma. Its nature, dynamics and origin.', *Acta Otolaryngol Suppl*, 488, 1-40.
- Jones, W. (1933) 'Familiar multilocular cystic disease of the jaw.', *Amer J Cancer*, 17, 946-50.
- Kaffe, I., Ardekian, L., Peled, M., Machtey, E. und Laufer, D. (1998) 'Radiological features of primary intra-osseous carcinoma of the jaws. Analysis of the literature and report of a new case.', *Dentomaxillofac Radiol*, 27(4), 209-14.
- Kawai, T., Hiranuma, H., Kishino, M., Jikko, A. und Sakuda, M. (1999) 'Cemento-osseous dysplasia of the jaws in 54 Japanese patients: a radiographic study.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 87(1), 107-14.

- Koopmans, R. (1990) '*Fibreuze dysplasie en fibro-osseuze-cementeuze dysplasie van de kaken*', Medizinische Dissertation, Universität Groningen.
- Kramer, I., Pindborg, J. und Shear, M. (1992) 'The WHO Histological Typing of Odontogenic Tumours. A commentary on the Second Edition.', *Cancer*, 70(12), 2988-94.
- Kuttenberger, J., Hardt, N. und Gebbers, J. (2003) 'Juveniles ossifizierendes Fibrom. Fallbericht mit diagnostischen und therapeutischen Überlegungen.', *Mund Kiefer Gesichtschir*, 7(1), 47-51.
- Lakits, A., Prokesch, R., Scholda, C., Nowotny, R., Kaider, A. und Bankier, A. (2000) 'Helical and conventional CT in the imaging of metallic foreign bodies in the orbit.', *Acta Ophthalmol Scand*, 78(1), 79-83.
- Landis, J. und Koch, G. (1977) 'An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers.', *Biometrics*, 33(2), 363-74.
- Lecomber, A., Yoneyama, Y., Lovelock, D., Hosoi, T. und Adams, A. (2001) 'Comparison of patient dose from imaging protocols for dental implant planning using conventional radiography and computed tomography.', *Dentomaxillofac Radiol*, 30(5), 255-9.
- Lee, S. S., Kim, H. K., Choi, S. C. und Lee, J. I. (2001) 'Granulocytic sarcoma occurring in the maxillary gingiva demonstrated by magnetic resonance imaging.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 92(6), 689-93.
- Lernkamp, M., Filippi, A., Berndt, D. und Lambrecht, J. (2006) 'Diagnostische Möglichkeiten der digitalen Volumentomografie', *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 116(6), 645-650.
- Liang, X., Jacobs, R., Hassan, B., Li, L., Pauwels, R., Corpas, L., Souza, P., Martens, W., Shahbazian, M., Alonso, A. und Lambrichts, I. (2009) 'A comparative evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and Multi-Slice CT (MSCT) Part I. On subjective image quality.', *Eur J Radiol*, 75(2), 265-69
- Lichtenstein, L. (1938) 'Polystotic fibrous dysplasia', *Arch Surg*, 36, 874.
- Lichtenstein, L. und Jaffé, H. (1942) 'Fibrous dysplasia of bone', *Arch Pathol*, 33, 777-816.
- Lofthag-Hansen, S., Huuonen, S., Gröndahl, K. und Gröndahl, H. (2007) 'Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 103(1), 114-9.
- Lofthag-Hansen, S., Thilander-Klang, A., Ekestubbe, A., Helmrot, E. und Gröndahl, K. (2008) 'Calculating effective dose on a cone beam computed tomography device: 3D Accuitomo and 3D Accuitomo FPD.', *Dentomaxillofac Radiol*, 37(2), 72-9.
- Loubele, M., Guerrero, M., Jacobs, R., Suetens, P. und van Steenberghe, D. (2007) 'A comparison of jaw dimensional and quality assessments of bone characteristics with cone-beam CT, spiral tomography, and multi-slice spiral CT.', *Int J Oral Maxillofac Implants*, 22(3), 446-54.
- Lucas, D. R., Unni, K. K., McLeod, R. A., O'Connor, M. I. und Sim, F. H. (1994) 'Osteoblastoma: clinicopathologic study of 306 cases.', *Hum Pathol*, 25(2), 117-34.

- Ludlow, J., Davies-Ludlow, L. und Brooks, S. (2003) 'Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit.', *Dentomaxillofac Radiol*, 32(4), 229-34.
- Ludlow, J. und Ivanovic, M. (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(1), 106-14.
- MacDonald-Jankowski, D. (1996) 'Florid osseous dysplasia in Hong Kong Chinese.', *Dentomaxillofac Radiol*, 25(1), 39-41.
- MacDonald-Jankowski, D. (2004) 'Fibro-osseous lesions of the face and jaws.', *Clin Radiol*, 59(1), 11-25.
- Mah, J., Danforth, R., Bumann, A. und Hatcher, D. (2003) 'Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 96(4), 508-13.
- Makek, M. (1987) 'So called "fibro-osseous lesions" of tumorous origin. Biology confronts terminology.', *J Craniomaxillofac Surg*, 15(3), 154-67.
- Mann, H. und Whitney, D. (1947) 'On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other.' *Annals of mathematical Statistics*, 18(1), 50-60.
- Margo, C., Weiss, A. und Habal, M. (1986) 'Psammomatoid ossifying fibroma.', *Arch Ophthalmol*, 104(9), 1347-51.
- Marmary, Y. und Kutiner, G. (1986) 'A radiographic survey of periapical jawbone lesions.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 61(4), 405-8.
- Marx, R. und Stern, D. (2003a) 'Benign Neoplasms of Bone' in *Oral and maxillofacial pathology: A rationale for diagnosis and treatment*, London: Quintessence Publishing, 789-798.
- Marx, R. und Stern, D. (2003b) 'Fibro-Osseous Diseases and Systemic Diseases Affecting Bone ' in *Oral and maxillofacial pathology: A rationale for diagnosis and treatment*, London: Quintessence Publishing, 747-766
- Marx, R. und Stern, D. (2003c) 'Inflammatory and Infectious Diseases' in *Oral and maxillofacial pathology: A rationale for diagnosis and treatment*, London: Quintessence Publishing, 57-63.
- Melrose, R., Abrams, A. und Mills, B. (1976) 'Florid osseous dysplasia. A clinical-pathologic study of thirty-four cases.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 41(1), 62-82.
- Meng, J., Zhang, W., Liu, D., Zhao, Y. und Ma, X. (2007) '[Diagnostic evaluation of the temporomandibular joint osteoarthritis using cone beam computed tomography compared with conventional radiographic technology]', *Beijing Da Xue Xue Bao*, 39(1), 26-9.
- Mengel, R., Candir, M., Shiratori, K. und Flores-de-Jacoby, L. (2005) 'Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: an in vitro study on native pig and human mandibles.', *J Periodontol*, 76(5), 665-73.



- Möbes, O., Becker, J., Schnell, C., Ewen, K., Kemper, J. und Cohen, M. (2000) 'Strahlenexposition bei der Digitalen Volumentomographie, Panoramaschichtaufnahme und Computertomographie', *Deutsch Zahnärztl Z*, 55, 336-39.
- Mohammadi-Araghi, H. und Haery, C. (1993) 'Fibro-osseous lesions of craniofacial bones. The role of imaging.', *Radiol Clin North Am*, 31(1), 121-34.
- Monfort, J., Sala, D., Romero, A., Duró, J., Maymó, J. und Carbonell, J. (1999) 'Epidemiological, clinical, biochemical, and imaging characteristics of monostotic and polyostotic Paget's disease.', *Bone*, 24(5), 13S-14S.
- Montonen, M. und Lindqvist, C. (2003) 'Diagnosis and treatment of diffuse sclerosing osteomyelitis of the jaws.', *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 15(1), 69-78.
- Moon, W., Choi, S., Chung, E., Kwon, K. und Chae, S. (2007) 'Peripheral ossifying fibroma in the oral cavity: CT and MR findings.', *Dentomaxillofac Radiol*, 36(3), 180-2.
- Mozzo, P., Procacci, C., Tacconi, A., Martini, P. und Andreis, I. (1998) 'A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results.', *Eur Radiol*, 8(9), 1558-64.
- Naitoh, M., Nakahara, K., Suenaga, Y., Gotoh, K., Kondo, S. und Ariji, E. (2010) 'Comparison between cone-beam and multislice computed tomography depicting mandibular neurovascular canal structures.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 109(1), 25-31.
- Nakata, K., Naitoh, M., Izumi, M., Inamoto, K., Ariji, E. und Nakamura, H. (2006) 'Effectiveness of dental computed tomography in diagnostic imaging of periradicular lesion of each root of a multiradical tooth: a case report.', *J Endod*, 32(6), 583-7.
- Neugebauer, J., Shirani, R., Mischkowski, R., Ritter, L., Scheer, M., Keeve, E. und Zöller, J. (2008) 'Comparison of cone-beam volumetric imaging and combined plain radiographs for localization of the mandibular canal before removal of impacted lower third molars.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 105(5), 633-42; discussion 643.
- Neville, B. und Albenesius, R. (1986) 'The prevalence of benign fibro-osseous lesions of periodontal ligament origin in black women: a radiographic survey.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 62(3), 340-4.
- Neville, B., Damm, D., Allen, C. und Bouquot, J. (2002) 'Bone pathology' in Neville, B., Damm, D., Allen, C. und Bouquot, J., eds., *Oral and Maxillofacial Pathology*, Philadelphia: Saunders, 542-78.
- Noffke, C. (1998) 'Juvenile ossifying fibroma of the mandible. An 8 year radiological follow-up.', *Dentomaxillofac Radiol*, 27(6), 363-6.
- Offiah, C. und Hall, E. (2005) 'Case of the month. The rapidly enlarging chin mass.', *Br J Radiol*, 78(926), 175-6.
- Panda, N., Parida, P., Sharma, R., Jain, A. und Bapuraj, J. (2007) 'A clinicoradiologic analysis of symptomatic craniofacial fibro-osseous lesions.', *Otolaryngol Head Neck Surg*, 136(6), 928-33.

- Panders, A. und Hadders, H. (1970) 'Chronic sclerosing inflammations of the jaw. Osteomyelitis sicca (Garré), chronic sclerosing osteomyelitis with fine-meshed trabecular structure, and very dense sclerosing osteomyelitis.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 30(3), 396-412.
- Pasler, F. und Visser, H. (2000) *Zahnmedizinische Radiologie*, Stuttgart: Thieme.
- Pfeiffer, P., Schmage, P., Nergiz, I. und Platzer, U. (2000) 'Effects of different exposure values on diagnostic accuracy of digital images.', *Quintessence Int*, 31(4), 257-60.
- Pimenta, F., Gontijo Silveira, L., Tavares, G., Silva, A., Perdigão, P., Castro, W., Gomez, M., Teh, B., De Marco, L. und Gomez, R. (2006) 'HRPT2 gene alterations in ossifying fibroma of the jaws.', *Oral Oncol*, 42(7), 735-9.
- Pindborg, J., Kramer, I. und Torloni, H. (1972) *Histological Typing of Odontogenic Tumours, Jaw Cysts and Allied Lesions.*, Genf: World Health Organization.
- Prein, J., Remagen, W., Spiessl, B. und Uehlinger, E. (1985) *Atlas der Tumoren des Gesichtsschädels*, Berlin Heidelberg New York: Springer.
- Ramesh, A. und Pabla, T. (2008) 'Incidental finding on dental radiographs: benign fibro-osseous lesions of the jaws.', *J Mass Dent Soc*, 57(3), 60-1.
- Reddy, S., Kurihara, N., Menaa, C. und Roodman, G. (2001) 'Paget's disease of bone: a disease of the osteoclast.', *Rev Endocr Metab Disord*, 2(2), 195-201.
- Reichart, P., Philipsen, H. und Sciubba, J. (2006) 'Die neue WHO-Klassifikation der Tumoren des Kopfes und des Halses.', *Mund Kiefer Gesichtschir*, 10(1), 1-2.
- Roberts, J., Drage, N., Davies, J. und Thomas, D. (2009) 'Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry.', *Br J Radiol*, 82(973), 35-40.
- Rosenberg, A., Mokhtari, H. und Sloopweg, P. (1999) 'The natural course of an ossifying fibroma. A case report.', *Int J Oral Maxillofac Surg*, 28(6), 454-6.
- Rother, U. (2001) 'Moderne bildgebende Diagnostik in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde; Grundlagen, Praxis, Befunde', 1 ed., München Jena: Urban & Fischer.
- RöV (2002) 'Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen' § 23 Rechtfertigende Indikation. Röntgenverordnung vom 8.1.1987 (BGBl.IS.114), geändert 18.6.2002 (BGBl. IS.1869)
- Saiz-Pardo-Pinos, A., Olmedo-Gaya, M., Prados-Sánchez, E. und Vallecillo-Capilla, M. (2004) 'Juvenile ossifying fibroma: a case study.', *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 9(5), 456-8; 454-6.
- Scarfe, W., Farman, A. und Sukovic, P. (2006) 'Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice.', *J Can Dent Assoc*, 72(1), 75-80.
- Schneider, L. und Mesa, M. (1990) 'Differences between florid osseous dysplasia and chronic diffuse sclerosing osteomyelitis.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 70(3), 308-12.
- Schneider, L., Mesa, M. und Brickman, J. (1987) 'Complications of endodontic therapy in florid osseous dysplasia.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 64(1), 114-6.

- Schulz, M., Reichart, P., Dula, K. und Bornstein, M. (2010) 'Fokale Osteosklerosen im Kiefer: Eine Übersichtsarbeit zur Diagnostik und Therapie', *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 120, 325-332.
- Schulze, R., Haßfeld, S. und Schulze, D. (2009) 'S1-Empfehlung: Dentale Volumentomographie', [http://www.dgzmk.de/uploads/tx\\_szdgzmkdocuments/S1\\_Empfehlung\\_Dentale\\_Volumentomographie.pdf](http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/S1_Empfehlung_Dentale_Volumentomographie.pdf) (Abgerufen am 28.10.2010)
- Shrout, P. und Fleiss, J. (1979) 'Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability.', *Psychol Bull*, 86(2), 420-8.
- Singer, S., Mupparapu, M. und Rinaggio, J. (2005) 'Florid cemento-osseous dysplasia and chronic diffuse osteomyelitis. Report of a simultaneous presentation and review of the literature.', *J Am Dent Assoc*, 136(7), 927-31.
- Slootweg, P. (1992) 'Cementoblastoma and osteoblastoma: a comparison of histologic features.', *J Oral Pathol Med*, 21(9), 385-9.
- Slootweg, P. (1996) 'Maxillofacial fibro-osseous lesions: classification and differential diagnosis.', *Semin Diagn Pathol*, 13(2), 104-12.
- Slootweg, P. (2005) 'Osseous dysplasias' in Barnes, L., Eveson, J. und Reichart, P., eds., *World Health Organization Classification of Tumours Pathology and Genetics of Head and Neck Tumours*, Lyon: IARC Press, 323.
- Slootweg, P. (2009) 'Maxillofaziales Skelett und Zähne' in Klöppel, G., Kreipe, H. und Remmele, W., eds., *Pathologie*, 3 ed., Berlin Heidelberg: Springer, 125-157.
- Slootweg, P. und El Mofty, S. (2005) 'Ossifying fibroma' in Barnes, L., Eveson, J. und Reichart, P., eds., *World Health Organization Classification of Tumours Pathology and Genetics of Head and Neck Tumours*, Lyon: IARC Press, 319-320.
- Slootweg, P. und Müller, H. (1990) 'Juvenile ossifying fibroma. Report of four cases.', *J Craniomaxillofac Surg*, 18(3), 125-9.
- Slootweg, P., Panders, A., Koopmans, R. und Nikkels, P. (1994) 'Juvenile ossifying fibroma. An analysis of 33 cases with emphasis on histopathological aspects.', *J Oral Pathol Med*, 23(9), 385-8.
- Smith, R. A., Hansen, L. S., Resnick, D. und Chan, W. (1982) 'Comparison of the osteoblastoma in gnathic and extragnathic sites.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 54(3), 285-98.
- Smith, S., Patel, K. und Hoskinson, A. (1998) 'Periapical cemental dysplasia: a case of misdiagnosis.', *Br Dent J*, 185(3), 122-3.
- Southgate, J., Sarma, U., Townend, J., Barron, J. und Flanagan, A. (1998) 'Study of the cell biology and biochemistry of cherubism.', *J Clin Pathol*, 51(11), 831-7.
- Späte, C. (2005) 'Vergleichende Bewertung der Bildqualität der Cone Beam Computed Tomography und der Spiral-Computertomographie unter Berücksichtigung verschiedener Aufnahmeparameter', Medizinische Dissertation, Universität Leipzig.

- Speight, P. und Carlos, R. (2006) 'Maxillofacial fibro-osseous lesions', *Current Diagnostic Pathology* 12(1), 1-10.
- Stergiou, G., Zwahlen, R. und Grätz, K. (2007) 'Multiple zemento-ossifizierende Fibrome der Kiefer: Der seltene Fall.', *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 117(3), 236-44.
- Stewart, J. und Fonseca, R. (2000) 'Fibro-osseous diseases and benign tumors of bone' in Fonseca, R., ed. *Oral and maxillofacial surgery*, Philadelphia: Saunders, 398-427.
- Su, L., Weathers, D. und Waldron, C. (1997a) 'Distinguishing features of focal cemento-osseous dysplasia and cemento-ossifying fibromas. II. A clinical and radiologic spectrum of 316 cases.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 84(5), 540-9.
- Su, L., Weathers, D. und Waldron, C. (1997b) 'Distinguishing features of focal cemento-osseous dysplasias and cemento-ossifying fibromas: I. A pathologic spectrum of 316 cases.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 84(3), 301-9.
- Suei, Y., Taguchi, A. und Tanimoto, K. (1997) 'Radiographic evaluation of possible etiology of diffuse sclerosing osteomyelitis of the mandible.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 84(5), 571-7.
- Summerlin, D. und Tomich, C. (1994) 'Focal cemento-osseous dysplasia: a clinicopathologic study of 221 cases.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 78(5), 611-20.
- Suomalainen, A., Salo, A., Robinson, S. und Peltola, J. (2007) 'The 3DX multi image micro-CT device in clinical dental practice.', *Dentomaxillofac Radiol*, 36(2), 80-5.
- Svensson, B. und Isacson, G. (1993) 'Benign osteoblastoma associated with an aneurysmal bone cyst of the mandibular ramus and condyle.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 76(4), 433-6.
- Takeda, Y. und Fujioka, Y. (1987) 'Multiple cemento-ossifying fibroma.', *Int J Oral Maxillofac Surg*, 16(3), 368-71.
- Tehranzadeh, J., Fung, Y., Donohue, M., Anavim, A. und Pribram, H. (1998) 'Computed tomography of Paget disease of the skull versus fibrous dysplasia.', *Skeletal Radiol*, 27(12), 664-72.
- Thakkar, N., Horner, K. und Sloan, P. (1993) 'Familial occurrence of periapical cemental dysplasia.', *Virchows Arch A Pathol Anat Histopathol*, 423(3), 233-6.
- Tsiklakis, K., Donta, C., Gavala, S., Karayianni, K., Kamenopoulou, V. und Hourdakis, C. (2005) 'Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT.', *Eur J Radiol*, 56(3), 413-7.
- Unni, K., Dahlin, D., McLeod, R. und Pritchard, D. (1977) 'Intraosseous well-differentiated osteosarcoma.', *Cancer*, 40(3), 1337-47.
- van der Waal, I. (2005) 'Cementoblastoma' in Barnes, L., Eveson, J. und Reichart, P., eds., *World Health Organization Classification of Tumours Pathology and Genetics of Head and Neck Tumours*, Lyon: IARC Press, 318.

- van Heerden, W., Raubenheimer, E., Weir, R. und Kreidler, J. (1989) 'Giant ossifying fibroma: a clinicopathologic study of 8 tumors.', *J Oral Pathol Med*, 18(9), 506-9.
- Visser, H., Hermann, K., Bredemeier, S. und Köhler, B. (2000) 'Dosismessungen zum Vergleich von konventionellen und digitalen Panoramaschichtaufnahmen.', *Mund Kiefer Gesichtschir*, 4(4), 213-6.
- Waldron, C. (1985) 'Fibro-osseous lesions of the jaws.', *J Oral Maxillofac Surg*, 43(4), 249-62.
- Waldron, C. (1993) 'Fibro-osseous lesions of the jaws.', *J Oral Maxillofac Surg*, 51(8), 828-35.
- Waldron, C., Giansanti, J. und Browand, B. (1975) 'Sclerotic cemental masses of the jaws (so-called chronic sclerosing osteomyelitis, sclerosing osteitis, multiple enostosis, and gigantiform cementoma.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 39(4), 590-604.
- Walther, E. (1993) 'Das Psammo-Osteoid-Fibrom des Oberkiefers.', *Laryngorhinootologie*, 72(3), 136-9.
- Wannenmacher, M. (1997) 'Primär maligne Knochentumoren: Empfehlung für eine standardisierte Diagnostik, Therapie und Nachsorge', in Queißer, W., ed. Schriftenreihe des Tumorzentrums Heidelberg/ Mannheim.
- Whaites, E. (2002) 'Radiological differential diagnosis - describing a lesion' in Whaites, E., ed. *Essentials of Dental Radiography and Radiology*, 3 ed., Edinburgh: Churchill Livingstone, 285-89.
- White, S. und Pharoah, M. (2004) 'Diseases of Bone Manifested in the Jaws ' in Mosby, ed. *Oral radiology: principles and interpretation*, 5th ed., St. Louis: 485-501.
- Williams, H., Mangham, C. und Speight, P. (2000) 'Juvenile ossifying fibroma. An analysis of eight cases and a comparison with other fibro-osseous lesions.', *J Oral Pathol Med*, 29(1), 13-8.
- Woo, T. und Schwartz, H. (1995) 'Unusual presentation of Paget's disease of the maxilla.', *Br J Oral Maxillofac Surg*, 33(2), 98-100.
- Yamaguchi, T., Dorfman, H. und Eisig, S. (1999) 'Cherubism: clinicopathologic features.', *Skeletal Radiol*, 28(6), 350-3.
- Yoshikawa, D. und Kollar, E. (1981) 'Recombination experiments on the odontogenic roles of mouse dental papilla and dental sac tissues in ocular grafts.', *Arch Oral Biol*, 26(4), 303-7.
- Young, S., Markowitz, N., Sullivan, S., Seale, T. und Hirschi, R. (1989) 'Familial gigantiform cementoma: classification and presentation of a large pedigree.', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 68(6), 740-7.
- Zama, M., Gallo, S., Santecchia, L., Bertozzi, E. und De Stefano, C. (2004) 'Juvenile active ossifying fibroma with massive involvement of the mandible.', *Plast Reconstr Surg*, 113(3), 970-4.
- Zegarelli, E., Kutscher, A., Budowsky, J. und Hoffman, P. (1964a) 'The progressive calcification of the cementoma: a roentgenographic study', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 18, 180-3.

- 
- Zegarelli, E., Kutscher, A., Napoli, N., Iurono, F. und Hoffman, P. (1964b) 'The cementoma - A study of 230 patients with 435 cementomas', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 17, 219-24.
- Ziegler, C., Woertche, R., Brief, J. und Hassfeld, S. (2002) 'Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery.', *Dentomaxillofac Radiol*, 31(2), 126-30.
- Zupi, A., Ruggiero, A., Insabato, L., Senghore, N. und Califano, L. (2000) 'Aggressive cemento-ossifying fibroma of the jaws.', *Oral Oncol*, 36(1), 129-33.



## **Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren.

Leipzig, den 17. Januar 2011

Andrea Dürkop



## Danksagung

Zu Beginn danke ich meinem Doktorvater Prof. Dr. Dr. Alexander Hemprich ganz herzlich sowohl für das entgegengebrachte Vertrauen als auch für die freundliche und unkomplizierte Unterstützung sowie für die Förderung meiner Promotion.

Besonderen Dank möchte ich Dr. Milena Kaluderovic für die Überlassung des Themas dieser Dissertation sowie für die freundliche Betreuung aussprechen. Ihr Einsatz und Ihre Anregungen trugen wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit bei.

Zudem gilt mein Dank Prof. Dr. Christian Wittekind sowie Frau Transchel für die freundliche Bereitstellung der Datenbank sowie der histologischen Präparate des Instituts für Pathologie der Universität Leipzig sowie Dr. Julia Bertolini für die kritische Bewertung der gestellten histopathologischen Befunde.

Ich bedanke mich beim Leiter der Röntgenabteilung für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten Dr. Edgar Hirsch und dessen Team, welche mir vertrauensvoll und uneingeschränkt Zugang zu den Datensätzen des 3D Accutomo (J. Morita) gewährten.

Einen herzlichen Dank möchte ich Prof. Dr. Hans-Ludwig Graf für die wertvolle und unkomplizierte Hilfe bei den während der Arbeit aufgetretenen Problemen aussprechen.

Danken möchte ich auch Prof. Dr. Torsten W. Remmerbach für die wertvolle Hilfe bei der Formulierung des Fragebogens, sowie allen Teilnehmern der Analyse. Sie trugen mit viel Sorgfalt und großem Zeitaufwand wesentlich zum Herzstück dieser Studie bei.

Weiterhin möchte ich mich herzlich bei Frau Ursula Tröger für die Hilfe bei den mikroskopischen Aufnahmen der histologischen Schnitte sowie bei Frau Annett Schrock für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse bedanken.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei Frau Dr. Dieta Voigt für ihre Herzlichkeit sowie für die Leihgabe der Habilitationsschrift ihres verstorbenen Mannes Dr. Karl-Gerhard Voigt bedanken, welche mir den Einstieg in das Thema erleichterte.

Ich bedanke mich herzlichst bei meinen Eltern Dagmar und Bodo Dürkop sowie bei Christina Dürkop und Heiko Vollmann für die Unterstützung und Hilfsbereitschaft in jeder Hinsicht während meiner Ausbildung.