

Projektion kalzifizierter Plaques der Karotiden in der  
zahnärztlich-röntgenologischen Panoramaschichtaufnahme  
(Orthopantomogramm)

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Hohen Medizinischen Fakultät  
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität  
Bonn

Carolin Bös geb. Mues  
aus Bonn  
2009

Angefertigt mit Genehmigung der  
Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Priv.-Doz. Dr. med. dent. E.-H. Helfgen
2. Gutachter: Prof. Dr. med. R. Woitas

Tag der Mündlichen Prüfung: 15.06.2009

Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn  
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffwissenschaften  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. dent. H. Stark

Diese Dissertation ist auf dem Hochschulschriftenserver der ULB Bonn  
<http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss-online> elektronisch publiziert.

## **Inhaltsverzeichnis**

1. Einleitung	5
1.1 Allgemeine Einführung in die Thematik der Studie	5
1.2 Die Artherosklerose	7
1.2.1 Definition	7
1.2.2 Ätiologie und Pathogenese	7
1.2.3 Gefäßterritorien	8
1.3 Diagnostische Möglichkeiten der Artherosklerose	8
1.3.1 Sonographie	8
1.3.2 Angiographie	9
1.3.3 Panoramaschichtaufnahme / Orthopantomogramm (PSA / OPT)	10
1.4 Bisherige Studien zu diesem Thema	11
1.5 Ziel der Studie	12
2. Material und Methode	14
2.1 Studienaufbau / Patientenkollektiv	14
2.2 Einschlusskriterien	14
2.3 Datenerhebung	16
2.3.1 Ablauf der Datenerhebung	16
2.4 Befundung der PSA / OPT durch Erstuntersucher	16
2.5 Befundung der PSA / OPT durch Versuchsgruppe	23
3. Ergebnisse	24
3.1 Beschreibung des Gesamtpatientenkollektivs	24
3.1.1 Alter und Geschlecht des Patientenkollektivs	24
3.2 Lokalisation der Verkalkung im Gesamtpatientenkollektiv	26
3.3 Morphologie der Verkalkungen im Röntgenbild	29
3.3.1 Anzahl der Einzelläsionen	29
3.3.2 Form und Größe der Einzelläsionen	30
3.4 Beschreibung der Ergebnisse der Befundgruppe	32
4. Diskussion	33
4.1 Vergleich mit anderen Studien	33
4.2 Anatomische Zusammenhänge und Differentialdiagnosen	35
4.3 Methodenkritik	35

5. Schlussfolgerung	37
6. Zusammenfassung	38
7. Literaturverzeichnis	40
8. Danksagung	43
9. Lebenslauf	44

## **1. Einleitung**

### **1.1 Allgemeine Einführung in die Thematik der Studie**

Dem Nutzen von Screening- bzw. Früherkennungsprogrammen in der medizinischen Diagnostik wird heutzutage stetig mehr Bedeutung beigemessen. Hier spielt nicht nur eine Verbesserung der Heilungschancen und somit eine Senkung der Morbidität und Mortalität eine große Rolle, sondern auch die Möglichkeit der Kostensenkung im Gesundheitssystem.

Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind weiterhin die häufigste Todesursache bei Männern und Frauen in Deutschland. Sie führen nicht selten durch einen frühzeitigen Tod unter 70 Jahren zu einer erheblichen Verkürzung des Lebensalters (Robert-Koch-Institut, 2006).

Darüber hinaus verursacht die Gruppe der Herz-Kreislauf-Leiden die insgesamt höchsten Behandlungskosten im Gesundheitssystem, wobei vor allem die koronare Herzerkrankung sowie der Schlaganfall im Vordergrund stehen. Gesundheitskosten, die aus Folgeerkrankungen von cerebrovaskulären bzw. kardiovaskulären Erkrankungen entstehen, verursachten alleine in Deutschland im Jahre 2002 Aufwendungen von etwa 35,4 Milliarden Euro (Robert-Koch-Institut, 2006).

Im Jahre 2003 war ein Herzinfarkt bei 6,5 % der Frauen und 8,7 % der Männer Ursache aller Todesfälle. (Robert-Koch-Institut, 2006). Die jährliche, altersstandardisierte Schlaganfallinzidenz (Neuerkrankungsrate) liegt bei rund 182 Erkrankungsfällen pro 100000 Einwohner. Der Schlaganfall ist bei Frauen die vierthäufigste, und bei Männern die fünfhäufigste Todesursache. Der Trend geht, vermutlich durch verbesserte Untersuchungs- und Behandlungsmethoden seit 1990 erfreulicherweise zurück.

Nach dem Erlanger Schlaganfallregister (Aboderin und Venables, 1996) verstirbt jeder dritte Patient binnen eines Jahres nach einem Schlaganfall.

Die meisten Patienten haben nach einem Schlaganfall Schwierigkeiten bei der Bewältigung des alltäglichen Lebens. Bleibende neurologische Schäden treten bei 60% der Betroffenen auf (Robert-Koch-Institut, 2006). Tatsächlich ist der Schlaganfall eine der Hauptgründe für die Pflegebedürftigkeit im Erwachsenenalter.

Weltweit finden sich diese Zahlen bestätigt. So lebten in den USA beispielsweise im Jahr 2002 4,6 Millionen Menschen mit den Folgen eines Schlaganfalls und 12,6 Millionen mit den Folgen einer koronaren Herzerkrankung (American Heart Association, 2002).

Einer kostengünstigen, risikoarmen und flächendeckenden Methode zur Früherkennung von Arteriosklerose kommt daher ein besonders hoher Stellenwert zu. Hier kann die gezielte Betrachtung einer routinemäßigen Röntgenaufnahme im zahnärztlichen Alltag einen wertvollen Beitrag leisten. Sowohl für den Patienten, als auch den Untersucher bedeutet dies keinen zusätzlichen Zeit- oder Kostenaufwand, da die Panoramaschichtaufnahme zur Erhebung des Zahnstatus bei neuen Patienten häufig angefertigt wird.

Ziel dieser Arbeit ist es, auf einen „Zufallsbefund“ in der zahnärztlichen Routinediagnostik aufmerksam zu machen und den Blick für einen Befund zu schärfen, welcher unter Umständen das Auftreten von cerebrovaskulären oder kardiovaskulären Ereignissen durch eine weiterführende Diagnostik / Therapie verhindern kann.

## **1.2 Die Arteriosklerose**

### **1.2.1 Definition**

Die Arteriosklerose ist eine Erkrankung der größeren und mittleren muskulären und elastischen Arterien. Die WHO definiert Arteriosklerose als eine variable Kombination von Veränderungen der Intima, bestehend aus einer herdförmigen Ansammlung von Fettsubstanzen, komplexen Kohlehydraten, Blut und Blutbestandteilen, Bindegewebe und Kalziumablagerungen, verbunden mit Veränderungen der Arterienmedia.

### **1.2.2 Ätiologie und Pathogenese**

Durch epidemiologische und experimentelle Untersuchungen sind die Faktoren, die die Arteriosklerose begünstigen weitestgehend bekannt. Man unterscheidet hier für die Bedeutung der Progression Risikofaktoren erster und zweiter Ordnung (Böcker et al., 1997). Zu Risikofaktoren erster Ordnung werden gerechnet: Hyperlipidämie, Arterielle Hypertonie, Nikotinabusus sowie Diabetes mellitus.

Zu den Risikofaktoren zweiter Ordnung zählen Adipositas, Hyperurikämie, Stress, Bewegungsmangel, hormonelle Beeinflussung und genetische Prädisposition. Weiterhin spielen u.a. Lebensalter, Geschlecht, Fibrinogen und thrombogene Faktoren eine Rolle.

Zur Zeit wird die Artherogenese durch die 'response to injury' - Hypothese erklärt: chemische oder physikalische Reize (turbulente Strömung an Gefäßaufzweigungen, Hypolipoproteinämie, Nikotin, hoher Blutdruck) schädigen die endotheliale Auskleidung der Gefäße. Durch diese endotheliale Funktionsstörung und eine Kaskade biochemischer und zellulärer Reaktionen innerhalb der Gefäßintima kommt es zur Einengung der Gefäße. Eine Schlüsselrolle spielen in die Gefäßwand eingewanderte Makrophagen, so genannte Schaumzellen. Charakteristisch für arterielle Gefäßabschnitte sind entzündlich-hyperproliferative Prozesse mit Lipidakkumulation, die dann schließlich makroskopisch als Plaque imponieren (Böcker et al., 1997).

In der Entstehung der Arteriosklerose lassen sich zusätzlich verschiedene Stadien erkennen bei denen es unter anderem zur Ablagerung von Kalkkristallen kommt, welche sich in Röntgenübersichtsaufnahmen als röntgendichte Verschattung darstellen können.

### **1.2.3 Gefäßterritorien**

Die Arteria carotis communis teilt sich im Bulbusbereich in die Arteria carotis externa und die Arteria carotis interna auf. Die Arteria carotis externa versorgt Teile des Schädels, der Kopfwerteile und die harte Hirnhaut, während die Arteria carotis interna für die Durchblutung des größten Teils des Gehirns und der Orbita sorgt. Außerdem ist sie an der Bildung des Circulus arteriosus cerebri (Willisi) beteiligt (Trepel, 1999). Prädilektionsstellen arteriosklerotisch bedingter Stenosen und Verschlüsse liegen an Gefäßverzweigungen und Gefäßabgängen, da es hier aus hämodynamischen Gründen zu Wirbelbildungen im Blutfluss kommt, die die Entstehung von Ablagerungen und von Gefäßwandererosionen begünstigen (Böcker et al., 1997).

## **1.3 Diagnostische Möglichkeiten der Arteriosklerose**

### **1.3.1 Sonographie**

Die Sonographie hat in den letzten Jahrzehnten stark an Bedeutung zugenommen und ist aus der heutigen Diagnostik nicht mehr wegzudenken. Je nach Körperregion werden verschieden große Ultraschallsonden mit der jeweils geeigneten Frequenz bzw. Eindringtiefe verwendet.

In der Gefäßdiagnostik verwendete Ultraschallfrequenzen liegen üblicherweise zwischen 2 und 30 MHz. Die Wahl der jeweiligen Frequenz stellt einen Kompromiss zwischen Eindringtiefe und Auflösungsvermögen dar, wobei eine höhere Frequenz die Auflösung der Darstellung verbessert, jedoch eine geringere Eindringtiefe in das Gewebe ermöglicht (Kopp und Ludwig, 2007).

Die Weiterentwicklung der Technik führt zu immer detaillierteren Darstellungen. Flussprofile und Druckspitzen können mit Hilfe der Doppler / Duplexsonographie dokumentiert werden und

erhöhen die Diagnostische Aussagefähigkeit des Ultraschalls. Somit ist es möglich, eine Aussage bezüglich der Gefäßmorphologie und Hämodynamik im Gefäß zu treffen, sowie den Stenosegrad und die Stenoselänge zu bestimmen.

Ein Vorteil der Ultraschalldiagnostik ist die nicht invasive Vorgehensweise. Die Untersuchung wird in aller Regel von dem Patienten gut akzeptiert, da sie schmerzlos ist und die Patienten keinerlei Röntgenstrahlung ausgesetzt werden.

Auf der anderen Seite ist die Sonographie eine zeitaufwendige Untersuchung, die die Erfahrung des Untersuchers voraussetzt.

### **1.3.2 Angiographie**

Neben der Doppler / Duplexsonographischen Gefäßdarstellung, welche als Goldstandard zur Diagnostik von Gefäßerkrankungen anzusehen ist, spielt die Angiographie eine tragende Rolle.

Diagnostische Möglichkeiten bieten hier die Angiographie mittels Magnetresonanztomographie, Computertomographie und die digitale Subtraktionsangiographie (DAS). Allen Verfahren ist gemein, dass es sich um ein mehr oder minder invasives Verfahren handelt. Die Gefäßdarstellung wird erst durch Gabe von Kontrastmittel möglich, und im Falle der Computertomographie und der DAS entsteht eine nicht unerhebliche Strahlenbelastung (Kaufmann et al., 2001). Sowohl die erzeugten Bilder der computertomographischen-, als auch die der magnetresonanztomographische Angiographie sind jedoch im Vergleich zur Duplex / Dopplersonographie nicht untersucherabhängig. Sie erzeugen durch computergestützte Rekonstruktion Bilder, die für die Planung eines gefäßchirurgischen / interventionell-radiologischen Eingriffs unverzichtbar sind.

Domäne der digitalen Subtraktionsangiographie ist aufgrund der potentiell erhöhten Rate von Risiken und Komplikationen nicht primär die bildgebende Diagnostik, sondern die invasive Gefäßdarstellung mit Bereitschaft zur percutanen transluminalen Angioplastie.

### 1.3.3 Panoramaschichtaufnahme / Orthopantomogramm (PSA / OPT)

Kein Fachgebiet der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde kann heute auf die PSA verzichten. Es ist die einzige radiologische Untersuchungsmethode, mit der nicht nur die Zähne, sondern gleichzeitig auch noch die Kiefer mit den benachbarten Strukturen des Gesichtsschädels extraoral und übersichtlich dargestellt werden können. Diese besondere Aufnahmetechnik ermöglicht das Erkennen von verkalkten Strukturen, wie z.B. Verschattungen, hervorgerufen von Kalkablagerungen in der Gefäßintima der Arteria carotis. Die Begriffe Panoramaschichtaufnahme und Orthopantomogramm werden im Folgenden sowie im klinischen Alltag synonym verwendet. Die Aufnahmetechnik ist komplex und erfordert eine patientenindividuelle Einstellung. Die gleichsinnig um den Gesichtsschädel ablaufende Rotation von Röhre und Kassetten – oder Sensorträgern bewegt sich um die innerhalb des Zahnbogens während der Exposition gleitend verschobenen Rotationszentren. Eine fokusnahe und eine fokusferne vertikale Schlitzebene bündeln die Strahlen, die durch die sekundäre Schlitzeblende des Kassetten- oder Sensorträgers auf die Projektionsfläche des im Gegensinn ablaufenden Films treffen und so das Strahlenrelief der gefragten Region aufzeichnen (Rother, 2001). Ein Nachteil dieser Aufnahmetechnik ist sicherlich die Zweidimensionalität des Bildes mit der Gefahr von Fehldiagnosen durch Summationsartefakte. Hier bieten modernste Geräte der digitalen Generation Abhilfe durch die Möglichkeiten der digitalen Filter. Es hat sich durchgesetzt, dass PSA unter anderem als Erstuntersuchung neuer Patienten aller Altersgruppen in der zahnärztlichen Praxis durchgeführt werden. Somit sind die Zahnärzte die einzige Heilberufsgruppe, die in mehr oder weniger regelmäßigen Abschnitten praktisch die gesamte Bevölkerung röntgt, und dies zu relativ geringen Kosten und bei vergleichsweise niedriger Strahlenbelastung. Die entstehende effektive Strahlendosis ist im Vergleich zur z.B. CT Angiographie (2-4 mSv) deutlich geringer. Je nach verwendetem Gerätetyp und gewähltem Programm liegt die effektive Dosis im Normalfall zwischen 0,005 und 0,03 mSv (Rother, 2001).

## 1.4 Bisherige Studien zu diesem Thema

In der Vergangenheit wurden einige Studien durchgeführt, die sich mit der Bedeutung von kalzifizierter Plaque auf Panoramaschichtaufnahmen befassen haben. Auch über zahlreiche Aspekte der Risikofaktoren, die das Entstehen von cerebro- und kardiovaskulären Ereignissen bedingen, und ob das Vorhandensein von kalzifizierter Plaque auf PSA als ein weiterer Risikofaktor einzuschätzen ist, wurden Studien erhoben. Die erste publizierte Arbeit über das Thema stammt aus dem Jahre 1981 (Friedlander und Lande, 1981). Hier wurde retrospektiv bei 2% von insgesamt 1000 Untersuchten, männlichen Veteranen kalzifizierende Plaque in Projektion auf die Karotiden erkannt. Diese Studie zog in den vergangenen Jahren weitere Untersuchungen nach sich. Friedlander selber publizierte eine weitere Arbeit im Jahre 1994 (Friedlander et al. 1994) vor dem Hintergrund der jährlich hohen Anzahl an cerebrovaskulären Ereignissen mit cerebralem Insult in der Folge. Er untersuchte insgesamt 19 männliche Patienten weißer Hautfarbe, die einen Schlaganfall durch Plaqueembolisation aus verkalkten Karotiden erlitten haben. Bei 37% wurde durch die PSA Plaque der Carotiden entdeckt. Demographisch entspricht dies in einer vergleichbaren Gruppe einer Rate von 2% positiven Befunden in der allgemeinen Bevölkerung. Carter et al. (1997) untersuchten die PSA von 1175 neuen Patienten der State University of New York at Buffalo School of dental Medicine: 3,6% des Patientenkollektivs wiesen kalzifizierte Plaque auf. Zusätzlich wurden diese Patienten bezüglich des Vorhandenseins weiterer kardiovaskulärer Risikofaktoren anamnestiziert. Hier korrelierte das Auftreten von Plaque in den Karotiden insbesondere bei Patienten mit Übergewicht, weniger bei Patienten mit anderen kardiovaskulären Risikofaktoren wie z.B. Hyperlipidämie, Nikotinabusus oder Diabetes mellitus. Die Patienten wurden zur weiteren Diagnostik an die betreuenden Hausärzte verwiesen. Ob bei Bekanntsein von kardiovaskulären Risikofaktoren das Auftreten von Plaque in den Carotiden signifikant höher ist, untersuchten Friedlander und Maeder (2000). Hier wurden PSA bei insulinpflichtigen Diabetikern und einer vergleichbaren Kontrollgruppe ohne kardiovaskuläres Risikoprofil untersucht. Es manifestierte sich Kalk in der PSA in der Gruppe der Diabetiker bei 20,4%, wobei in der Kontrollgruppe 4% Kalk aufwiesen. Die bisher größte Studie stammt Cohen et al. (2002). Hier wurden 1879 PSA aus den Jahren 1986 bis 2000 herangezogen. In die Studie eingeschlossen wurden nur Männer im Alter über 55 Jahren, die keine neurologische Symptomatik als Hinweis auf einen zurückliegenden cerebralen Insult hatten. Die Anamnese bezüglich kardiovaskulärer Risikofaktoren wurde bei allen Patienten

erhoben. Bei 3,8% wiesen die PSA Kalk auf, 85,9% dieser Patienten wiesen mindestens einen Risikofaktor für das Auftreten eines kardiovaskulären Ereignisses auf, 73% sogar zwei oder mehrere. Die Kombination aus positivem Befund bzgl. Kalk in den Karotiden und dem Vorhandensein von kardiovaskulärem Risikoprofil ermöglichte eine schnelle Empfehlung zur weiteren kardiovaskulären Abklärung um somit ggf. das Auftreten eines cerebralen oder myokardialen Insults zu vermeiden. Später untersuchten Tanaka et al. (2006) 659 Personen, männlichen und weiblichen Geschlechts, über 80 Jahre und kamen auf durchschnittlich 5% positiver Befunde in diesem Patientenkollektiv. Die etwas höhere Prävalenz als in den bisherigen Studien ist möglicherweise allein durch das höhere Durchschnittsalter zu erklären. Madden et al. (2007) untersuchten 52 Patienten, und somit 104 Arterien auf Plaque in den Karotiden, sowohl Doppler / Duplexsonographisch als auch konventionell Radiologisch mit der PSA. Hierbei konnten in allen Arterien Plaque im Ultraschall gesehen werden und der Stenosegrad exakt bestimmt werden. Die PSA erbrachte 25 positive Befunde, wobei eine Aussage über den Stenosegrad nicht möglich war. Craven et al. (1990) beschäftigten sich in Ihrer Studie „Evaluation of the association between carotid artery arteriosclerosis and coronary artery stenosis. A case control study“ damit, ob ein Zusammenhang zwischen arteriosklerotisch veränderten Karotiden eines Menschen und dem Zustand seiner Koronarien besteht. Sie ermittelten bei 343 mit koronarer Herzerkrankung und 167 gesunden Patienten die Risikofaktoren und bestimmten die Ausdehnung der Arteriosklerose der Arteria carotis communis mittels Ultraschall. Das Ergebnis der Studie macht deutlich, dass bei Patienten ab dem 50. Lebensjahr das Ausmaß der Arteriosklerose der Karotis streng mit einer koronaren Herzerkrankung verknüpft ist und dass es ebenfalls ein Indikator ist, um Patienten mit einer koronaren Herzerkrankung zu entdecken.

## **1.5 Ziel der Studie**

Ziel der Studie ist eine retrospektive Auswertung von Panoramaschichtaufnahmen hinsichtlich des Vorkommens von röntgendichten Verschattungen im Sinne von kalzifizierenden Plaque in Projektion auf die Karotiden, wodurch die Bedeutung des zahnärztlichen Orthopantomogramms und der Zahnärzteschaft im Allgemeinen für die Früherkennung von arteriosklerotischen Veränderungen der Karotiden aufgezeigt und auf den möglichen Nutzen hingewiesen werden soll. Hierdurch soll das Bewusstsein der Zahnärzte für die Früherkennung dieser Erkrankung geschärft werden.

## **2. Material und Methode**

### **2.1 Studienaufbau / Patientenkollektiv**

Die Panoramaschichtaufnahmen von allen Patientinnen und Patienten, die in den Jahren 2000 bis 2008 im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Rheinschen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn erstellt worden sind, lagen zu Beginn dieser Studie vor. Hiervon wurden 2575 nach Erfüllen der Einschlusskriterien auf das Vorliegen von kalzifizierter Plaque untersucht.

Von 2000 bis März 2008 wurden die Aufnahmen auf einem Orthophos Plus 3 (Fa. Siemens) erstellt. Es erfolgte die Auswertung an einem standartisierten Lichtkasten (Fa. Maier, Garmisch-Partenkirchen, Modell DSK 18x30) unter Hinzunahme eines Vergrößerungsglases (Lupe, 3-fach).

Ab März 2008 erfolgte die Aufnahmetechnik in digitaler Form mittels eines Orthophos XG Plus DS-Gerätes (Fa. Sirona). Hier lagen die Aufnahmen sowohl als Ausdruck auf Folie vor, als auch digital vor.

### **2.2 Einschlusskriterien**

Zur weiteren Auswertung herangezogen wurden alle Patienten, die zum Zeitpunkt der Aufnahme 35 Jahre und älter waren.

Im Vergleich zu den Studienergebnissen von Cohen et al. (2002) die bei einer annähernd vergleichbaren Studiengröße (1879 Personen) nur männliche Personen eingeschlossen haben, spielte das Geschlecht bei der Auswertung in dieser Studie keine Rolle.

Ebenso wenig lag bei der Beurteilung eine Information über die Anamnese der einzelnen Patienten vor. Sowohl bei Kumagai et al. (2007) wo eine Vergleichsgruppe aus Rauchern bestand, als auch bei den Untersuchungen der Gruppe um Friedlander (Friedlander und Altman, 2001; Friedlander und Maeder, 2000; Friedlander und August, 1998; Friedlander et al., 1994) existierten keine Voreingenommenheit bei eventuell bereits vorliegenden cerebro- bzw. kardiovaskulären Risikofaktoren.

Als kalksuspekte Läsionen wurden einzelne oder zusammenhängende röntgendichte, rundliche bis länglich aneinander gekettete Strukturen im Halsweichgewebe angesehen, die inferior und posterior des Unterkieferwinkels, angrenzend an der oberen Grenze des Os hyoideum in Höhe der cervikalen Halswirbelkörper C3 und C4 lagen (Carter, 2000; Friedlander, 1995). Die folgende Abbildung (Abb. 1) soll die Lage verdeutlichen.

Differenzialdiagnostisch kommen in dieser Region insbesondere kalzifizierte Anteile des Cartilago thyroide und kalkhaltige Anteile des Ligamentum thyrohyoideum in Betracht, welche jedoch meist cranial, bzw. caudal der oben erwähnten typischen Lokalisation für kalzifizierte Artherome der Karotiden liegen (Carter, 2000; Friedlander, 1995).

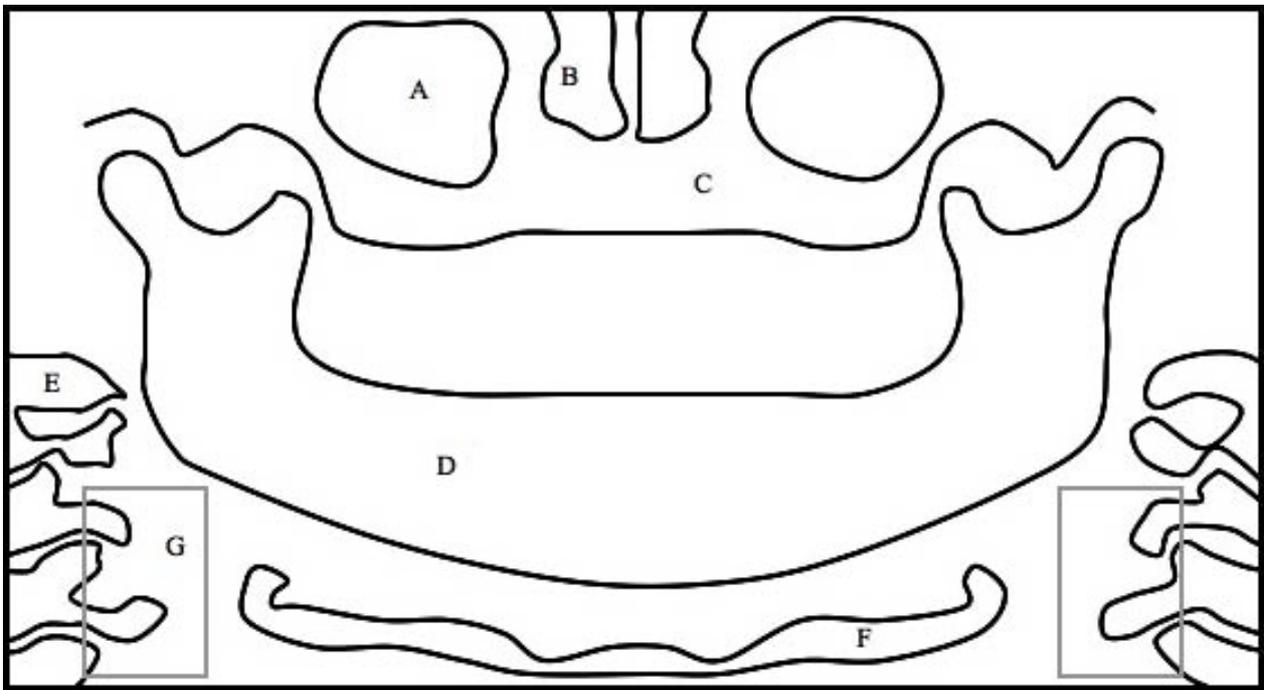


Abb. 1: Schematische Abbildung eines röntgenologischen Orthopantomogramms mit Wiedergabe wichtiger anatomischer Strukturen, im Folgenden benannt. A: Sinus maxillaris. B: Cavum nasi. C: Maxilla. D: Mandibula. E: Wirbelkörper. F: Hyoid. G: Relevanter Bereich für das Vorhandensein von röntgendichten Verschattungen im Sinne von arterieller Plaque der Arteria Carotis.

## **2.3 Datenerhebung**

### **2.3.1 Ablauf der Datenerhebung**

Die Panoramaschichtaufnahmen wurden zunächst durch einen Untersucher an einem Lichttisch unter standardisierten Bedingungen in einem Abgedunkelten Raum gezielt auf das Vorhandensein von röntgendichten Verschattungen im Sinne von kalzifizierter Plaque in Projektion auf die Karotiden untersucht.

Hierbei wurde dokumentiert:

- Das Alter des Patienten zum Diagnose Zeitpunkt
- Das Geschlecht des Patienten
- Die Lokalisation der Verkalkung und hierbei im Einzelnen die Unterscheidung zwischen rechtsseitig, linksseitig und beidseits auftretend

In der Befundungsgruppe wurden zehn für die Thematik der Studie nicht sensibilisierten Zahnärzten damit beauftragt, jeweils zehn PSA, die durch den Erstuntersucher als positiv bezüglich des Vorhandenseins von röntgendichten Verschattungen im Sinne von kalzifizierter Plaque in Projektion auf die Karotiden beurteilt wurden, diagnostisch auszuwerten und schriftlich zu befunden.

### **2.4 Befundung der PSA / OPT durch Erstuntersucher**

Die Auswertung erfolgte zunächst durch den fachlich qualifizierten, ärztlichen Doktoranden selbst unter dem Gesichtspunkt der reinen quantitativen Suche von radioopaken Strukturen im Sinne von kalzifizierter Plaque der Arteria carotis auf den PSA. Anderen abgebildeten Strukturen wurde hierbei keine Bedeutung beigemessen.

Die Auswertung erfolgte an einem standardisierten Lichtkasten (Fa. Maier, Garmisch-Partenkirchen, Modell DSK 18x30) unter Hinzunahme eines Vergrößerungsglases (Lupe, 3-fach). Die Abbildungen 2 bis 7 zeigen beispielhaft Orthopantomogramme sowie jeweilige Ausschnittsvergrößerungen mit Verschattungen im Sinne von kalzifizierter Plaque der Arteria carotis.



Abb. 2: Digitales zahnärztlich-radiologisches Orthopantomogramm. Neben allgemeinzahnärztlichen Befunden imponiert im markierten Bereich auf Höhe C3 / C4 rechts eine diffuse röntgendichte Verschattung im Sinne einer Verkalkung der Arteria carotis rechts. Abb. 3 stellt den markierten Bereich vergrößert dar.



Abb. 3: Ausschnittsvergrößerung einer zahnärztlich-röntgenologischen Panoramaschichtaufnahme. Der Ausschnitt stellt den Bereich von C3 rechts dar. Zu erkennen sind diffuse begrenzte Verschattungen im Sinne einer arteriellen Plaque der Arteria carotis rechts.



Abb. 4: Digitales zahnärztlich-radiologisches Orthopantomogramm. Neben allgemein-zahnärztlichen Befunden imponiert im markierten Bereich auf Höhe C3 / C4 rechts eine diffuse röntgendichte Verschattung im Sinne einer Verkalkung der Arteria carotis rechts. Abb. 5 stellt den markierten Bereich vergrößert dar.



Abb. 5: Ausschnittsvergrößerung einer zahnärztlich-röntgenologischen Panoramaschichtaufnahme. Der Ausschnitt stellt den Bereich von C3 rechts dar. Zu erkennen sind diffuse begrenzte Verschattungen im Sinne einer arteriellen Plaque der Arteria carotis rechts.

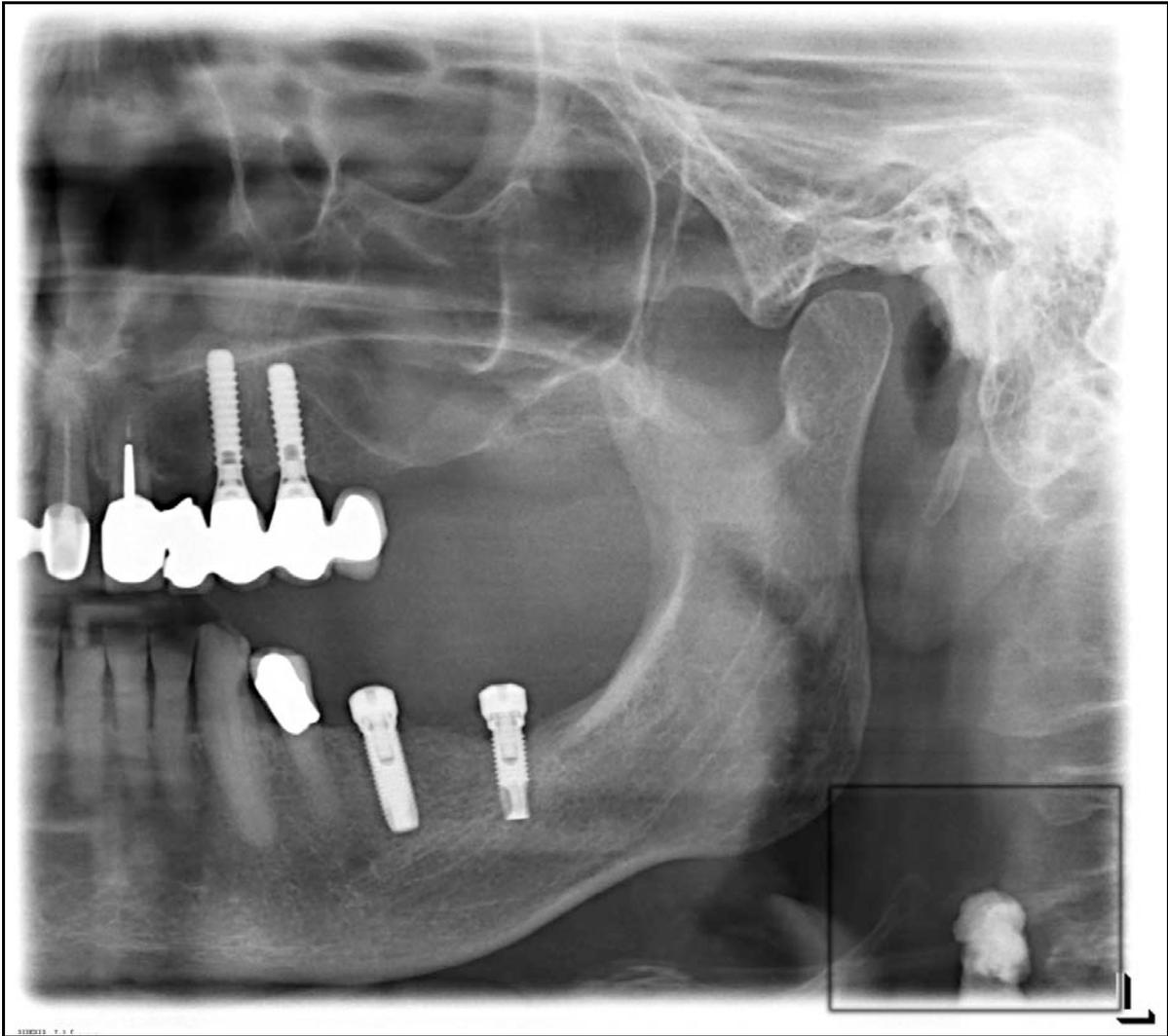


Abb. 6: Digitales zahnärztlich-radiologisches unilaterales Orthopantomogramm. Neben allgemein-zahnärztlichen Befunden imponiert im markierten Bereich auf Höhe C3 / C4 links eine scharf begrenzte röntgendichte Verschattung im Sinne einer Verkalkung der Arteria carotis links. Abb. 7 stellt den markierten Bereich vergrößert dar.



Abb. 7: Ausschnittsvergrößerung einer zahnärztlich-röntgenologischen Panoramaschichtaufnahme. Der Ausschnitt stellt den Bereich von C3 / C4 links dar. Zu erkennen ist eine diffuse begrenzte Verschattungen im Sinne einer arteriellen Plaque der Arteria carotis links.

## **2.5 Befundung der PSA / OPT durch Versuchsgruppe**

Zunächst wurden von dem fachlich qualifizierten, approbierten ärztlichen Doktoranden die Aufnahmen als positiv bewertet, welche röntgendichte Verschattungen im Sinne von kalzifizierter Plaque in Projektion auf die Karotiden aufwiesen.

Im Anschluss daran erfolgte eine Beurteilung von jeweils zehn Bildern dieser positiven Befunde von zehn verschiedenen Zahnärzten mit Berufserfahrung. Über das Ziel der Studie wurde keiner der Untersucher aus der Gruppe hingewiesen. Aufgabenstellung war die vollständige Befundung aller pathologischen oder auffälligen Strukturen. Für die Befundung einer Aufnahme wurden sechs Minuten Zeit eingeräumt. Die Befundung entspricht der alltäglichen zahnärztlichen Situation.

### **3. Ergebnisse**

#### **3.1 Beschreibung des Gesamtpatientenkollektivs**

In der Studie wurden retrospektiv 2557 Panoramaschichtaufnahmen beurteilt. Das Alter der Patienten lag zwischen 50 Jahren und 89 Jahren. 59% des Gesamtkollektivs waren weiblichen Geschlechts und 41% männlichen Geschlechts. Als positiv gewertet wurden insgesamt 125 Aufnahmen, also 4,8 %.

##### **3.1.1 Alter und Geschlecht des Patientenkollektivs**

Von den 125 Patienten waren 81 (64,8%) weiblichen Geschlechts und 44 (35,2%) Patienten männlichen Geschlechts. Das mediane Alter der Patienten betrug bei Anfertigung der Röntgenaufnahme 64,6 Jahre. Der jüngste Patient war 36 Jahre und männlichem Geschlecht, der älteste 88 Jahre und weiblichem Geschlecht. Die Abb. 8 zeigt die Altersgruppenverteilung als Balkendiagramm.

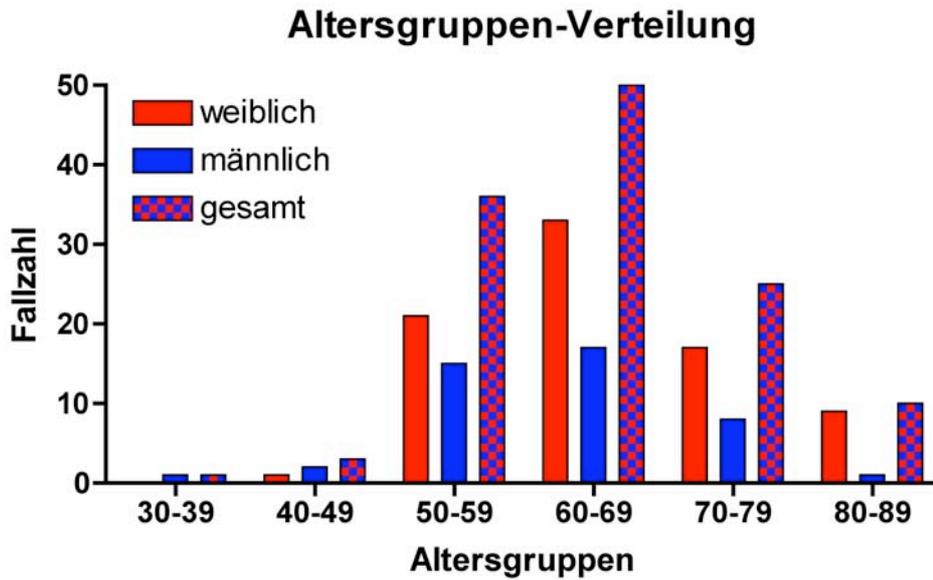


Abb. 8: Verteilung der Altersgruppen im Gesamtkollektiv mit Anteilen des weiblichen Geschlechts, des männlichen Geschlechts und des Gesamtkollektivs in Prozent. Von 125 Patienten waren 81 (64,8%) weiblich und 44 (35,2%) männlich. Das mediane Alter betrug 64,6 Jahre. Der jüngste Patient war 36 Jahre und männlich, der älteste 88 Jahre und weiblich.

### **3.2 Lokalisation der Verkalkung im Gesamtpatientenkollektiv**

93 der 125 Aufnahmen wiesen einseitige, 32 beidseitige Kalzifizierungen auf.

Bei einseitigem Vorkommen zeigte sich in 60% die Verkalkung auf der rechten Seite, in 40% auf der Linken. Bei dem weiblichen Geschlecht lagen 58% der Verkalkungen in der rechten Karotis, 17% in der linken Karotis und in 24% der Fälle waren beide Seiten betroffen. Beim männlichen Geschlecht verhielt es sich ähnlich. Bei 63% war die Verkalkung auf der rechten Seite lokalisiert, in 9% auf der linken Seite und auf 27% der Aufnahmen waren die Karotiden auf beiden Seiten betroffen. Abb. 9 zeigt die Seitenverteilung positiver Befunde im rechts-links-Vergleich, Abb. 10 die Seitenverteilung im Geschlechtervergleich als Balkendiagramm.

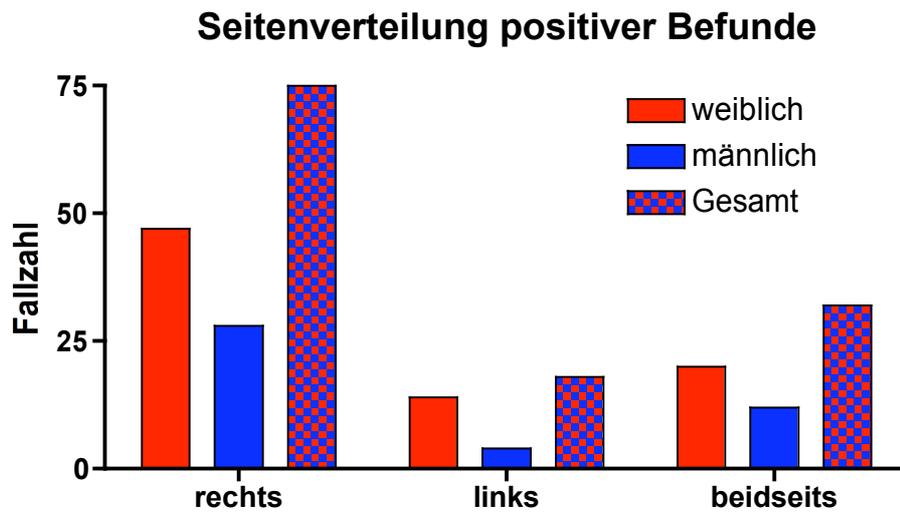


Abb. 9: Lokalisation der Verkalkungen der Arteria carotis im Seitenvergleich. Gegenübergestellt ist die absolute Anzahl rechtsseitig, linksseitig und beidseitig positiver Befunde, jeweils für das weibliche und männliche Geschlecht sowie für das Gesamtkollektiv. Bei einseitigem Vorkommen zeigte sich in 60% die Verkalkung rechts, in 40% links. Bei Frauen lagen 58% der Verkalkungen rechts, 17% links und 24% beidseits. Bei Männern war die Verkalkung in 63% rechts lokalisiert, in 9% links und in 27% beidseits.

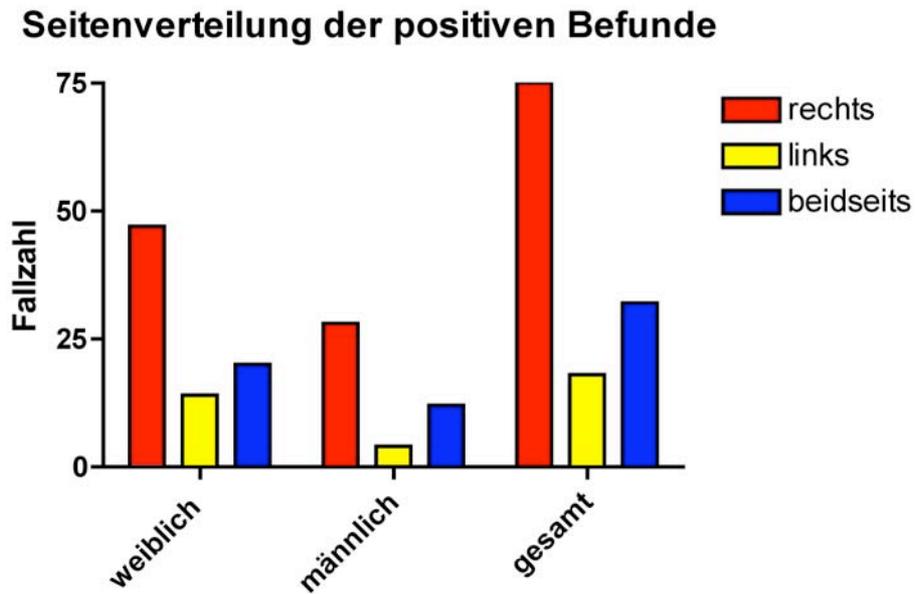


Abb. 10: Seitenverteilung der positiven Befunde im Geschlechtervergleich.

Gegenübergestellt sind die absoluten Zahlen im weiblichen und männlichen Geschlechtskollektiv sowie im Gesamtkollektiv. Bei einseitigem Vorkommen zeigte sich in 60% die Verkalkung rechts, in 40% links. Bei Frauen lagen 58% der Verkalkungen rechts, 17% links und 24% beidseits. Bei 63% der Männer war die Verkalkung rechts, bei 9% links und bei 27% beidseits lokalisiert.

### 3.3 Morphologie der Verkalkungen im Röntgenbild

#### 3.3.1 Anzahl der Einzelläsionen

Bei 125 Patienten wurden positive Befunde im Röntgenbild diagnostiziert. Bei 74 dieser Fälle wiesen die Patienten eine einzelne Läsion auf, dies entspricht 59,2%. Die übrigen Patienten wiesen zwei oder mehr Läsionen auf, die Maximalzahl betrug neun Einzelläsionen (siehe Abb. 11).

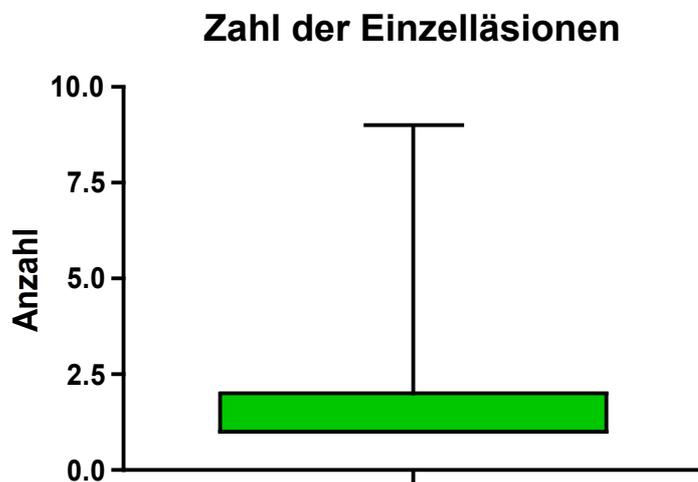


Abb. 11: Anzahl der Verschattungen im Bereich der Arteria Carotis im Röntgenbild bei positivem Befund. In 59,2% der Fälle wurde eine Läsion diagnostiziert, der Maximalwert lag bei neun getrennt erkennbaren Läsionen.

### 3.3.2 Form und Größe der Einzelläsionen

Die Verschattungen wiesen im Wesentlichen entweder eine kreisförmige oder elipsoide Grundform auf. Die Ränder waren meist unscharf begrenzt, der radiologische Graustufenwert entsprach in etwa dem von Dentin oder knöcherner Kompakta.

Die Größe der Verschattungen wurde vermessen. Die kleinsten Verschattungen wiesen eine Größe von einem Millimeter, die größte einen Durchmesser von 22 Millimetern auf. Der Medianwert der Größe betrug vier Millimeter (siehe Abb. 12).

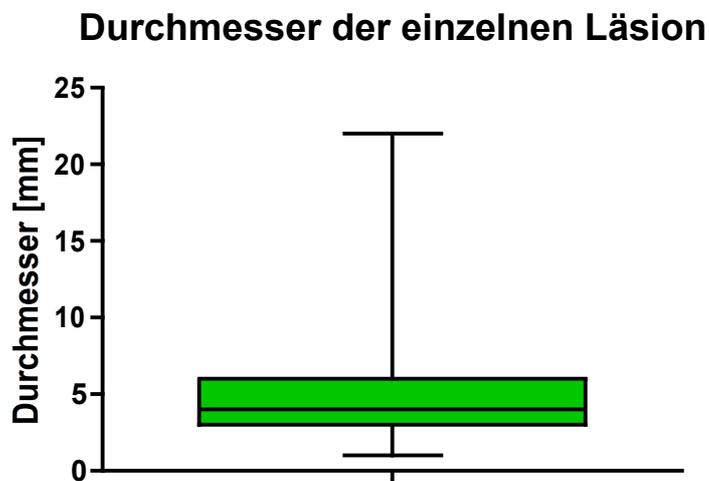


Abb. 12: Größe röntgenologischer Verschattungen der Arteria Carotis im Orthopantomogramm. Die kleinsten Läsionen wiesen eine Größe von 1 mm, die größte von 22 mm auf. Der Median betrug 4 mm.

Bei Patienten die mehr als eine erkennbare Verschattung aufwiesen, wurde die Größe des Kalkfeldes, also des Bereiches über den sich die einzelnen Läsionen erstrecken, gemessen. Das Minimum lag hier bei 12 mm, das Maximum bei 45 mm. Der Median betrug 21,5 mm. Die Abbildung 13 stellt diese Verhältnisse dar.

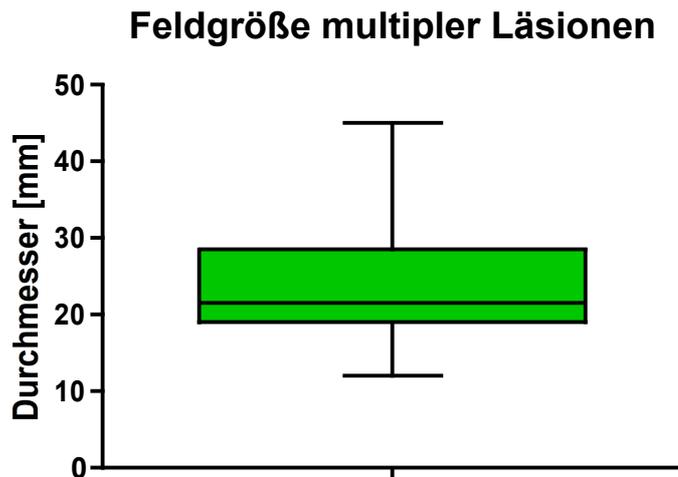


Abb. 13: Größe des Kalkfeldes bei multiplen Verschattungen der Arteria Carotis. Der Bereich, über den sich einzelne Verschattungen in Form eines Clusters aneinanderreihen, erstreckt sich von minimal 12 mm bis zu maximal 45 mm, bei einem Median von 21,5 mm.

### **3.4 Beschreibung der Ergebnisse der Befundgruppe**

Zehn Zahnärzten wurde willkürlich aus den 125, zuvor als positiv bewerteten Aufnahmen, jeweils zehn Röntgenaufnahmen randomisiert zugeteilt.

Die Probanden haben die OPT's einzeln, nacheinander in einem abgedunkelten Raum mit einem Röntgenbetrachter befundet. Die Befunde wurden schriftlich notiert. Die Auswertung erfolgte anonym und randomisiert.

Auf den insgesamt 100 Panoramaschichtaufnahmen wurde in 4% der Fälle der Verdacht auf röntgendichten Verschattungen im Sinne von Kalk in Projektion auf die geäußert. Nur ein Zahnarzt erkannte auf mehr als einem Bild einen positiven Befund.

## 4. Diskussion

### 4.1 Vergleich mit anderen Studien

Die Prävalenz von kalzifizierter Plaque in Projektion auf die Karotiden wird in der Literatur mit 3-5% beschrieben. Hiermit entsprechen die Ergebnisse dieser Studie mit einer Häufigkeit von 4,8% jenen Ergebnissen, die in den vergangenen 25 Jahren insbesondere in den USA und Japan zu diesem Thema erarbeitet wurde. Almog et al. (2004) zum Beispiel veröffentlichten eine Übersichtsarbeit, in welcher die Literatur, welche sich in den Jahren 1981 – 2003 mit diesem Thema befasste, zusammengefasst wurde. Aus den Manuskripten ergab sich eine Prävalenz in der gesamten zahnärztlichen Population von 3-5%. Das Studiendesign der verschiedenen Arbeiten unterscheidet sich jedoch im Einzelnen deutlich. In der vorliegenden Arbeit wurden retrospektiv alle OPT's von Patienten, die über 35 Jahre alt waren, aus den Jahren 2000-2008 gesichtet. Es wurde also im Voraus keine Geschlechtertrennung oder eine Auswahl anhand eines bereits bestehenden kardiovaskulären Risikoprofil getroffen. Dadurch konnte ein entsprechend großes Patientenkollektiv erreicht werden, wie es in der Literatur bisher nicht beschrieben wurde. So untersuchten Friedlander und Maeder (2000) die Prävalenz von Kalk in den Karotiden bei insgesamt 49, über 55 jährigen, insulinpflichtigen Diabetikern. Die Prävalenz lag hier erwartungsgemäß mit 20,4% deutlich höher als in der Gesamtbevölkerung. Diabetiker mit diesen makroangiopathischen Veränderungen sollten also durch den behandelnden Zahnarzt an einen entsprechenden Facharzt zur weiterführenden Diagnostik verwiesen werden. Carter et al. (1997) kamen in ihrer Studie mit 1175 Personen auf eine Prävalenz für Kalk in den Karotiden von 3,6%. Das Studiendesign war der hier zugrunde liegenden Studie ähnlich. Die etwas niedrigere Prävalenz hängt möglicherweise mit einem höheren Anteil an Personen männlichen Geschlechts in dieser Studie zusammen (Verhältnis männlich : weiblich = 45,7% : 54,3%). Eine Studie von Tanaka et al. (2006) kam auf eine etwas höhere Prävalenz von 5%. Er untersuchte retrospektiv die OPT'S von 659 Personen, wobei das Einschlusskriterium ein Alter über 80 Jahre zur Bedingung hatte, was die Prävalenz von 5% im Vergleich zu anderen Studien erklären kann. Auch hier war der Anteil an Personen weiblichen Geschlechts deutlich höher. Die Häufigkeit von Kalk in den Karotiden steigt deutlich in einem Patientenkollektiv, die kürzlich ein kardiovaskuläres Ereignis, wie einen Schlaganfall oder eine TIA (Transitorische Ischämische

Attacke) erlebt haben. Friedlander et al. (1994) untersuchten 19 solcher Patienten. Hier wurde in 37% der Fälle Kalk in den Karotiden beschrieben. Das Ergebnis aus einer Studie von Aronow et al. (1992) konnte aufzeigen, dass 60% der thromboembolischen Ereignisse, welche eine cerebrale Ischämie verursachen, aus Plaque im Bulbusbereich der Karotiden stammt, was die Früherkennung von Kalk in dieser Region so enorm wichtig macht. Mit der Fragestellung, ob der Kalk in den Karotiden, der über die OPT's sichtbar gemacht wird überhaupt einen Rückschluss auf den Stenosegrad der Arterien zulässt, haben sich Madden et al. (2007) beschäftigt. Bei 52 Personen wurde zunächst in der Doppler / Duplexsonographie, dem Goldstandard für die Diagnosestellung einer Stenose in den Karotiden, insgesamt 104 Arterien untersucht. Alle wiesen eine Verdickung der Gefäßintima auf, welche zu leichten-, mittel- oder höhergradigen Stenosen führten. Die im Anschluss angefertigten OPT's wurden von zwei Untersuchern befundet. Die Patienten mit niedriggradigen Stenosen in der Doppler / Duplexsonographie wiesen in 25 – 31% der Fälle röntgendichte Verschattungen im Sinne von arterieller Plaque der Karotiden im OPT auf, die Patienten mit höhergradigen Stenosen sogar nur in 21 - 23%. Dies lässt den Schluss zu, dass bei positivem Befund im OPT eine Stenose vorliegt und weiterer kardiologischer Abklärung bedarf. Das Potential der Doppler / Duplexsonographie als Früherkennungsmethode in der Diagnostik von Karotiskalk hat das OPT somit sicherlich nicht. Es ist aber eine nützliche Zusatzuntersuchung, die ohne weiteren Zeit- und Kostenaufwand und ohne zusätzliche Risiken für die Patienten als Nebenprodukt der zahnärztlichen Diagnostik betrieben werden kann. Dies unterstreicht auch der Case Report von Almog et al. (2004). Eine 67 jährige Patientin mit bestehendem kardiovaskulärem Risikoprofil (NIDDM, Hyperlipidämie, Ex- Nikotinabusus) ohne neurologische Ausfälle (Transiente ischämische Attacke, Amaurosis fugax) stellte sich zahnärztlich vor. Ein OPT zeigte beidseits ausgeprägte Verschattungen im Sinne von Kalzifizierungen in Projektion auf die Karotiden. Ein Überweisung zur Duplexsonographie erbrachte beidseits höher- bis höchstgradige Stenosen der Arteria carotis interna, links mehr als rechts. Die Patientin wurde kurz darauf beidseits endarteriektomiert.

Neben den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung stammten auch in Studien von Carter et al. (1997), Tanaka et al. (2006) und Kumagai et al. (2007) jeweils etwa zwei Drittel der befundeten Daten von Personen weiblichen Geschlechts. Ob diese wirklich häufiger Kalk in den Karotiden aufweisen, generell häufiger zahnärztliche Hilfe in Anspruch nehmen oder ein anderer Faktor eine Rolle spielt, bleibt unklar.

## 4.2 Anatomische Zusammenhänge und Differentialdiagnosen

Bei allen Diagnostischen Vorteilen, die uns die PSA mit abgebildeten Halsweichteile bringen kann, ist die Liste der möglichen Differentialdiagnosen zu beachten. Neben anatomischen Variationen im Verlauf der Arteria carotis ist die Gefäßintima nicht die einzige Struktur die verkalken kann. Verkalkungen, welche durch Plaque in den Karotiden hervorgerufen werden imponieren als Verschattungen inferior des Mandibularwinkel und des Os hyoideum, sowie superior des Schildknorpels in Höhe der Halswirbelkörper C3 und C4 (Carter, 2000; Friedlander, 1995). Eine Übersichtsarbeit von Carter (Carter, 2000) beschreibt die Wichtigkeit der Differenzialdiagnose von kalzifizierten Paque der Karotiden und verkalkten Knorpelanteilen. Häufigste Fehldiagnose sind verkalkte Anteile des Schildknorpels und des Os hyoideum (Carter, 2000; Friedlander, 1995). Mögliche weitere Differentialdiagnosen sind verkalkte Lymphknoten, Phlebolithen, ein verkalkter Triticeus Knorpel (Carter, 2000), Verkalkungen in der Glandula submandibularis und Speichelsteine, wobei sich hier eher eine Projektion in den Bereich des Corpus mandibulae zeigt, sowie unspezifische Verkalkungen im angrenzenden Bindegewebe. Verkalkungen in den Karotiden weisen typischerweise eine irreguläre, heterogene und verticolineare Anordnung auf (Cohen et al., 2002; Friedlander, 2007; Friedlander, 1995; Friedlander und Lande, 1981). Sie liegen in der Regel lateraler als der Triticeus Knorpel. Hier ist eine Differenzierung jedoch für eine mögliche weitere Therapie entscheidend, da der Triticeus Knorpel keiner weiteren Therapie bedarf. Problematisch ist eine Unterscheidung der anatomischen Strukturen meist nicht, wenn der Untersucher sie einzuordnen weiß.

## 4.3 Methodenkritik

Stärken dieser und ähnlicher Studien sind eindeutig das große Patientenkollektiv, welches durch die Panoramschichtaufnahme erfasst wird. Sowohl im Klinikalltag als auch in der zahnärztlichen Praxis gehören OPT's zur Standarddiagnostik bei neuen Patienten (Rother, 2001). Aber auch bei den Patienten, die teilweise über einen Zeitraum von vielen Jahren bis Jahrzehnten von einem Zahnarzt oder in derselben Klinik betreut werden, kann neu aufgetretener Kalk in den Karotiden ein wichtiger Baustein in der Diagnose der Makroangiopathie sein. Im Zentrum für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde der Uniklinik Bonn werden jährlich etwa 1000 OPT's angefertigt. Ein

weiterer Vorteil bietet die schnelle Durchführung der Untersuchung, welche von geschultem Personal in Praxis und Klinik problemlos und kostengünstig geleistet werden kann. Die Anfertigung der OPT's erfolgt nach einem standardisierten Ablauf. Das erzeugte zweidimensionale Bild kann einfach und Platz sparend archiviert werden. Dies bietet Vorteile im Vergleich zur Doppler / Duplexsonographie, hier ist das Untersuchungsergebnis unter Umständen stark schwankend und von der Erfahrung des jeweiligen Untersuchers abhängig. Moderne Ultraschallgeräte sind zwar in der Lage, Untersuchungen digital zu speichern, ein erneutes Ansehen der Untersuchung ist aber nur mit höherem Aufwand an einem anderen Arbeitsplatz möglich. Hierbei entsteht im Vergleich zur Panoramaschichtaufnahme jedoch keine Strahlenbelastung, Risikofaktoren der Ultraschalluntersuchung sind bis heute nicht bekannt (Kopp und Ludwig, 2007). Andere Methoden zur Diagnostik von Kalk in den Karotiden, wie z.B. die Angiographie sind mit einer ungleich höherer Strahlenbelastung, höheren Kosten und Zeitaufwand verbunden. Trotz der Vorteile lässt sich das OPT nicht als generelle Screeningmethode einsetzen. Die diagnostizierbaren röntgendichten Verschattungen können bisher nicht in einen Zusammenhang mit den kardiologisch definierten Stenosegraden gebracht werden (Kopp und Ludwig, 2007). Auch bei genauer Kenntnis der Differenzialdiagnosen kann eine eindeutige Diagnose, allein aufgrund der Aufnahmetechnik welche die Gefahr von Summationsartefakten birgt, nicht gestellt werden, da anatomische Variationen häufig sind. Inwieweit die in dieser Studie diagnostizierten Verschattungen im Sinne von Kalzifizierungen eine klinische Relevanz haben, bleibt unklar, da die Patienten keiner weiteren Diagnostik oder Anamnese unterzogen wurden. Des Weiteren kann bei Patienten ohne radiologisch ersichtlichen Kalk Befund in der PSA durchaus Plaqueablagerungen in den Karotiden vorhanden sein, insbesondere weiche, nicht kalzifizierende Plaque. Wenn jedoch in der PSA der Befund positiv ist, so ist auf jeden Fall eine Ablagerung vorhanden und eine Überweisung zu einem entsprechenden Facharzt ist umso wichtiger (Madden et al., 2007).

Eine weitere Schwachstelle der Aufnahmetechnik wurde während der Durchsicht der vielen OPT's sichtbar. So wurden die Patientendaten und / oder die Kennzeichnung der Seite ('Links'-Schild) nicht selten so positioniert, dass die Region, in der typischerweise Verschattungen im Sinne von Kalk in den Karotiden sichtbar wird vollständig oder teilweise verdeckt wurde.

Auf dieses Manko sollte sowohl in der Zahnärztlichen Praxis, als auch in Zahnkliniken aufmerksam gemacht werden.

## 5. Schlussfolgerung

Dass sich das OPT zur alleinigen Diagnostik und Risikoabschätzung von Karotiskalk nicht eignet, hat sich sowohl in dieser, als auch in vorherigen Studien gezeigt (Friedlander und Friedlander, 1998). Es kann aber ein wichtiger zusätzlicher Baustein zur Früherkennung der Arteriosklerose sein (Farman et al., 2001; Friedlander und Friedlander, 1998; Friedlander und Friedlander 1996). Das Vorhandensein von Kalk in den Karotiden sollte als Risikofaktor für das Auftreten von cerebro- oder kardiovaskulären Ereignissen angesehen werden (Craven et al., 1990; Friedlander et al., 1994). Insbesondere die Untersuchung von Madden et al. (2007) lässt den Schluss zu, dass ein positiver radiologischer Befund unbedingt einer weiteren kardiologischen Abklärung bedarf.

Der Zahnarzt sieht wie kaum ein anderer Facharzt ein entsprechend großes Patientenkollektiv und das oft über viele Jahre. Bei der Panoramaschichtaufnahme handelt es sich um eine Diagnostik zur Erhebung des Zahnstatus sowie der Beurteilung der Kieferknochen in einer weitestgehend reproduzierbaren Aufnahmetechnik, die bei vielen Patienten durchgeführt wird. Die Region inferior des Mandibularwinkels in Höhe der Wirbelkörper C3 und C4 sollte immer betrachtet werden. Bei einer kalksuspekten Verschattung sollte der Zahnarzt den Patienten zur weiteren Abklärung an seinen Hausarzt oder einen entsprechenden Facharzt zur zeitnahen, weiteren Abklärung verweisen.

Trotz einiger Studien zu diesem Thema in den vergangenen Jahren zeigt diese Untersuchung, dass Zahnärzte selbst bei zehn Aufnahmen mit positivem Befund hintereinander den Kalk überwiegend nicht erkannt haben. Bei rund 5% positiver Befunde in der Gesamtbevölkerung ab 35 Lebensjahren muss auf diese Pathologie nachdrücklich hingewiesen werden.

Hierauf sollte bereits während der Ausbildung im Rahmen des Zahnmedizinstudiums aber auch während der Fortbildung Wert gelegt werden.

## 6. Zusammenfassung

Die jährliche Schlaganfall-Inzidenz in der Bundesrepublik Deutschland liegt bei 182 Erkrankungsfällen pro 100 000 Einwohner. Unter der weiblichen Bevölkerung ist es die vierthäufigste, und unter der männlichen Bevölkerung die fünfhäufigste Todesursache. Der Myokardinfarkt als Folge einer koronaren Herzerkrankung ist in Deutschland sogar Todesursache Nummer eins. Die Notwendigkeit einer flächendeckenden Früherkennung von kardiovaskulären Ereignissen könnte viele Menschenleben retten und die immer weiter steigenden Kosten im Gesundheitswesen für entsprechende Folgeerkrankungen eindämmen oder gar senken. Anspruch dieser Studie ist es nicht, das OPT als Screening-Verfahren zur Früherkennung der Arteriosklerose zu etablieren. Vielmehr soll das Potential dieser seit langem im zahnärztlichen Alltag gebräuchlichen Röntgenübersichtsaufnahme dargestellt werden. Das OPT ist ein gebräuchliches diagnostische Mittel in der Zahnheilkunde. Ein Großteil der Patienten wird bei der Neuaufnahme geröntgt; Folgeaufnahmen nach mehreren Jahren sind üblich. In dieser Studie wurden die Panoramaschichtaufnahmen von insgesamt 2557 Personen beurteilt und in 4,8% Kalk in Projektion auf die Karotiden entdeckt. Der Anteil der Patienten weiblichen Geschlechts machte hierbei 64,8% aus, der männlichen Geschlechts 35,2%. Der jüngste Patient der Studie war zum Diagnosezeitpunkt 36 Jahre alt und männlichen Geschlechts und der älteste Patient 88 Jahre und weiblichen Geschlechts. In der Gruppe der 50-59 jährigen waren 41,6% der Personen mit positivem Befund männlichen Geschlechts und 58,4% weiblichen Geschlechts. Mit zunehmendem Alter sind jedoch in dieser Studie prozentual mehr Frauen mit einem positiven Befund aufgefallen. In der Gruppe der 80-89 jährigen waren sogar 90% weiblichen Geschlechts und nur 10% männlichen Geschlechts. Hier schlägt sich jedoch sicherlich die bei Frauen generell höhere Lebenserwartung nieder. Die Verteilung der Lokalisation verhält sich bei beiden Geschlechtern annähernd ähnlich. Die rechte Seite war beim weiblichen Geschlecht mit insgesamt 58% und beim männlichen Geschlecht mit insgesamt 63% die Seite, auf der häufiger röntgendichte Verschattungen im Sinne von arterieller Plaque der Arteria carotis diagnostiziert wurde. Die linke Seite war bei beiden Geschlechtern seltener betroffen, bei den Frauen in 17% und bei den Männern in 9% der Fälle. Beidseits trat Kalk unter den weiblichen Patienten in 24% und bei den männlichen Patienten in 27% der Fälle auf.

Unter den Zahnärzten, die für dieses Thema im Vorhinein nicht sensibilisiert wurden, und die Panoramaschichtaufnahme unter den Aspekten beurteilen, die in der Regel für den zahnärztlichen Alltag relevant sind, wurden nur 4% der positiven Befunde entdeckt. Bei allen vier Befunden wurde die Verkalkung auf der rechten Seite beschrieben. Nur ein Zahnarzt erkannte in mehr als einem Fall die röntgendichte Verschattung im Sinne einer Verkalkung der Arteria carotis. Ob die Verkalkung einer hämodynamisch relevanten Stenose entsprach, konnte nicht weiter untersucht werden. Die Studie verdeutlicht, was in bisherigen Arbeiten bereits untersucht wurde. Ca. 5% der Bevölkerung weisen Kalk in Projektion auf die Karotiden auf. Hier besteht der Bedarf der weiteren Abklärung durch einen Facharzt zur Vermeidung des Auftretens von cerebro- oder kardivaskulären Ereignissen. Weiterhin zeigte diese Studie, dass die Zahnärzte im Allgemeinen nicht genug für das Potential dieser Untersuchungsmethode sensibilisiert sind. Der Zahnarzt ist wichtiger Baustein in der Früherkennung von kardivaskulären Ereignissen und damit in der Lage, Patienten frühzeitig einer weiteren Abklärung und Therapie zugänglich zu machen. Bei der Aufnahmetechnik sollte darauf geachtet werden, dass wichtige, anatomische Strukturen durch das Aufbringen von externen Markierungen (z.B. Seitenbezeichnung, Patientendaten) nicht überlagert werden.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Aboderin I, Venables G. Stroke management in Europe. Pan European Consensus Meeting on Stroke Management. *Journal of internal medicine* 1996;240:173-180
2. Almog DM, Illig KA, Carter LC, Friedlander AH, Brooks SL, Grimes RM. Diagnosis of non-dental conditions. Carotid artery calcifications on panoramic radiographs identify patients at risk for stroke. *The New York state dental journal* 2004;70:20-25
3. American Heart Association. Heart and Stroke statistical update. Dallas: American Heart Association, 2002:17-23
4. Böcker W, Roessner A, Schneider J, Kirkpatrick CJ. Gefäße. In: Böcker W, Denk H, Heitz PU, Hrsg. *Pathologie*. München - Wien - Baltimore: Urban und Schwarzenberg, 1997:227-235
5. Carter LC. Discrimination between calcified triticeous cartilage and calcified carotid atheroma on panoramic radiography. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 2000;90:108-110
6. Carter LC, Haller AD, Nadarajah V, Calamel AD, Aguirre A. Use of panoramic radiography among an ambulatory dental population to detect patients at risk of stroke. *Journal of the American Dental Association (1939)* 1997;128:977-984
7. Cohen SN, Friedlander AH, Jolly DA, Date L. Carotid calcification on panoramic radiographs: an important marker for vascular risk. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 2002;94:510-514
8. Craven TE, Ryu JE, Espeland MA, Kahl FR, McKinney WM, Toole JF, et al. Evaluation of the associations between carotid artery atherosclerosis and coronary artery stenosis. A case-control study. *Circulation* 1990;82:1230-1242
9. Farman AG, Farman TT, Khan Z, Chen Z, Carter LC, Friedlander AH. The role of the dentist in detection of carotid atherosclerosis. *Sadj* 2001;56:549-553
10. Friedlander AH. Panoramic radiography: the differential diagnosis of carotid artery atheromas. *Spec Care Dentist* 1995;15:223-227
11. Friedlander AH. Calcified carotid artery atheromas. *Journal of the American Dental Association (1939)* 2007;138:1191-1192

12. Friedlander AH, Altman L. Carotid artery atheromas in postmenopausal women. Their prevalence on panoramic radiographs and their relationship to atherogenic risk factors. *Journal of the American Dental Association* (1939) 2001;132:1130-1136
13. Friedlander AH, August M. The role of panoramic radiography in determining an increased risk of cervical atheromas in patients treated with therapeutic irradiation. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 1998 ;85:339-344
14. Friedlander AH, Friedlander IK. Identification of stroke prone patients by panoramic dental radiography. *Oral health* 1996;86:7-10
15. Friedlander AH, Friedlander IK. Panoramic dental radiography: an aid in detecting individuals prone to stroke. *British dental journal* 1998;181:23-26
16. Friedlander AH, Friedlander IK. Identification of stroke prone patients by panoramic radiography. *Australian dental journal* 1998;43:51-54
17. Friedlander AH, Lande A. Panoramic radiographic identification of carotid arterial plaques. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology* 1981;52:102-104
18. Friedlander AH, Maeder LA. The prevalence of calcified carotid artery atheromas on the panoramic radiographs of patients with type 2 diabetes mellitus. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 2000;89:420-424
19. Friedlander AH, Manesh F, Wasterlain CG. Prevalence of detectable carotid artery calcifications on panoramic radiographs of recent stroke victims. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology* 1994;77:669-673
20. Kaufmann GW, Wunsch C, Schneider B. Röntgendiagnostik. In: Kauffmann GW, Moser E, Sauer R, Hrsg. *Radiologie*. München - Jena: Urban und Fischer, 2001:91-96
21. Kopp H, Ludwig M. Technische Grundlagen und apparative Voraussetzungen. In: Kopp H, Ludwig M, Hrsg. *Doppler- und Duplexsonographie*. Stuttgart - New York: Thieme-Verlag, 2007:1-20
22. Kumagai M, Yamagishi T, Fukui N, Chiba M. Long-term cigarette smoking increases the prevalence of carotid artery calcification seen on panoramic dental radiographs in male patients. *The Tohoku journal of experimental medicine* 2007;212:21-25
23. Madden RP, Hodges JS, Salmen CW, Rindal DB, Tunio J, Michalowicz BS, et al. Utility of panoramic radiographs in detecting cervical calcified carotid atheroma. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 2007;103:543-548

24. Robert-Koch-Institut. Wie stehts um unsere Gesundheit. In: Robert-Koch-Institut in Zusammenarbeit mit dem statistischen Bundesamt, Hrsg. Gesundheit in Deutschland. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin: Bundesdruckerei, 2006:23-24
25. Rother U. Strahlenexposition und Strahlenschutz. In: Rother U, Hrsg. Moderne bildgebende Diagnostik in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. München - Jena: Urban und Fischer, 2001:52-65
26. Tanaka T, Morimoto Y, Ansai T, Okabe S, Yamada K, Taguchi A, et al. Can the presence of carotid artery calcification on panoramic radiographs predict the risk of vascular diseases among 80-year-olds? Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics 2006;101:777-783
27. Trepel M. Blutversorgung des Gehirns. In: Trepel M, Hrsg. Neuroanatomie. München - Jena: Urban und Fischer, 1999:245-258

## **8. Danksagung**

Ich danke Herrn Priv.-Doz. Dr. Ernst-Heinrich Helfgen für die Überlassung des Themas und die nette Betreuung.

Ich danke meinem Mann und meinen Eltern für die bedingungslose Liebe und Unterstützung.

Ich danke besonders meinem Bruder Sebastian Mues für die vielen wertvollen Tipps.