

Aus dem Universitätsklinikum Münster

Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie

- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. h. c. U. K. Joos -

**Möglichkeiten, Aussagekraft und Grenzen der zahnärztlichen
Diagnostik mit dem Orthopantomogramm (OPG) –
Befunde einer empirischen Langfrist-Untersuchung**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des *doctor medicinae dentium*

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorlegt von

Pfaffmann, Georg

aus Wunsiedel

2008

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität
Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. V. Arolt

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. h. c. U. K. Joos

2. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. dent. U. Stratmann

Tag der mündlichen Prüfung: 06.02.2008

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. h. c. U. K. Joos -
Referent: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. h. c. U. K. Joos
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. med. dent. U. Stratmann

ZUSAMMENFASSUNG

Möglichkeiten, Aussagekraft und Grenzen der zahnärztlichen Diagnostik mit dem Orthopantomogramm (OPG) – Befunde einer empirischen Langfrist-Untersuchung

Georg Pfaffmann

Die Orthopantomographie ermöglicht es, nicht nur die gesamte Dentition des Ober- und Unterkiefers einschließlich der benachbarten Knochenstrukturen abzubilden, sondern zugleich auch die Kiefergelenke. Unter Berücksichtigung seiner Wirtschaftlichkeit und Praktikabilität kann das Orthopantomogramm (OPG) in der zahnmedizinischen Praxis neben der gründlichen klinisch-anamnestischen Untersuchung von Patienten als Standard gelten, das sich zu Zwecken der Erstinformation, zur Gesamtübersicht und zum Seitenvergleich bewähren konnte. Die bislang vorliegende Forschungsliteratur zeigte allerdings, dass die Rückschlüsse auf die Potenziale und auch Restriktionen des OPG oftmals auf der Basis recht eng umgrenzter Fallzahlen oder Untersuchungszeiträume gezogen wurden. Vor einem solchen Hintergrund zielte die hier durchgeführte Untersuchung darauf ab, Erfahrungen mit dem OPG aus einer Langfristperspektive und anhand eines umfassenden Datenmaterials zu schildern. Zu diesem Zweck konnten mit einem Siemens-Orthopantomographen Typ X 1053 erstellte OPG-Aufnahmen von insgesamt n=2037 Patienten (Erstuntersuchungen) der eigenen Praxis über einen Zeitraum von rund 10 Jahren beigebracht werden. Es handelte sich um eine heterogene Patientenstichprobe (ausgewogene Geschlechtsverteilung, Durchschnittsalter 36,5 Jahre). Neben der Erhebung des generellen Oralstatus wurden mittels OPG identifizierbare pathologische Befunde erfasst; ferner erfolgte eine Bewertung der Aussagekraft der OPG-Aufnahmen und deren Eignung für die Erbringung weitergehender Hinweise zur Diagnostik und der darauf aufbauenden Therapie. Die Qualität und Eindeutigkeit der Aufnahmen erwies sich weit mehrheitlich als gut bis brauchbar und erlaubte nicht nur eine klare Differenzierung der Einzelparameter (Zahnstatus, Anomalien, pathologische Prozesse) sowie die Erstellung von Morbiditätsfrequenzen nach Altersgruppen, sondern erbrachte häufig über die anfänglichen Indikationen hinaus gehende Hinweise insbesondere im Bereich der Karies- und Endodontietherapie, der Behandlung von Parodontopathien und kieferorthopädischer Maßnahmen. Es ließ sich somit anhand der vorliegenden Daten empirisch überzeugend belegen, dass mittels OPG eine nachhaltige Oralsanierung der Patienten gefördert wird. Die empirischen Befunde ließen in der Gesamtbetrachtung eindeutig den Schluss zu, dass das umfassende OPG-Übersichtsbild für eine qualifizierte zahnmedizinische Diagnose und deren therapeutisch relevante Differenzierung einen hohen Nutzwert erbringt. Trotz der auch zukünftig zu erwartenden Fortschritte der OPG-Technik wird allerdings bei speziellen diagnostischen Fragestellungen auch weiterhin die Anwendung intraoraler Präzisionsröntgenaufnahmen oder anderweitiger Maßnahmen nicht entbehrlich sein.

Tag der mündlichen Prüfung: 06.02.2008

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	6
1.1 Grundlagen der OPG-Diagnostik	6
1.1.1 Technische Entwicklung	6
1.1.2 Verfahrensweise	7
1.1.3 Diagnostisches Potenzial	10
1.1.4 Einschränkungen und Grenzen nach bisherigem Erkenntnisstand	11
1.1.5 Abgrenzung von alternativen Verfahren	15
1.2 Zwischenbilanz: Gegenwärtiger Stellenwert der OPG-Diagnostik für die zahnärztliche Praxis	18
1.3 Problemstellung	20
2. Material und Methodik	22
2.1 Patienten	22
2.1.1 Lebensalter	22
2.1.2 Geschlechtszugehörigkeit	23
2.1.3 Genereller Oralstatus und Indikation zur OPG-Aufnahme	23
2.2 Auswertungsbedingungen und Datenerhebung	26
2.2.1 Auswertungszeitraum	26
2.2.2 Auswertungsmaterial	26
2.2.3 Untersuchungsablauf und erfasste Kriteriumsvariablen	28

2.3 Statistische Analyse	31
2.3.1 Deskriptivstatistik	31
2.3.2 Prädiktoren und inferenzstatistische Berechnungen	31
3. Ergebnisse	32
3.1 OPG-Befunde	32
3.1.1 Anomalien	32
3.1.2 Pathologische Befunde	38
3.2 Aussagekraft und Relevanz der OPG-Aufnahmen	50
3.2.1 Aussagekraft	50
3.2.2 Zusätzliche Aufnahmen	52
3.3 Inkrementeller Nutzwert (weiterführende Behandlungen)	53
4. Diskussion	59
5. Zusammenfassung	65
6. Literaturverzeichnis	67
Danksagung	75
Lebenslauf	76

1. Einleitung

1.1 Grundlagen der OPG-Diagnostik

1.1.1 Technische Entwicklung

Versuche, anhand praktikabler Apparaturen auf einer einzigen Aufnahme umfassende radiographische Informationen über das gesamte Kauorgan zu gewinnen, lassen sich für den deutschsprachigen Raum und für Japan bis weit in die Zeit vor dem II. Weltkrieg zurückverfolgen (Heckmann 1939, Numata 1933). Im Rahmen dieser frühen Versuche wurde beispielsweise ein mit einer Bleiplatte hinterlegter Film auf der Innenseite dem Zahnbogen angepasst und kontinuierlich mit einem durch eine Schlitzblende begrenzten schmalen Strahlenbündel von einer Seite zur anderen be-lichtet (Al Borney 1999, S. 5). Allerdings gelang auch in den Folgejahren trotz großzügig ausgelegter Röntgenstaten kaum mehr, als gerade einmal einzelne Zähne und deren unmittelbares Umfeld abzubilden (Pasler 1973, S. 1163).

Aufnahmetechnisch erbrachten schließlich die Ende der 1940er Jahre und in der ersten Hälfte der 1950er Jahre geleisteten Arbeiten des Finnen Paatero (Paatero 1949, 1952, 1954) einen Durchbruch hinsichtlich effizienter Panoramaschichtaufnahmen der Kiefer bzw. Zahnreihen, die in der Folge als „Orthopantomogramm“ bzw. „Orthopantomograph“ in den allgemeinen Sprachgebrauch eingingen (Al Borney 1999, S. 5; Hertler 1991, S. 1). Das von Paatero entworfene Aufnahmeprinzip basierte auf einer Drehbewegung des radiographischen Systems um den Kopf- bzw. Kieferbereich des Patienten (Abb. 1).

Entsprechende Geräte wurden seit dem Beginn der 1960er Jahre gebaut und fanden in der Folgezeit immer mehr Eingang in die zahnmedizinische Diagnostik (Dombrowsky 1971, S. 61 f.; Immenkamp 1972, S. 997; Jung 1972a, S. 970 f.; Klafstad 1973, S. 177 ff.; Mattila 1984, S. 10; Tangerbeck 1974, S. 51 ff.). Die Zielstellung des Geräteeinsatzes war dabei stets die möglichst gründliche und umfassende radiographische Inspektion nicht nur der vorhandenen Zähne, sondern ebenso der sie tragenden und umfassenden Gewebe (Pasler 1973, S. 1163). Bereits Mitte der 1970er Jahre waren die Panorama-Schichtgeräte bzw. Orthopantomographen, die gemäß der von Paatero entwickelten Prinzipien konstruiert wurden, integrale und gemeinhin anerkannte Elemente der aussagefähigen Darstellung von Zähnen und Kiefern in der

zahnmedizinischen Praxis und Forschung (Hirschfelder 1994, S. 14; Münch 1976, S. 236 ff.; Rottke et al. 1974, S. 127; Tangerbeck 1974, S. 51 f.).

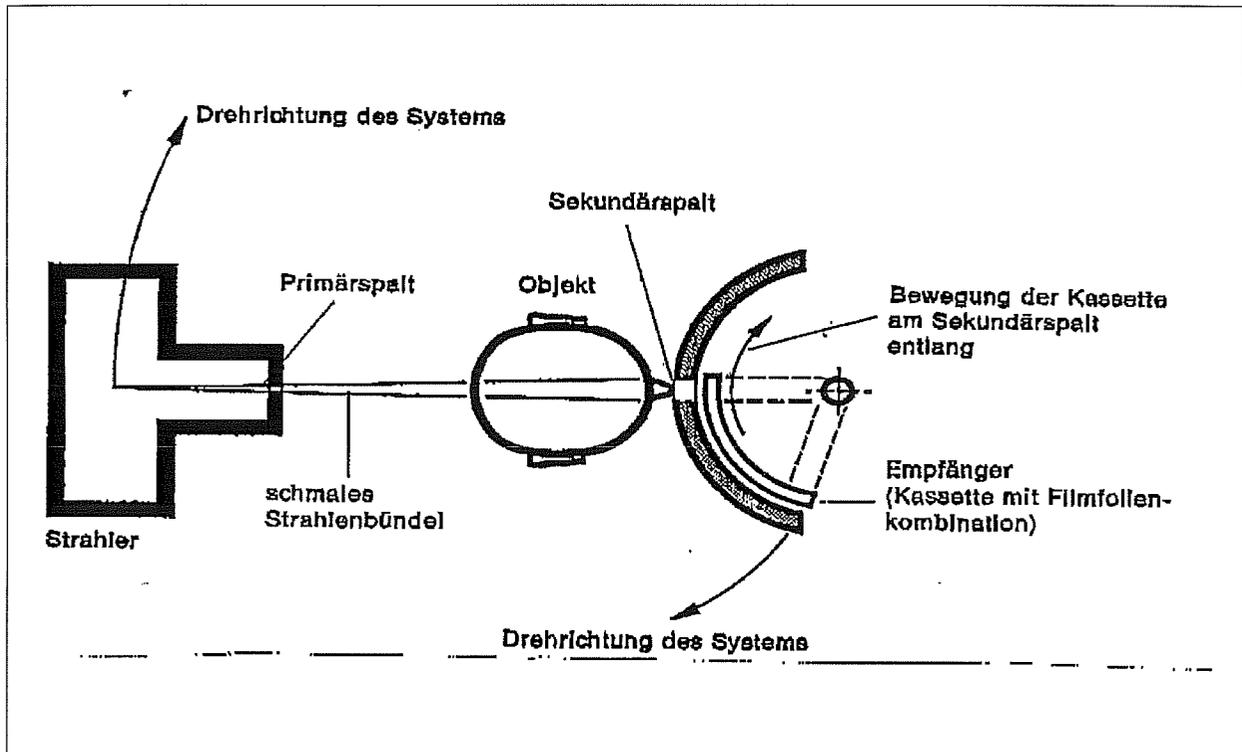


Abb. 1: Vereinfachte Darstellung¹ des von Paatero entwickelten Panoramaschichtprinzips: Ein Abbildungssystem, bestehend aus Strahler, Empfänger, Spalt-system und Antriebsmechanismus, beschreibt eine Relativbewegung um den Kopf- bzw. Kieferbereich des Patienten (aus: Rottke et al. 1974, S. 128)

1.1.2 Verfahrensweise

Die Bildqualität beim OPG konnte auch in den vergangenen Jahren durch Weiterentwicklung der in die Geräte eingebauten Generatoren, durch Modifikationen des Bewegungsablaufes, sowie durch die Verwendung elektronischer Steuerungen und andere technische Spezialmaßnahmen stetig verbessert werden. Üblich waren in der jüngeren Vergangenheit Filmformate von 15x30 cm (Al Borney 1999, S. 5). Eine detaillierte Veranschaulichung des moderneren OPG-Prinzips kann der nachfolgenden

¹ Zu weiteren und detaillierteren Hinweisen zur technischen Ausgestaltung sowie zu den moderneren Anpassungen dieses OPG-Grundprinzips s. Folgeabschnitt (1.1.2 Verfahrensweise).

Abb. 2 entnommen werden. Diese Darstellung bezieht sich auf ein OPG-System mit drei Rotationszentren; selbstverständlich sind beim modernen OPG auch Systeme mit kontinuierlich gleitenden Drehachsen („Ellipsographie“) üblich.

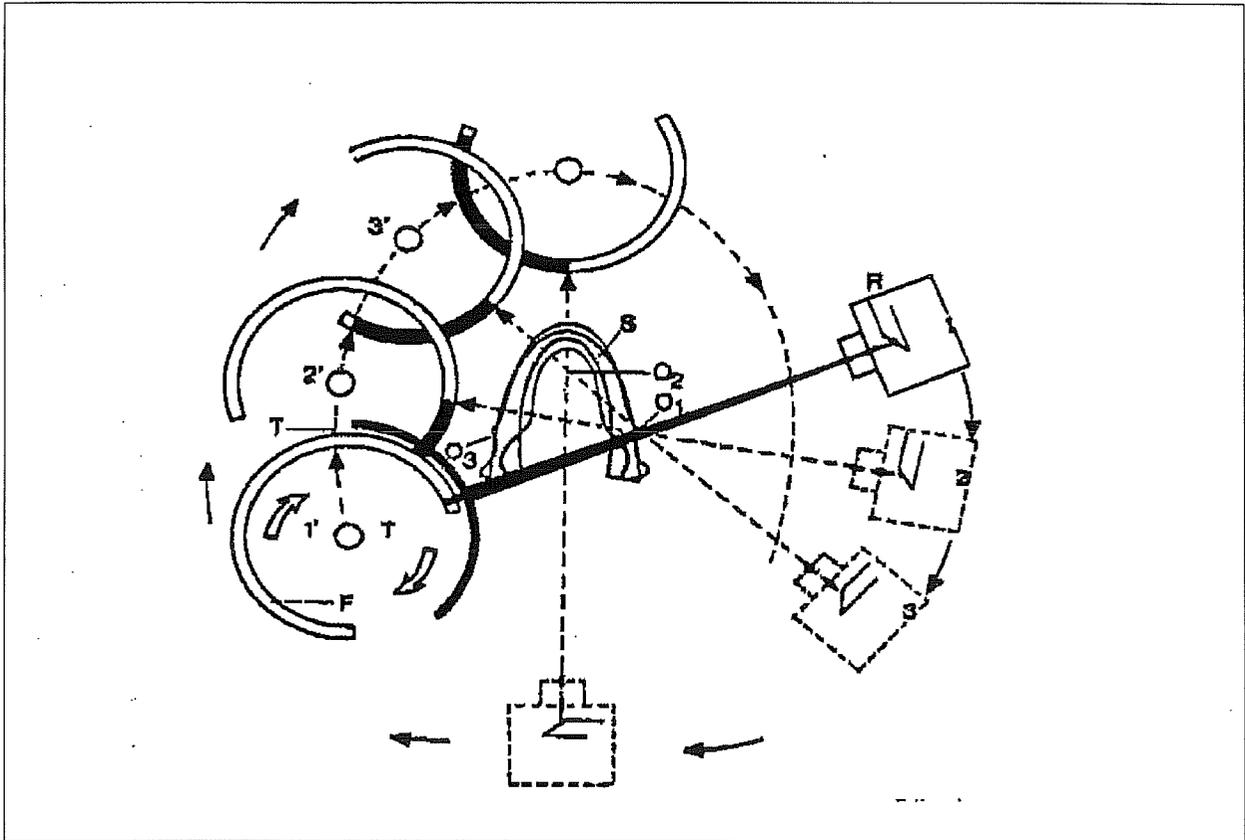


Abb. 2: OPG-Prinzip: Das Gehäuse (R) mit der Röntgenröhre und der ihm vorgeschalteten Schlitzeblende beschreibt eine Drehbewegung von der rechten Seite des Patienten über dessen Nacken zur Gegenseite. Die Filmtrummel (T) rotiert von der linken Seite des Patienten am Gesicht vorbei zur Gegenseite. Gleichzeitig dreht sich die Filmtrummel (T) mit dem auf ihr montierten Film (F) im Uhrzeigersinn um ihre eigene Achse. S bezeichnet, schematisch auf den Zahnbogen projiziert, den Schichtbereich. Die Punkte O_1 , O_2 und O_3 markieren hier die Rotationszentren des Zentralstrahls (aus: Al Borney 1999, S. 6; orientiert an Pasler 1973, S. 1164)

Um mittels OPG zu qualitativ hochwertigen und möglichst gut auswertbaren Aufnahmen zu gelangen, muss der Patient korrekt positioniert werden. Hierzu lässt man üblicherweise den Patienten in eine am Gerät befestigte Aufbisslehre beißen, wobei darauf zu achten ist, dass der Unterkiefer nicht seitlich verschoben wird (Vermeidung einer asymmetrischen Unterkieferstellung). Ferner wird der Kopf des Patienten an der Mediansagittalebene und der so genannten „Frankfurter Horizontalen“ ausge-

richtet. OPG-Aufnahmen erfolgen in inzisaler Kopfbiss-Stellung, um die Darstellung der Frontzahnregion zu optimieren (Al Borney 1999, S. 7) (Abb. 3).

Mittels OPG lassen sich Panoramaaufnahmen erzielen, die im Sinne einer umfassenden zahnärztlichen bzw. kieferorthopädischen Diagnostik von Interesse sind.² Früher wurde teils die Position vertreten, das OPG biete gegenüber der Verfahrensweise des Fernröntgenseitenbildes (FRS) und anderen röntgenologischen Maßnahmen eine für den Patienten niedrigere Strahlendosis (Kirsch 1977, S. 111 f.; Lamendin und Bajard 1979, S. 41 f.; Zacher 1991, S. 1). Mithin ist eine Substituierbarkeit der FRS- durch Panoramafilm- oder Panoramafilm- durch OPG-Aufnahmen nicht anzunehmen. Zudem hatten sich gemäß Wörner (2001) Unterschiede zwischen OPG und FRS bei der Strahlendosis bereits vor den 1990er Jahren nivelliert (Hautoberflächendosis: OPG 0,3-2 mSv, FRS 0,5 mSv; Gonadendosis: OPG: 0,0002 mSv, FRS: 0,00005 mSv).

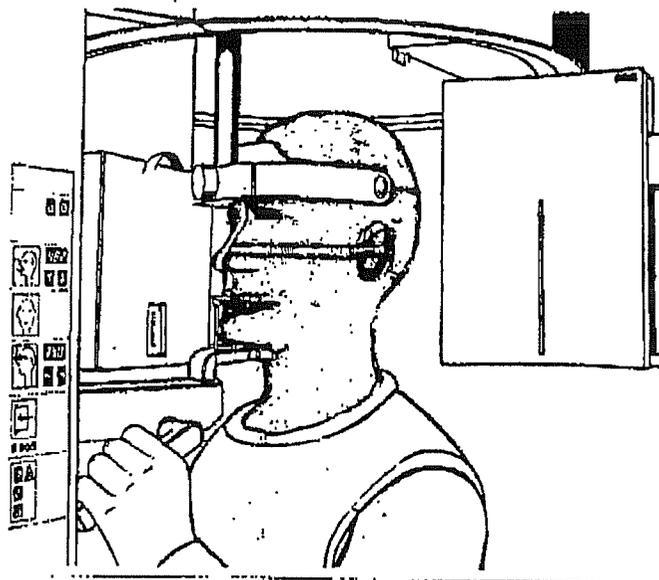


Abb. 3: Patientenpositionierung für eine Panoramaaufnahme (OPG) (leicht modifizierte Darstellung in Anlehnung an: Al Borney 1999, S. 7)

² S. hierzu auch Kap. 1.1.3. - Panorama-Vergrößerungsaufnahmen wurden mit einer eigenen Technik (intraorale Positionierung des Fokus) erzeugt, sind aber nicht mehr zulässig.

1.1.3 Diagnostisches Potenzial

Das OPG ist für zahnärztliche und kieferorthopädische Zwecke diagnostisch relevant, da es eine übersichtliche Darstellung des gesamten Kauapparates erbringt (Legg 2005, S. 197 ff.; Ruhland 1972, S. 1005; Zacher 1991, S. 1; vgl. ferner die Gesamtwürdigung bei Richter-Bahr 1997). Dabei wird nicht nur die panoramaartige Abbildung aller Zähne, sondern auch ein Überblick über den gesamten Unterkiefer mit den Kiefergelenken ermöglicht. Auch im Oberkiefer lassen sich angrenzende Regionen, vor allem die Kieferhöhlen, beurteilen.³ Ein weiterer diagnostischer Vorteil besteht darin, dass die rechte und die linke Seite getrennt abgebildet werden und auf diese Weise ein Seitenvergleich vorgenommen werden kann (Al Borney 1999, S. 7).

Da mittels OPG nicht nur die Zähne und der sie umgebende Alveolarfortsatz, sondern weitere Bereiche bis hin zu den Strukturen des Mittelgesichts darstellbar werden, können oftmals pathologische Prozesse identifiziert werden, die auf Zahnaufnahmen nicht erkennbar sind. Genannt seien hier beispielsweise Zysten, Neoplasien und überzählige Zähne (Fischer-Brandies et al. 1984, S. 547 f.; Perrelet und Garcia 1972, S. 11; Rushton und Homer 1996, S. 185 ff.; Zacher 1991, S. 1).

Betrachtet man die Indikationsgebiete für OPG-Aufnahmen im Einzelnen, so bietet sich ein weites Spektrum. Diagnostische Aussagen lassen sich ableiten über Entwicklungsstadien der Zähne, Unter- und Überzahl von Zähnen, retinierte Zähne, Anomalien der Zahnkronen und Zahnwurzeln, persistierende Zähne, Hyperzementosen, Wurzelresorptionen, parodontale Schädigungen, Durchbruchsausrichtung und Lage der Zahnkeime, größere apikale Veränderungen bei wurzelgefüllten Zähnen, Frakturen (im Bereich der Unfallgesichtschirurgie), Systemerkrankungen, Tumore und Zysten, sowie schließlich auch Osteomyelitis und Osteonekrose (Düker 1992, S. 8 ff.; Hirschfelder 2006, S. 62 ff.). Es überrascht nicht, dass bei einem solch weiten Spektrum das OPG oftmals Befunde erbringt, die weit über die zahnärztlichen Ausgangsbefunde hinausgehen. Die diagnostische Differenzierung und Tiefe für eine ange-

³ Es sei bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass dieser Einschätzung nur bedingt gefolgt wird, denn die OPG-Beurteilung der Kieferhöhlen beschränkt sich im zahnmedizinischen Bereich auf Verdachtsdiagnosen, die in der Regel einer weiterführenden röntgenologischen Diagnostik bedürfen. Unter anderen Anwendungsvoraussetzungen, etwa auf dem Feld der Rechtsmedizin (Leichenidentifikation) können mithin mittels Panoramaschichtaufnahme durchaus differenzierte Untersuchungen der Individualität der Kieferhöhlen vollzogen werden (Welp 2004).

messene zahnärztliche Behandlung kann auf diese Weise deutlich erhöht werden, weshalb zum Teil gefordert wurde, bei Erstuntersuchungen von Patienten immer ein OPG des ganzen Gebisses anzufertigen (s. auch Abb. 4).

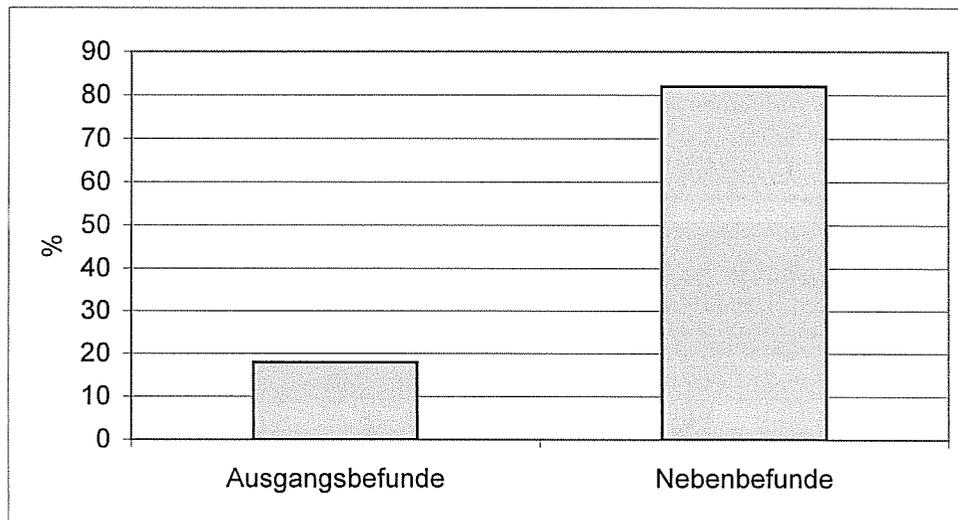


Abb. 4: Differenzierung der zahnärztlichen Diagnostik mittels OPG: Verteilung von Ausgangs- und Nebenbefunden bei einer empirischen Stichprobe von n=3636 durchgeführten Orthopantomographien (nach Jung 1984)

1.1.4 Einschränkungen und Grenzen nach bisherigem Erkenntnisstand

Zunächst ist grundsätzlich darauf hinzuweisen, dass es technikbedingt bei einer Panoramaschichtaufnahme auch heute noch zu zahlreichen Summations- und Substraktionseffekten sowie typischen Verzeichnungen in vertikaler und insbesondere horizontaler Darstellung von Objekten bzw. Objektbereichen kommt. Solche Effekte sind im Rahmen der Qualitätssicherung bei der OPG-Erstellung zu vergegenwärtigen (Pasler und Visser 2001, S. 505 ff.). Bei der OPG-Anwendung müssen zudem eine Reihe von Artefaktisiken berücksichtigt werden, die unterschiedliche Ursachen haben. Die Ursachen lassen sich nach Farman et al. (1983) grob klassifizieren in Patientenposition / „Geometrische Faktoren“ sowie Anwendungsprozedur / „Prozessfaktoren“ (Tab. 1). Bei adäquater Schulung des Anwenders bzw. Erfahrung im Umgang mit dem Gerät können die hieraus resultierenden Risiken und Verzerrungen selbst-

verständlich wesentlich eingeschränkt werden.⁴ Den Panoramaschichtaufnahmen, auf die auch in der Folge Bezug genommen werden soll, sind jedoch bei bestimmten Patienten Grenzen gesetzt: So scheidet die Anwendung an liegenden Patienten aus. Ferner stellen sich Probleme bei der Untersuchung von hyperaktiven Kindern oder sehr unruhigen Erwachsenen, da Bewegungen während der Expositionszeit zu Bewegungsunschärfen führen (Abdalhamed Mohammed 1990, S. 8; Wörlein 1986, S. 6).

Tab. 1: Übersicht zu Artefaktursachen beim OPG-Einsatz, in Anlehnung an Farman et al. (1983, S. 209 ff.)

Artefaktursachen	Beispiele
Patientenposition / „Geometrische Faktoren“	Ungeeignete Kopfposition, z.B. zu weit nach vorn oder hinten verlagert
	Asymmetrische Kopfposition, einseitige Verzerrung der abgebildeten Kiefergrößen
	Zungenbewegungen während Aufnahme
	Sonstige Körperbewegungen und nervöse Reflexe mit Auswirkung auf Kopf-/Kieferbereich (trotz Kopffixierung)
	Ungenügende Separierung der Zahnreihen (z.B. durch nicht richtig sitzendes Aufbissmaterial)
Anwendungsprozedur / „Prozessfaktoren“	Fehlerhafte Aufnahmeentwicklung durch ungeeignete Geschwindigkeit des Geräteumlaufs
	Aufnahmeverzerrungen oder Inferenzen durch radiopake Objekte im Mundraum (u.a. Füllungen, Speichelsteine) oder außerhalb des Mundraums (etwa Ohrstecker, Hörgeräte)
	Kontaminierung, Temperatureinflüsse oder mechanische Beschädigungen bei Nutzung (konventionellen) Filmmaterials
	Fehlerhafte Gerätebedienung, fehlerhafte Abspeicherung (bei digitalen Prozessoren)

⁴ Nach Laney und Tolman (1973) sowie Rudzit und Rottke (1984) sind neben Fehlern bei der Bildverarbeitung vor allem technische Fehler der Gerätschaft und Fehler bei der Bedienung der Geräte für unzureichende diagnostische OPG-Aussagen in Betracht zu ziehen. Die Einübung, ggf. auch externe Schulung, der Anwender neutralisiert diese Fehlerquellen. Vgl. zu diesen Anforderungen auch Schwenzler und Ehrenfeld (2000, S. 251 ff) sowie zsf. Pasler und Visser (2003).

Gemäß der Untersuchungen von Jung (1972b) zeigten sich verfahrensbedingte Probleme insbesondere bei der OPG-Darstellung des Frontzahnbereiches der Patienten. Die diesbezüglichen Defizite waren

- im Prinzip der Tomographie begründet,
- von der Lage und der Anzahl der Rotationszentren abhängig,
- und schließlich in diesem Zahnbereich aufgrund der geringen Schichtstärke bereits bei normaler Zahnstellung nicht immer eliminierbar.

Ferner resultierte die undeutlichere Bildwiedergabe in der Frontzahnregion aus der Überlagerung mit dem Wirbelsäulenschatten (Zacher 1991, S. 1). Bereits im Laufe der 1970er Jahre – und fortgeführt bis in die unmittelbare Gegenwart – ließen sich allerdings die aufnahmetechnischen Bedingungen auch hinsichtlich der Frontzahnregion durch Maßnahmen zur exakten Justierung des Schädels der Patienten deutlich verbessern. Insbesondere der GE 3000 wurde hierfür erstmals mit einem speziellen Lichtvisier ausgestattet, das die Mediansagittale markierte. Desgleichen konnte durch die Ausstattung der OPG-Geräte mit Drehanodenröhren an Stelle der Fixfokusröhren eine substantielle Verbesserung des Tiefenschärfebereiches erreicht werden (Pasler 1973, S. 1165 f.).⁵

Probleme in Bezug auf den Frontzahnbereich und die Tiefenschärfe treten nach gegenwärtigem Erkenntnisstand möglicherweise noch bei der Verwendung alter Orthopantomographen auf (wobei gerade den älteren Geräten aber auch Vorteile innewohnten⁶). Beim Einsatz der moderneren Geräte der international etablierten Medizintechnik-Hersteller (insb. GE, SIEMENS, japanische Anbieter) dürfen diese jedoch – unter der Voraussetzung der Beachtung der jeweiligen Hinweise zur Einstelltechnik und der Verwendung hochwertiger Röntgenfilme – als weitgehend überwunden angesehen werden.

⁵ OPG-Bilder entstehen als Schichtaufnahmen; daher werden Bereiche außerhalb der begrenzten Schicht unscharf oder gar nicht abgebildet (Zacher 1991, S. 1). Die Dicke der scharf eingestellten Schicht ist entscheidend für eine qualitativ hochwertige Bildentstehung beim OPG. Relevant hierfür sind der Radius der Kreisbahn, auf der sich das Objekt um das Drehzentrum bewegt, sowie die Breite des Nutzstrahlenbündels (Pasler 1973, S. 1166).

⁶ Die älteren Geräte waren in ihrer Darstellung aufgrund schmalere Schichtbreite teils sogar besser. Mithin wurde die Verbreiterung des Schichtbereiches wegen der schwierigeren Positionierung des Patienten und der somit erhöhten Anzahl von fehlpositionierten und qualitativ unzureichenden Darstellungen in dieser Hinsicht verändert.

Zudem gewährleistet seit den 1980er Jahren die verfügbare und teils mit speziellen Zusatzgeräten zur optimalen Patientenpositionierung ausgestattete OPG-Technik eine weitgehende Behebung ungenügender Reproduzierbarkeit und von Unschärfen im mittleren Bildbereich (Sanderink 1984; Wangerin und Lambrecht 1983, 1984).⁷ Die Erstellung nahezu deckungsgleicher Panoramaschichtaufnahmen ist möglich, wobei sich dieses Prozedere jedoch auf Ausnahmefälle erstreckt und zusätzlicher, individuell angefertigter Positionierungshilfen bedarf. Das OPG kann vor diesem Hintergrund für kephalometrische Messungen herangezogen werden kann (vgl. zsf. Baader 2001; Samawi und Burke 1984, S. 101 ff.). Die noch Mitte der 1980er Jahre vorgebrachte Kritik, dem OPG mangle es oftmals an Reproduzierbarkeit (Marxer 1985a, S. 377 ff.; Marxer 1985b, S. 445 ff.), konnte somit bis zur Gegenwart wesentlich abgeschwächt werden. Insgesamt konnten im Laufe der OPG-Entwicklung Einzelbereiche in ihrer Darstellung verbessert werden. Mithin dürften sich die umwälzenden Fortschritte oder Veränderungen der OPG-Technik bereits vollzogen haben.⁸

Für die Evaluation der zahnärztlichen Parodontalbehandlung sowie die radiologische Kariesdiagnostik kann das OPG wichtige Hinweise geben. Röntgenographisch dokumentierbar sind dabei im Falle der Parodontalbehandlung insbesondere: Dichtezunahme des Knochens nach Wurzelglättung, crestale Resorption nach Lappen-OP, Neubildungen der Cresta alveolaris, Normalisierung des Parodontalspalt, Ausbleiben weiteren Knochenverlusts, komplexe Umbauvorgänge nach GTR, Auffüllung von Furkationen (o.V. 1997, S. 13). Die Diagnose der Fissurenkaries ist allerdings bei makroskopisch intakter Oberfläche teils sehr schwierig. In derartigen Fällen erbringt das OPG nur eingeschränkten Nutzwert und kann insofern keinen ausreichenden Ersatz für Bitewing- oder Einzelzahnaufnahmen bieten (Lussi 1997, S. 13).

Interessante Potenziale bietet das OPG schließlich auch hinsichtlich der Feststellung von Krankheiten, die nicht unmittelbar der Zahnmedizin bzw. Kieferorthopädie und Gesichtschirurgie zuzurechnen sind. So wies Friedlaender (1997) darauf hin, dass sich anhand der routinemäßigen OPG-Auswertung Hinweise auf eine mögliche Apoplexiegefährdung von Patienten ableiten lassen. Der Autor bezog sich vor allem auf die sog. ischämischen Schlaganfälle, die durch atherosklerotische Läsionen (Throm-

⁷ Zumindest beim voll ausgewachsenen Patienten dürfte diese Einschätzung unstrittig sein.

⁸ Diese Wertung kann auch unter Berücksichtigung der digitalen Geräte, wie sie weiter unten noch skizziert werden, Geltung beanspruchen.

bus- bzw. Embolusbildung) an der Gabelung der Kopfschlagader verursacht werden. Nach seinen Angaben können in manchen Fällen die pathologischen Prozesse mit Hilfe konventioneller Panorama-Röntgenaufnahmen des Mundraumes erkannt werden. Im Bereich der Bifurkation der Kopfschlagader sollen sich Verkalkungen (Plaqueablagerungen) als trübe-knötchenförmige Punkte, deutlich abgesetzt vom Zungenbein und im allgemeinen auf Höhe des dritten Halswirbels, identifizieren lassen. Friedlaender plädierte dafür, dass sich Zahnärzte darauf einstellen sollten, sich stärker an einer derartigen Präventivmedizin zu orientieren, d.h. Patienten mit der Verdachtsdiagnose entsprechender Ablagerungen zur Weiterbehandlung an den Facharzt zu überweisen.⁹

1.1.5 Abgrenzung von alternativen Verfahren

Eine entscheidende Maßnahme zur Diagnosefindung in der Zahnmedizin ist neben der eingehenden klinischen Untersuchung des Patienten die Röntgenaufnahme (Voigt 1991, S. 518; Voßhans et al. 2005, S. 32). Mittels OPG erstellte Aufnahmen bieten in diesem Kontext den Vorteil, dass anstatt kleiner Kieferausschnitte die Kieferkörper in ihrer Gesamtheit visualisiert werden können. Das umfassende Übersichtsbild erweist sich für Arzt und Patient als sehr anschaulich. Daher findet, wie bereits weiter oben umrissen, gerade im Bereich der Kieferorthopädie das OPG hohe Akzeptanz, insbesondere hinsichtlich der Überprüfung der Gebissentwicklung. Mithin stehen auch alternative Verfahren zur Verfügung; so lassen sich beispielsweise zur Beurteilung der Zahngesundheit oder bei Fissurenkaries (s.o.) u.a. Mundfilme und Bissflügelaufnahmen einsetzen (Abdalhamed Mohammed 1990, S. 16; Douglass et al. 1986, S. 330; Wall et al. 1979, S. 730).

Ein gebräuchliches und zeitlich am längsten genutztes Verfahren stellte die Aufnahmetechnik mit intraoraler Filmführung und extraoraler Röhrenführung dar. Das Verfahren liefert – bei allerdings je nach Gerät nicht unbeträchtlicher Strahlenexposition

⁹ Aufgrund der guten Fortschritte in der Therapie Schlaganfallgefährdeter wäre eine Mithilfe bei der „Früherkennung“ durch den Zahnarzt tatsächlich sinnvoll. Friedländers seinerzeitige Vorschläge darf man insofern als innovativ ansehen. In diesem Sinne äußerte sich unlängst die wissenschaftliche Sektion der Zahnärztekammer Nordrhein und forderte die Fortbildung praktischer Zahnärzte zwecks verbesserter Erkennung von Plaqueablagerungen (Karotisverkalkung) im OPG; vgl. Zahnärztekammer Nordrhein (2005).

des Patienten – Einzelaufnahmen, die eine relativ hohe Schärfe und Detailerkennbarkeit aufweisen. Um hiermit eine Übersicht über das gesamte Zahngebiet anzufertigen, sind zudem ca. 10-14 Einzelaufnahmen erforderlich. Verglichen mit solchen Einzelaufnahmen repräsentierten die früheren Aufnahmen nach dem Modus der Panoramavergrößerungstechnik seinerzeit zwar einen „Schritt nach vorn“, aufnahmetechnisch bedingte Verzerrungen im Molarengebiet sowie Unschärfen und Verzerrungen mussten hierbei aber teils in Kauf genommen werden (Münch 1976, S. 236 f.). Zudem sind solche Anwendungen aufgrund der ebenfalls hohen Strahlenexposition heutzutage nicht mehr zulässig (Benz et al. 2006, S. 102 f.).

Gemäß der Grundsatzhinweise von Jung (1962, 1973) kann trotz Panoramaaufnahmen nicht immer auf die Anwendung anderer Verfahrensweisen, wie vor allem intraoraler Röntgenbilder, verzichtet werden.¹⁰ Diese Aussage ist auf die unmittelbare Gegenwart generalisierbar, d.h. auch in Anbetracht der in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten deutlich verbesserten OPG-Technik sind in bestimmten Fällen OPG-Befundungen durch intraorale Röntgenaufnahmen zu klären oder weiter abzusichern (Voßhans et al. 2005, S. 32). Autoren wie etwa Stephens et al. (1977) kamen zu einem ähnlichen Schluss und vertraten dabei insbesondere die Auffassung, dass die OPG-Diagnostik bei pathologischen periapikalen Prozessen weiterer Absicherungsmaßnahmen bedürfe.¹¹

¹⁰ Vgl. zu einer ähnlichen Wertung aus Sicht der DDR-Zahnmedizin: Obermeyer (1977). Der Autor wies darauf hin, dass OPG-Aufnahmen besonders als Screening-Methode geeignet seien, die konventionelle Röntgentechnik jedoch nicht in jedem Fall ersetzen könnten. Die OPG-Eignung zum „routine screening of asymptomatic patients“ betonten ausdrücklich auch Wall et al. (1979, S. 727).

¹¹ Gegenläufige Schlussfolgerungen wurden allerdings von Ferguson et al. (1992) gezogen. Diese Autoren untersuchten die diagnostische Genauigkeit von OPG-Aufnahmen im Vergleich mit intraoraler Radiographie bei verschiedenen Auswertern hinsichtlich von Abnormalitäten mit zahnärztlich-kieferorthopädischer Bedeutung. Dabei zeigte sich die diagnostische Präzision beim OPG als durchaus ebenbürtig mit den intraoralen Aufnahmen. Wesentlich für die Güte der diagnostischen Aussagen auf Basis beider Verfahren (OPG, intraorales Röntgen) war hingegen der „Faktor“ Auswerter (also vor allem die Schulung und Erfahrung der die Techniken anwendenden und die damit gewonnenen Befunde auswertenden Ärzte) ! Zu einer ähnlich positiven Bewertung des OPG beim Vergleich mit alternativen Diagnoseverfahren gelangten auch Hintze et al. (1990, unter besonderer Berücksichtigung der Kinder- und Jugendzahnheilkunde) sowie Ohba und Katayama (1972). Letztgenannte Untersucher hoben vor allem die Bedeutung von Panorama-Röntgenaufnahmen für zahnärztliche Reihenuntersuchungen und die durchführungsökonomischen Vorteile (Zeitaufwand) der OPG-Technik hervor.

Die Notwendigkeit zu derartigen Absicherungen schmälert jedoch nicht den diagnostischen Stellenwert des OPG (Gesamtübersicht, Erkennung von zahnmedizinisch und kieferorthopädisch relevanten Besonderheiten). Dieser ist grundsätzlich als hoch zu erachten (Smith et al. 1997). Mithin müssen publizierte Studienergebnisse zur (postulierten) hohen Aussagekraft von Panoramaschichtaufnahmen aufgrund der – wie geschildert – vielfältigen technischen Faktoren, die teils erheblichen Einfluss auf die Bildgebung haben, auch kritisch betrachtet werden.

Wie weiter oben bereits umrissen, fanden in der Vergangenheit durchgreifende Neuerungen der OPG-Technik statt. Solch eine Entwicklungsdynamik ist sicherlich nicht mehr für die Zukunft fortzuschreiben. Gleichwohl vollziehen sich auf diesem Feld weitere Detailinnovationen. Bereits vor Jahren wurde beispielsweise durch die Spezialisierung auf die Kongruenz-OPG eine Verbesserung der Bildqualität und der Reproduzierbarkeit erreicht (Sailer 1987). Verwiesen sei auch auf moderne „digitale“ OPG-Geräte wie z.B. das „OPG PanX“ (film- und cassettenlose Echtzeitbilder) der Fa. Schick Technologies (New York).¹² Der Einsatz vergleichsweise aufwandsintensiver intraoraler Diagnostik konnte hierdurch eingeschränkt werden.¹³ Wird dennoch eine additive¹⁴ (z.B. präoperative) Diagnostik außerhalb des OPG erforderlich, so kamen hierfür in der jüngeren Vergangenheit immer häufiger ebenfalls „digitale“ Verfahren zum Einsatz (Hadjizadeh-Ziabari 2002, S. 2 ff.). Neben der modernen Computertomographie¹⁵ ist in diesem Zusammenhang für den Bereich der zahnärztlichen Chirurgie und der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie insbesondere die digi-

¹² Visser et al. (2000) konnten nachweisen, dass sich - abhängig vom eingesetzten Gerät - durch digitale Panoramaschichtaufnahmen eine gewisse Reduzierung der Strahlenexposition des Patienten erreichen lässt. Das Ausmaß der Dosisreduktion erwies sich dabei jedoch als geringer als bei einem entsprechenden Vergleich von konventionellen und digitalen Systemen für intraorale Aufnahmen. Die „Digitalisierung“ bei Panoramaschichtaufnahmen kann insofern als vorteilhaft bewertet werden, ist jedoch im Hinblick auf Resultate und technische Parameter wiederum keineswegs euphorisch zu betrachten.

¹³ Der Stellenwert der konventionellen Röntgentechniken blieb gleichwohl hoch und wurde letztlich bis in die jüngere Vergangenheit auch nicht durch die Entwicklung anderer bzw. strahlenmäßig weniger belastender Verfahren wie etwa der „real-time-Sonographie“ oder Magnetresonanztomographien wesentlich geschmälert; vgl. Hertler (1991, S. 1).

¹⁴ Der Begriff „additiv“ sagt ja schon aus, dass es nicht um einen Ersatz des nützlichen OPG geht, sondern vielmehr um eine Erweiterung der mit diesem Verfahren abzuleitenden diagnostischen Erkenntnisse!

¹⁵ Autoren wie Hirschfelder (1993, S. 14) machten allerdings schon vor Jahren darauf aufmerksam, dass durch den relativ hohen Zeitaufwand und durch Kostenfaktoren ein routinemäßiger Einsatz von Verfahren wie der Computertomographie limitiert sei. An dieser Feststellung hat sich auch in der jüngeren Vergangenheit wenig geändert.

tale Volumentomographie zu nennen (Heurich et al. 2002, Hümmeke et al. 2003, Voßhans et al. 2005).

1.2 Zwischenbilanz: Gegenwärtiger Stellenwert der OPG-Diagnostik für die zahnärztliche Praxis

Die seinerzeitige Entwicklung der Orthopantomographie bedeutete geradezu eine „Revolution“ in der maxillofazialen Radiologie, da es erstmals möglich wurde, nicht nur die gesamte Dentition des Ober- und Unterkiefers einschließlich der benachbarten Knochenstrukturen darzustellen, sondern zugleich auch die Kiefergelenke (Delnon 1986, S. 891). Unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit (geringer Arbeits- und Zeitaufwand) und des Strahlenschutzes kann das OPG in der zahnärztlichen Praxis neben der gründlichen klinisch-anamnestischen Untersuchung von Patienten als Standard gelten (Hirschfelder et al. 2006, S. 62). Auch aus der präoperativen Diagnostik in Zahnmedizin und Kieferorthopädie ist es aufgrund der guten Darstellbarkeit wichtiger anatomisch-topographischer Strukturen bzw. Besonderheiten nicht mehr wegzudenken (Chomenko 1987, S. 43 ff.; Voßhans et al. 2005, S. 32).

Zur Erstinformation, zur Gesamtübersicht und zum Seitenvergleich hat sich das OPG in der Vergangenheit eindeutig bewährt.¹⁶ Jeder einzelne zahnärztliche Untersuchungsschritt ergibt für sich allein noch keine Diagnose. Die Diagnose bedarf vielmehr einer Zusammenfassung aller Untersuchungsergebnisse. Auch eine „Verdachtsdiagnose“, die dann durch weitere fachspezifische Maßnahmen zu erhärten ist oder aber relativiert werden muss, ist möglich (Voigt 1991, S. 518). Folgerichtig müssen – trotz beträchtlicher Fortschritte der OPG-Technik in den vergangenen Jahrzehnten – bei speziellen diagnostischen Fragestellungen intraorale Präzisionsröntgenaufnahmen vorgenommen oder anderweitige Maßnahmen durchgeführt werden. Eine Zwischenbilanz zur OPG-Eignung für verschiedene Einsatzbereiche bzw. Untersuchungsaspekte auf Grundlage des bislang veröffentlichten Schrifttums und unter

¹⁶ Oftmals unabhängig von den Symptomen, die den Patienten zum Zahnarzt geführt haben, lassen sich mittels OPG Nebenbefunde feststellen. Andererseits liefert das OPG auch wertvolle Hinweise zur Identifikation der Ursachen von Beschwerden unklarer Genese. So kann das Verfahren beispielsweise das Auffinden chronischer Herde im Zahn-, Mund- und Kieferbereich erleichtern.

besonderer Berücksichtigung der Hinweise von Abdelhamed Mohammed (1990, S. 9), Delnon (1986, S. 891), Hirschfelder (1983, S. 110 ff.), sowie Voßhorn et al. (2005, S. 32 ff.) kann der nachfolgenden Tab. 2 entnommen werden.

Tab. 2: OPG-Eignung (++ gut geeignet, + geeignet, ≈ fraglich oder mangelnde Eignung) für verschiedene Einsatzbereiche und Untersuchungsparameter: Zwischenbilanz

Einsatzbereich bzw. Untersuchungsaspekt	Untersuchungsparameter	Eignung
Erstinformation		++
Gesamtübersicht		++
Wirtschaftlichkeit, insbesondere bei der umfassenden Planung von Zahnersatz		++
Nachkontrollen (Kieferorthopädie, Implantologie, Chirurgie bzw. präprothetische Kieferchirurgie)		+
Situationsdokument zur Objektivierung von Patienten- oder auch Versicherungsansprüchen (Forensik)		++
Reproduzierbarkeit		+ (bei älteren Geräten teils kritisch)
Milchgebiss		≈
Wechselgebiss		++
Frontzähne, Oberkiefer		+ (bei älteren Geräten teils kritisch)
Frontzähne, Unterkiefer		≈ (v.a. ältere Geräte)
Seitenzähne, distal		++
Unterkiefer, aufsteigender Ast		++
Kiefergelenk		++
Möglichkeit der Früherkennung in Bereichen außerhalb der Zahnmedizin (Apoplexie, Karotisplaquen)		+ (innovativ)

1.3 Problemstellung

Die Panorama-Aufnahme ermöglicht es dem Zahnarzt, einfach und rasch eine Röntgen-Übersichtsaufnahme anzufertigen. Im Vergleich mit dem Mundfilmstatus resultiert eine geringere Strahlenbelastung. Als praktikables und in Bezug auf den „Output“ auch für den Patienten anschauliches Standardverfahren für die Grundbetreuung von Patienten in der Praxis des Zahnarztes und Kieferorthopäden wird das OPG daher seit vielen Jahren eingesetzt. Gleichwohl zeigt sich in der Forschungsliteratur, dass Schlussfolgerungen über die Potenziale und auch Grenzen des OPG oftmals auf der Grundlage eng umgrenzter Fallzahlen oder Untersuchungszeiträume gezogen wurden.¹⁷

Forschungsökonomisch ist dieser Sachverhalt, der sowohl konventionelle bzw. ältere OPG-Geräte auf der Grundlage filmischer Aufnahmen als auch moderne Digital-Geräte betrifft, verständlich. Ebenso ist es nachvollziehbar, dass sich empirische Beiträge zum OPG häufig auf spezielle Parameter wie etwa den Entwicklungsstand der Zähne, deren Platzverhältnisse, die Lokalisation verlagerter und retinierter Zähne, unterminierende Resorptionen, oder auch Wurzelkrümmungen fokussierten, zusammenfassende Übersichtsarbeiten hingegen eher selten waren.

In der vorliegenden Arbeit sollen daher die langjährigen Erfahrungen mit dem Einsatz der OPG-Technik in einer zahnärztlichen Praxis im Rahmen der Grundbetreuung der Patienten anhand eines umfangreichen Datenmaterials (es handelte sich um über 2000 Patienten aus der eigenen Praxis des Untersuchers) analysiert werden. Dabei geht es insbesondere um die Aussagefähigkeit der für die Klärung bestimmter Probleme und Fragestellungen durchgeführten OPG-Aufnahmen sowie um die Nutzung dieser Aufnahmen für die zusätzliche Diagnostik von Anomalien und pathologischen Prozessen, die für die Erstellung langfristiger Betreuungsprogramme relevant sein können (einschließlich der Bewertung weiterführender gesundheits-/therapieökonomischer Aspekte).

Die Problemstellung der Arbeit lässt sich insofern, auf einen prägnanten Nenner gebracht, folgendermaßen skizzieren:

¹⁷ Zu einer Ausnahme vgl. Abb. 4 in Abschnitt 1.1.3 der vorliegenden Arbeit (OPG zur Absicherung von Ausgangsbefunden, aber auch Erbringung von Nebenfunden, n=3636 OPGs).

- Zusammenstellung der mittels OPG erbrachten Befunde auf Basis eines umfassenden Patientenkollektives.
- Analyse der OPG-Eignung in Abhängigkeit von Indikation, Befunden und besonderen Patientencharakteristika (z.B. Alter).
- Betrachtung aber auch von Problemen, Unsicherheiten bzw. Defiziten des OPG-Verfahrens und seiner Aussagefähigkeit (z.B. Frage nach der Erforderlichkeit zusätzlicher bzw. anderer diagnostischer Maßnahmen).
- Versuch der Generalisierung der Befunde auf das in bezug auf Diagnose und Therapie heterogene Patientenaufkommen in der zahnärztlichen Versorgung.

Die empirischen Daten konnten in einem Zeitraum von insgesamt mehr als elf Jahren bei 2037 Patienten erhoben werden. Die Zielstellung, substantielle Schlüsse hinsichtlich der OPG-Eignung zur generellen zahnärztlichen Diagnostik (oder auch spezifischen Nichteignung) sowie zur Feststellung verschiedenartiger Probleme mit Oralbezug ziehen zu können, erschien in Anbetracht einer solchen Datengrundlage erreichbar.

2. Material und Methodik

2.1 Patienten

2.1.1 Lebensalter

Die n=2037 Patienten, ausnahmslos Fälle aus der eigenen Praxis des Verfassers, wiesen zum Untersuchungszeitpunkt (OPG-Durchführung) ein durchschnittliches (MW) Lebensalter von 36,5 Jahren auf; die Standardabweichung (SA) lag bei 19,4.¹⁸ Die Spannweite des Lebensalters erstreckte sich zwischen 6 und 86 Jahren. Die Verteilung des nach Intervallen geordneten Lebensalters der mittels OPG untersuchten Stichprobe geht aus der Abb. 5 hervor. Die Abb. verdeutlicht, dass vorliegend das Lebensalter sehr heterogen aufgefächert war.

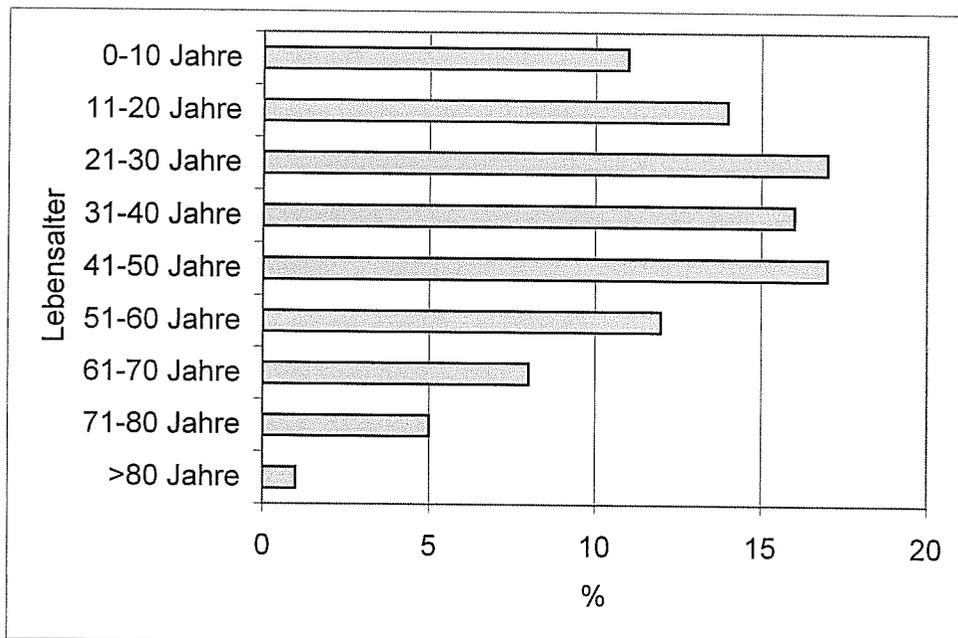


Abb. 5: Verteilung der Lebensaltersintervalle von „0-10 Jahre“ bis „>80 Jahre“ in der untersuchten Stichprobe (n=2037, 100 %)

¹⁸ SA sei hier als gebräuchliche Abkürzung für die Standardabweichung genutzt. Die Abkürzung MW wird in der Folge für den Durchschnitt (arithmetisches Mittel) verwendet.

2.1.2 Geschlechtszugehörigkeit

Herangezogen wurden Patienten beiderlei Geschlechts. Die Verteilung der Geschlechtszugehörigkeiten in der Stichprobe der n=2037 Patienten konnte mit n=916 männlichen versus n=1121 weiblichen Patienten noch als ausgewogen charakterisiert werden (s. auch Abb. 6 zur Darstellung auf Grundlage der relativen Ausprägungen).

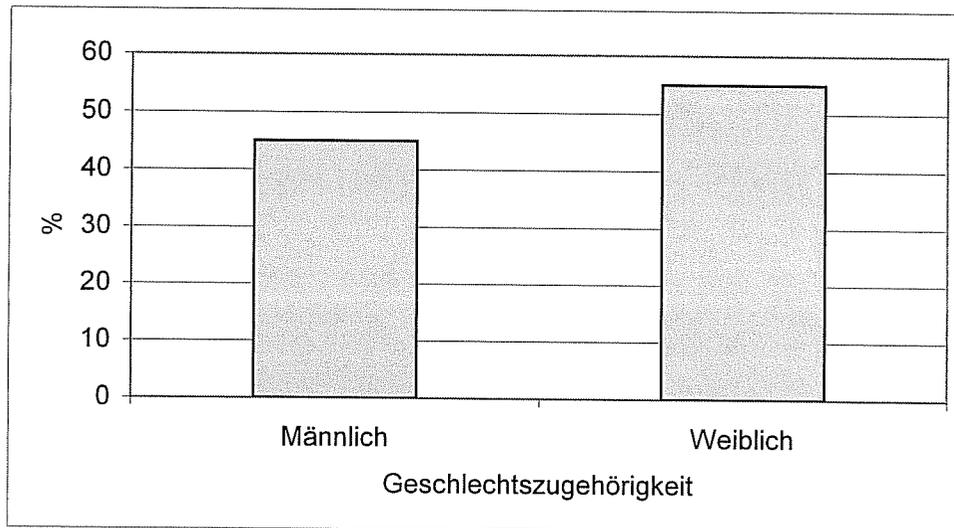


Abb. 6: Geschlechtszugehörigkeit in der untersuchten Stichprobe (n=2037, 100 %)

2.1.3 Genereller Oralstatus und Indikation zur OPG-Aufnahme

In 269 Fällen (entsprechend 13,2 % der Patientenstichprobe von n=2037) wurde ein Wechselgebiss festgestellt. Versorgte und naturgesunde Gebisse lagen nur bei 212 Patienten (10,4 % der Stichprobe) vor.¹⁹

Die Indikation zur OPG-Aufnahme ergab sich aufgrund

- der klinischen Untersuchung,
- der Anamnese,
- einer Untersuchung eines anderen Zahnarztes oder Arztes.

¹⁹ Bei persistierenden Milchzähnen wurde die Definition Wechselgebiss weiter angewandt. Als unversorgt wurden Gebisse eingestuft mit offensichtlichen kariösen Defekten, zerstörten Zähnen und Wurzelresten, prothetisch zu versorgenden Lücken und sonstigen pathologischen Veränderungen außer kieferorthopädisch zu behandelnden Fällen.

Die Indikation wurde jeweils in der Karteikarte des Patienten festgehalten. Vor dem Hintergrund, dass Mehrfachnennungen (also mehr als eine Indikation bei einem Patienten) möglich waren und auch tatsächlich in etlichen Fällen vorlagen, ergaben sich die folgenden Indikationshäufigkeiten:

<u>Prothetik:</u>	<u>n=1150,</u>
<u>Chirurgie:</u>	<u>n=642,</u>
<u>Kieferorthopädie:</u>	<u>n=343,</u>
<u>Parodontologie:</u>	<u>n=342,</u>
<u>Konservierende Zahnheilkunde:</u>	<u>n=262,</u>
<u>Endodontie (bei klinisch verfärbten oder nicht sensibel reagierenden marktoten Zähnen):</u>	<u>n=191,</u>
<u>Beschwerden unklarer Genese:</u>	<u>n=148,</u>
<u>Verdacht auf Herdgeschehen:</u>	<u>n=84</u>

(Summe der absoluten Nennhäufigkeiten: n=3162 bei einer Stichprobe von n=2037, bedingt durch die möglichen Indikationsmehrfachnennungen)

Die Verteilung der Indikationen je Altersgruppe erwies sich natürlich als höchst unterschiedlich, wobei bei den jüngeren Patienten bis zu einem Alter von 20 Jahren die Indikation wegen einer erforderlichen kieferorthopädischen Behandlung voranstand, während bei älteren Patienten insbesondere Informationen wegen einer geplanten chirurgischen oder parodontologischen Behandlung erhoben werden mussten. Die entsprechenden Einzelbefunde können der nachfolgenden Tab. 3 entnommen werden.

Insgesamt am häufigsten, und aus Sicht der Patienten am meisten „nachgefragt“, war die prothetische Indikation (s.o.). Die Durchführung des OPG war in bezug auf diese prothetische Indikation klar begründet: Das OPG erlaubt eine gute Leerkieferkontrolle, Darstellung der Wurzelverhältnisse und Feststellung etwa vorhandenen Höhen- oder Seitenabbaus des Knochens. Ferner kann es hilfreich sein bei der Klä-

zung der Frage, ob abnehmbarer oder festsitzender Zahnersatz vorgezogen werden soll.

Tab. 3: Übersicht zu den Indikationsbereichen in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe (n=2037): Angabe absoluter Häufigkeiten

Indikationsbereich	Indikationen, gesamt (n=3162 vorliegende Indikationen)	Altersgruppen und Fallzahl pro Altersgruppe								
		0-10, n=225	11-20, n=277	21-30, n=351	31-40, n=324	41-50, n=356	51-60, n=245	61-70, n=154	71-80, n=93	>80, n=12
Prothetik	1150	-	55	175	219	259	206	141	85	10
Chirurgie	642	8	95	143	96	111	84	56	45	4
Kieferorthopädie	343	223	108	4	3	3	2	-	-	-
Parodontologie	342	-	7	32	65	110	74	39	15	-
Konserv. Zahnheilkunde	262	10	78	94	26	35	8	9	2	-
Endodontie	191	5	46	67	20	32	11	10	-	-
Beschwerden unklarer Genese	148	1	27	39	34	27	16	3	-	1
Verdacht auf Herdgeschehen	84	2	6	20	14	25	8	6	2	1

(die Anzahl der Fallzahl in der Stichprobe, n=2037, deckt sich nicht mit der Anzahl der vorliegenden Indikationen, da pro Patient teils auch Mehrfachindikationen möglich waren)

2.2 Auswertungsbedingungen und Datenerhebung

2.2.1 Auswertungszeitraum

Die n=2037 Patienten wurden dem OPG im Zeitraum von 1988 bis 1999 unterzogen. Nach Erstellung aller Aufnahmen erfolgte die Übertragung der den OPG-Filmen zu entnehmenden Befunde und Daten auf spezielle Erfassungsbögen (s. Hinweise weiter unten), die den Patientenkartekarten beigegeben wurden. Diese Übertragung der Daten in das Tabellenkalkulationsprogramm Excel und anschließend in ein geeignetes Statistikprogramm (s. ebenfalls weiter unten) konnte allerdings erst 2003 abgeschlossen werden. Die Datenauswertungen nahmen den Zeitraum 2003-2006 in Anspruch.

2.2.2 Auswertungsmaterial

Zur OPG-Durchführung kam der Orthopantomograph Typ X 1053 der Fa. Siemens mit Strahlenerzeuger Nanodor 2 P (Siemens-UB Medizinische Technik, Erlangen, Vertrieb: Dental Bensheim) zum Einsatz. Das hier genutzte Orthopantomogramm arbeitet nach dem Prinzip der Schichtaufnahmetechnik, d.h. bei einer Aufnahme bewegen sich der Strahlenerzeuger und die Filmkassette gemeinsam, verbunden mit horizontalen Trägern, um den Kopf des Patienten. Der Ablauf erfolgt orthoradial dem Kieferbogen folgend und die Filmkassette wird bei der Aufnahme radial an einer Schlitzblende vorbei bewegt (Siemens UB Medizinische Technik o.J., S. 5) (s. zu den technischen Grundlagen des OPG-Prinzips auch Abschnitt 1 der vorliegenden Arbeit, s. ferner nachfolgende Abb. 7).

Der Orthopantomograph Typ X 1053 hat gemäß der Herstellerangaben (Siemens UB Medizinische Technik o.J., S. 5 ff.) eine Röntgenspannung von 55-85 kV, die in 7 Stufen regelbar ist, und einen Röntgenröhrenstrom von 15 mA. Die Gesamtfilterung des Gerätes beträgt 2 mm Al Gleichwert. Es wird für 220 V Wechselspannung und für eine Netzfrequenz von 50 oder 60 Hz geliefert. Das Gerät erbringt als Auswer-

tungsmaterial (Filme) Panoramaübersichten der Größe 15 x 30 cm (Abb. 8).²⁰ Als Filmmaterial dienten hier Cronex-2-Filme der Fa. Dupont (Bad Homburg). An einem Lichtkasten der Fa. Dentaurum (Pforzheim) konnten mit Hilfe von Zirkel, Schieblehre und Lineal die Messungen vorgenommen bzw. relevante Daten abgelesen werden.

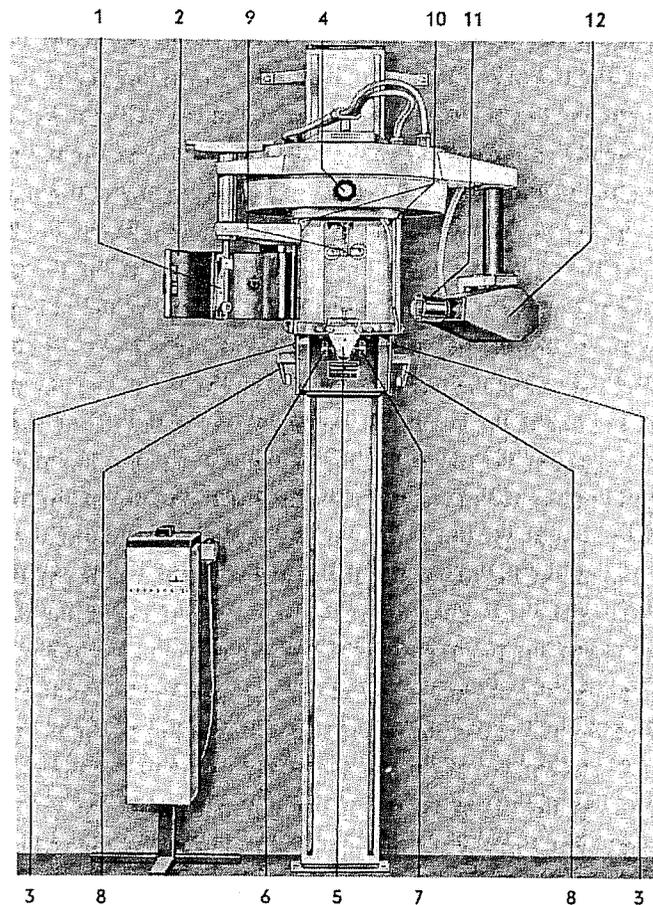


Abb. 7: Verwendeter Orthopantomograph Siemens Typ X 1053. 1: Filmkassettenhalter. 2: Filmkassette. 3: Höhenverstellungsdruckknopf des Stativwagens. 4: Drehknopf zur Aufnahmeeinrichtung (hier „N“). 5, 6, 7 : Halterung sowie Einstellschraube und Arretierschraube für Kinnstütze (Stütze hier nicht separat abgebildet). 8: Patiententhaltegriffe. 9: Stirnstütze. 10: Schläfenstützen-Kopfhalter. 11: Tubus. 12: Röntgenstrahlerzeuger. Hier nicht im Bild: zugehöriger Schaltkasten (u.a. Signallampen, Spannungsmesser, Netzangleicheinstellung, Aufnahmeauslöseknopf).

²⁰ Panoramaübersichten unter der Geräteeinstellung: Aufnahmeverfahren „N“. Es können auch Kiefergelenk- und Nebenhöhlen-Aufnahmen angefertigt werden (Aufnahmeverfahren „S“).

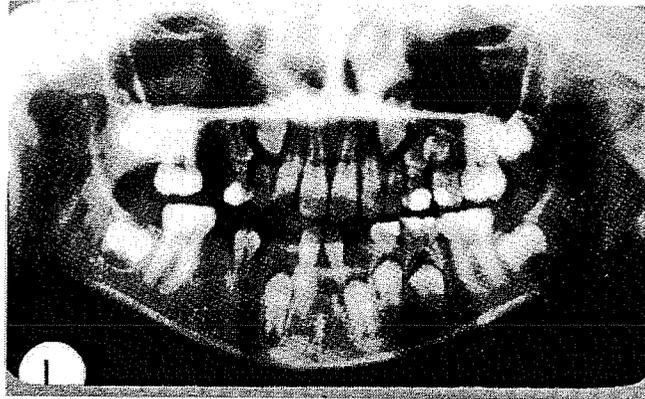


Abb. 8: Panoramaübersicht (Aufnahme, Orthopantomograph Siemens Typ X 1053)
(Originalmaße 15 x 30 cm)

2.2.3 Untersuchungsablauf und erfasste Kriteriumsvariablen

Die OPG-Durchführung mittels Siemens Orthopantomograph Typ X 1053 erfolgte ausschließlich im Rahmen von Erstuntersuchungen in der eigenen zahnärztlichen Praxis. Die Patienten wurden dahin gehend informiert, dass der Untersucher beabsichtigte, die OPG-Befunde im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit zu verwenden. Bei dem genutzten Aufnahmeverfahren handelte es sich in sämtlichen Fällen um die Standardeinstellung (Aufnahme des Kieferbereiches). Jedes Orthopantomogramm wurde hinsichtlich folgender Kriteriumsvariablen untersucht, wobei die Daten patientenweise auf einem einheitlichen Formblatt (s. Anhang) eingetragen wurden:

Allgemeine Befunde (Zähne):

1. Lücken (Anzahl der – kieferorthopädisch oder prothetisch zu versorgenden – Lücken bei Nichtanlage oder Entfernung eines Zahnes).
2. Fehlende Zähne (Anzahl der fehlenden Zähne außer Weisheitszähnen).

Anomalien (Zähne):

1. Nichtanlage (es wurden zur Anzahlbestimmung nur Röntgenbilder von Patienten bis einschließlich 14 Jahren herangezogen oder aber Befunde, die durch eine entsprechende Anamnese einwandfrei zu sichern waren).

2. Unterzahl (Anzahlbestimmung).
3. Überzahl (Anzahlbestimmung).
4. Fehlende Weisheitszähne (Anzahlbestimmung; nicht nachweisbare Zahnkeime, Nichtanlage und erfolgte Extraktionen führten zu einer entsprechenden Eintragung).
5. Dystopie (Anzahlbestimmung; es wurden alle Fälle von Verlagerung erfasst, wobei retinierte Zähne – mit Ausnahme der „8er“ auch in diese Kategorie fielen).
6. Dystopie „8er“ (Anzahlbestimmung; wegen der unverhältnismäßigen Häufigkeit der Dystopie der Weisheitszähne wurde diese Rubrik eigens aufgeführt, von einem Erreichen der Okklusionsebene der zweiten Molaren wurde aber erst ab dem 18. Lebensjahr ausgegangen).
7. Zahnanomalien, sonstige (auffällige Vergrößerungen und Verkleinerungen, Veränderungen wie etwa extreme Wurzelkrümmungen fanden in diese Kategorie Eingang).

Pathologische Befunde (pathologische Befunde bildeten die größte Gruppe unter den Einzeluntersuchungen der OPG-Aufnahmen):

1. Karies (Anzahlbestimmung von Zähnen mit eindeutig erkennbarer Dentinkaries, um Aussagen über die Morbidität der Stichprobe bzw. gegebener Altersgruppen durch Einbeziehung der Kariesfrequenz quantifizierbar zu machen).
2. Zerstörte Zähne, Wurzelreste (Anzahlbestimmung hinsichtlich ganz oder teilweise von Schleimhaut bedeckter Wurzelreste sowie Anzahlbestimmung all jener Zähne aufgenommen, deren klinische Krone einen Zerstörungsgrad von mindestens 80 % aufwies und somit weniger als 20 % der anatomischen Krone einen Röntgenschaten gab).
3. Veränderungen an der Wurzelspitze (Anzahlbestimmung für zwei Gruppen: A. apikale Befunde bis zu einer Größe von 5 mm im Durchmesser. B. größere Veränderungen mit mehr als 5 mm Durchmesser, die mit Hilfe einer Schieblehre ohne Berechnung des Vergrößerungsfaktors ermittelt werden konnten; es handelte sich hierbei stets um Zonen geringerer Röntgendichte mit einer eindeutigen Begrenzung).
4. Knochenabbau (Auszählung gegebenen Knochenabbaus und dessen Ausprägung. Charakteristische Veränderungen im Verlauf des Limbus alveolaris lassen auf pathologische Zustände am Parodont schließen. Vorliegend wurde als Kriteriumsvariable zwischen horizontalem, vertikalem und zirkulärem Knochenabbau unterschieden).

5. Veränderungen der Kieferhöhle, beispielsweise polypöse Wucherungen im Sinus maxillaris, und des Kiefergelenks (Auszählung jeweils eines etwaigen einseitigen versus beidseitigen Auftretens und der Ausprägung der speziellen Veränderungen).
6. Iatrogene Veränderungen durch insuffiziente Wurzelfüllungen, Füllungen und Kronen (Bestimmung von Anzahl und Ausprägung. Es handelte sich hier um eine übliche Erfassung, da bei der Erstuntersuchung von Patienten eine Bestandsaufnahme bis dahin durchgeführter zahnärztlicher Arbeiten im Hinblick auf die weitere Planung der Therapie unerlässlich ist).

Aussagekraft der Aufnahmen:

1. Aussagekraft (Beurteilung anhand der Einstufungen „gut“, „mittel“ und „nicht ausreichend“. Die Beurteilung „gut“ erfolgte, wenn der diagnostische Zweck erreicht wurde und die nötigen Informationen für eine befundgerechte Therapie vorlagen. Im Falle der „mittleren“ Beurteilung war nur mit Hilfe weiterer Zielaufnahmen eine sichere Diagnose möglich. „Nicht ausreichend“ waren schließlich solche Aufnahmen, die zwar als technisch einwandfrei eingestuft werden konnten, bei denen jedoch in Folge von Verzerrungen oder Verwischungen keine exakten Befunde erkannt werden konnten).
2. Zusätzliche Aufnahmen (ausgezählt wurde, ob im Laufe der unmittelbaren Behandlung weitere Röntgenaufnahmen erfolgten).
3. Zusätzliche Therapiehinweise (Erbrachten die OPG-Aufnahmen Hinweise und Befunde, die über die eingangs vorliegende Indikation gemäß Kap. 2.1.3 hinaus gingen, so fand eine entsprechende Eintragung statt. Der Angabe einer möglichen Erweiterung lagen wiederum die Kategorien gemäß 2.1.3 zugrunde, also Prothetik, Chirurgie, Kieferorthopädie usf.).

2.3 Statistische Analyse

2.3.1 Deskriptivstatistik

Im Falle nominalskaliertter Variablen, beispielsweise Gegebenheit versus Nicht-Gegebenheit einer bestimmten Indikation, konnten als übliches deskriptivstatistisches Maß die absoluten und relativen Häufigkeiten bestimmt werden. Für andere „kontinuierliche“ (de facto intervallskalierte) Variablen war nicht nur nach Gegebenheit (Auftreten überhaupt) versus Nicht-Gegebenheit zu unterscheiden, sondern es erfolgte zusätzlich die Berechnung der Standardmaße zentraler Tendenz und Dispersion (MW und SA). Dies betraf beispielsweise die Anzahl bestimmter Parameter wie etwa fehlender oder kariöser Zähne (durchschnittliche Anzahl, Std.-abw.). Weiterführende Hinweise zur Abhängigkeit deskriptivstatistischer Kennwerte von der jeweils zugrunde liegenden Skala und zur Begründung der hier als maßgeblich erachteten Kennwerte können der einschlägigen Fachliteratur entnommen werden (Harms 1992, S. 16 ff.).

2.3.2 Prädiktoren und inferenzstatistische Berechnungen

Als Prädiktor bzw. Differenzierungsmerkmal für die nachfolgende Befunddarstellung und –bewertung diente die Variable „Alter“.²¹ Dabei wurde die Alterseinteilung nach 10-Jahres-Kategorien verwendet²². Möglicherweise signifikante Beziehungen zwischen der Altersstufung und den verschiedenen Befunden konnten mittels χ -Quadrat-Tests und nonparametrisch (Kruskal-Wallis-H-Tests) vorgenommen werden; eine umfassende Erläuterung dieser Verfahren findet sich bei Siegel (2001). Der Signifikanzentscheidung diente das übliche Kriterium ($p < 5\%$) und die prüfungsimmanenten Null-Hypothesen bezogen sich auf „Gleichheit“ der Gruppenparameter (kein systematisches Muster Alter-Befund bzw. keine Unterschiede zwischen den Altersgruppen) (zum Signifikanzkriterium und zur Funktion der Null-Hypothesen vgl. Bortz 1985, S. 141 ff.).

²¹ Die Geschlechtszugehörigkeit wurde ebenfalls als Prädiktor geprüft. Da dieser Prädiktor jedoch kaum überzufällige Konstellationen offenlegte, erschien eine weitergehende Darstellung entbehrlich.

²² Siehe Kap. 2.1.3: 0-10 Jahre, 11-20 Jahre, 21-30 Jahre usf.

3. Ergebnisse

3.1 OPG-Befunde

3.1.1 Anomalien

Hinsichtlich der diagnostizierten Anomalien (s. Kap. 2.2.3 zu detaillierteren Hinweisen zu diesen Kriteriumsvariablen und zu ihrer Erfassung) ergaben sich die in der Tab. 4 und in den Abb. 9 bis 15 dargestellten Befunde.

Tab. 4: Übersicht zur Anzahl der von Anomalien betroffenen Zähne in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe der betroffenen Patienten (N), des zentralen Kennwertes und der zugehörigen Dispersion (MW, SA)

Anomalie	Statistischer Kennwert	Altersgruppen und Fallzahl pro Altersgruppe								
		0-10, n=225	11-20, n=277	21-30, n=351	31-40, n=324	41-50, n=356	51-60, n=245	61-70, n=154	71-80, n=93	>80, n=12
Nichtanlage	N	24	23	7	4	-	1	1	1	-
	MW	2,42	1,87	1,14	3,25	-	20,00	1,00	2,00	-
	SA	3,45	1,06	0,38	3,20	-	-	-	-	-
	Min., Max.	1 18	1 4	1 2	1 8	-	-	-	-	-
Überzahl	N	-	6	8	1	-	-	-	-	-
	MW	-	1,50	1,13	1,00	-	-	-	-	-
	SA	-	0,84	0,35	-	-	-	-	-	-
	Min., Max.	-	1 3	1 2	-	-	-	-	-	-
Unterzahl	N	20	20	6	3	-	-	-	1	-
	MW	2,50	1,80	1,00	1,00	-	-	-	1,00	-
	SA	3,79	1,01	0,00	0,00	-	-	-	-	-
	Min., Max.	1 18	1 4	1 1	1 1	-	-	-	-	-
Fehlende Weisheitszähne	N	110	98	202	275	307	227	144	89	12
	MW	3,45	2,05	2,10	2,62	2,89	3,10	3,31	3,53	3,50
	SA	0,96	1,14	1,03	1,09	1,07	1,00	0,97	0,83	0,80
	Min., Max.	1 4	1 4	1 4	1 4	1 4	1 4	1 4	1 4	2 4
Dystopie	N	21	43	21	10	13	7	7	5	-
	MW	1,62	1,77	1,48	1,10	1,15	1,29	1,00	1,20	-
	SA	0,86	1,11	1,36	0,32	0,38	0,76	0,00	0,45	-
	Min., Max.	1 4	1 4	1 7	1 2	1 2	1 3	1 1	1 2	-
Dystopie, „8er“	N	2	71	143	62	33	22	17	5	1
	MW	2,00	2,41	1,99	1,60	1,45	1,18	1,47	1,60	1,00
	SA	1,41	1,04	1,03	0,86	0,56	0,39	1,01	0,55	-
	Min., Max.	1 3	1 4	1 4	1 4	1 3	1 2	1 4	1 2	-
Sonstige Zahnanomalien	N	8	9	10	13	6	1	1	-	-
	MW	1,75	1,44	1,20	1,15	1,17	2,00	1,00	-	-
	SA	0,71	0,73	0,42	0,38	0,41	-	-	-	-
	Min., Max.	1 3	1 3	1 2	1 2	1 2	-	-	-	-

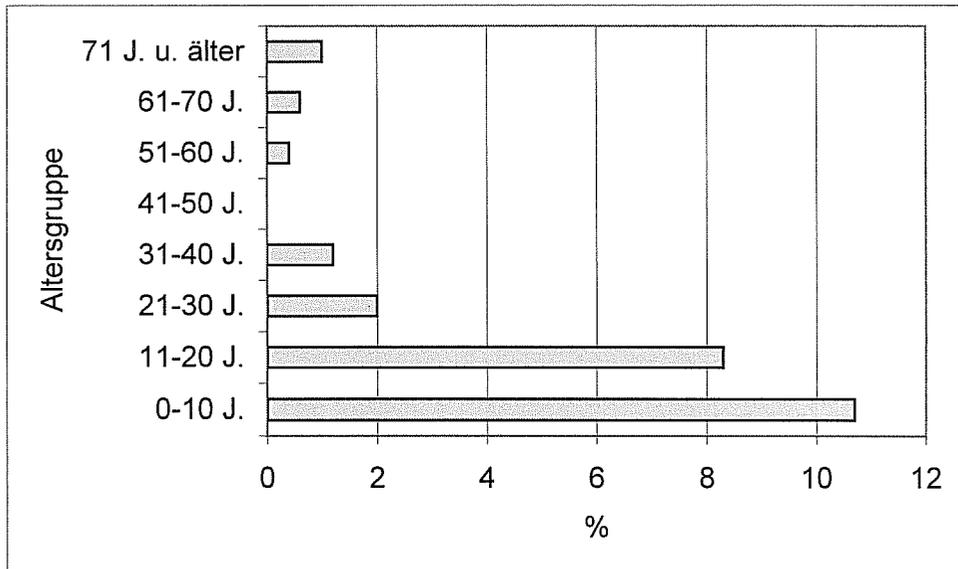


Abb. 9: Vorhandensein von Anomalien (hier: Nichtanlage) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

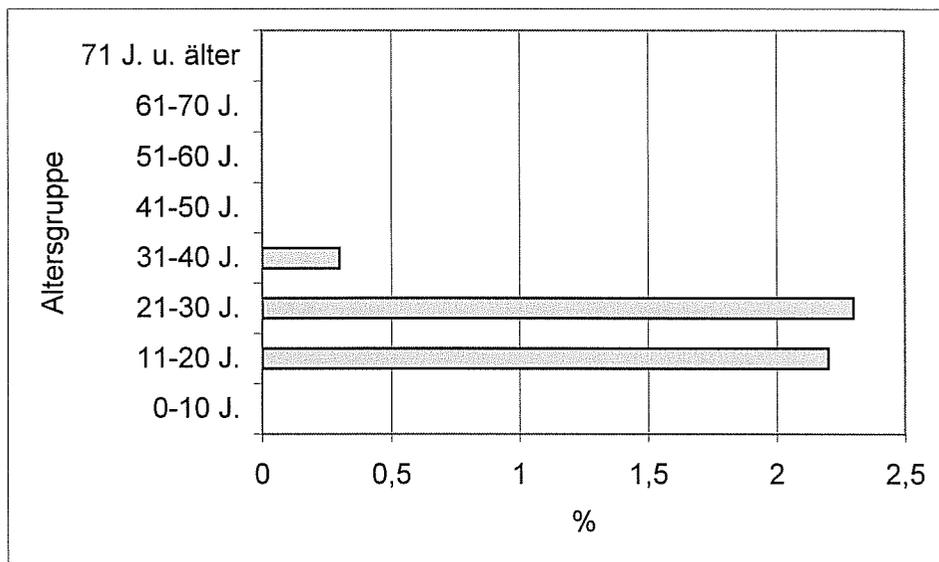


Abb. 10: Vorhandensein von Anomalien (hier: Überzahl) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

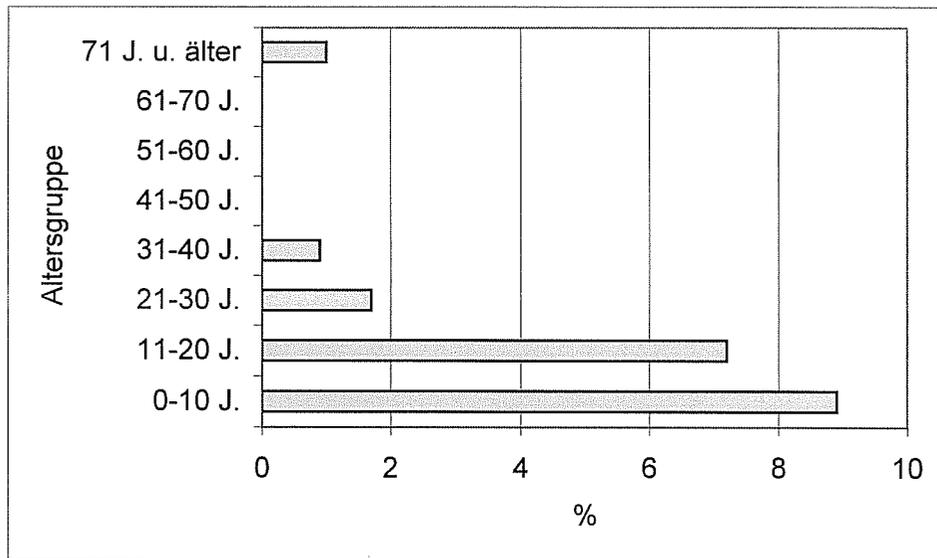


Abb. 11: Vorhandensein von Anomalien (hier: Unterzahl) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

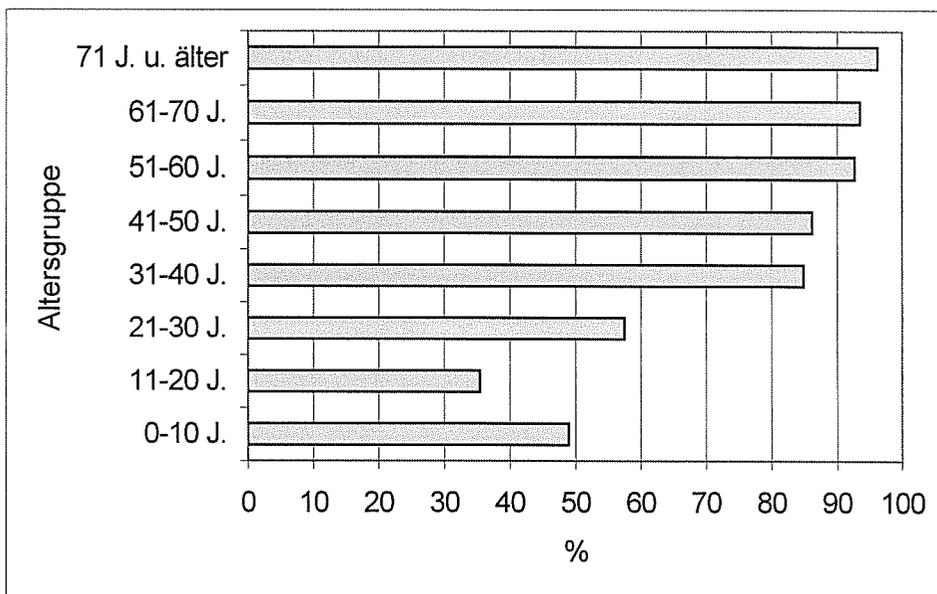


Abb. 12: Vorhandensein von Anomalien (hier: fehlende Weisheitszähne) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

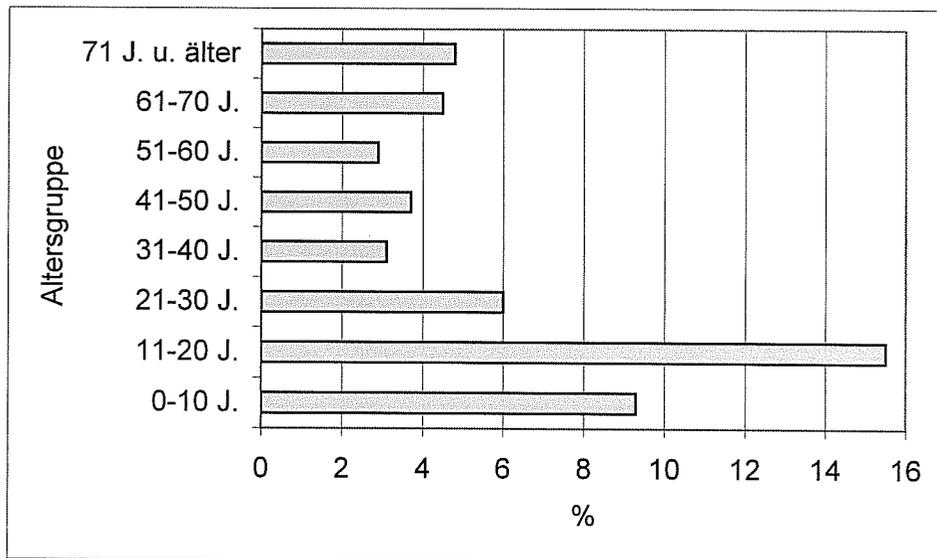


Abb. 13: Vorhandensein von Anomalien (hier: Dystopie) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

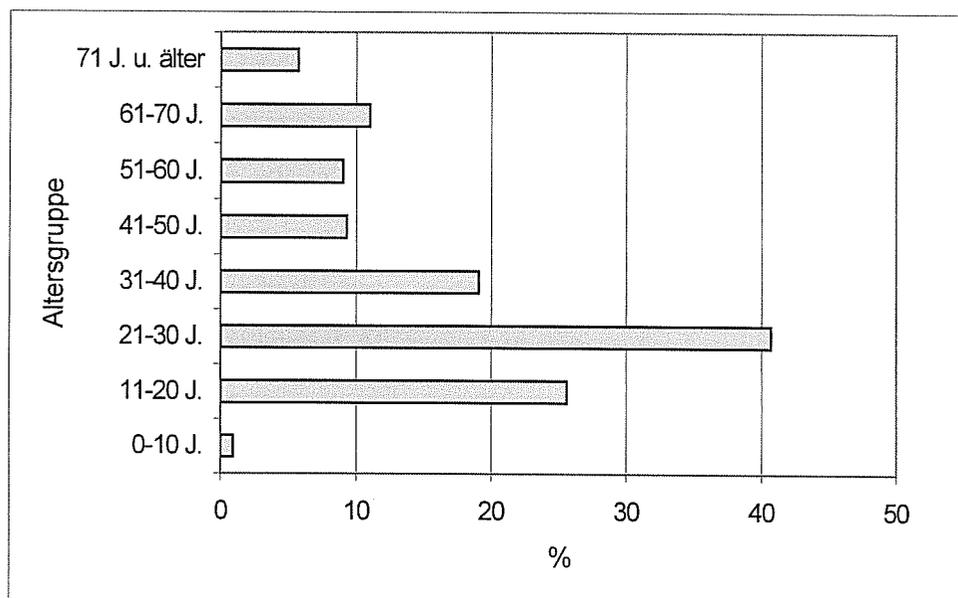


Abb. 14: Vorhandensein von Anomalien (hier: Dystopie, „8er“) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

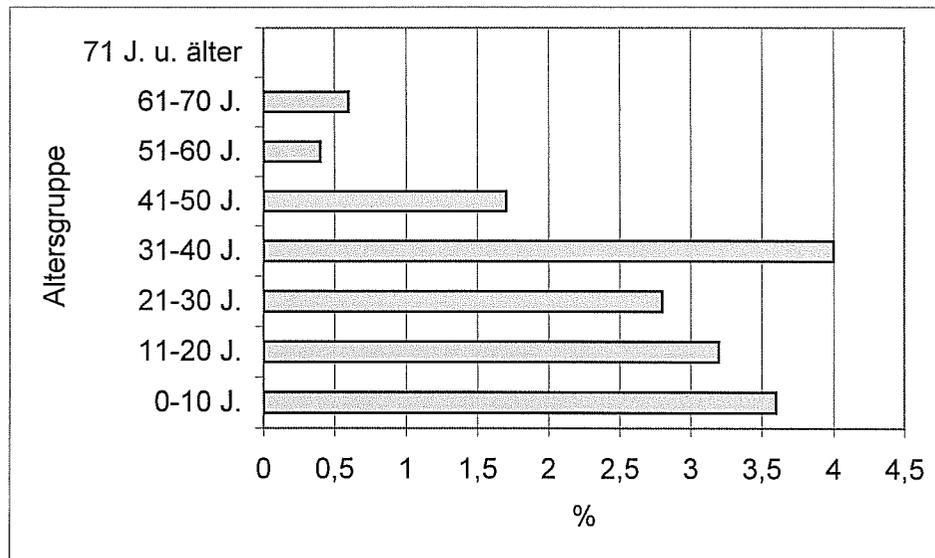


Abb. 15: Vorhandensein von Anomalien (hier: sonstige Zahnanomalien) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

Eine Zahnnichtanlage ($n=61$ Patienten) konnte überwiegend für 1-3 Zähne abgesichert werden.²³ Gleiches galt für die Identifikation einer Zahnüberzahl ($n=15$ Patienten) und einer Zahnunterzahl ($n=50$ Patienten)²⁴, wobei hier jedoch vereinzelte Extremwerte (also bezüglich der individuellen Anzahl der betroffenen Zähne) zu konstatieren waren (s. Tab. 4).

Die Feststellung der Weisheitszähne erschien insbesondere wegen ihrer Bedeutung für die Erzielung einer effizienten Mundhygiene und der Prognosen im Hinblick auf eine abzuschließende kieferorthopädische Behandlung oder eine zu beginnende praktische Therapie relevant. Die Frage des Weisheitszahnes stellt sich dabei für die Praxis spätestens dann, wenn ein zweiter Molar mit einer Einzelkrone oder sogar mit einer Pfeilerkrone versorgt werden soll. Vorliegend waren bei $n=573$ Patienten alle Weisheitszähne vorhanden, bei $n=1464$ Patienten fehlten hingegen Weisheitszäh-

²³ Die Zahnnichtanlage (1-2 Zähne) betraf 80,3 % dieser Subgruppe der $n=61$ Untersuchten; zu 19,7 % lagen Nichtanlagen für ≥ 3 Zähne vor.

²⁴ Bei der Zahnüberzahl von 1-2 Zähnen handelte es sich um 93,3 % und bei der Zahnunterzahl von 1-2 Zähnen um 82,0 % der oben ausgewiesenen Subgruppen.

ne.²⁵ Verlagerte oder retinierte Weisheitszähne ließen sich auf den Panorama-Röntgenaufnahmen besonders gut darstellen. Unter den hier maßgeblichen n=356 Fällen handelte es sich weit überwiegend um 1-2 „8er“.²⁶ Hinsichtlich der Dystopien der übrigen Zähne dominierte die Dystopie der oberen Eckzähne, aber auch zweite Prämolaren und andere Zähne waren davon betroffen²⁷ (s. Tab. 4).

Diagnostizierte Zahnanomalien waren bei n=48 Patienten gegeben. Es handelte sich um Zapfenzähne, Mesiodens oder starke Verkleinerungen der anatomischen Zahnform. Deutlich mehrheitlich lag - in der individuellen Betrachtung - die einmalige Anomalie vor, einer Anzahl von 2-3 Anomalien kam hingegen ein recht untergeordneter Stellenwert zu (Tab. 4).²⁸

In der inferenzstatistischen Überprüfung zeigte sich hinsichtlich der jeweils individuellen *Anzahl* von Anomalien (s. hierzu insbesondere auch die in den vorausgegangenen Fußnoten geschilderten Daten) laut H-Tests ein signifikanter Alterseffekt bei der Zahnunterzahl und der Dystopie von „8ern“ in der Weise, dass in den „jüngeren“ Altersgruppen diese Anzahl erhöht war. Wichtiger und auch eindeutiger waren mithin die Ergebnisse der χ -Quadrat-Tests zur möglichen Koppelung der gegebenen Altersstufen und der „relativen“ *Häufigkeit* der Anomalien, also zur Frage „Anomalie/n – unabhängig von deren individueller Anzahl - überhaupt vorkommend versus nicht vorkommend“: Hier zeigten sich signifikante Effekte bei der diagnostizierten Nichtanlage (gehäuft bei den Jüngeren), der Unterzahl (wiederum gehäuft bei Jüngeren), bei fehlenden Weisheitszähnen (gehäuft bei Älteren), sowie bei Dystopien der „8er“ und Dystopien der übrigen Zähne (jeweils gehäuft bei den Jüngeren) (s. auch Abb. 9-15 zu den zugrundeliegenden Häufigkeitsdarstellungen auf prozentualer Basis).

²⁵ Bei dieser Subgruppe der Untersuchten mit fehlenden Weisheitszähnen handelte es sich zu 59,3 % um ein Fehlen aller oder von drei Weisheitszähnen und zu 40,7 % um ein Fehlen von 1-2 Weisheitszähnen.

²⁶ 77,5 % dieser Subgruppe.

²⁷ In der individuellen Betrachtung dominierte die Involvierung von 1-2 Zähnen (87,4 % dieser Subgruppe von n=127 Patienten).

²⁸ Einmalige Anomalie: 70,8 % dieser Subgruppe, 2 Anomalien: 4,2 %, „Rest“ 3 Anomalien.

3.1.2 Pathologische Befunde

Für die diagnostizierten pathologischen Befunde und deren Ausprägungen (s. Kap. 2.2.3 zu ausführlicheren Hinweisen zu diesen Kriteriumsvariablen und zu ihrer Erhebung) resultierten die in den nachfolgenden Tab. 5-6 und in den Abb. 16 bis 28 dargestellten Daten.

Tab. 5: Übersicht zur Anzahl pathologischer Befunde (hier: kariöse Zähne, Zähne mit Zerstörung/Wurzelresten sowie mit veränderten Wurzelspitzen, Knochenabbaustellen) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe der betroffenen Patienten (N), des zentralen Kennwertes und der zugehörigen Dispersion (MW, SA)

Befund	Statistischer Kennwert	Altersgruppen und Fallzahl pro Altersgruppe								
		0-10, n=225	11-20, n=277	21-30, n=351	31-40, n=324	41-50, n=356	51-60, n=245	61-70, n=154	71-80, n=93	>80, n=12
Kariöse Zähne	N	174	230	325	257	271	201	117	78	8
	MW	3,30	4,55	5,25	3,26	3,45	3,30	2,91	3,47	5,13
	SA	2,14	3,25	3,71	2,30	2,12	2,07	1,59	2,01	3,64
	Min., Max.	1 12	1 19	1 19	1 16	1 13	1 15	1 9	1 10	3 14
Zerstörte Zähne / Wurzelreste	N	62	87	101	82	77	59	38	43	6
	MW	2,73	2,36	2,03	1,88	2,26	1,76	1,82	1,93	2,33
	SA	2,05	2,28	1,78	2,10	2,12	1,47	1,31	1,35	1,63
	Min., Max.	1 8	1 15	1 11	1 18	1 11	1 8	1 6	1 7	1 5
Veränderte Wurzelspitzen (bis 5 mm Durchmesser)	N	11	89	166	143	178	126	92	57	6
	MW	1,36	1,88	1,83	1,64	1,68	1,82	2,04	1,75	2,67
	SA	0,50	1,15	1,08	1,02	1,10	1,00	1,15	0,93	2,66
	Min., Max.	1 2	1 6	1 7	1 7	1 6	1 5	1 6	1 5	1 7
Veränderte Wurzelspitzen (> 5 mm Durchmesser)	N	2	31	45	35	39	41	20	13	3
	MW	1,00	1,45	1,40	1,20	1,15	1,29	1,35	1,38	1,33
	SA	0,00	0,77	0,75	0,58	0,43	0,72	0,49	0,65	0,58
	Min., Max.	1 1	1 4	1 4	1 4	1 3	1 4	1 2	1 3	1 2
Knochenabbau, vertik.	N	-	15	68	134	228	188	115	56	7
	MW	-	2,33	2,47	3,14	3,73	3,80	3,37	2,75	1,71
	SA	-	1,29	1,34	2,20	2,42	2,32	2,16	1,32	0,95
	Min., Max.	-	1 6	1 8	1 14	1 14	1 15	1 14	1 6	1 3
Knochenabbau, horiz.	N	-	61	239	311	343	232	140	81	11
	MW	-	5,38	7,07	8,87	9,75	9,00	8,64	8,79	6,00
	SA	-	2,92	4,13	5,07	5,29	4,83	4,98	5,21	3,95
	Min., Max.	-	1 13	1 29	1 32	1 30	1 28	1 28	1 26	1 13
Knochenabbau, zirk.	N	-	3	11	41	68	73	41	12	2
	MW	-	2,33	2,82	2,27	2,69	2,63	2,78	3,00	2,00
	SA	-	1,53	1,66	1,05	1,79	2,00	2,13	1,35	0,00
	Min., Max.	-	1 4	1 6	1 6	1 11	1 16	1 13	1 6	2 2

Tab. 6: Übersicht zur Anzahl pathologischer Befunde (hier: verschiedenartige Kieferhöhlenveränderungen, z.B. polypöse Wucherungen im Bereich des Sinus maxillaris; ferner Zähne mit insuffizienten Kronenrändern, Wurzelfüllungen und Füllungen) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe der betroffenen Patienten (N), des zentralen Kennwertes und der zugehörigen Dispersion (MW, SA)

Befund	Statistischer Kennwert	Altersgruppen und Fallzahl pro Altersgruppe								
		0-10, n=225	11-20, n=277	21-30, n=351	31-40, n=324	41-50, n=356	51-60, n=245	61-70, n=154	71-80, n=93	>80, n=12
Veränderungen der Kieferhöhle, nur einseitig	N	32	36	60	54	56	51	15	14	1
	MW	1,00	1,00	1,00	1,02	1,00	1,02	1,00	1,00	1,00
	SA	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,00	-
	Min., Max.	1 1	1 1	1 1	1 2	1 1	1 2	1 1	1 1	-
Veränderungen der Kieferhöhle, beidseitig	N	7	9	16	9	17	14	9	2	-
	MW	1,00	1,11	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
	SA	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	Min., Max.	1 1	1 2	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	-
Insuffiziente Kronenränder	N	-	1	19	53	93	97	51	23	2
	MW	-	2,00	2,05	2,17	1,97	2,03	2,24	1,39	5,00
	SA	-	-	1,99	1,49	1,52	1,36	1,39	0,50	1,41
	Min., Max.	-	-	1 9	1 7	1 7	1 7	1 6	1 2	4 6
Insuffiziente Wurzelfüllungen	N	1	37	98	113	130	96	61	33	4
	MW	1,00	1,35	1,45	1,55	1,63	1,67	1,93	1,85	1,00
	SA	-	0,59	0,72	0,92	0,96	1,02	1,33	1,33	0,00
	Min., Max.	-	1 3	1 4	1 5	1 6	1 6	1 7	1 7	1 1
Insuffiziente Füllungen	N	32	48	104	111	121	84	48	20	3
	MW	2,50	1,60	1,91	1,79	1,90	2,04	1,81	1,95	1,67
	SA	1,72	0,76	1,27	1,03	1,29	1,21	0,96	0,89	0,58
	Min., Max.	1 8	1 4	1 8	1 7	1 7	1 6	1 5	1 4	1 2
Zähne: Platzmangel	N	178	78	38	12	4	1	1	-	-
	MW	2,80	2,31	2,18	1,42	1,50	1,00	1,00	-	-
	SA	1,70	1,23	1,39	0,67	0,58	-	-	-	-
	Min., Max.	1 16	1 8	1 8	1 3	1 2	-	-	-	-

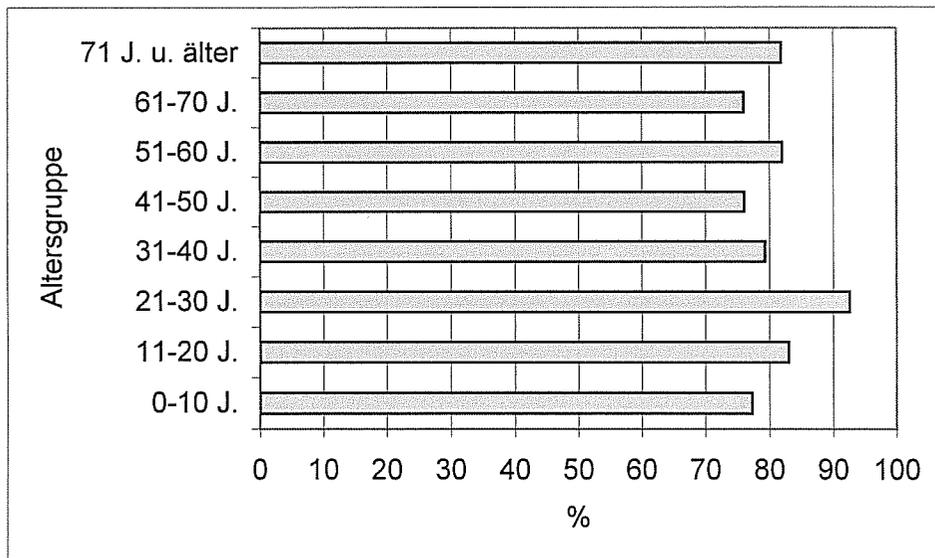


Abb. 16: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: kariöse Zähne) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

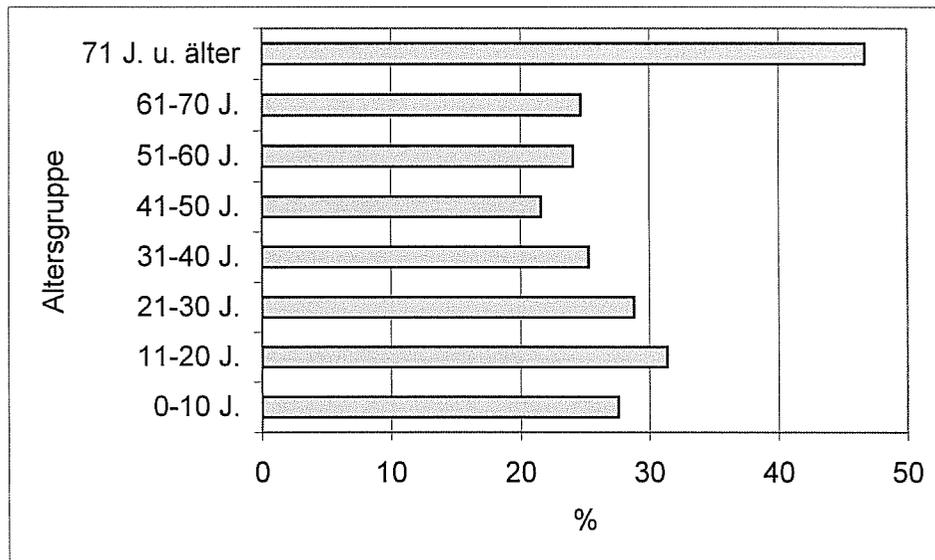


Abb. 17: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: zerstörte Zähne / Wurzelreste) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

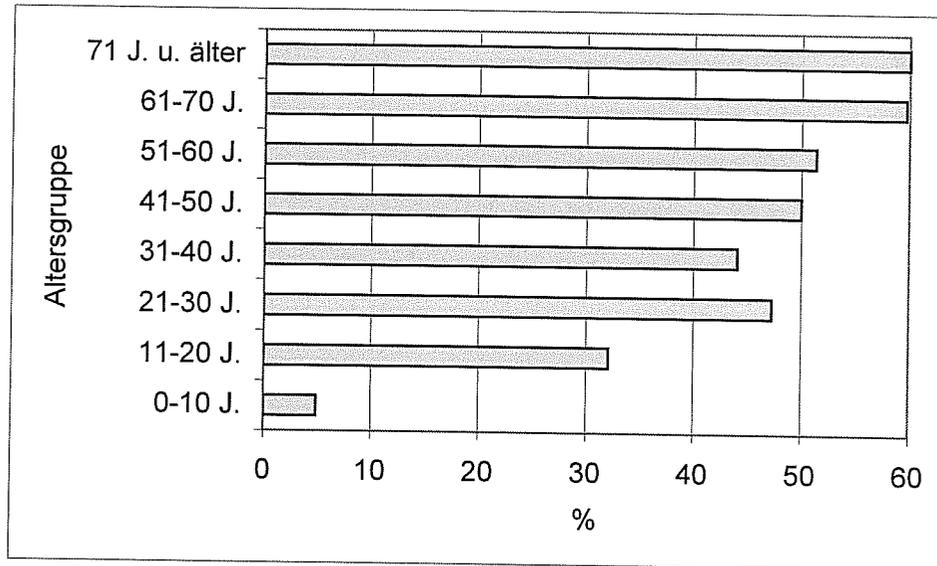


Abb. 18: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: veränderte Wurzelspitzen, bis 5 mm Durchmesser) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

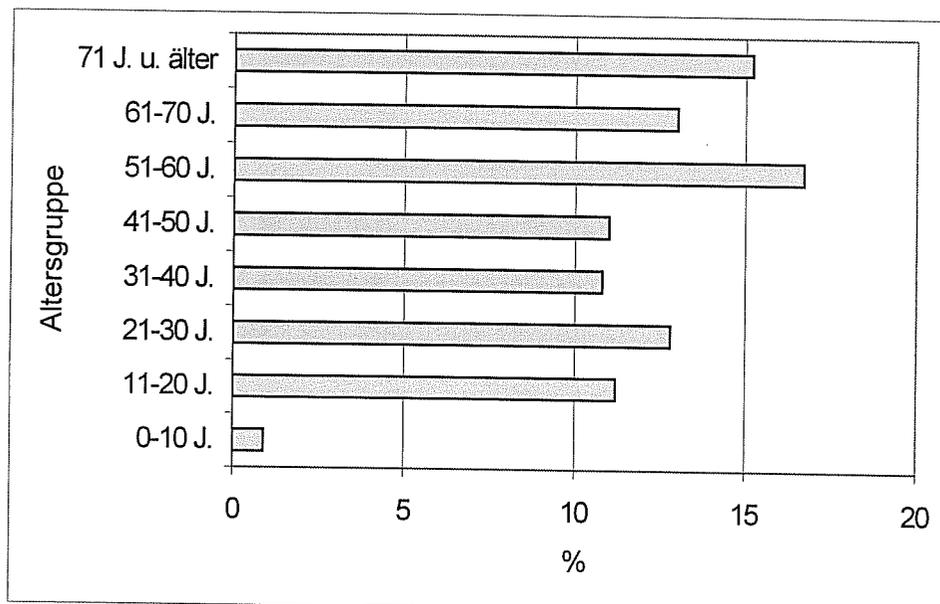


Abb. 19: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: veränderte Wurzelspitzen, ≥ 5 mm Durchmesser) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

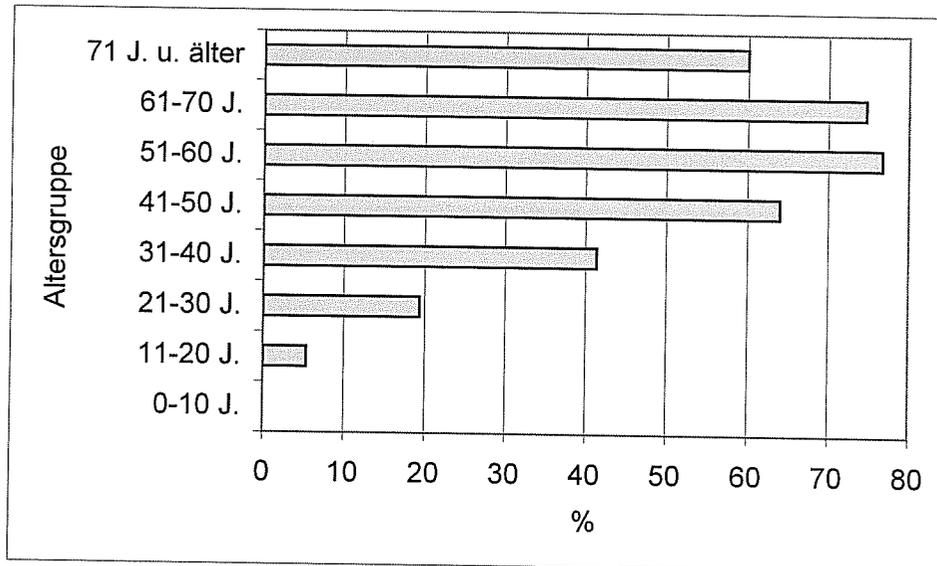


Abb. 20: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: Knochenabbau, vertikal) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

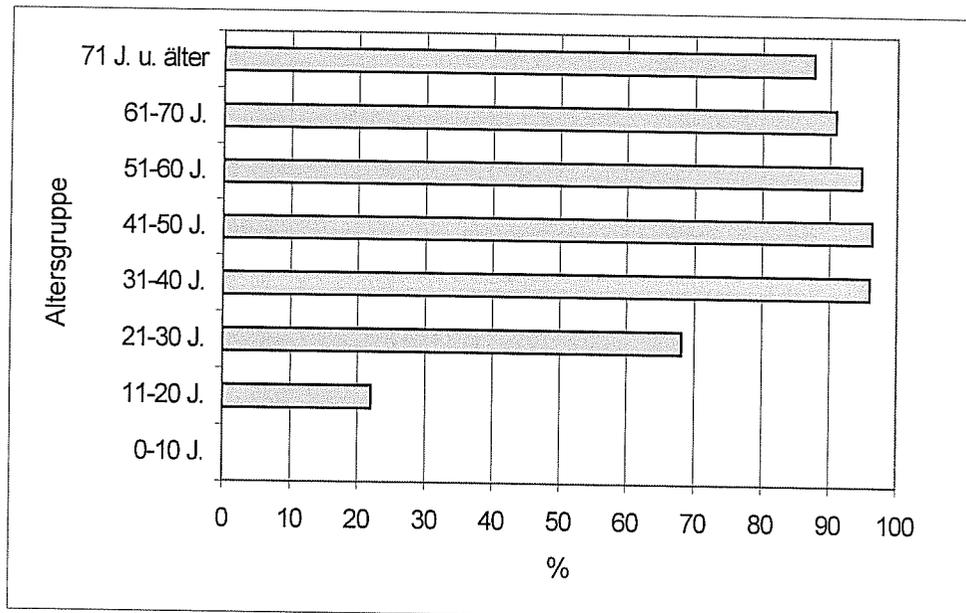


Abb. 21: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: Knochenabbau, horiz.) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

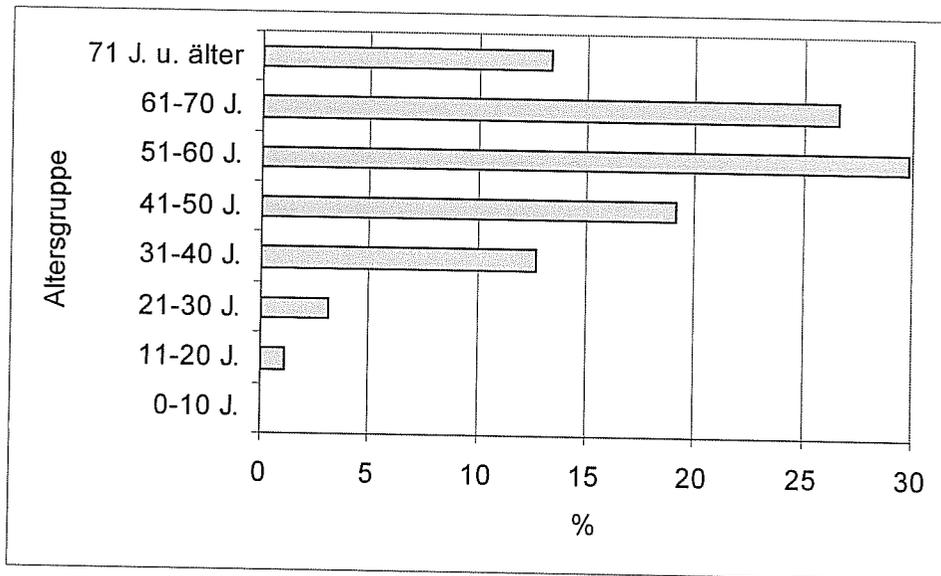


Abb. 22: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: Knochenabbau, zirk.) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

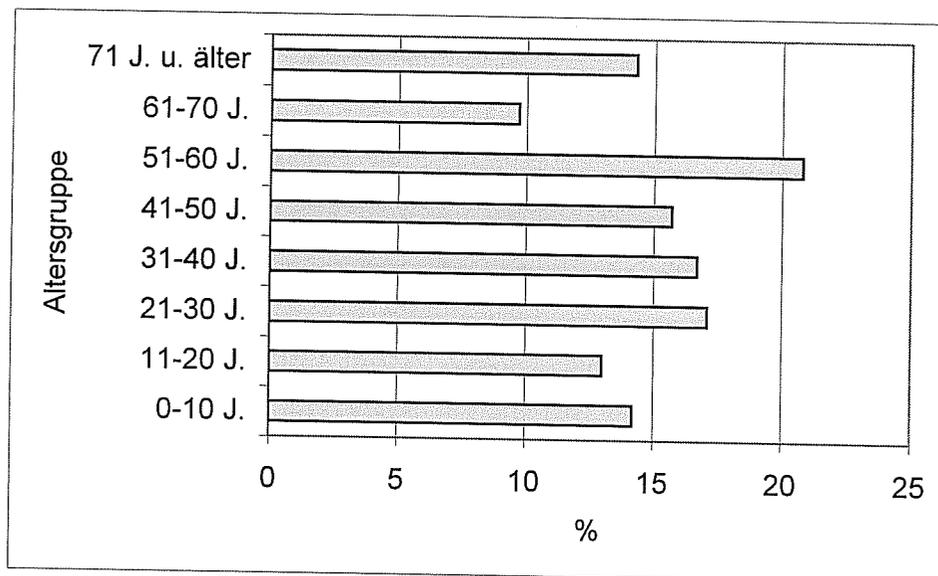


Abb. 23: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: Veränderungen der Kieferhöhle, nur einseitig) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

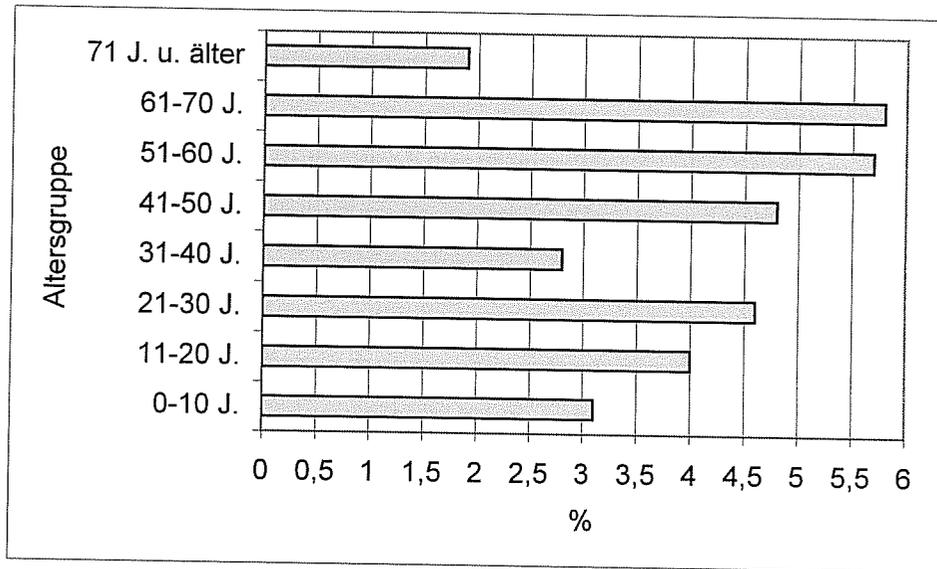


Abb. 24: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: Veränderungen der Kieferhöhle, beidseitig) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

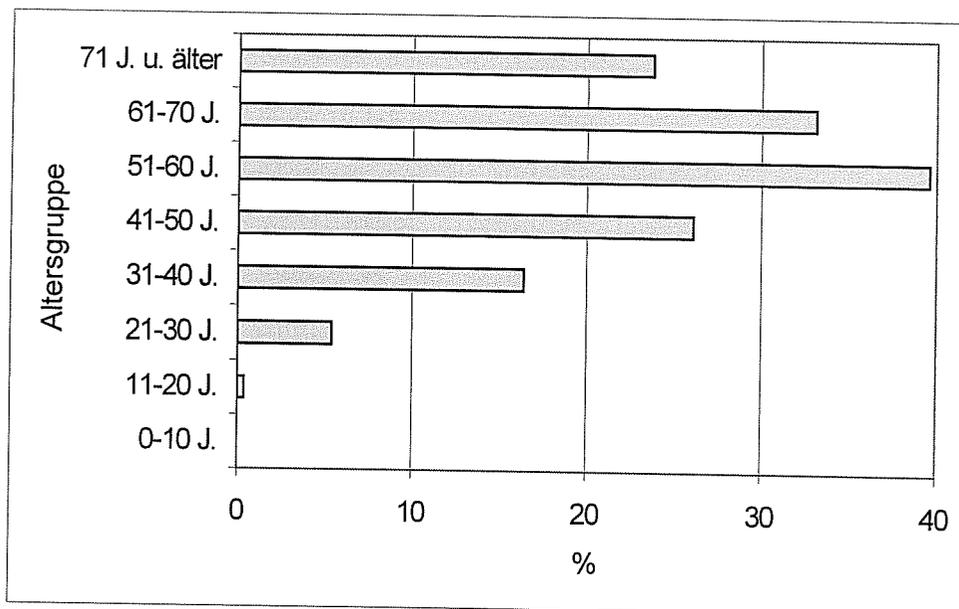


Abb. 25: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: insuffiziente Kronenränder) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

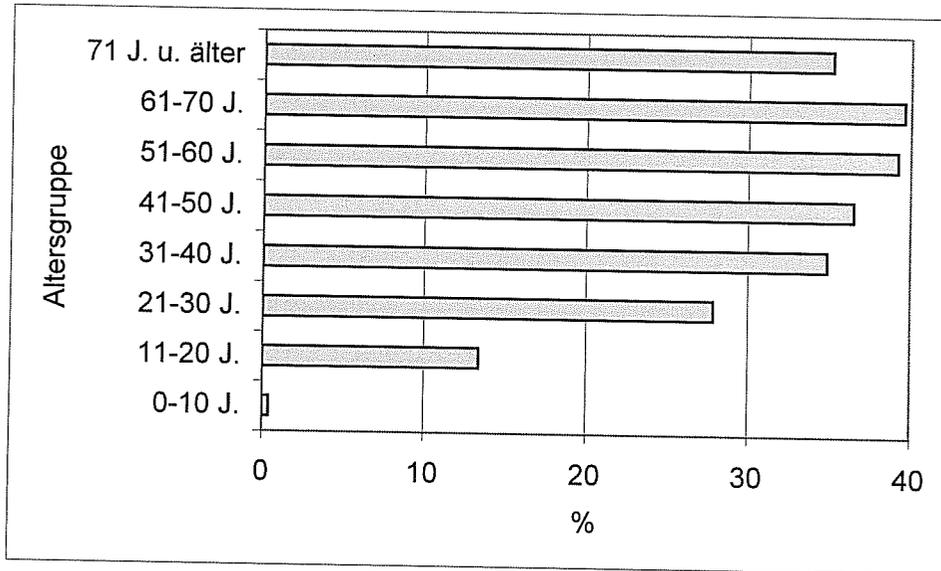


Abb. 26: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: insuffiziente Wurzelfüllungen) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

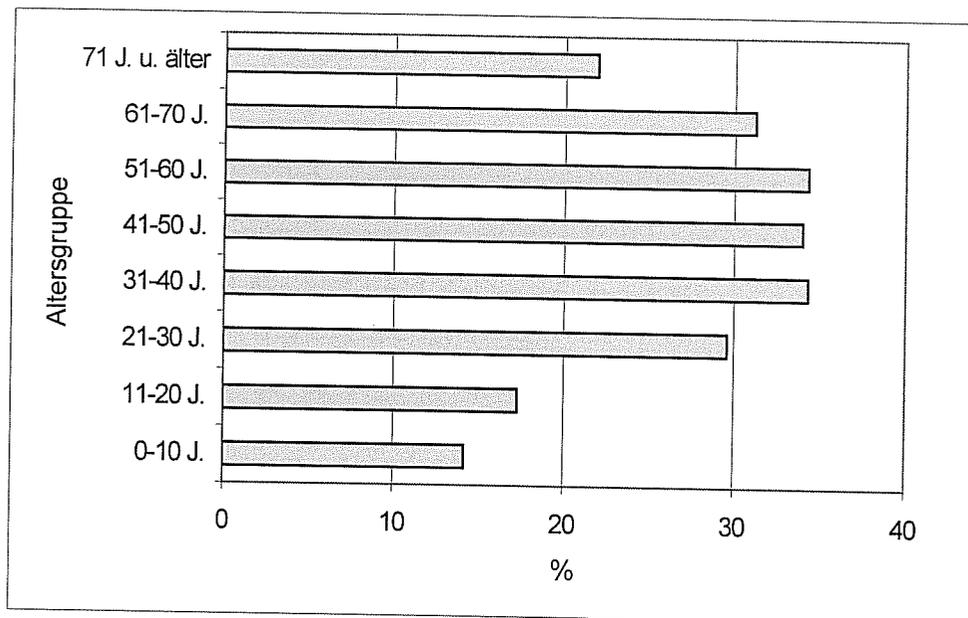


Abb. 27: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: insuffiziente Füllungen) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

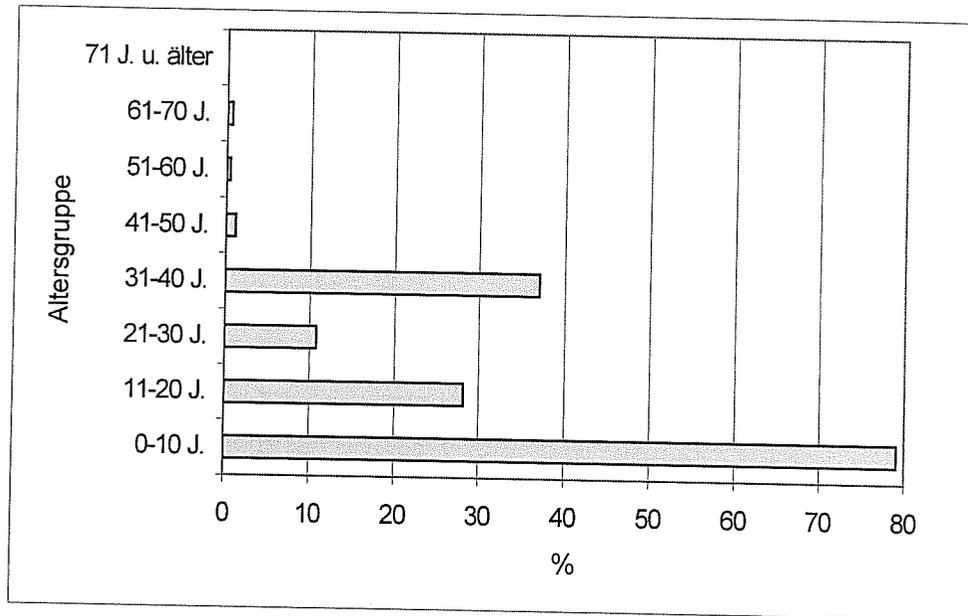


Abb. 28: Vorhandensein von pathologischen Befunden (hier: Zähne: Platzmangel) in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe des Prozentsatzes betroffener Patienten für die jeweilige Altersgruppe

Die pathologischen Befunde (s. Tab. 5 ff., Abb. 16 ff.) bildeten die größte OPG-Befundgruppe und überwogen die weiter oben dargestellten Anomalien deutlich. Ein wichtiges Indiz für den Pflegezustand eines Gebisses wird durch die Kariesfrequenz repräsentiert. Kariöse Zähne (gut erkennbare Dentinkaries) konnten dabei häufig diagnostiziert werden. Anhand dieser Diagnose wie auch auf der Grundlage der anderen Einzelbefunde ließ sich die jeweilige Morbidität der verschiedenen Altersgruppen eindeutig quantifizieren.²⁹ Gipfel der Kariesfrequenz waren in den jüngeren Jahrgängen, bei den 11-20jährigen und 21-30jährigen Patienten, gegeben, wobei bis zu 19 kariöse Zähne eruiert wurden (Tab. 5, Abb. 16). Im Falle kariöser Läsionen im Schmelzbereich muss mithin darauf hingewiesen werden, dass sich hierfür auch vorliegend Bissflügelaufnahmen besser als das OPG eignen.³⁰

²⁹ Siehe hierzu die inferenzstatistischen Überprüfungen unter Einbeziehung des Altersfaktors, die weiter unten folgen.

³⁰ Man kann die Karieserkennung gleichsam als „willkommenen Nebeneffekt“ bei der Auswertung von Orthopantomogrammen ansehen, so dass manchmal auch die Anfertigung der Bissflügelaufnahmen entbehrlich wird. Allerdings kann die Indikation für die Erstellung der Übersichtsaufnahmen nie allein in der Kariesdiagnostik liegen.

Zerstörte Zähne konnten mittels OPG insoweit eindeutig identifiziert werden, als hier all jene Zähne aufgenommen worden waren, deren klinische Krone einen Zerstörungsgrad von mindestens 80 % aufwies, also zumeist weniger als 20 % der anatomischen Krone einen Röntgenshatten ergab. Ganz oder teilweise von Schleimhaut bedeckte Wurzelreste ließen sich im OPG in unterschiedlicher Anzahl und Größe ebenfalls recht häufig entdecken (Tab. 5, Abb. 17). Auf diese Weise konnte eine gute Kontrolle der Leerkieferabschnitte bei der Versorgung mit Zahnersatz erreicht werden. Auch veränderte Wurzelspitzen wurden häufiger entdeckt, wobei verständlicherweise die Identifizierung pathologisch veränderter Wurzelspitzen mit einem Durchmesser bis 5 mm im Vergleich zu Wurzelspitzen mit einem Durchmesser größer als 5 mm überwog (Tab. 5, Abb. 18-19). Bei den Veränderungen handelte es sich eindeutig um Zonen geringerer Röntgendichte mit einer eindeutigen Begrenzung. Zusammen mit den Aussagen über die Kariesfrequenz und fehlende Zähne können mittels OPG brauchbare Morbiditätsaussagen für verschiedene Patientengruppen abgeleitet werden. Für die hier durchgeführte Untersuchung waren dabei gerade für die Gruppen jüngeren Lebensalters Rückschlüsse auf Defizite zu ziehen.

Charakteristische Veränderungen im Verlauf des Limbus alveolaris lassen auf pathologische Zustände am Parodont schließen. Vorliegend wurde zwischen horizontalem, vertikalem und zirkulärem Knochenabbau unterschieden. Insgesamt hatten Knochenabbauprozesse erst in den mittleren bis höheren Altersgruppen Relevanz inne; bei den jüngsten Probanden fehlten sie verständlicherweise völlig. Der horizontale Verlauf wurde am häufigsten vorgefunden und ließ sich mithin am besten beurteilen, aber auch die Darstellung großer in die Tiefe reichender Prozesse konnte einen guten Überblick über die Schwere der Erkrankung vermitteln (Tab. 5, Abb. 20-22). Wenn man bei der Beurteilung der zirkulären Taschentiefen das OPG zu Rate zieht, wird man projektionsbedingt selten Befunde erhalten, die den tatsächlichen klinischen Zuständen entsprechen. Deswegen wurde der Befund „vertikaler Knochenabbau“, ebenso wie „zirkulärer Knochenabbau“, vorliegend auch in vergleichsweise wenigen Fällen bei klarer Erkennbarkeit gestellt.

Veränderungen der Kieferhöhle wurden, wie weiter oben bereits beschrieben, danach beurteilt, ob sie einseitig oder zweiseitig auftraten. Derartige Veränderungen lagen in den meisten Altersgruppen in mehr als 20 % der Fälle vor (Tab. 6, Abb. 23-

24). Das OPG konnte hier einen ersten Eindruck über den Zustand der Kieferhöhlen und der Kiefergelenke vermitteln, erlaubte jedoch keine genauere Diagnostik dieser anatomischen Bereiche. In jenen Fällen, in denen sich aus der klinischen Untersuchung und der speziellen Anamnese Verdachtsmomente für pathologische Prozesse ergaben, musste letztlich auf Spezialprojektionen zurückgegriffen werden, um die Diagnosefindung abzusichern. In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, dass polypöse Wucherungen im Sinus maxillaris, zumeist einseitig, häufiger festgestellt wurden und sich die alveoläre Bucht im OPG insgesamt gut beurteilen ließ, jedoch eine Aussage über den Sinus als Ganzes kaum machbar war.

Nach Pasler (1991, S. 4 ff.) erlaubt das OPG als einzige Röntgenaufnahme, in Schlussbissposition aufgenommen, eine differenzierte Beurteilung der Okklusion in Relation zur Kondylenposition. Da in der vorliegenden Arbeit die Aufnahmen alle in Kopfbissposition mit Hilfe einer Aufbissplatte erstellt wurden, war hier keine Positionsbestimmung der Kondylen, sondern nur deren morphologischer Gegebenheiten realisierbar.

Das OPG ist weiterhin in der Lage, iatrogene Veränderungen durch insuffiziente Wurzelfüllungen, Füllungen und Kronen aufzudecken. Gerade bei der Erstuntersuchung von Patienten ist eine Bestandsaufnahme von bis dahin durchgeführten zahnärztlichen Arbeiten im Hinblick auf die weitere Planung der Maßnahmen unerlässlich. Gemäß der hier durchgeführten Studie kam es doch relativ häufig zur Befundung ungenügender Restaurationen und insuffizienter Wurzelfüllungen (Tab. 6, Abb. 25-27). Eine Stufenbildung im approximalen Bereich bei Füllungen und Kronen ist bei der klinischen Untersuchung meist nur schwierig zu erfassen, jedoch konnte die OPG-Übersicht hier wichtige Hinweise liefern. Zur Erreichung der notwendigen Detailgenauigkeit dienten zusätzliche Bissflügel aufnahmen.

Die Prognose für marktote Zähne hängt im wesentlichen von der Qualität der Wurzelfüllung, bei größeren Restaurationen auch von der Länge und Lage eventuell vorhandener Stifte ab. Das OPG konnte hier einen generellen Überblick liefern. Zum Zwecke genauerer Diagnostik waren apikale Aufnahmen jedoch zusätzlich erforderlich.

Die inferenzstatistische Prüfung der erhobenen Daten (*Anzahlwerte* gemäß der Tab. 5 und 6) mittels Kruskal-Wallis-H-Tests zeigte, dass in bezug auf die Zahl kariöser Zähne ein signifikanter Alterseffekt gegeben war: Hier imponierte insbesondere die überproportional hohe Kariosität in den beiden Altersgruppen der 11-20jährigen und der 21-30jährigen Patienten. Als überzufällig erwies sich auch der Altersfaktor in bezug auf die Anzahl zerstörter Zähne / Wurzelreste, wobei hier sehr hohe Ausprägungen in den beiden „jüngsten“ Patientengruppen vorherrschten (0-10, 11-20 Jahre). Ferner standen Knochenabbauprozesse (vertikal, horizontal) und Lebensalter in signifikanter Koppelung. Die entsprechenden pathologischen Prozesse dominierten eindeutig in den Patientengruppen mit mittlerem bis höherem Lebensalter (31-40, 41-50, 51-60, sowie 61-70 bzw. 71-80 Jahre) (Tab. 5).³¹ Bei den „insuffizienten Wurzelfüllungen“ zeigten sich höhere Anzahlausprägungen tendenziell mit erhöhtem Lebensalter (allerdings noch nicht signifikantes Muster), bei den „insuffizienten Füllungen“ stach hingegen die Altersgruppe der 0-10jährigen mit einer auffallend hohen Anzahl hervor (aber wiederum insgesamt nonsignifikanter Alterseffekt). Überzufällig war dagegen der Alterseffekt im Fall der Kriteriumsvariable „Zähne: Platzmangel“: Hier fiel bereits in der deskriptiven Betrachtung die hohe Anzahl in den Patientengruppen mit einem niedrigen Lebensalter auf (besonders für die Gruppe 0-10, aber mit Einschränkungen auch für die Gruppen 11-20 und 21-30 Jahre) (Tab. 6).³²

Die Resultate der durchgeführten χ -Quadrat-Tests zur möglichen Koppelung der gegebenen Altersstufen und der „relativen“ Häufigkeit pathologischer Befunde, d.h. zur Fragestellung „Pathologische/r Befund/e – unabhängig von deren individueller Anzahl - überhaupt vorliegend versus nicht vorliegend“ differenzierten den erhobenen Sachstand folgendermaßen: Gehäuftes Auftreten veränderter Wurzelspitzen (bis 5 mm Durchmesser) zeigte sich in signifikanter Weise eher in den „älteren“ Patientengruppen³³, desgleichen galt für die Knochenabbauprozesse.³⁴ Auch das Auftreten

³¹ Auch hier basierten die statistischen Signifikanzschlüsse jeweils auf den durchgeführten H-Tests.

³² Die statistische Sicherung erfolgte auch bei diesen geschilderten Befunden jeweils anhand von H-Tests.

³³ Veränderte Wurzelspitzen (>5 mm) lagen ebenfalls eher bei den Älteren vor. Allerdings erwies sich die inferenzstatistische Koppelung laut χ -Quadrat-Test nicht als signifikant, was auch darauf zurückgeführt werden kann, dass die relativen Häufigkeiten (Befund vorliegend) insgesamt recht gering waren.

³⁴ Diese Knochenabbauprozesse spielten letztlich erst ab den Altersgruppen 31-40 bzw. 41-50 Jahre eine Rolle.

insuffizienter Kronenränder, insuffizienter Wurzelfüllungen und insuffizienter Füllungen war überzufällig mit dem Altersfaktor gekoppelt, und zwar dergestalt, dass die genannten pathologischen Befunde häufiger bei den Älteren vorlagen (dies betraf vorrangig die Altersgruppe 41-50 Jahre, teils aber auch schon die 31-40jährigen Patienten). Ein anderes signifikantes Muster konnte schließlich für die Variable „Zähne: Platzmangel“ ermittelt werden. Allerdings war hier eine deutlich erhöhte Wahrscheinlichkeit des generelles Auftretens dieses Befundes für die Jüngeren zu konstatieren (s. zu diesen Befunden auch jeweils die Deskription in den Abb. 16 ff.).

3.2 Aussagekraft und Relevanz der OPG-Aufnahmen

3.2.1 Aussagekraft

Die Aussagekraft der OPG-Aufnahmen wurde als „gut“, „mittel“ und „nicht ausreichend“ beurteilt (siehe Kap. 2.2.3 zur weiterführenden Begründung bzw. Beschreibung dieser drei Kategorien). Der Anteil von als nicht ausreichend einzuordnenden OPG-Aufnahmen war insgesamt recht gering (8,4 %), vice versa ließen sich die Aufnahmen weit überwiegend als gut oder mittel bewerten. In der gesamten Patientstichprobe wurden 56,2 % der Aufnahmen für gut befunden; bei knapp mehr als einem Drittel der Patienten wurde das OPG-Resultat immerhin noch als mittel bewertet. Damit war das Kriterium einer übersichtlichen Darstellung aller Kieferanteile mehrheitlich erreicht worden und im Hinblick auf die Indikation ließen sich eindeutige Hinweise für Diagnose und Therapie ableiten.

Allerdings bestand eine klar erkennbare Koppelung der Beurteilungen mit dem Altersfaktor: Bei den Älteren war der Anteil nicht ausreichender Aufnahmen deutlich höher als bei den Jüngeren; die mit Abstand besten Aufnahmequalitäten waren in den Patientengruppen mit einem Lebensalter von maximal 20 Jahren erreicht worden (s. Tab. 7, Abb. 29 mit proportionaler Betrachtung). Diese Koppelung (Altersgruppe-Beurteilung) war dabei nicht nur deskriptiv auffällig, sondern erwies sich auch laut χ -Quadrat-Test als statistisch signifikant.³⁵

³⁵ Dass bei jüngeren Patienten mehr Orthopantomogramme als gut eingestuft werden konnten als bei älteren, liegt darin begründet, dass bei zunehmender Karies und bei beginnenden

3.2.2 Zusätzliche Aufnahmen

Die ermittelten Befunde zur Notwendigkeit von zusätzlichen Aufnahmen gehen aus der nachfolgenden Tab. 8 und der Abb. 30 hervor. Die Tab. 8 umfasst die absoluten Häufigkeiten, während die Abb. 30 eine proportionale Veranschaulichung darbietet.

Tab. 8: Notwendigkeit zusätzlicher Aufnahmen in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe der jeweiligen Fallzahlen (N) für erforderliche versus nicht erforderliche Zusatzaufnahmen

Zusätzliche Aufnahme/n	Altersgruppen und Fallzahl pro Altersgruppe								
	0-10, n=225	11-20, n=277	21-30, n=351	31-40, n=324	41-50, n=356	51-60, n=245	61-70, n=154	71-80, n=93	>80, n=12
Erforderlich	176	150	202	197	228	161	105	57	9
Nicht erforderlich	49	127	149	127	128	84	49	36	3

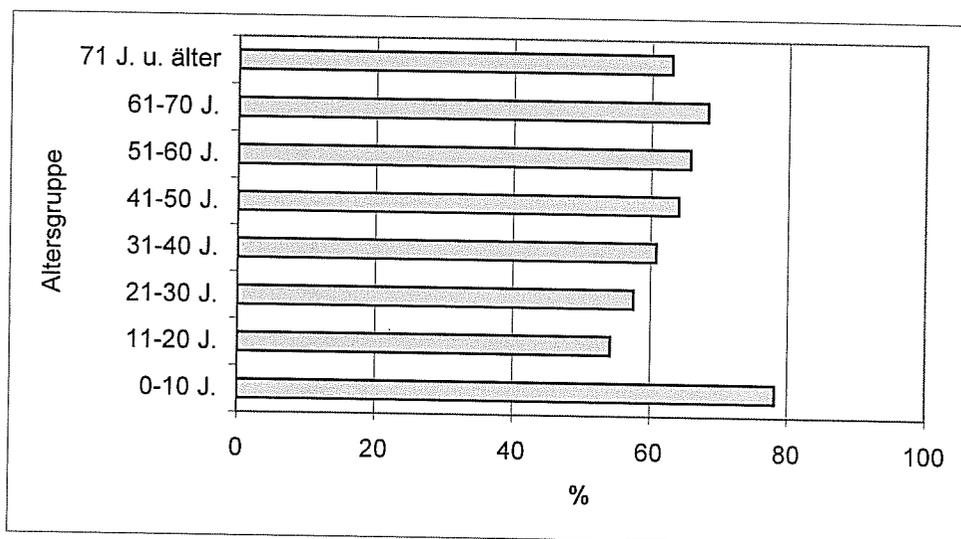


Abb. 30: OPG-Erweiterung: Prozentsatz notwendiger Zusatzaufnahmen für die jeweilige Altersgruppe

Wie der vorausgehenden Deskription entnommen werden kann, waren zusätzliche Aufnahmen durchaus häufig erforderlich. In der gesamten Stichprobe (N=2037) betraf dies 1285 Fälle, was einem Anteil von 63,1 % entsprach. In den einzelnen Altersgruppen variierte dieser Anteil zwischen 54,2 (11-20 Jahre) und 75 % (>80 Jahre); die Koppelung von Altersfaktor und der Erfordernis zusätzlicher Aufnahmen (ja versus nein) erwies sich dabei als noch signifikant (Ergebnis des χ -Quadrat-Tests). Überwiegend handelte es sich um apikale Zahnrontgenbilder, aber auch um Bissflügel-aufnahmen, wegen deren Überlegenheit in der Detailerkennbarkeit. Auch bei Veränderungen im Bereich der Kiefergelenke war ohne zusätzliche Aufnahmen keine Abklärung möglich.³⁶

Mit zunehmendem Alter wurden tendenziell mehr Zusatzaufnahmen erforderlich; mit-hin stachen auch die jüngsten Patienten hier mit einem hohen Anteil notwendiger Zusatzaufnahmen hervor (Tab. 8, Abb. 30). Erstgenannter Befund erklärt sich auch daraus, dass bei älteren Patienten immer häufiger periapikale pathologische Befunde erkennbar sind, die noch weiterer Zielaufnahmen mit besserer Detailerkennbarkeit bedürfen. Gleiches gilt bei dem Verdacht auf Karies für noch anzufertigende Bissflü-gelaufnahmen. Bei den kieferorthopädisch zu behandelnden Kindern sind Über-sichtsaufnahmen als obligatorisch zu bewerten, wobei sich zur Erstellung einer um-fassenden Diagnose und Therapieplanung jedoch meist noch Fernrontgenbilder und manchmal auch Handrontgenaufnahmen als nötig erwiesen.

3.3. Inkrementeller Nutzwert (weiterführende Behandlungen)

Es wurde erfasst, inwieweit die Auswertung der OPG-Aufnahmen zusätzliche Hin-weise für die Karies- und Endodontiebehandlung, die Therapie von Parodontopathien und kieferorthopädische Maßnahmen erbrachte. Die entsprechenden Befunde wer-den in der nachfolgenden Tab. 9 auf Grundlage der absoluten Häufigkeiten darge-stellt sowie in den Abb. 31-35 aus proportionalem Blickwinkel veranschaulicht.

³⁶ Beispielsweise Zusatzaufnahmen nach dem Schüller-Modus. Vgl. hierzu auch Dixon (1995), sowie Pullinger und Hollender (1985).

Tab. 9: Weiterführende Beurteilung der OPG-Aufnahmen in der nach Altersgruppen geordneten Stichprobe: Angabe der jeweiligen Fallzahlen (N) für die Erbringung zusätzlicher Hinweise (Mehrfachnennungen möglich)

OPG erbrachte zusätzliche Hinweise für:	Altersgruppen und Fallzahl pro Altersgruppe								
	0-10, n=225	11-20, n=277	21-30, n=351	31-40, n=324	41-50, n=356	51-60, n=245	61-70, n=154	71-80, n=93	>80, n=12
Endodontiebehandlung	20	87	158	172	175	124	82	51	8
PA-Therapie	-	53	198	234	225	157	102	65	10
Kieferorthopädische Behandlung	2	25	13	4	1	1	-	-	-
Prothetische Maßnahmen	1	68	99	51	67	32	12	8	2
Chirurgische Maßnahmen	140	126	151	138	149	117	57	30	3

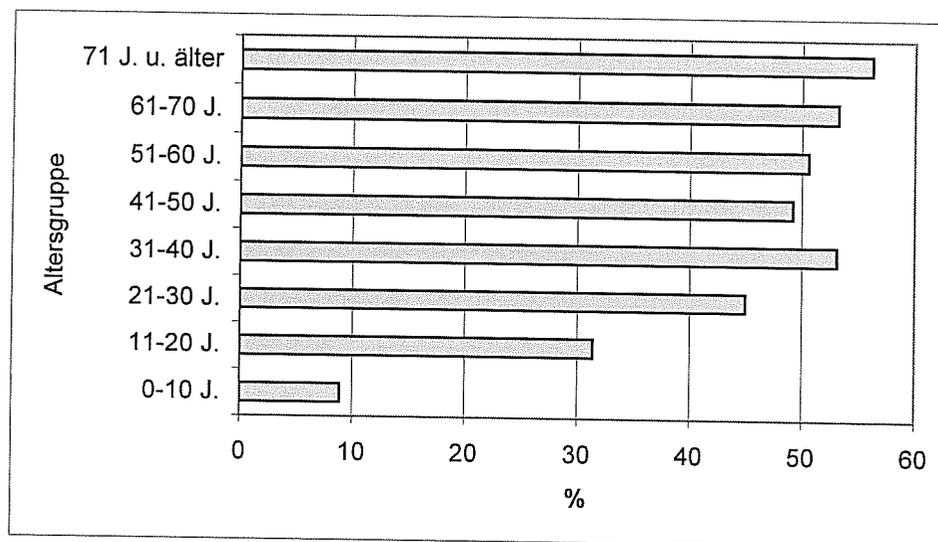


Abb. 31: Weiterführender Nutzwert des OPG: Prozentsatz der Erbringung zusätzlicher Hinweise für eine Endodontiebehandlung in den jeweiligen Altersgruppen

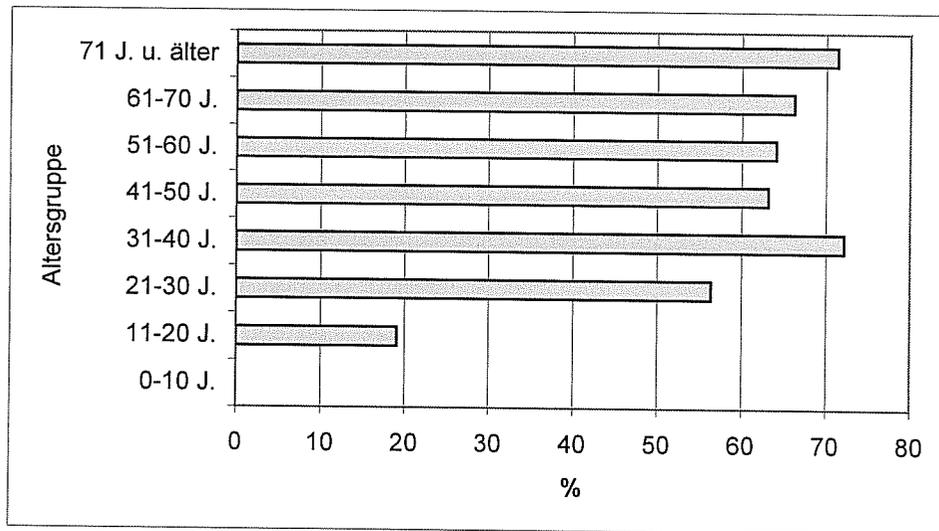


Abb. 32: Weiterführender Nutzwert des OPG: Prozentsatz der Erbringung zusätzlicher Hinweise für eine PA-Therapie in den jeweiligen Altersgruppen

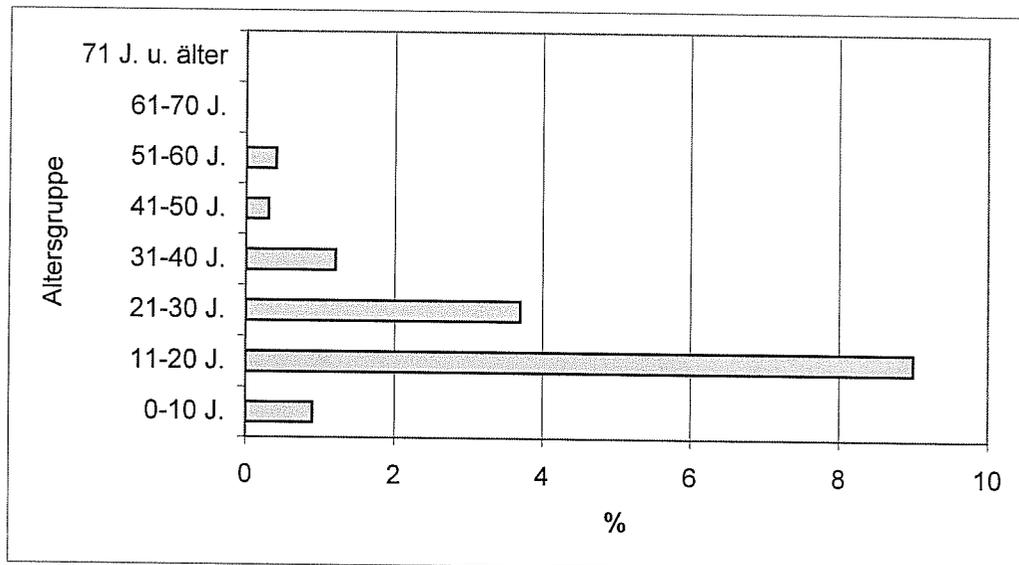


Abb. 33: Weiterführender Nutzwert des OPG: Prozentsatz der Erbringung zusätzlicher Hinweise für eine kieferorthopädische Behandlung in den jeweiligen Altersgruppen

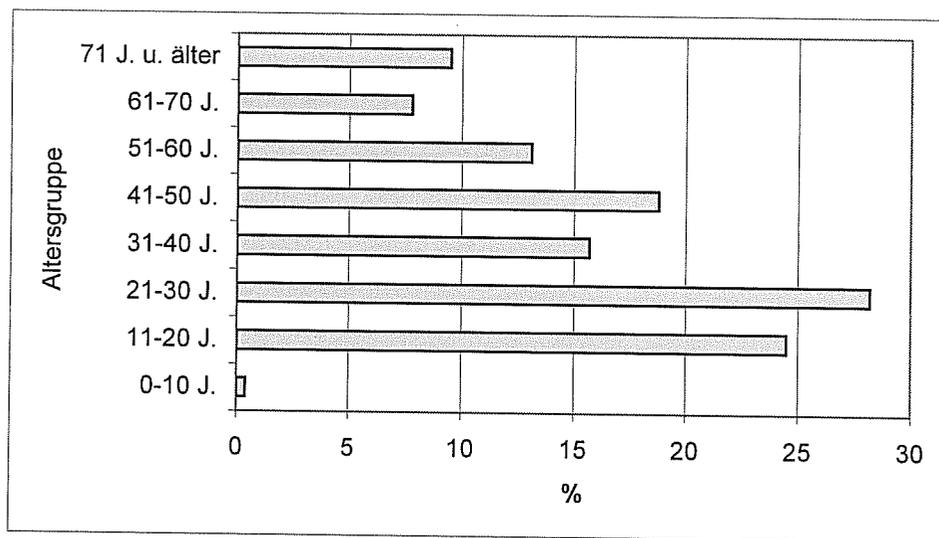


Abb. 34: Weiterführender Nutzwert des OPG: Prozentsatz der Erbringung zusätzlicher Hinweise für prothetische Maßnahmen in den jeweiligen Altersgruppen

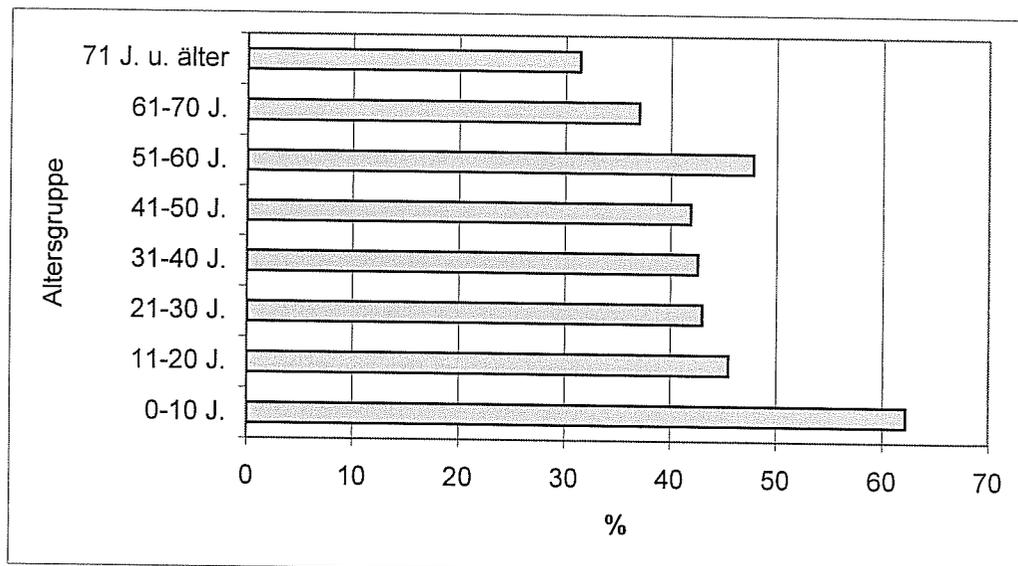


Abb. 35: Weiterführender Nutzwert des OPG: Prozentsatz der Erbringung zusätzlicher Hinweise für chirurgische Maßnahmen in den jeweiligen Altersgruppen

Wie den vorausgehenden Deskriptionen entnommen werden kann, zeigte die Ableitung zusätzlicher OPG-Hinweise in den verschiedenen Altersgruppen eine teils extrem unterschiedliche Verteilung. Die hierfür berechneten χ -Quadrat-Tests erwiesen sich folgerichtig als überzufällig. Relativ häufig war die Notwendigkeit einer Endodontiebehandlung zusätzlich zur Ausgangsindikation gegeben. Diese wiederum war in spezifischer Weise mit dem Altersfaktor gekoppelt; d.h. bei älteren Patienten schloss sich weitaus häufiger als bei den jüngeren eine derartige Behandlung an (Tab. 9, Abb. 31). Dabei handelte es sich oftmals um unversorgte Zähne mit deutlich sichtbarem apikalen Befund oder solche mit insuffizienten Wurzelfüllungen. Eine andere Gruppe bildeten Zähne, bei denen Karies zweifelsfrei bis an die Pulpa heranreichte.³⁷

Bereits ab der Altersgruppe 21-30 Jahre konnte vorliegend eine zunehmende Behandlungsbedürftigkeit von Parodontopathien als OPG-„Zusatzeffekt“ festgestellt werden. Diese Behandlungsbedürftigkeit lag je nach Alter teils sogar höher als 70 % (Tab. 9, Abb. 32). Das OPG zeigte sich in der Lage, die unterschiedlichen Formen pathologischer Knochenveränderungen wie Höhen- und Seitenabbau darzustellen. Die genauen Verhältnisse am einzelnen Zahn lassen sich zwar besser von Zahnfilmen wiedergeben, jedoch erwies sich die Übersichtlichkeit eines OPG im Vergleich zu einem Parodontal-Röntgenstatus von bis zu 14 Einzelbildern als ungleich vorteilhafter.

Zudem bestätigte sich einmal mehr, dass das OPG auch für kieferorthopädische Ziele ein wichtiges Hilfsmittel darstellt. In der durchgeführten Untersuchung waren bei ursprünglich anderer Indikation aus dem angefertigten Bild nicht selten Hinweise für eine kieferorthopädische Behandlung zu entnehmen. Dies betraf mit 9 % dieser Fälle vor allem die Altersgruppe 11-20 Jahre; bei den Älteren traten hingegen solche Hinweise in weitaus geringerem Maße auf bzw. waren bei über 61jährigen Patienten naturgemäß nicht mehr anzutreffen (Tab. 9, Abb. 33).

³⁷ Übersichtsaufnahmen wurden, wie bereits weiter oben in dieser Arbeit umrissen, natürlich nicht speziell für die Indikation Kariesbehandlung geschaffen. Gleichwohl ließen sich mittels OPG in diesem Bereich, teils quasi als „Nebenprodukt“, wichtige Beobachtungen erstellen. Das OPG vermochte dabei auch gute Dienste bei der Überprüfung scheinbar rezidivfreier zahnärztlicher Restaurationen zu leisten.

Zusätzliche OPG-Hinweise für eine prothetische Behandlung lagen ab der Altersgruppe 11-20 Jahre in nennenswertem Umfang vor; in der Altersgruppe 0-10 Jahre belief sich der entsprechende Anteil nur auf 0,4 %. Der höchste Anteil (28,2 %) wurde hier für 21-30jährige Patienten ermittelt (Tab. 9, Abb. 34); in den übrigen Altersgruppen stellte mithin die Planung von Zahnersatz häufig schon die Ausgangssituation des OPG-Einsatzes dar (s. auch Kap. 2.1.3). Im Bereich chirurgischer Maßnahmen war der weiterführende Nutzwert des OPG stark ausgeprägt: Je nach Altersgruppe erbrachte das OPG teils in mehr als 60 % der Fälle Zusatzhinweise für eine chirurgische Intervention über die vorausgegangene Untersuchung bzw. Indikation hinaus (Tab. 9, Abb. 35).³⁸

³⁸ Bei den ganz jungen Patienten (Altersgruppe bis maximal 10 Jahre) ergaben sich dabei häufiger Hinweise für die chirurgische Behandlung wegen vorliegender Milchzahnwurzelreste.

4. Diskussion

Für die Zwecke der zahnmedizinischen Diagnose ist neben der gründlichen klinischen Untersuchung von Patienten die Röntgenaufnahme wichtig. Das OPG weist dabei sicherlich eine hohe diagnostische Relevanz auf, da es im Unterschied zu „konventionellen“ Aufnahmen einen zusammenfassenden Überblick des gesamten Kauapparates, also nicht nur der Zahnreihen, sondern auch der Kiefer mit den Kiefergelenken sowie der angrenzenden Regionen wie etwa der Kieferhöhlen, bietet (Rushton und Horner 1996).

Mittels OPG können umfassende Aussagen über die Entwicklung und Schäden der Zähne sowie über mögliche Anomalien und pathologische Prozesse in der gesamten Oralregion in hinsichtlich des erforderlichen Arbeits- und Zeitaufwandes vertretbarer Weise abgeleitet werden. Das OPG erbringt somit eine beträchtliche diagnostische Differenzierung für zahnmedizinische Interventionen, weshalb in der internationalen wissenschaftlichen Diskussion die intensive Nutzung dieses Verfahrens immer wieder reflektiert wurde (vgl. etwa Legg 2005; Mattila 1984; Molander 1996; Rushton et al. 2002).

Trotz des diagnostischen OPG-Potenzials müssen jedoch auch eine Reihe von Einschränkungen vergegenwärtigt werden. So können beispielsweise bestimmte pathologische Prozesse, die mit maximaler Bildschärfe wiedergegeben werden sollen, aus verfahrensbedingten Gründen nicht hinreichend abgeleitet werden. Derartige Einschränkungen lassen sich unter dem Begriff „geometrische Probleme“ subsumieren. Neben technischen Fehlern der Gerätschaft sind darüber hinaus aber auch Bedienungsfehler und mangelnde Vertrautheit der Anwender als Ursachen für OPG-Artefakte oder Fehlaussagen in Betracht zu ziehen (Anwendungs- und „Prozessfaktoren“).

Konsistent mit der Forschungsliteratur ist allerdings davon auszugehen, dass eine adäquate Anwenderschulung solche Artefaktrisiken wesentlich reduzieren kann (Farman et al. 1983; Rudzik und Rottke 1984). Auf diese Voraussetzung wurde in der vorliegenden Untersuchung selbstverständlich größter Wert gelegt, was mit Be-

stimmtheit zu der insgesamt zufrieden stellenden Qualität der Aufnahmen beisteuerte.³⁹

Trotz der bislang in der wissenschaftlichen Literatur dargelegten Einsatzbereiche der OPG-Technik muss doch kritisch eingeräumt werden, dass die Aussagen hinsichtlich der Potenziale – wie auch der Restriktionen – dieser Technik überwiegend auf Basis recht begrenzter Fallzahlen bzw. Untersuchungszeiträume erfolgten. Daher sollten im Rahmen der hier durchgeführten Untersuchung langfristige Erfahrungen mit einem umfassenden Datenmaterial wiedergegeben werden. Abgezielt wurde neben den allgemeinen Befunden (genereller Oralstatus) auf Anomalien, pathologische Befunde sowie auf eine Bewertung der Aussagekraft der Aufnahmen und deren Eignung für die Beibringung zusätzlicher, also über die ursprüngliche Indikation hinaus gehender Therapiehinweise.

Dazu wurden Orthopantomogramme von n=2037 Patienten, bei denen es sich um Fälle aus der eigenen Praxis des Verfassers handelte (Erstuntersuchungen), über einen Zeitraum von insgesamt 11,6 Jahren mit einem Siemens-Orthopantomographen Typ X 1053 ausgewertet. Zum Zeitpunkt der OPG-Durchführung waren die Patienten, deren Geschlechtsverteilung sich als recht ausgewogen zeigte⁴⁰, im Durchschnitt 36,5 Jahre alt. Die Altersvariable reichte von 6 bis hin zu 86 Jahren. In Anbetracht dieser Konstellation und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Rekrutierung in einer mittelstädtischen westdeutschen Praxis erfolgte, kann von einem insgesamt heterogenen und für die Allgemeinheit durchaus „typischen“ Patientengut ausgegangen werden.⁴¹

³⁹ Diese Aspekte werden weiter unten in der Diskussion nochmalig aufgegriffen und weiter vertieft. Es sei an dieser Stelle auch darauf verwiesen, dass sich die gesamte OPG-Technik in dynamischer Entwicklung befindet und laufend Innovationen zur Verbesserung der Bildqualität und Reproduzierbarkeit und somit der diagnostischen Möglichkeiten beitragen. Dies betrifft insbesondere auch die in den vergangenen Jahren stetig wichtiger gewordene „Digitalisierung“ des OPG.

⁴⁰ Weibliche Geschlechtszugehörigkeit überwog mit einem Anteil von 55 % lediglich leicht.

⁴¹ Es ist aus der Retrospektive nicht entscheidbar, inwieweit die vorliegende Stichprobe möglicherweise sogar dem „Ideal“ der Repräsentativität genügt hätte. Demographische Repräsentativität – hier: für landesübliche Verhältnisse – lässt sich mit gezielten Quotierungsverfahren bereits ab Stichprobengrößen von etwa n=2000 erreichen; vgl. zu solchen Prinzipien der Quotierung und gesteuerten Auswahl beispielsweise Kromrey (1991, S. 198 ff.) sowie Selg und Bauer (1977, S. 87 ff.). Von entsprechenden Auswahlprozeduren wurde hier jedoch abgesehen. Vielmehr wurde darauf abgezielt, die Fälle im beschriebenen Untersuchungszeitraum tatsächlich vollständig zu erheben.

Die Analyse der OPG-Indikationen zeigte, dass die Verteilung der Indikationen in Abhängigkeit vom Alter recht unterschiedlich ausgefallen war. So nahm beispielsweise bei den jüngeren Patienten die Indikation wegen geplanter kieferorthopädischer Maßnahmen eine wichtige Rolle ein. Am häufigsten – und hierbei wiederum eher mit einem erhöhten Lebensalter gekoppelt – war insgesamt die prothetische Indikation. Die OPG-Vorteile in diesem Kontext liegen in der guten Leerkieferkontrolle, einer guten Darstellung der Wurzelverhältnisse sowie der Feststellung etwaigen Höhen- und Seitenabbaus des Knochens begründet. Des Weiteren lässt sich damit die Frage nach dem geeigneten Zahnersatz (abnehmbar oder festsitzend) aufklären.

Was den allgemeinen Zahnstatus anbelangt, so lag bei rund 13 % der Patienten ein Wechselgebiss vor. Vollständig versorgte und naturgesunde Gebisse waren nur bei ca. 10 % der Stichprobe gegeben. Zahnanomalien (Zapfenzähne, Mesiodens oder starke Verkleinerungen der anatomischen Zahnform) wurden bei etwas mehr als 2 % der Fälle festgestellt. Eine Zahnnichtanlage konnte in 3 %, eine Zahnüberzahl in weniger als 1 % und eine Zahnunterzahl in 2,5 % der Fälle identifiziert werden.

Der Erfassung von Weisheitszähnen sollte nicht nur wegen deren Bedeutung für die Erzielung einer ausreichenden Oralhygiene, sondern vor allem auch im Hinblick auf die Prognose für eine kieferorthopädische Behandlung oder eine zu beginnende praktische Therapie hohe Bedeutung zuerkannt werden. Gemäß der durchgeführten Untersuchung waren bei rund 28 % der Fälle alle Weisheitszähne vorhanden. Im OPG konnten verlagerte oder retinierte Weisheitszähne besonders gut dargestellt werden. Die inferenzstatistische Überprüfung des Datenmaterials auf Überzufälligkeiten erbrachte das signifikante Resultat, dass eine diagnostizierte Zahnnichtanlage, eine Unterzahl, sowie Dystopien der „8er“ und Dystopien der übrigen Zähne besonders bei den jüngeren Patienten vorlagen; die Feststellung fehlender Weisheitszähne war mit einem höheren Lebensalter gekoppelt.

Eine im Vergleich zu den weiter oben dargestellten Anomalien deutlich größere OPG-Befundgruppe bildeten jedoch die pathologischen Befunde, wobei wiederum der Altersfaktor häufig in signifikanter Relation zu den einzelnen Befundarten stand. Karies – als gut erkennbare Dentinkaries – wies dabei als häufige Diagnose eine besonders hohe Inzidenz in den jüngeren Jahrgängen, bei den 11-20jährigen und 21-30jährigen Patienten, auf. Die Dentin-Kariosität ließ eindeutige Rückschlüsse auf den

jeweiligen Morbiditätsgrad der verschiedenen Altersgruppen zu. Bei der Indikation kariöser Läsionen im Schmelzbereich dürften jedoch die in der vorliegenden Untersuchung eruierten Vorteile von Bissflügelaufnahmen gegenüber dem OPG von Interesse sein.

Als zerstörte Zähne ließen sich mittels der OPG-Aufnahmen all jene Zähne eindeutig identifizieren, deren klinische Krone einen Zerstörungsgrad von mindestens 80 % aufwies, bei denen also zumeist weniger als 20 % der anatomischen Krone einen Röntgenschaten ergab. Eine vollständige oder partielle Bedeckung von Wurzelresten mit Schleimhaut ließ sich im OPG in unterschiedlicher Anzahl und Größe ebenfalls recht häufig entdecken. Dass bei der Versorgung mit Zahnersatz eine adäquate Kontrolle erfolgen konnte, dürfte im wesentlichen auf die Feststellung solcher Schäden mittels OPG-Aufnahmen zurückzuführen sein. Bei den relativ häufig entdeckten Veränderungen an den Wurzelspitzen, die sich schematisch als Zonen geringerer Röntgendichte mit einer eindeutigen Begrenzung darstellen ließen, überwog die Identifizierung pathologisch veränderter Wurzelspitzen mit einem Durchmesser von bis zu 5 mm gegenüber Wurzelspitzen mit einem Durchmesser über 5 mm.

Naturgemäß hatten – als weiterer pathologischer Befund – Knochenabbauprozesse in der Gesamtwertung erst in den mittleren bis höheren Altersgruppen, nicht jedoch bei den jüngsten Probanden, Relevanz inne. Zuverlässige Aussagen über die Schwere der Erkrankung ließen sich nicht nur bei den am häufigsten vorgefundenen und am besten auswertbaren horizontalen Verlaufsformen, sondern auch bei einschneidenden tiefgehenden Prozessen treffen. Die nach einseitigem oder zweiseitigem Vorliegen differenzierten Veränderungen der Kieferhöhle betrafen in den meisten Altersgruppen mehr als 20 % der Fälle. Wenngleich dem OPG hier sicherlich eine wichtige Funktion im Hinblick auf eine generelle Aussagekraft über den Zustand der Kieferhöhlen und der Kiefergelenke zukam, erwies sich dessen Eignung im Hinblick auf eine genauere Diagnostik dieser anatomischen Bereiche doch als problematisch. Das OPG bedarf also auch hier der gezielten Erweiterung durch andere diagnostische Verfahren.⁴²

⁴² Insofern sind auch die mannigfachen Hinweise in der Literatur völlig berechtigt, wonach für spezielle diagnostische Erfordernisse und „kritische Situationen“ das OPG nicht ausreichend sei; vgl. o.V. (2005, S. 9), s. ferner Murray und Whyte (2002, S. 1 ff.).

Da gerade bei der Erstuntersuchung von Patienten eine Bestandsaufnahme von zahnärztlichen Präzedenzarbeiten im Hinblick auf die weitere Vorgehensweise generell als unerlässlich angesehen wird, kommt der Möglichkeit, mittels OPG-Aufnahmen iatrogene Veränderungen durch insuffiziente Wurzelfüllungen, Füllungen und Kronen aufzudecken, eine entscheidende Rolle zu. In der vorliegenden Studie konnten bezüglich der Befundung insuffizienter Restaurationen und Wurzelfüllungen durchaus hohe relative Häufigkeiten bis knapp unter 40 % festgestellt werden. Die Schwierigkeit, bei der klinischen Untersuchung eine Stufenbildung im approximalen Bereich bei Füllungen und Kronen zu erfassen, sollte dabei nicht unterschätzt werden. Jedoch konnte die OPG-Übersicht hier wichtige Indizien liefern, die zur Erreichung der notwendigen Detailgenauigkeit durch zusätzliche Bissflügelaufnahmen konkretisiert werden konnten.

Was die Qualität der Aufnahmen anbelangt, so erwies sich der Anteil der nicht ausreichenden OPG-Aufnahmen mit rund 8 % doch als gering; deutlich mehrheitlich hatten die Aufnahmen gute Qualität. Diese Konstellation dürfte auch auf die langjährige Anwendungsvertrautheit mit dem OPG zurückzuführen sein. Interessant war die (auch statistisch signifikante) Tatsache, dass die mit Abstand besten Aufnahmen bei vergleichsweise jungen Patienten erstellt worden waren. Gleichwohl konnte bei zusammenfassender Betrachtung davon ausgegangen werden, dass unabhängig vom Lebensalter der Patienten die Kieferanteile in der weit überwiegenden Zahl der Fälle übersichtlich abgebildet wurden und sich im Hinblick auf die ursprüngliche Indikation klare Hinweise für die Diagnose und Therapie ergaben.

In diesem Kontext ist zudem die Feststellung wichtig, dass die Auswertung der OPG-Aufnahmen über diese Indikation hinaus gehende Hinweise für eine Karies- und Endodontietherapie, für eine Behandlung von Parodontopathien und für kieferorthopädische Maßnahmen erbrachte. Es ließ sich somit anhand der vorliegenden Daten empirisch überzeugend belegen, dass mittels OPG eine nachhaltige Oralsanierung der Patienten gefördert wird.

Zusammenfassend bewertet, lassen die hier im Rahmen einer Langzeituntersuchung erbrachten empirischen Befunde den klaren Schluss zu, dass das umfassende OPG-Übersichtsbild für eine qualifizierte zahnmedizinische Diagnose und deren therapeutisch relevante Differenzierung von hohem Nutzen ist und gerade bei der Erstinfor-

mation zum Einsatz kommen sollte. Die Visualisierung der Kieferkörper in ihrer Gesamtheit ist dabei auch für den Patienten anschaulich und die abzuleitenden Aussagen können für den Patienten im persönlichen Gespräch nachvollziehbar gemacht werden, wodurch sich wiederum positive Effekte auf die Compliance ergeben. Seit den 1990er Jahren wurde in der wissenschaftlichen Diskussion auch artikuliert, dass auf der Grundlage von OPG-Aufnahmen möglicherweise auch Krankheiten außerhalb der Zahnmedizin, Kieferorthopädie und Gesichtschirurgie diagnostiziert werden könnten. Insbesondere Friedlaender (1996, 1997), Almog et al. (2004) sowie - in einer aktuellen Literaturübersicht - Roldán-Chicano et al. (2006) machten darauf aufmerksam, dass eine routinemäßige OPG-Auswertung in den Dienst der Apoplexieprophylaxe gestellt werden könne. Dieser interessanten Möglichkeit konnte in der vorliegenden Arbeit aufgrund des einmal festgelegten Verfahrensmodus nicht weiter nachgegangen werden. Die zukünftige Entwicklung in diesem Bereich sollte jedoch unbedingt beachtet werden.

5. Zusammenfassung

Die Orthopantomographie ermöglicht es, nicht nur die gesamte Dentition des Ober- und Unterkiefers einschließlich der benachbarten Knochenstrukturen abzubilden, sondern zugleich auch die Kiefergelenke. Unter Berücksichtigung seiner Wirtschaftlichkeit und der im Vergleich zu herkömmlichen Röntgenaufnahmen geringen Strahlenbelastung kann das Orthopantomogramm (OPG) in der zahnmedizinischen Praxis neben der gründlichen klinisch-anamnestischen Untersuchung von Patienten als Standard gelten, das sich zu Zwecken der Erstinformation, zur Gesamtübersicht und zum Seitenvergleich bewähren konnte.

Die bislang vorliegende Forschungsliteratur zeigte allerdings, dass die Rückschlüsse auf die Potenziale und auch Restriktionen des OPG oftmals auf der Basis recht eng umgrenzter Fallzahlen oder Untersuchungszeiträume gezogen wurden. Vor einem solchen Hintergrund zielte die hier durchgeführte Untersuchung darauf ab, Erfahrungen mit dem OPG aus einer Langfristperspektive und anhand eines umfassenden Datenmaterials zu schildern.

Zu diesem Zweck konnten mit einem Siemens-Orthopantomographen Typ X 1053 erstellte OPG-Aufnahmen von insgesamt n=2037 Patienten (Erstuntersuchungen) der eigenen Praxis über einen Zeitraum von rund 10 Jahren beigebracht werden. Es handelte sich um eine heterogene Patientenstichprobe (ausgewogene Geschlechterverteilung, Durchschnittsalter 36,5 Jahre). Neben der Erhebung des generellen Oralstatus wurden mittels OPG identifizierbare pathologische Befunde erfasst; ferner erfolgte eine Bewertung der Aussagekraft der OPG-Aufnahmen und deren Eignung für die Erbringung weitergehender Hinweise zur Diagnostik und der darauf aufbauenden Therapie.

Die Qualität und Eindeutigkeit der Aufnahmen erwies sich weit mehrheitlich als gut bis brauchbar und erlaubte nicht nur eine klare Differenzierung der Einzelparameter (Zahnstatus, Anomalien, pathologische Prozesse) sowie die Erstellung von Morbiditätsfrequenzen nach Altersgruppen, sondern erbrachte häufig über die anfänglichen Indikationen hinaus gehende Hinweise insbesondere im Bereich der Karies- und Endodontietherapie, der Behandlung von Parodontopathien und kieferorthopädischer Maßnahmen. Es ließ sich somit anhand der vorliegenden Daten empirisch überzeu-

gend belegen, dass mittels OPG eine nachhaltige Oralsanierung der Patienten gefördert wird.

Die empirischen Befunde ließen in der Gesamtbetrachtung eindeutig den Schluss zu, dass das umfassende OPG-Übersichtsbild für eine qualifizierte zahnmedizinische Diagnose und deren therapeutisch relevante Differenzierung einen hohen Nutzwert erbringt. Trotz der auch zukünftig zu erwartenden Fortschritte der OPG-Technik wird allerdings bei speziellen diagnostischen Fragestellungen auch weiterhin die Anwendung intraoraler Präzisionsröntgenaufnahmen oder anderweitiger Maßnahmen nicht entbehrlich sein.

6. Literaturverzeichnis

- 1) Abdalhamed Mohammed A. (1990). Das Orthopantomogramm als diagnostisches Hilfsmittel in der Kieferorthopädie. Zahnmed. Diss., Univ. Tübingen.
- 2) Al Borney M. (1999). Verwendung des Fernröntgenseitenbildes des Kopfes und des Orthopantomogramms zur metrischen Analyse des Schädels in der Kieferorthopädie. Eine vergleichende Studie. Zahnmed. Diss., Univ. Gießen.
- 3) Almog D.M., Illig K.A., Carter L.C., Friedlander A.H., Brooks S.L., Grimes R.M. (2004). Diagnosis of non-dental conditions. Carotid artery calcifications on panoramic radiographs identify patients at risk for stroke. The New York State Dental Journal 70(8): 20-25.
- 4) Baader H. (2001). Der Einsatz der Orthopantomogrammaufnahme bei der Konzipierung des individuellen Behandlungskonzeptes im Rahmen der Langzeitbetreuung der Patienten in einer zahnärztlichen Praxis. Zahnmed. Diss., RWTH Aachen.
- 5) Benz C., Sonnabend E., Wilhelm M. (2006). Röntgentechnik und -verordnung. Urban & Fischer, München/Jena.
- 6) Bortz J. (1985). Lehrbuch der Statistik. Für Sozialwissenschaftler. 2. Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg.
- 7) Chomenko A.G. (1987). Atlas zur Interpretation von Pantomographieaufnahmen der Kiefergesichtsregion. Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin u.a.
- 8) Delnon H.-P. (1986). Die Technik der Kongruenz-Orthopantomographie. Quintessenz 37 (H.5): S. 891-895.
- 9) Dixon D.C. (1995). Radiographic diagnosis of tempomandibular disorders. Semin. Orthod. 1: 207-221.
- 10) Dombrowsky K.J. (1971). Orthopantomography in daily practice? Quintessenz Int. 2 H.10: 61-65.
- 11) Douglass C.W., Valachovic R.W., Wijesinha A., Chauncey H., Kapur K.K., McNeil B.J. (1986). Clinical efficacy of dental radiography in the detection of

- dental caries and periodontal diseases. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 62: 330-339.
- 12) Düker J. (1992). Röntgendiagnostik mit der Panoramaschichtaufnahme. Hüthig, Heidelberg.
 - 13) Farman A.G., Phelps R., Downs J.B. (1983). Artifact or pathosis? – Problem solving for panoramic dental radiology (II). *Quintessence International* Nr.2 / Report 2168: 209-211.
 - 14) Ferguson J.W., Evans R.I.W., Cheng L.H.H. (1992). Diagnostic accuracy and observer performance in the diagnosis of abnormalities in the anterior maxilla: A comparison of panoramic with intraoral radiography. *Br. Dent. J.* 173: 265-271.
 - 15) Fischer-Brandies H., Fischer-Brandies E., Dielert E. (1984). Der Unterkiefer auf dem Orthopantomogramm. *Radiologe* 24: 547-549.
 - 16) Friedlaender A.H. (1997). Ermittlung potentieller Schlaganfallpatienten mittels Routine-Röntgenaufnahmen. *DZW (Die Zahnarztwoche)*, Ausgabe 12 v. 19.3.1997, S. 1, S. 4.
 - 17) Friedlaender A.H., Friedlaender I.K. (1996). Identification of stroke prone patients by panoramic dental radiography. *Oral Health* 86(7): 7-10.
 - 18) Hadjizadeh-Ziabari S.M. (2002). Subjektive Bildqualität digitaler Panoramascichtaufnahmen in Relation zur Exposition. *Zahnmed. Diss., Charité Berlin.*
 - 19) Harms V. (1992). *Biomathematik, Statistik und Dokumentation*. 6. Aufl. Harms-Verlag, Kiel.
 - 20) Heckmann K. (1939). Die Röntgenperspektive und ihre Umwandlung durch eine neue Aufnahmetechnik. *Fortschr. Röntgenstr.* 60: 144-157.
 - 21) Hertler A. (1991). Zum Aussagewert von Orthopantomogrammen und Nasennebenhöhlen-Aufnahmen bei odontogenen Erkrankungen der Kieferhöhle. Röntgenbefunde im Vergleich mit Klinik und Histologie. *Zahnmed. Diss., Univ. Tübingen.*

- 22) Heurich T., Ziegler C., Steving H., Wörtche R., Mühling J., Hassfeld S. (2002). Erweiterte Diagnostik im Rahmen der operativen Weisheitszahnentfernung mittels digitaler Volumentomographie. *Mund-Kiefer-GesichtsChir.* 6: 427-432.
- 23) Hintze H., Wenzel A., Williams S. (1990). Diagnostic value of clinical examination for the identification of children in need of orthodontic treatment compared with clinical examination and screening pantomography. *Eur. J. Orthod.* 12: 385-388.
- 24) Hirschfelder U. (1983). 20 Jahre Erfahrung mit dem OPG. *Elektromedica* 51: 110-114.
- 25) Hirschfelder U. (1994). Radiologische Übersichtsdarstellung des Gebisses: Dental-CT versus Orthopantomographie. *Fortschr. Kieferorthop.* 55: 14-20.
- 26) Hirschfelder U., Hertrich K., Forster H., Holzmeier M., Holst A., Mewer A., Strobel-Schwarthoff K. (2006). *Arbeitsheft für kieferorthopädische Seminare.* 4. Aufl. UKE, Erlangen.
- 27) Hümmeke S., Esser E., Voßhans J. (2003). Diagnostische Möglichkeiten der digitalen Volumentomographie (DVT). *Quintessenz* 54: 1105-1112.
- 28) Immenkamp E. (1972). Erfahrungen mit Panorama-Röntgenaufnahmen in der kieferchirurgischen Praxis. *Dtsch. Zahnärztl. Z.* 27: 997.
- 29) Jung T. (1962). Die Panorex-Röntgenaufnahme in der Kieferorthopädie. *Fortschr. der Kieferorth.* 23: 101-107.
- 30) Jung T. (1972a). Die Panorama-Röntgenaufnahme in der Prothetik. *Dtsch. Zahnärztl. Z.* 27: 970-971.
- 31) Jung T. (1972b). Die Wiedergabe der Frontzahnregion auf Panorama-Schicht-Aufnahmen. *Dtsch. Zahnärztl. Z.* 27: 972.
- 32) Jung T. (1973). Wo liegen die Grenzen der Panorama-Röntgenaufnahmen? *Zahnärztl Welt* 82: 1053-1061.
- 33) Jung T. (1984). *Panorama-Röntgenographie.* Hüthig-Verlag, Heidelberg.

- 34) Kirsch T. (1977). Strahlengefährdung und Strahlenschutz in der zahnärztlichen Röntgendiagnostik. Hüthig-Verlag, Heidelberg.
- 35) Klafstad J. (1973). Ortopantomografi. En presentasjon og noen erfaringer. Tidsskr. Nor. Lægeforen 93: 177-178.
- 36) Kromrey H. (1991). Empirische Sozialforschung. 5. Aufl. Leske & Budrich, Opladen.
- 37) Lamendin H., Bajard J.C. (1979). Ortho-pan-tomographies: Controles d'irradiation au niveau cutane. Ligament. 17 H.133: 41-42.
- 38) Laney W.R., Tolman D.E. (1973). The use of panoramic radiography in the medical center. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 35: 266-270.
- 39) Legg L. (2005). Panoramic radiography. Radiologic Technology 76: 197-207.
- 40) Lussi A. (1997). Wiedergegebene Aussagen in: o.V. (1997). Radiologische Kariesdiagnostik: Das Orthopantomogramm ist kein Ersatz für Bitewing- und Einzelzahnaufnahmen. DZW, Ausgabe 6/97, S. 13 (redakt. Beitrag).
- 41) Marxer H. (1985a). Die Orthopantomographie in der Praxis des Kieferorthopäden. Int. Orthod. Kieferorthop. 17: 377-392.
- 42) Marxer H. (1985b). Zur Beurteilung des Orthopantomogramms in der Orthodontie. Schweiz. Monatsschr. Zahnheilkd. 95: 445.
- 43) Mattila K. (1984). Panorama-Röntgenverfahren – Rückblick und Ausblick. Hüthig-Verlag, Heidelberg.
- 44) Möbes O., Becker J., Schnelle C., Ewen K., Kemper J., Cohen M. (2002). Strahlenbelastung bei der digitalen Volumentomographie, Panoramascichtaufnahme und Computertomographie. Dtsch. Zahnärztl. Z. 26: 336-339.
- 45) Molander B. (1996). Panoramic radiography in dental diagnostics. Swedish Dental Journal 119 (Sonderdr.): 1-26.
- 46) Münch J. (1976). Entwicklung der zahnärztlichen Röntengeräte und Aufnahmetechniken unter besonderer Berücksichtigung der Panoramaverfahren. Zahnärztl. Prax. 27: 236-240.

- 47) Murray D., Whyte A. (2002). Dental panoramic tomography - What the general radiologist needs to know. *Clinical Radiol.* 57: 1-7.
- 48) Numata H. (1933). A consideration on parabolic radiography of dental examination. *J. Shimazu Studies* 10: 13.
- 49) Obermeyer P. (1977). Die Orthopantomographie – eine rationelle Methode der stomatologischen Röntgentechnik. *Stomatol. DDR* 27: 501-503.
- 50) Ohba T., Katayama H. (1972). Comparison of orthopantomography with conventional periapical dental radiography. *Oral Surg.* 34: 524-530.
- 51) o.V. (1997). Radiologische Kariesdiagnostik: Das Orthopantomogramm ist kein Ersatz für Bitewing- und Einzelzahnaufnahmen. *DZW*, Ausgabe 6/97, S. 13 (redakt. Beitrag).
- 52) o.V. (2003). Zuverlässigkeit von Orthopantomografien: In kritischen Situationen nicht ausreichend. *Die Zahnarztwoche* H. 39: 9.
- 53) Paatero Y.V. (1949). A new tomographical method for radiographing curved outer surfaces. *Acta Radiol.* 32: 177-84.
- 54) Paatero Y.V. (1952). Pantomogramman kuvakerroksen paksuuden riipuvuus objektin sijainnista ja pyörismisnopeudässistä. *Suom. hammaslääk. toim* 48: 113.
- 55) Paatero Y.V. (1954). Pantomography in theory and use. *Acta Radiol.* 41: 321-335.
- 56) Pasler F.A. (1973). Orthopantomographie in der zahnärztlichen Praxis. *Schweiz. Monatsschr. Zahnheilkd.* 83: 1163-1176.
- 57) Pasler F.A. (1991). Radiologie (Band 5 der „Farbatlantent der Zahnmedizin“, hrsg. von Rateitschak K.H.). Thieme, Stuttgart.
- 58) Pasler F.A., Visser H. (2001). Qualitätssicherung bei Panoramaschichtaufnahmen. *ZWR Zahnärztliche Rundschau-Welt* 110: 505-513.
- 59) Pasler F.A. (2003). Taschenatlas der Zahnärztlichen Radiologie. 4. Aufl. Thieme, Stuttgart.

- 60) Perrelet L.A., Garcia L.F. (1972). The identification of anatomical structures on orthopantomographs. DMF Rad. 1: 11.
- 61) Pullinger A., Hollender L. (1985). Assessment of mandibular condyle position: A comparison of transcranial radiographs and linear tomograms. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 60: 329-334.
- 62) Roldán-Chicano R., Oñate-Sánchez R.E., López-Castaño F., Cabrerizo-Merino M.C., Martínez-López F. (2006). Panoramic radiograph as a method for detecting calcified atheroma plaques. Review of literature. Medicina oral, patología oral y cirugía bucal 11: 261-266 (digitale Ausgabe).
- 63) Richter-Bahr S. (1997). Das Orthopantomogramm für praxisrelevante kieferorthopädische Fragen. Zahnmed. Diss., Univ. Mainz 1997.
- 64) Rottke B. (1972): Die Bedeutung der Panorama-Darstellung in der Kieferchirurgie. Dtsch. Zahnärztl. Z. 27: 961-964.
- 65) Rottke B., Buchmann F., Gosau B. (1974). Strahlenschutzverhältnisse an einem Panorama-Schichtgerät. Die Quintessenz (D) Heft 10: 127-134.
- 66) Rudzit I., Rottke B. (1984). Das Problem der Bildqualität bei Panoramiaschichtaufnahmen. Dtsch. Zahnärztl. Z. 39: 908-912.
- 67) Ruhland A. (1972). Klinische Erfahrungen mit dem Orthopantomographen in der kieferorthopädischen Diagnostik. Dtsch. Zahnärztl. Z. 27: 1005.
- 68) Rushton V.E., Horner K. (1996). The use of panoramic radiology in dental practice. J. Dent. 24: 185-201.
- 69) Rushton V.E., Horner K., Worthington H.V. (2002). Routine panoramic radiography of new adult patients in general dental practice - Relevance of diagnostic yield to treatment and identification of radiographic selection criteria. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 93: 488-495.
- 70) Samawi S.S., Burke P.H. (1984). Angular distortion in the orthopantomogramm. Br. J. Orthod. 11: 100-107.

- 71) Sanderink G.C. (1984). Optimale Positionierung bei Panorama-Schichtaufnahmen. In: Jung T. (Hrsg.): Röntgenographie. Hüthig-Verlag, Heidelberg.
- 72) Schwenger N., Ehrenfeld M. (2000). Allgemeine Chirurgie (Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde, Bd. 1). 3. Aufl. Thieme, Stuttgart.
- 73) Selg H., Bauer W. (1976). Forschungsmethoden der Psychologie. 3. Aufl. Kohlhammer, Stuttgart.
- 74) Siegel S. (2001). Nichtparametrische statistische Methoden. Klotz-Verlag, Eschborn.
- 75) Siemens UB Medizinische Technik (o.J.). Bedienungsanleitung, Orthopantomograph Typ X 1053. Siemens UB Medizinische Technik, Erlangen (Druckzeichen der Anleitung: D 80.0967.02.01.01).
- 76) Smith A.C., Barry F.E., Chiong A.Y., Hadzakis D., Kha S.L., Mok S.C., Sable D.L. (1997). Inferior alveolar nerv damage following removal of mandibular third molar teeth. A prospective study using panoramic radiography. Aust. Dent. J. 42: 149-152.
- 77) Stephens R.G., Kogon S.L., Reid J.A., Ruprecht A. (1977). A comparison of panorex and intraoral surveys for routine dental radiography. J. Can. Dent. Assoc. 6: 281-286.
- 78) Tangerbeck R. (1974). Aufnahmetechnik mit zahnärztlichen Röntgengeräten. Panoramaaufnahmen mit dem Orthopantomograph. Quintessenz J. 4: 51-56.
- 79) Visser H., Hermann K.P., Bredemeier S., Köhler B. (2000). Dosismessungen zum Vergleich von konventionellen und digitalen Panoramascichtaufnahmen. Mund Kiefer GesChir 4: 213-216.
- 80) Voigt W. (1991). Die Panorama-Röntgenaufnahme – ein unverzichtbares Hilfsmittel zur Diagnosefindung. ZWR 100: 518-521.
- 81) Voßhans J., Hümmeke S., Wiesend M., Esser E. (2005). Genaue Lagebestimmung der unteren Achter prä operationem. ZM 95 (Nr. 2): 32-36.

- 82) Wall B.F., Fisher E.S., Paynter R., Hudson A., Bird P.D. (1979). Doses to patients from pantomographic and conventional dental radiography. *Br. J. Radiol.* 52: 727-734.
- 83) Wangerin K., Lambrecht J.T. (1983). Die Entzerrung der Panorama-Schichtaufnahme. *Dtsch. Zahnärztl. Z.* 38: 317-319.
- 84) Wangerin K., Lambrecht J.T. (1984). Objektdoppeldarstellung in der Panoramanschichtaufnahmetechnik – Verlust von diagnostisch auswertbaren Bildanteilen. *Dtsch. Zahnärztl. Z.* 39: 923.
- 85) Welp N.-B. (2004). Untersuchung über die Individualität der Kieferhöhle in der Panoramanschichtaufnahme und ihre Bedeutung für die Leichenidentifikation. *Zahnmed. Diss., Münster.*
- 86) Wörlein W. (1986). Das Orthopantomogramm als Hilfsmittel zur Stützzoneprognose – Betrachtungen über den Vergrößerungsfaktor der Panoramaaufnahme im Eck- und Seitenzahnbereich des Unterkiefer-Wechselgebisses. *Zahnmed. Diss., Univ. Marburg.*
- 87) Wörner H. (2001). *Röntgen beim Zahnarzt. 4. erweiterte Aufl. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln.*
- 88) Zacher H. (1991). Metrische Analyse des Ramus mandibulae und der posterioren Anteile des Corpus mandibulae am Orthopantomogramm. *Zahnmed. Diss., LMU München.*
- 89) Zahnärztekammer Nordrhein (2005). Pressemitteilung vom 4.3.2005 zum Mundhygienetag anlässlich des Karl-Häupl-Kongresses: Parodontitis – Möglichkeiten einer frühen Diagnose und Risiken von kardiovaskulären Krankheiten. *Zahnärztekammer Nordrhein, Düsseldorf.*
- 90) Ziegler C.M., Wörtche R., Brief J., Hassfeld S. (2002). Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac. Radiol.* 31: 126-130.

Danksagung

Für die freundliche Überlassung des Themas und seine engagierte Betreuung bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. med. dent. Udo Stratmann. Das weitreichende und interessante Untersuchungsfeld erlaubte es mir, die verschiedenen Aspekte der Zahnheilkunde zu vertiefen und in ihrer Relevanz für die zahnärztliche Praxis darzustellen.

Insbesondere möchte ich mich auch bei Herrn Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. h. c. Ulrich K. Joos bedanken, der mir während meines Masterstudienganges die Freude an wissenschaftlicher Arbeit vermittelte und sich freundlicherweise bereit erklärte, die vorgelegte Arbeit gutachterlich zu betreuen. Auch Frau Dr. med. dent. Irmela Reuter und Frau Dr. rer. nat. Ute Wegmann sei an dieser Stelle für die gute Unterstützung und ihren Rat gedankt.

Georg Pfaffmann

Lebenslauf

Am 20. Juni 1946 wurde ich als Sohn der Zahnärztin Dr. Ina Pfaffmann und des Studenten der Zahnmedizin Georg Pfaffmann in Wunsiedel (Oberfranken) geboren. Es folgte die Übersiedlung nach Westfalen, wo ich am Märkischen Gymnasium in Iserlohn das Abitur absolvierte.

Danach begann ich das Studium der Zahnmedizin an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Das Studium wurde im Juli 1973 mit dem Staatsexamen und der Gesamtnote „gut“ abgeschlossen.

Im August 1973 trat ich in die Zahnarztpraxis meiner Eltern in der Hagener Str. 5 in Iserlohn ein. Nach zweijähriger Assistenzzeit ließ ich mich dort als Kassenzahnarzt nieder. Die Praxisräumlichkeiten wurden schließlich zu klein, weshalb wir im April 1977 eine neue und wesentlich erweiterte Praxis in der Nordstr. 31 in Iserlohn bezogen. In den folgenden Jahren entwickelte sich die Praxis sehr gut. Im Jahre 1989 stellten sich jedoch zwei schwere Schicksalsschläge ein: Im April dieses Jahres verstarb mein in der Praxis tätiger Vater unerwartet inmitten seiner Arbeit und nur vier Monate später auch meine Mutter. Die erste schwierige Zeit konnte ich mit Ausbildungsassistenten überbrücken; seit 1997 arbeite ich als einziger Zahnarzt in der Praxis.

Vom Oktober 2005 bis Oktober 2006 durchlief ich ein Postgraduiertenstudium am International Medical College an der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster unter Leitung von Herrn Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. h. c. Ulrich K. Joos (Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie) und schloss dieses erfolgreich mit der Gesamtnote 2,3 zum Master of Oral Medicine in Implantology (MOM) ab.