

9.3 Panoramaschichtaufnahmetechnik

Das Panoramaschichtverfahren hatte einen völlig anderen Ursprung und Entwicklungsverlauf als das klassische Tomografieverfahren nach Bocage.

Der Zahnbogen und der gesamte Gesichtsschädel sind aufgrund ihrer Anatomie röntgenologisch schwer darzustellen. Die meisten Strukturen sind rund, oval oder gebogen, kaum eine knöcherne Begrenzung steht im rechten Winkel zu einer anderen. Um die Zähne diagnostisch verwertbar darstellen zu können, mussten sie mit intraoralen Aufnahmen einzeln abgebildet werden. Genauso ist die Diagnostik des gesamten Gesichtsschädels – bedingt durch die runden Formen und die enge Anordnung von vielen, relativ kleinen und oft doppelt angelegten Strukturen – mit den konventionellen Schädelaufnahmen, wie z.B. der Nasennebenhöhlenaufnahme, erschwert (► Abb. 9.62).

9.3.1 Panoramaaufnahme unter Verwendung einer Schlitzblende

Aus diesen Gründen machten sich mehrere zahnärztliche Wissenschaftler unabhängig voneinander Gedanken darüber, wie man eine Röntgenaufnahme zustande bringen könnte, die eine Gesamtübersicht der Zähne oder sogar des gesamten Gesichtsschädels ermöglicht. Die Grundidee bestand darin, mit einer Panoramaaufnahme, also einer Gesamtübersicht, die die rund-ovalen Strukturen des Gesichtsschädels berücksichtigt, die gleichzeitige und vollständige Wiedergabe der Zähne, der Kiefer mit

den Kiefergelenken und den basalen Anteilen der Kieferhöhlen zu ermöglichen.

Den ersten Hinweis auf eine Panoramaaufnahme, zunächst für den Zahnbereich, finden wir in einem amerikanischen Patent von A. F. Zulauf aus dem Jahre 1922.

Zur Anfertigung eines Panoramabilds wird ein langer Film, ähnlich dem Zahnfilm, in den Mund platziert und Ober- oder Unterkiefer getrennt aufgenommen. Voraussetzung für das Gelingen ist der Einsatz einer sehr schmalen vertikalen Blende. Mit dieser Schlitzblende (► Abb. 9.63) gelingt es dann, in einem Scandurchlauf die Zähne des Ober- und Unterkiefers in 2 getrennten Aufnahmeporgängen abzubilden.

Während Zulauf 1922 lediglich ein Patent auf diese neue Aufnahmeart anmeldete, konnten Numata 1933 und Paatero 1946 Panoramabilder erzeugen, die mit dem Einsatz einer Schlitzblende zustande kamen (► Abb. 1.6).



Abb. 9.63 Schlitzblende.

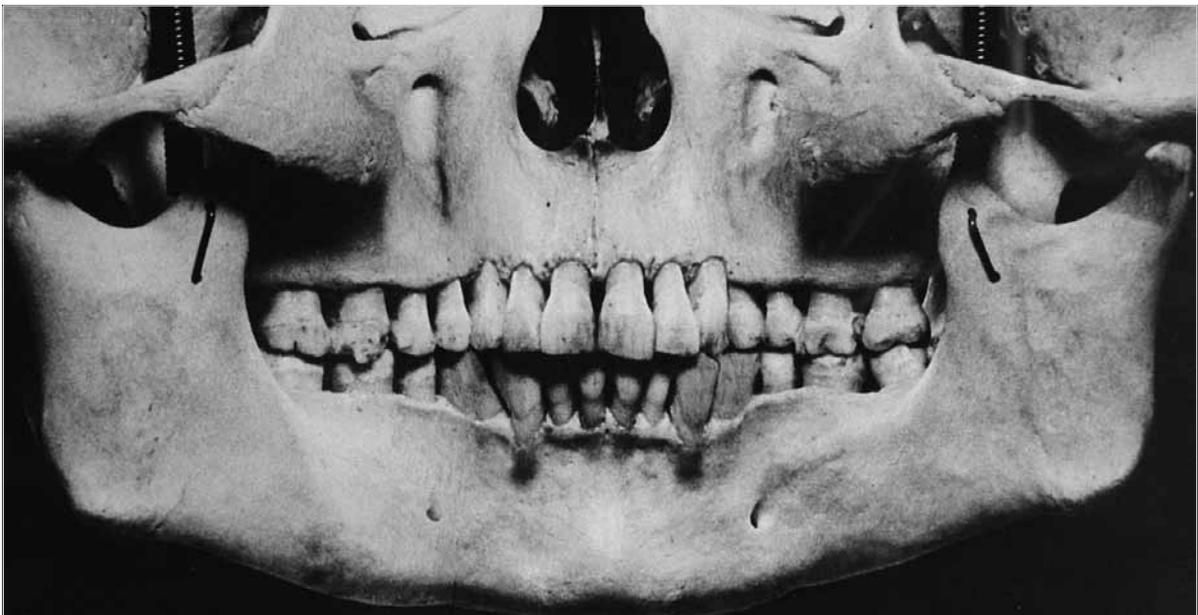


Abb. 9.62 Orthopantomogramm-Fotomontage nach Pasler.

Während Zulauf, Numata und Paatero sich auf die Panoramadarstellung der Zähne konzentrierten, stellte der Radiologe Heckmann 1939 ein Verfahren vor, mit dem er die oberflächlichen Strukturen des gesamten Gesichtsschädels panoramaartig mit einem extraoral liegenden Film darstellen konnte.

9.3.2 Panorama-vergrößerungsaufnahme

Mit der Idee, die Anode in die Mundhöhle einzuführen und von intraoral nach außen zu strahlen, entstand ein weiteres Verfahren, um die Zähne panoramaartig abzubilden. Dieses Verfahren, das heute nicht mehr eingesetzt werden darf, arbeitete mit einer speziellen stabförmigen Röhre, die in den Mund eingeführt wurde (► Abb. 1.8, ► Abb. 9.64).

Der Film, der sich in einer flexiblen Kassette befand, wurde auf den Ober- oder den Unterkiefer gelegt, sodass, je nach Ausrichtung der Anode, Ober- und Unterkiefer getrennt aufgenommen werden konnten.

Der Franzose Bouchacourt schlug dieses Verfahren, mit einer intraoral liegenden Spezialröntgenröhre die Kiefer aufzunehmen, schon 1898 vor. Erst 1943 begann die technische Umsetzung durch Patente von Koch und Sterzel und danach, 1951, durch den Schweizer Ott.

1961 wurde das Panoramavergrößerungsverfahren in der Praxis eingesetzt. Bei richtiger Anwendung entstan-

den Panoramabilder der Ober- oder der Unterkieferzähne. Zum Seitenzahnbereich hin stellten sich die Zähne vergrößert dar, sodass die beste Diagnostik im Frontzahnbereich möglich war (s. ► Abb. 1.9).

Diese Aufnahmetechnik wird schon längere Zeit nicht mehr angewandt, da durch den sehr kleinen Fokus-Objekt-Abstand die Schleimhaut einer nicht mehr vertretbaren Strahlenexposition ausgesetzt wurde. Aus diesem Grund wurde der Einsatz jetzt endgültig durch die Röntgenverordnung verboten.

9.3.3 Panoramaschichtaufnahme

Die Idee der Panoramaaufnahme war ein entscheidender Schritt in der zahnärztlichen Radiologie, wenn man bedenkt, dass ohne diese Technik nur intraorale Zahnaufnahmen und extraorale Teilaufnahmen des Unterkiefers zur Verfügung standen. Aber erst mit der Entwicklung der Panoramaschichtaufnahme gelang es, diagnostisch hochwertige Aufnahmen des Ober- und Unterkiefers mit ihren Nachbarregionen herzustellen.

Paatero entwickelte die Grundidee der intraoralen Panoramaaufnahme 1948 weiter. Da sich der lange Film intraoral als sehr unpraktisch erwies, machte er Versuche mit einem extraoralen Film. Er konnte damit Panoramaaufnahmen der oberflächlichen Schichten des Mittelgesichts herstellen, die denen von Heckmann sehr ähnlich waren (► Abb. 9.65).

Der nächste entscheidende Schritt zu einer Schichtaufnahme gelang Paatero dann dadurch, dass er den Patienten **und** den Film gleichzeitig und synchron um einen Drehpunkt rotieren ließ, bei feststehender Röntgenröhre, die mit einer vertikalen Schlitzblende (► Abb. 9.63) ausgestattet war.

Der schmale Strahl ging durch die Dreh- und Mittelpunkte des Objekts und des Films, der auf einem runden Filmhalter befestigt war. Wenn sich jetzt 2 Punkte auf demselben Radius mit derselben Geschwindigkeit bewegen, dann sind beide relativ immer in Ruhe zueinander. Ist der eine Punkt ein Teil des Objekts und der andere

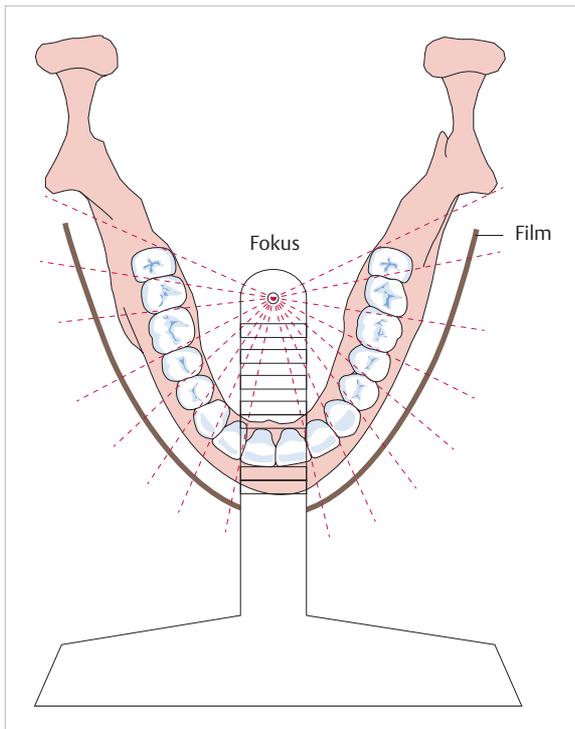


Abb. 9.64 Skizze zur Platzierung der Röhre bei der Panoramavergrößerungsaufnahme.

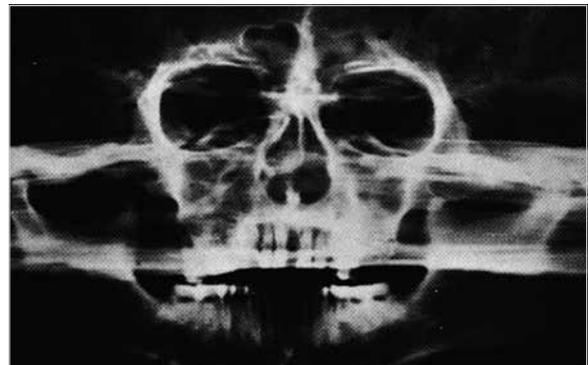


Abb. 9.65 Panoramaaufnahme des Gesichtsschädels ohne Schichteffekt.

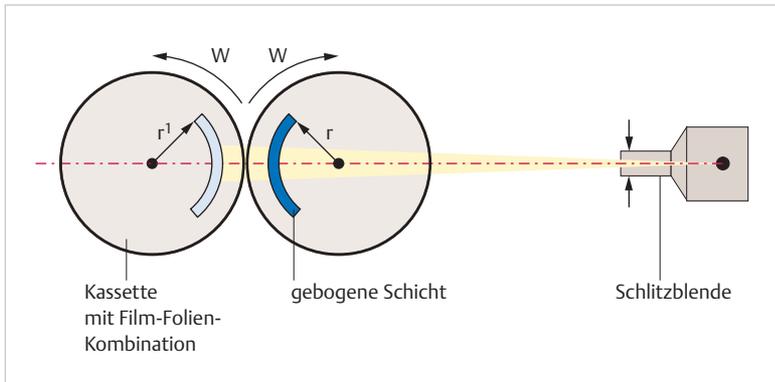


Abb. 9.66 Theoretisches Modell der Panoramascichttechnik. Erläuterung siehe Text.

ein Teil des Films, so wird dieser Teil des Objekts immer scharf auf dem Film abgebildet werden.

Die Technik wurde verbessert und schon 1955 wurde ein in Helsinki gebauter Pantomograf in London in Betrieb genommen.

Aufnahmeprinzip

Das Prinzip der Panoramascichtaufnahme (PSA) beruht auf 2 sich drehenden Kreisen mit demselben Radius r (► Abb. 9.66).

Beide Kreise bewegen sich gegensinnig, mit derselben Winkelgeschwindigkeit ω . Auf dem einen Kreis bewegt sich auf dem Radius r das abzubildende Objekt (in diesem Falle die Zähne). Auf dem anderen Kreis befindet sich der Film, auf dem Radius r' (wobei $r' = r$). Bedingt durch die gleichen Radien bewegen sich das abzubildende Objekt und der Film mit derselben Geschwindigkeit auf ihren Kreisen. Wird jetzt das abzubildende Objekt durch ein sehr schmales Strahlenbündel – dank der 1 mm breiten Schlitzeblende – durchstrahlt, dann wird es auf dem Film scharf abgebildet. Dies ist deshalb möglich, da beide Radien gleich groß sind und bei gleicher Geschwindigkeit der beiden Kreise Objekt und Filmebene zueinander in Ruhe sind.

Wenn es gelingt, während der gesamten Aufnahme Objektradius und Filmradius in Einklang zu bringen, dann lassen sich beliebig geformte abzubildende Objekte, wie z.B. der Zahnbogen, auf dem Film oder jedem anderen Bildempfänger abbilden.

Anpassung der Schicht an den Zahnbogen

Wenn der Zahnbogen kreisförmig wäre, dann könnten die Zähne ohne große Probleme in der Schichtebene scharf abgebildet werden. Da aber beide Zahnbögen anatomisch nicht kreisrund, sondern eher oval oder hufeisenförmig sind, verändern sich während der Aufnahme die Radien der aufzunehmenden Strukturen, sodass die kreisförmige Bewegung des Bildempfängers nicht geeignet ist, Ober- und Unterkiefer in einer kreisförmigen Schicht scharf abzubilden.

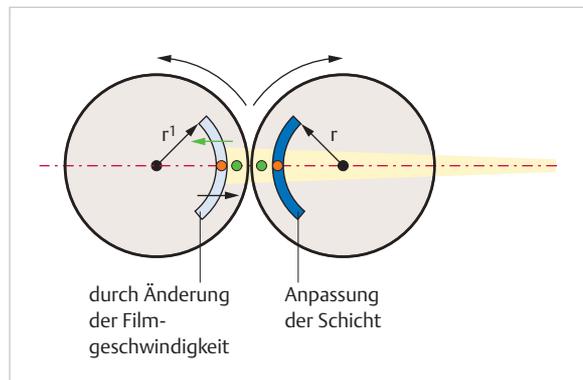


Abb. 9.67 Skizze zur Anpassung der Schicht an den Zahnbogen.

Es muss also die Lage des Films dem Zahnbogen angepasst werden.

Da der Radius des Films mechanisch nicht so einfach veränderbar ist, passt man die Schicht dem Zahnbogen dadurch an, indem man die Geschwindigkeit während der Aufnahme laufend verändert. So gelingt es, jede Kieferform exakt in der Schicht abzubilden (► Abb. 9.67 und ► Abb. 9.68).

Bei den modernen Geräten hat sich die Anordnung Röhre-Patient-Bildempfänger dahin gehend verändert, dass der Patient in Ruhe bleibt und sich Röhre und Bildempfänger synchron um den Kopf des Patienten herum bewegen.

Orthopantomografie: orthoradiale Abbildung der Zähne

Der erste Schritt zu einer sachdienlichen Aufnahmetechnik war getan, als man die Zähne exakt in die Schichtebene bringen konnte. Da das Panoramasytem am Anfang aber nur 1 Drehkreis besaß, konnten auch nicht alle Zähne orthoradial getroffen werden. Lediglich der Frontzahnbereich war im Kronenbereich überlagerungsfrei dargestellt.

Die nächste Aufgabe bestand also darin, alle Zähne – auch im Seitenzahnbereich – so orthoradial wie möglich abzubilden. Um dieses Ziel zu erreichen, mussten weitere Drehkreise geschaffen werden.

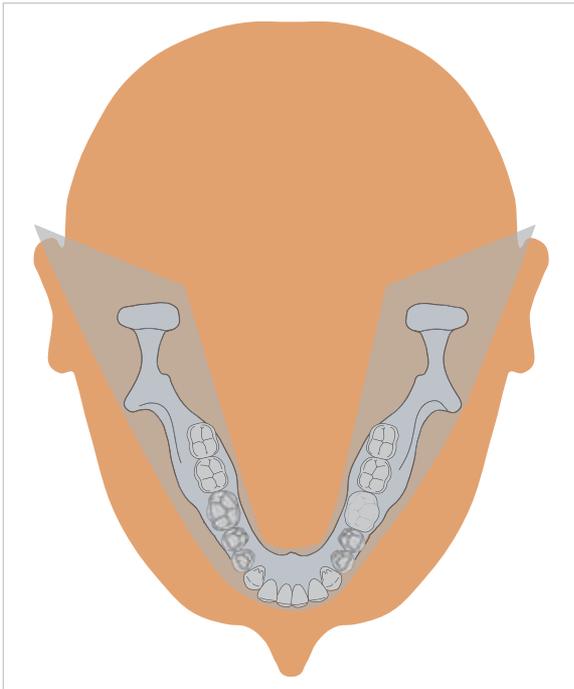


Abb. 9.68 An den Zahnbogen angepasste Schicht.

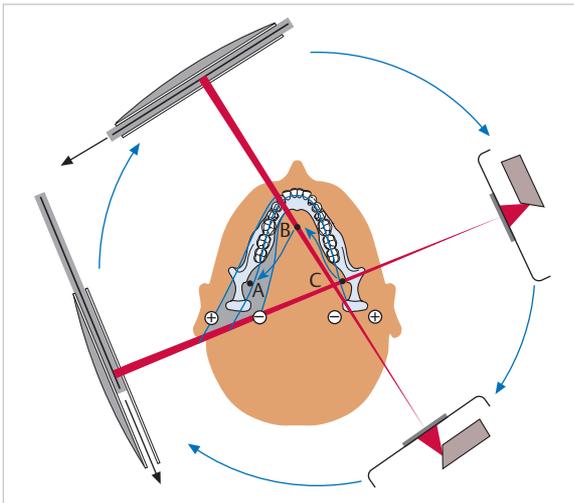


Abb. 9.69 Schema (Umlaufbahn bei der Orthopantomografie) zum Thema Einstrahlrichtung. Röntgenröhre und Bildempfänger rotieren im Uhrzeigersinn um die Drehpunkte A, B und C um den Kopf des Patienten. Die Einstrahlrichtung sollte immer orthoradial sein. Deshalb sind bei der Aufnahme für jeden Kieferbereich individuelle Drehpunkte des schmalen Strahlenbündels notwendig. Aus: Aus: Pasler FA, Visser H. Farbatlanten Zahnmedizin, 5. Band, Zahnmedizinische Radiologie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2000.

Genauso wie für intraorale Aufnahmen, muss auch bei der Panoramaschichttechnik für eine überlagerungsfreie Abbildung die jeweils **richtige Einstrahlrichtung** gefunden werden (► Abb. 9.69).

Und da man für die orthoradiale Abbildung der Molaren nicht von der Front aus einstrahlt, brauchte man für die Panoramaschichtaufnahme neue Drehpunkte. Diese müssen so platziert sein, dass die Strahlen bei dem Umlauf der Röhre im Seitenzahnbereich orthoradial eintreffen können. Erst mit der Einführung von 2 weiteren Drehpunkten für den Seitenzahnbereich, gelang es, auch die Prämolaren und Molaren orthoradial darzustellen. Dies erreichte Paatero 1957: In diesem Jahr stellte er einen kleinen Prototyp eines Orthopantomografen vor.

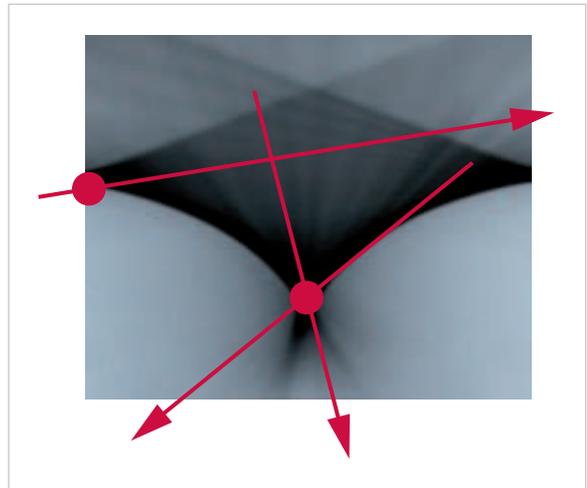


Abb. 9.70 Mit mindestens 3 Drehpunkten, die sich idealerweise während der Umlaufzeit laufend verändern, trifft das schmale Strahlenbündel auf die Kassette mit dem Bildempfänger; so wird damit der gesamte Kieferbereich orthoradial aufgenommen.

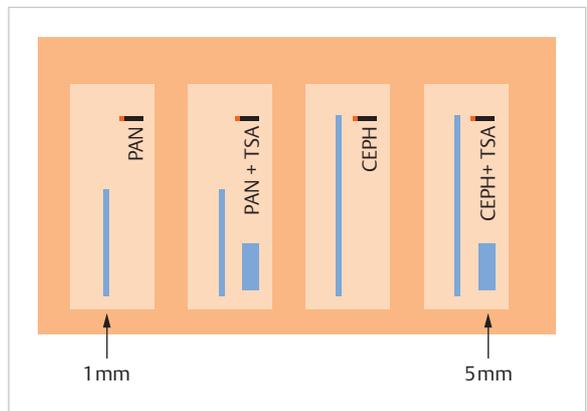


Abb. 9.71 Skizze zur Breite der möglichen Schlitzblenden bei den Einstellungen PAN (Panorama), PAN + TSA (TSA: transversale Schichtaufnahme), CEPH (Fern[röntgen]aufnahme) und CEPH + TSA.

Um zu dem Ziel, alle Zähne orthoradial abbilden zu können, zu kommen, wurde die Pantomografie mit 1 Drehkreis weiterentwickelt zu einem System mit 3 Drehkreisen (► Abb. 9.70).

Das Ergebnis dieser Entwicklung war die **Orthopantomografie**, die 1957 als Prototyp vorgestellt und 1959 fertiggestellt wurde. Der Orthopantomograf konnte dann ab 1961 in der Praxis kommerziell eingesetzt werden.

Schichtdicke und Verwischungsform

Im Gegensatz zur konventionellen Tomografie existiert bei der Panoramaschichttechnik kein Schichtwinkel. Die Funktion des Schichtwinkels übernimmt die Schlitzeblende. Im Allgemeinen ist die Schlitzeblende 1 mm breit. Für spezielle Ablaufbahnen kann dann auch eine breitere Schlitzeblende von 5 mm zum Einsatz kommen.

Proportional zum Schichtwinkel bedeutet eine schmale Schlitzeblende einen kleinen Schichtwinkel und damit auch eine geringe Verwischung. Die Schicht beim Panoramaschichtverfahren ist daher mit 10–25 mm auch relativ dick. Vergleicht man die Schlitzeblende mit dem Schichtwinkel, dann entspricht die 1 mm breite Schlitzeblende ungefähr einem Schichtwinkel von 10° .

Tomografien mit einem kleinen Winkel von 10° werden als **Zonografie** bezeichnet.

Die breitere Schlitzeblende von 5 mm hat einen ähnlichen Effekt wie Schichtwinkel von $15\text{--}20^\circ$ und Schichtdicken – bei günstigen anatomischen Verhältnissen – von 1–2 mm (► Abb. 9.71).

Der 2. Faktor, der die Schichtdicke beeinflusst, ist der Radius, also der Abstand vom Drehpunkt bis zur Schichtebene. Da der Drehpunkt während der Aufnahme – wegen der sich notwendigerweise ändernden orthoradialen Einstrahlung – nicht stationär ist, sondern auf einer vorgegebenen Bahn vom Molarenbereich zur Front und zurück gleitet, verändern sich auch die Schichtdicken (► Abb. 9.72):

- In der Front ist – aufgrund des kleinen Radius – die Schicht nur 10 mm und
- im Seitenzahnbereich, aufgrund des größeren Radius, 20–30 mm dick.

Besonderheiten der Abbildungsgeometrie

Beim Panoramaschichtverfahren gibt es 2 verschieden ausgerichtete Projektionen: Die eine geht in die vertikale und die andere in die horizontale Ebene.

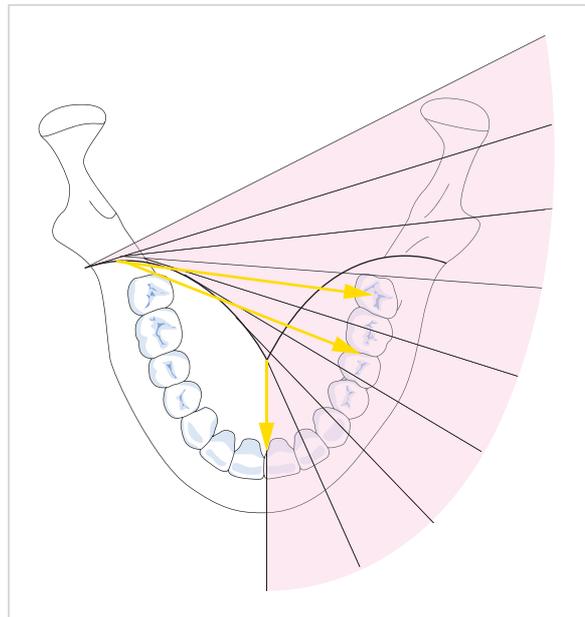


Abb. 9.72 Die Schichtdicke bei der Panoramaschichtaufnahme wird – im Gegensatz zur Situation bei der konventionellen Tomografie – nicht vom Schichtwinkel bestimmt, sondern durch die Breite der Schlitzeblende (s. ► Abb. 9.71) und durch den Radius. Der Radius (Pfeile) ist der Abstand vom Drehpunkt (= Pseudofokus) zur Schichtebene.

Vertikale Projektion der Strahlen

Die Röhre dreht sich, mit einer vertikalen Schlitzeblende versehen, mit einer linearen Bewegung um einen unsichtbaren Drehpunkt, der sich intraoral befindet und während des Umlaufs seinen Standort laufend verändert.

Dieses vertikale enge Strahlenbündel wirkt wie die konventionelle Zentralprojektion, die wir von den intraoralen Aufnahmen her kennen. Der Einstrahlwinkel ist nicht streng horizontal, sondern verläuft kaudokranial schräg, mit einem Winkel zwischen -4° bis -7° (► Abb. 9.73).

Horizontale Projektion der Strahlen

Alle Röntgenstrahlen gehen während der gesamten Aufnahme immer durch die jeweiligen Drehpunkte (► Abb. 9.70). Es ist daher so, als ob die Drehpunkte Ursprung der Strahlen wären. Dadurch erhalten die Drehpunkte die Funktion eines Fokus (► Abb. 9.74).

Durch die Drehung der Röhre um den Kopf des Patienten wirken diese Strahlen aus den Drehpunkten nicht in die vertikale, sondern in die horizontale Richtung. Jeder Drehpunkt wird zu einem Pseudofokus, der auf dem Bild sich nicht in die vertikale, sondern in die horizontale Richtung auswirkt. Dieser Pseudofokus hat einen sehr großen, in der Regel negativen Einfluss auf die Bildentstehung. Bei falscher Positionierung können durch geometrische Unschärfen Verzerrungen in den horizontalen

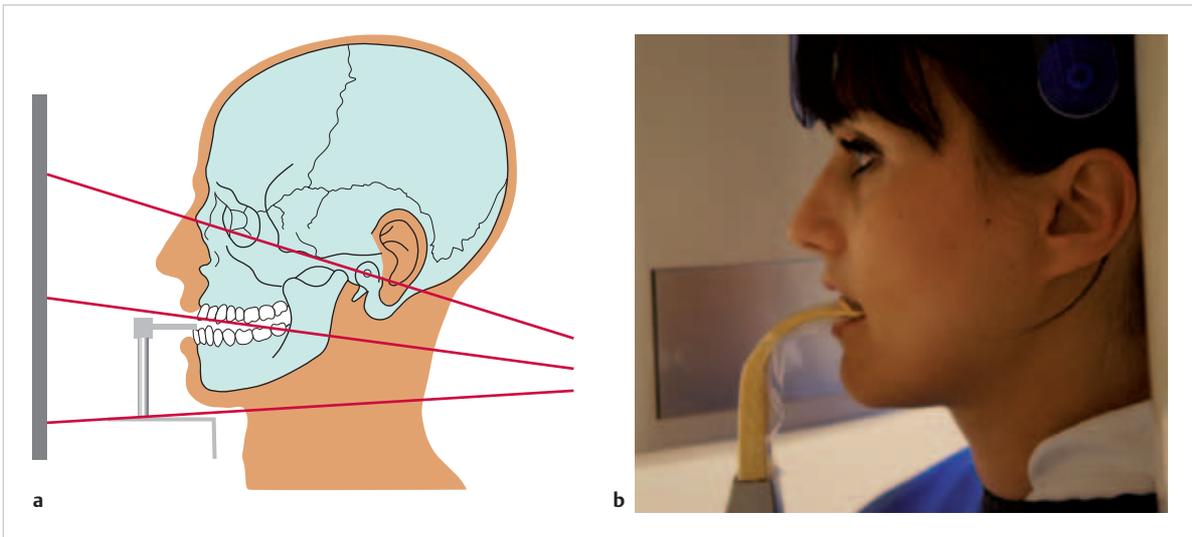


Abb. 9.73 Schräge Einstrahlrichtung von 7° kaudokraniel.

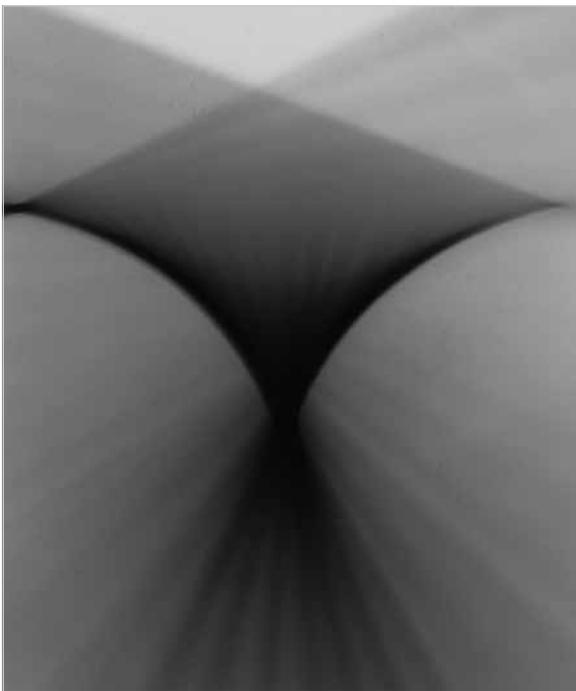


Abb. 9.74 Die Drehpunkte werden zu Pseudofokussen.

Richtungen im gesamten Kieferbereich entstehen. Herbeigeführt wird dies durch den sehr kleinen Abstand zwischen Pseudofokus und Kiefer.

Das **Panoramaschichtprinzip funktioniert also nur dann**, wenn

- die Schichtform dem Zahnbogen optimal entspricht,
- die Drehpunkte so individuell wie möglich eingerichtet sind und
- der Patient optimal in diesem System positioniert wird (► Abb. 9.75).



Abb. 9.75 Der Patient ist, mit Einstellhilfen, korrekt positioniert.

Weiterentwicklungen der Panoramascichttechnik

Mit der Entwicklung der **Orthopantomografie** wurde ein Aufnahmeverfahren entwickelt, dass in der Funktion als Übersichtsaufnahme die wichtigste Röntgenaufnahme in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde geworden ist.

Aus einem Orthopantomogramm (OPG) leiten sich weitergehende Untersuchungen ab, sei es die intraorale Einzelaufnahme für einfache Fragestellungen oder die dentale Volumentomografie für komplizierte Befunde.

Nachdem man erkannt hatte, welche Möglichkeiten in der Panoramascichttechnik liegen, begann man von 1975 an den Orthopantomografen mit weiteren Ablaufbahnen auszustatten. Im Zuge dieser Entwicklung kamen

Geräte auf den Markt, die neben Ober- und Unterkiefer auch viele weitere Teilregionen des Gesichtsschädels darstellen konnten (► Abb. 9.76, ► Abb. 1.10).

Sehr eindrucksvolle Bilder konnten auch mit dem Schichtgerät Scanora erstellt werden. Bei dieser Röntgen-einheit kommt eine Kombination aus Panoramaschicht-technik und klassischer konventioneller Tomografie mit spiralförmiger Verwischung zum Einsatz.

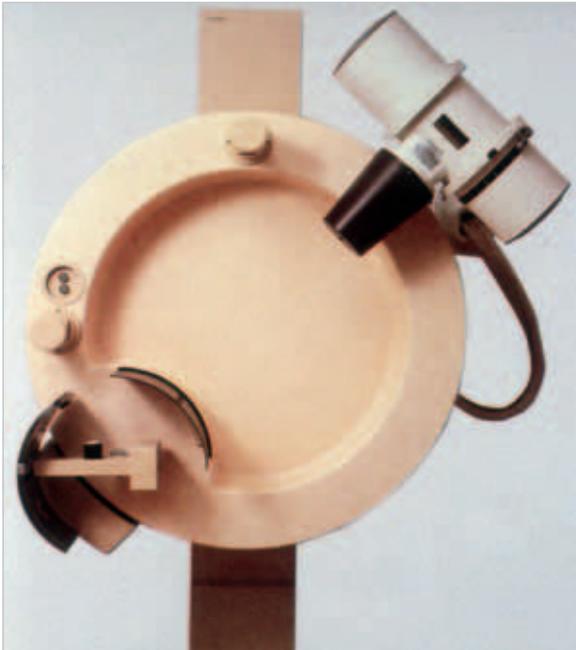


Abb. 9.76 Panoramaschichtgerät Zonarc mit mehreren zusätzlichen Ablaufbahnen, für liegende Patienten.

Mit diesem Gerät konnten zum ersten Mal transversale Schichtaufnahmen hergestellt werden (► Abb. 9.77). Damit gelang ein entscheidender Schritt in Richtung zur 3-dimensionalen Bildgebung, so wie wir sie jetzt mit der dentalen Volumetomografie als Nachfolger der konventionellen Tomografie im zahnärztlichen Röntgen besitzen.

Diese vielfältigen Möglichkeiten finden sich jetzt in den modernen Panoramaschichtgeräten, abhängig von der technischen Ausstattung.

Spezialablaufbahnen

Bei den Teilprojektionen mit individuellen Ablaufbahnen mit einem Drehkreis oder eingblendeten Aufnahmen mit der normalen OPG-Ablaufbahn ist von besonderem praktischem Interesse die Darstellung

- einzelner Kieferabschnitte,
- der Kiefergelenke,
- des Frontzahnbereichs,
- des Mittelgesichts und
- des Alveolarkamms und der approximalen Kronenränder.



Abb. 9.78 Teilansicht des linken Oberkiefers.

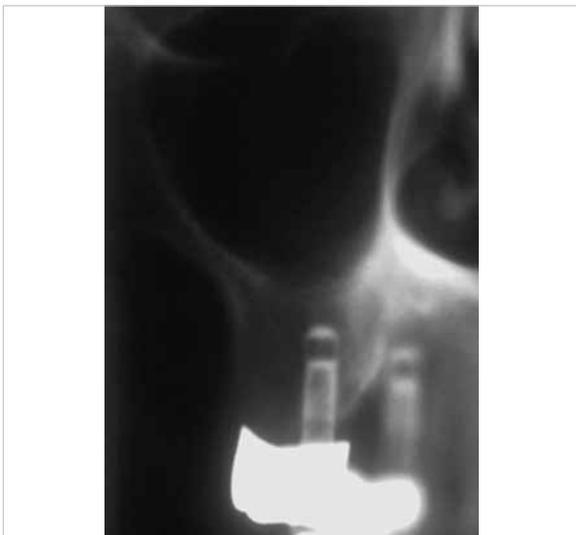


Abb. 9.77 Transversale Schichtaufnahme mit einem scharf abgebildeten Implantat.

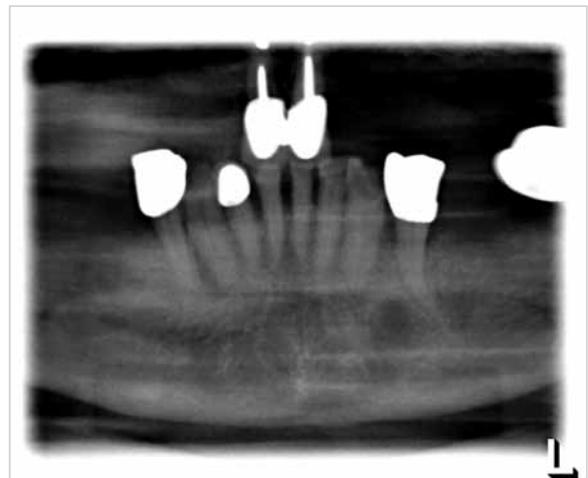


Abb. 9.79 Teilansicht des linken Unterkiefers.

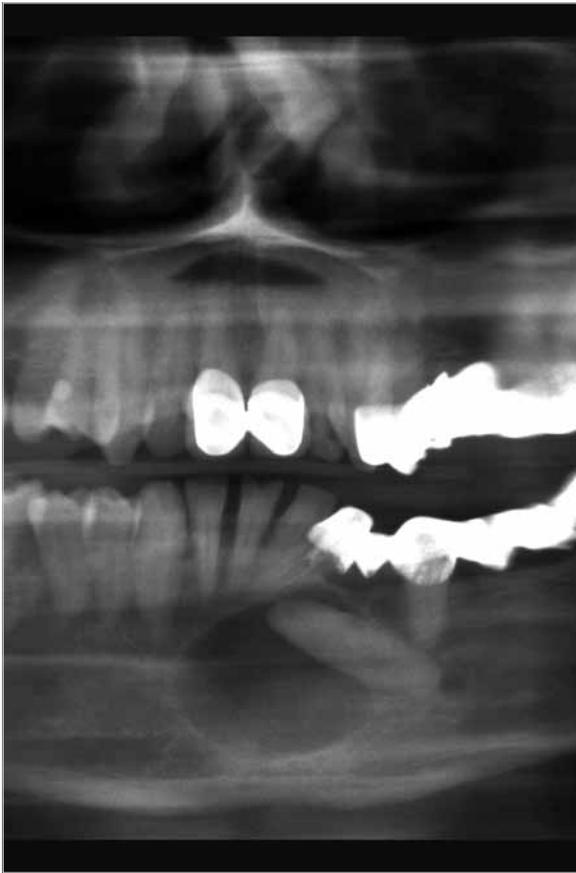


Abb. 9.80 Durch einen größeren Radius und eine angepasste Ablaufbahn wird mit dem Frontprogramm die Frontregion mit deutlich geringerer geometrischer Unschärfe aufgenommen.

Abbildung einzelner Kieferabschnitte

Es erscheint durchaus sinnvoll, bei gezielten Fragestellungen nicht immer ein gesamtes OPG anzufertigen, sondern nur den Bereich darzustellen, der von aktuellem Interesse ist. Im Vergleich zum gesamten OPG wird Dosis eingespart und im Vergleich zum Zahnfilm wird ein größerer Bereich dargestellt (► Abb. 9.78 und ► Abb. 9.79).

Eine Besonderheit stellt die Frontzahnregion dar. Hier kann eine Verbesserung der diagnostischen Bildqualität durch eine angepasste Ablaufbahn und die Wahl einer dickeren Schicht erreicht werden. Es werden der Überlagerungsschatten der Wirbelsäule und die geometrischen Unschärfen durch den nahe gelegenen Pseudofokus in der Front deutlich reduziert (► Abb. 9.80).

Abbildung des Alveolarkamms und der approximalen Kronenränder

Auch Bereiche, die bisher den intraoralen Einzelaufnahmen vorbehalten waren, können mit Spezialablaufbahnen des PSA-Geräts, ermöglicht durch die digitale Technik, abgebildet werden.

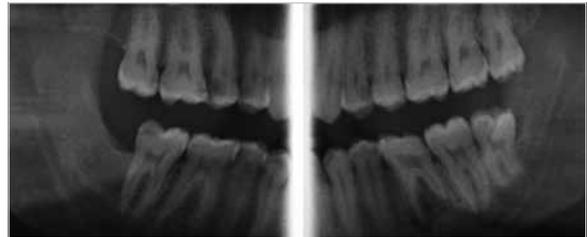


Abb. 9.81 Panoramaschichtaufnahme: Bissflügelprogramm.

9

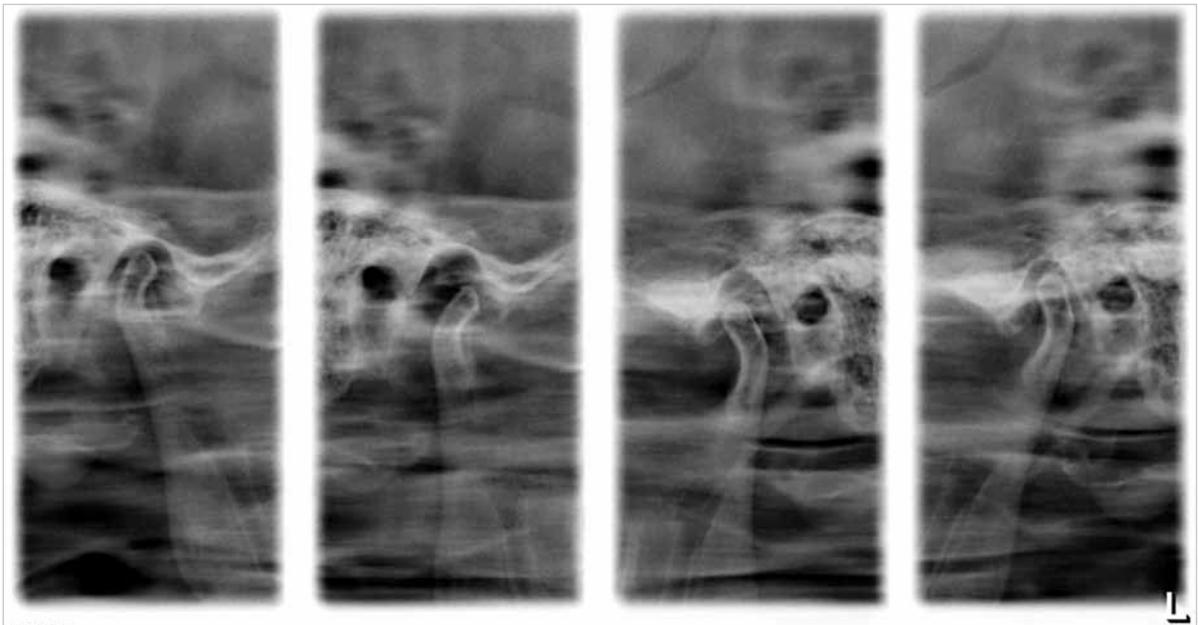


Abb. 9.82 Outhophos XG PSA Gelenkprogramm offen und geschlossen.

Durch die gleichmäßige Einstrahlrichtung lässt sich der Alveolarkamm mit der PSA-Technik gleichmäßig und objektgetreu darstellen. Ebenso gelingt es, die Approximalbereiche der Kronen immer besser überlagerungsfrei abzubilden (► Abb. 9.81).

Abbildung der Kiefergelenke

Die Beschwerden der Kiefergelenke sind meist funktioneller Art. Es ist also zunächst von Interesse, wie der Gelenkkopf in der Pfanne steht und wie weit die Mundöffnung möglich ist. Die weitere Funktionsdiagnostik wird dann in der Regel mit der Kernspintomografie fortgesetzt. In der Praxis lässt sich aber mit einem Kiefergelenkprogramm der Zustand bei geschlossenem und bei maximal geöffnetem Mund auf einfache Weise mit dem Panoramascichtgerät darstellen (► Abb. 9.82 und ► Abb. 9.83).

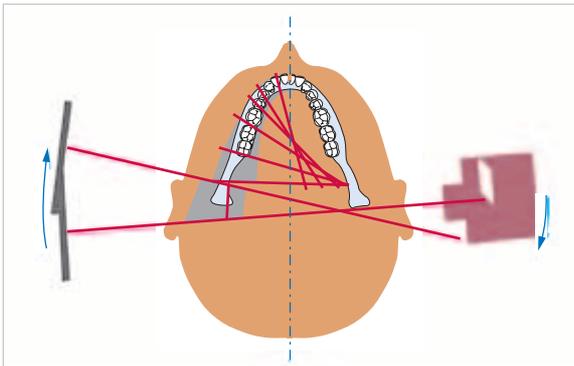


Abb. 9.83 Schema der Ablaufbahn bei einer Kiefergelenk-Panoramascichtaufnahme. Aus: Pasler FA, Visser H. Farbatlanten Zahnmedizin, 5. Band, Zahnmedizinische Radiologie, 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2000.

Aber auch für die Darstellung von knöchernen Veränderungen gibt es besondere PSA-Kiefergelenkablafbahnen. Bei speziellen Fragestellungen zu Knochen ist allerdings eine Untersuchung mit digitaler Volumentomografie (DVT; s.u.) vorzuziehen.

Abbildung des Mittelgesichts

Die Aufnahmen des Mittelgesichts mit dem PSA-Gerät waren zu der Zeit, als es noch keine DVT gab, eine einfache und aussagekräftige Möglichkeit, die Strukturen oberhalb des Oberkiefers diagnostisch verwertbar abzubilden (► Abb. 9.84).

Auch diese Aufnahme ist durch die DVT abgelöst worden, da im Mittelgesicht eine sichere Diagnostik nur mit dünnen Schichtaufnahmen in mehreren Ebenen zum diagnostischen Erfolg führt.



Abb. 9.84 Panoramascichtaufnahme des Mittelgesichts.

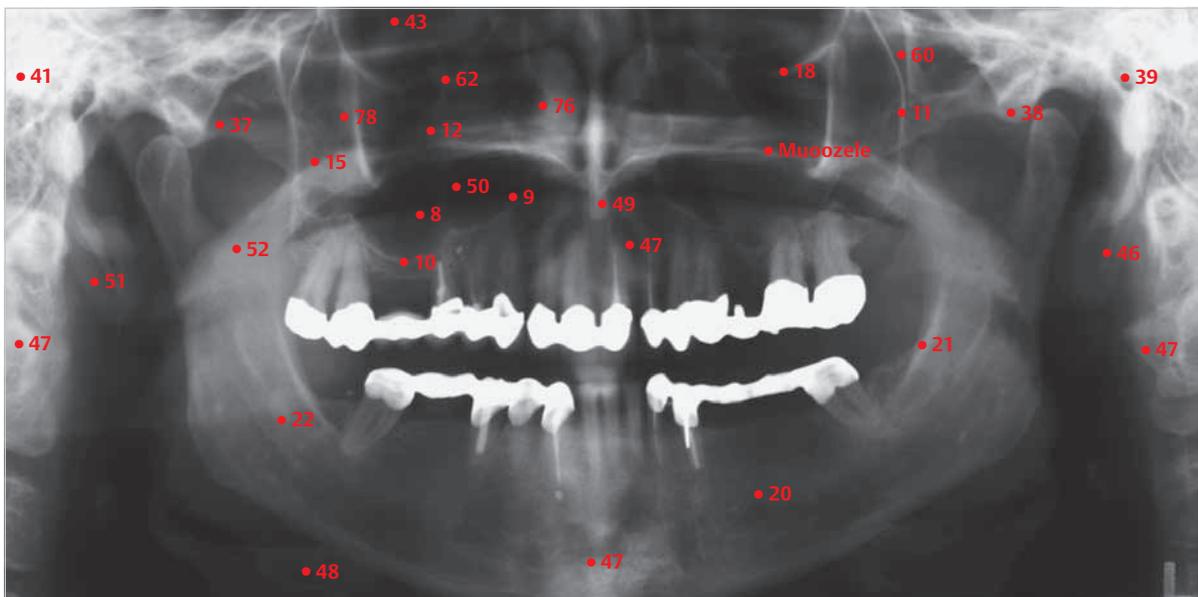


Abb. 9.85 Panoramaansicht von Ober- und Unterkiefer auf dem Orthopantomogramm. Legende s. ► Tab. 9.1.

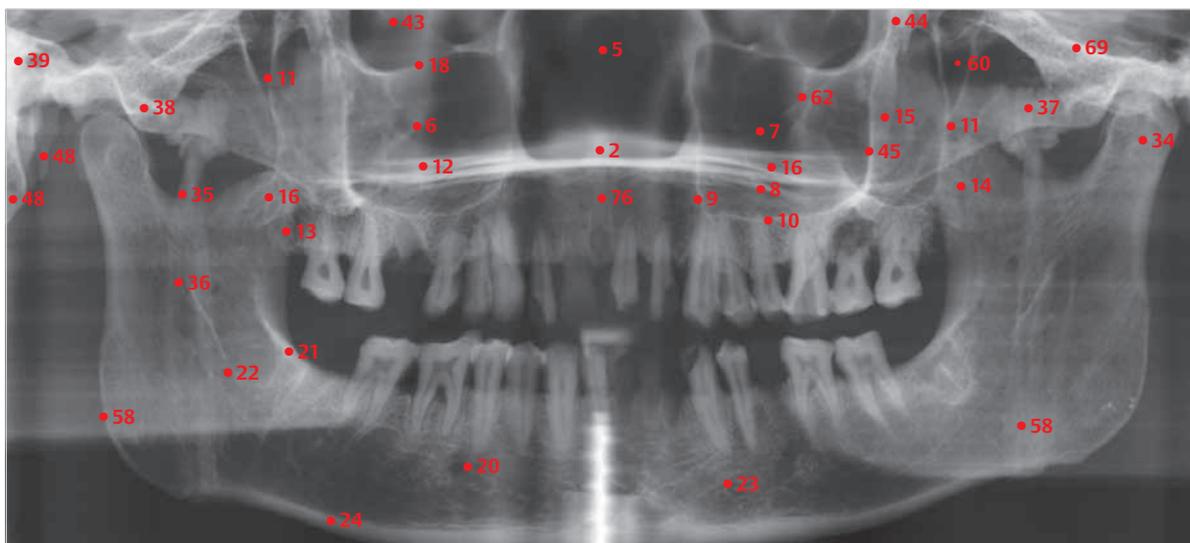


Abb. 9.86 Anatomische Strukturen auf einem Orthopantomogramm (Phantom). Legende s. ▶ Tab. 9.1.

Tab. 9.1 Anatomische Strukturen auf einem Orthopantomogramm.

Ziffer	Struktur
2	Spina nasalis anterior
3	Foramen incisivum
4	Apertura piriformis
5	Septum nasi
6	Cavum nasi
7	Kieferhöhle
8	Kieferhöhle, Recessus alveolaris
9	Kieferhöhle, medioventrale Begrenzung
10	Kieferhöhle, kaudale Begrenzung
11	Kieferhöhle, dorsale Begrenzung
12	harter Gaumen
13	Tuber maxillae
14	Processus pterygoideus
15	Jochbein
16	Muskelfortsatz
18	Infraorbitalrand
20	Foramen mentale
21	Linea obliqua externa
22	Canalis mandibulae
23	Spongiosa
24	Corticalis
28	Dentin
30	Wurzelkanal
31	Periodontalspalt
32	Lamina dura

Tab. 9.1 Fortsetzung

Ziffer	Struktur
33	Gelenkfortsatz
34	Gelenkkopf
36	Foramen mandibulae
37	Jochbogen
38	Tuberculum articulare
39	Porus acusticus externus
41	Felsenbein
43	Orbita
44	Orbita, laterale Begrenzung
45	Jochbein, hinterer Rand
46	Zungenbein
47	Wirbelsäule
48	Processus styloideus
49	Nasenschatten
50	Luft zwischen Zunge und hartem Gaumen
51	Ohrläppchen
52	weicher Gaumen und Uvula
53	Pharynx
55	Nasenboden
58	Unterkiefer, Gegenseite
59	Processus mastoideus
60	Fossa pterygopalatina
62	Foramen infraorbitale
64	Keilbeinhöhle
78	Concha nasalis

Röntgenanatomie der Panoramaschichtaufnahmen unter besonderer Berücksichtigung des Orthopantomogramms

Die Kenntnis der anatomischen Strukturen ist die entscheidende Grundlage für jede Röntgenbildinterpretation. Ohne das Wissen, wie der Bereich, den man betrachtet, im gesunden Zustand aussieht, ist es unmöglich, pathologische Veränderungen zu erkennen. Schon die Normvarianten der Anatomie des Gesichtsschädels, von denen es sehr viele gibt, bergen viele Gefahren, einen Befund fehlzudeuten.

Wie schon im allgemeinen Teil beschrieben, ist die Zentralprojektion – mit der für uns ungewohnten Bildentstehung – der Hauptgrund für das häufig schwierige Erkennen pathologischer Veränderungen. Durch die gebogene Panoramaansicht wird die Interpretation der einzelnen Strukturen erschwert, aber auch weil die Blickweise neu und ungewohnt ist. Eine Fotomontage von Pasler zeigt sehr eindrucksvoll die Panoramaansicht des Ober- und Unterkiefers mit den basalen Anteilen der Kieferhöhle (► Abb. 9.85). Im Vergleich dazu das Orthopantomogramm eines Phantomschädels mit den eingezeichneten wichtigsten anatomischen Strukturen (► Abb. 9.86).

Praktische Durchführung einer Orthopantomografie und Vermeidung von Fehlern

Der Gesichtsschädel setzt sich aus einer Vielfalt von anatomischen Strukturen zusammen, die in den meisten Fällen eine knöcherne Konsistenz haben. Wir finden aber auch viele Weichteilfiguren, die sich im Bild bemerkbar machen. Und nicht zuletzt gibt es im Mund- und Nasopharynxbereich sehr viele lufthaltige Räume, die sich ebenfalls auf dem Panoramaschichtbild widerspiegeln. Alle diese Strukturen zusammen machen das Orthopantomogramm zu einem Röntgenbild, das nicht leicht zu interpretieren und zu deuten ist. Es kommt deshalb darauf an, dass die Positionierung des Patienten äußerst korrekt sein muss, damit die vielen verschiedenartigen Strukturen richtig interpretiert werden können.

Positionierung und Positionierungsfehler

Jedes Panoramaschichtgerät besitzt Schichtbereiche, die der Form des Kieferbogens angepasst sind. Diese Schichtformen können mit Messdaten, die aus Normkiefern gewonnen wurden, programmiert werden. Digitale Systeme machen es möglich, aus den Daten, die während der Aufnahme gewonnen werden, den optimalen individuellen Schichtverlauf festzulegen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, mit technischen Messhilfen am Gerät, wie z.B. der Kopfstütze, angepasste Schichtverläufe für die einzelnen individuellen Kieferformen einzustellen (► Abb. 9.75).

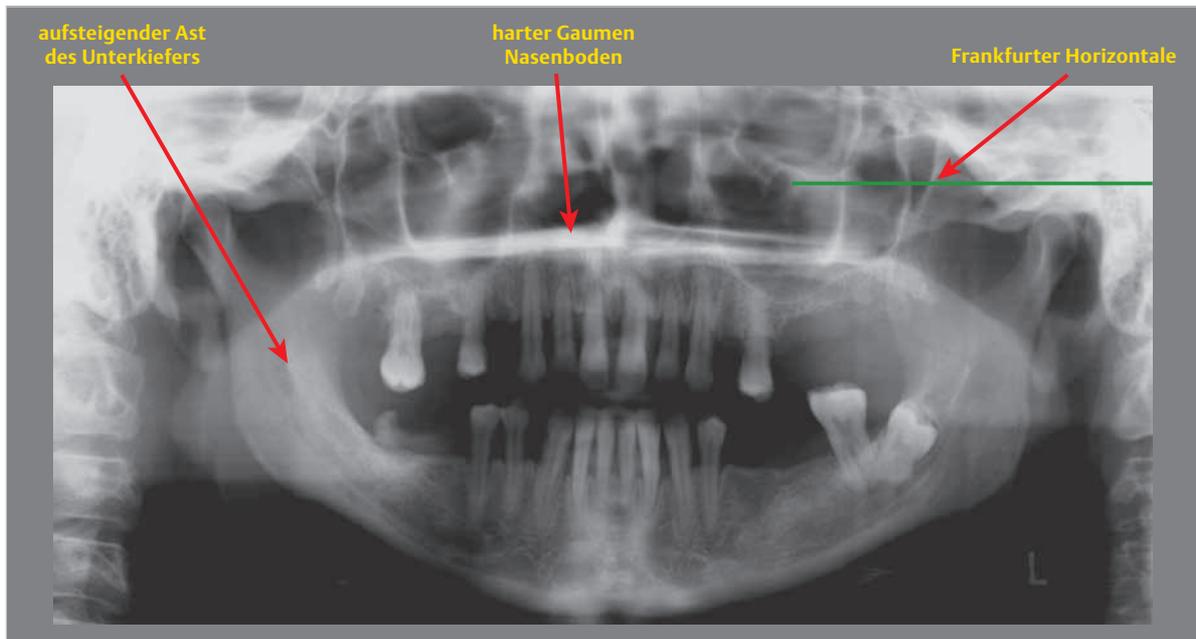


Abb. 9.87 Korrekte Einstellung des Kopfs, erkennbar am horizontal verlaufenen harten Gaumen, der in der Regel parallel zur Frankfurter Horizontalen verläuft.