

Stylios Koutzoglou

Dr. med. dent.

Adresse:

Thimianis 4  
GR - 73131 Chania

Joachim Tränkmann

Prof. Dr. med. dent.

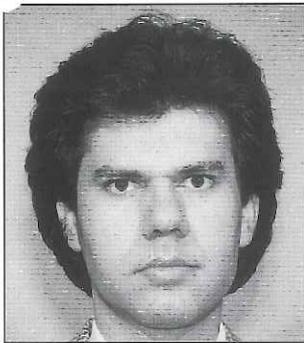
Johannes Berten

ZA

Poliklinik für Kieferorthopädie  
im Zentrum für Zahn-, Mund-  
und Kieferheilkunde  
der Medizinischen Hochschule

Hannover

Adresse:

Konstanty-Gutschow-Straße 8  
30625 Hannover

# Die Gonion-Winkel-Korrelation zwischen Orthopantomogramm und Fernröntgen-seitenbild - eine zuverlässige Prognose der Unterkiefer-Wachstumsrichtung?

Bei der Beurteilung der Gesichtsstruktur gibt der Kieferwinkel wertvolle Hinweise in Hinblick auf die vertikalen Strukturmerkmale des Viszerokraniums. Auch bei der Prognose des Gesichtswachstums wird diesem Winkel eine große Bedeutung zugemessen. Da wir bei jedem kieferorthopädischen Patienten über eine Panoramaschichtaufnahme verfügen, stellt sich die Frage, ob hier eine Bestimmung des Gonion-Winkels mit ausreichender Genauigkeit möglich ist. Auf ein Fernröntgen-seitenbild könnte man dann bei manchen Patienten zunächst verzichten. Anhand von Vergleichsmessungen zwischen Panoramaschicht- und Fernröntgen-seitenaufnahmen versuchen die Autoren, auf diese Frage eine Antwort zu geben.

(Kieferorthop 8: 269-278, 1994)

**Indizes: Orthopantomogramm, Fernröntgen-seitenbild, Gonion-Winkel, Schädelwachstum**

## Einleitung

Die frühzeitige und zuverlässige Vorhersage der zu erwartenden Unterkiefer-Wachstumsrichtung mit Hilfe des Fernröntgen-seitenbildes legt den Grundstein für eine erfolgreiche kieferorthopädische Behandlung<sup>1, 5, 6, 8, 9</sup>. Forderungen des Strahlenschutzes stehen aber dem routinemäßigen Einsatz des Fernröntgen-seitenbildes bei einer frühen kieferorthopädischen Untersuchung entgegen. Oft sind von den entsprechenden Patienten jedoch bereits Orthopantomogramme vorhanden. Es ist daher naheliegend, diese Aufnahmen hinsichtlich ihrer Tauglichkeit zur Vorhersage der Unterkiefer-Wachstumsrichtung zu prüfen.

Koeppel maß den Gonion- und Kollum-Winkel im Orthopantomogramm und erhielt gewisse prognostische Hinweise auf die zu erwartende Rotationstendenz der Mandibula<sup>3</sup>. Fischer-Brandies et al. berichteten 1984, daß das Fernröntgen-seitenbild für die Bestimmung des Gonion-Winkels nach wie vor geeigneter ist als das Orthopantomogramm<sup>2</sup>. Im Gegensatz dazu fanden Mattila et al. eine weitgehende Übereinstimmung des Gonion-Winkels bei den beiden Röntgenverfahren<sup>4</sup>.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde die mögliche Korrelation anhand von zufällig aus-

gesuchten Orthopantomogrammen und den entsprechenden Fernröntgen-seitenbildern weitgehend nachuntersucht.

## Material und Methode

Der Mittelwert des rechten und linken Gonion-Winkels von 73 Orthopantomogrammen wurde mit dem Gonion-Winkel der entsprechenden Fernröntgen-seitenbilder verglichen. Die untersuchten Röntgenaufnahmen wurden aus einer Patientenklientel von 58 Probanden (38 männlich, 20 weiblich) der Poliklinik für Kieferorthopädie der Medizinischen Hochschule Hannover entnommen. Das chronologische Alter galt als einziges Kriterium bei der Auswahl der Patienten. Der Altersmittelwert  $\bar{x}$  betrug 8,1 Jahre mit einer Standardabweichung (SD) von 1,2 Jahren. Alle Orthopantomogramme wurden mit einem Orthophos-Gerät der Firma Siemens (Programm 1) angefertigt und mit einem serienmäßigen Automaten der Firma 3M (Modell: XP 505 TM, 1990) entwickelt.

Die Auswertung erfolgte von Hand, und bei allen Röntgenaufnahmen wurde der Gonion-Winkel zweimal gemessen, um den zufälligen Fehler der Methode durch das manuelle Einzeichnen und das Ablesen vom Meßinstrument

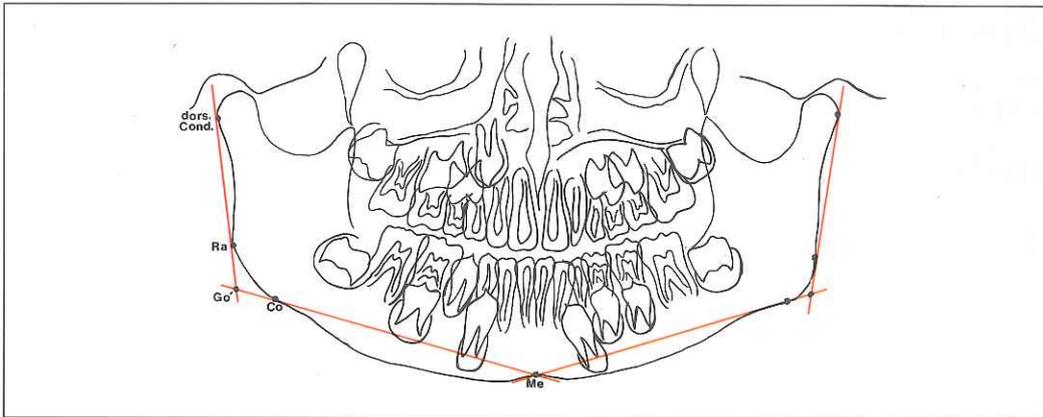


Abb. 1 Schematische Darstellung der Referenzpunkte im Orthopantomogramm.

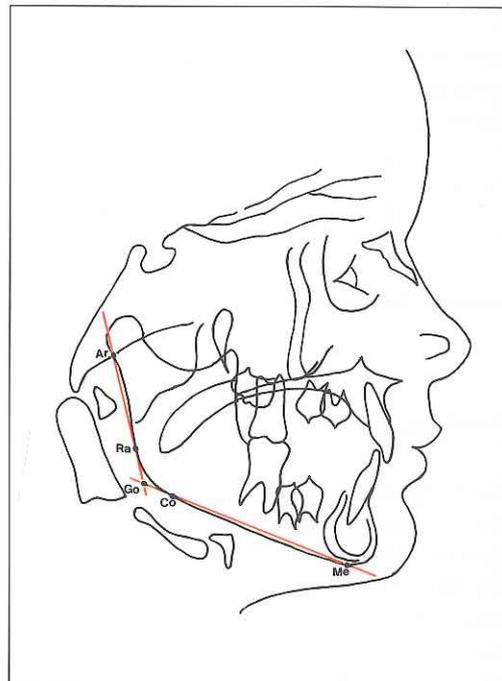


Abb. 2 Schematische Darstellung der Referenzpunkte im Fernröntgenseitenbild.

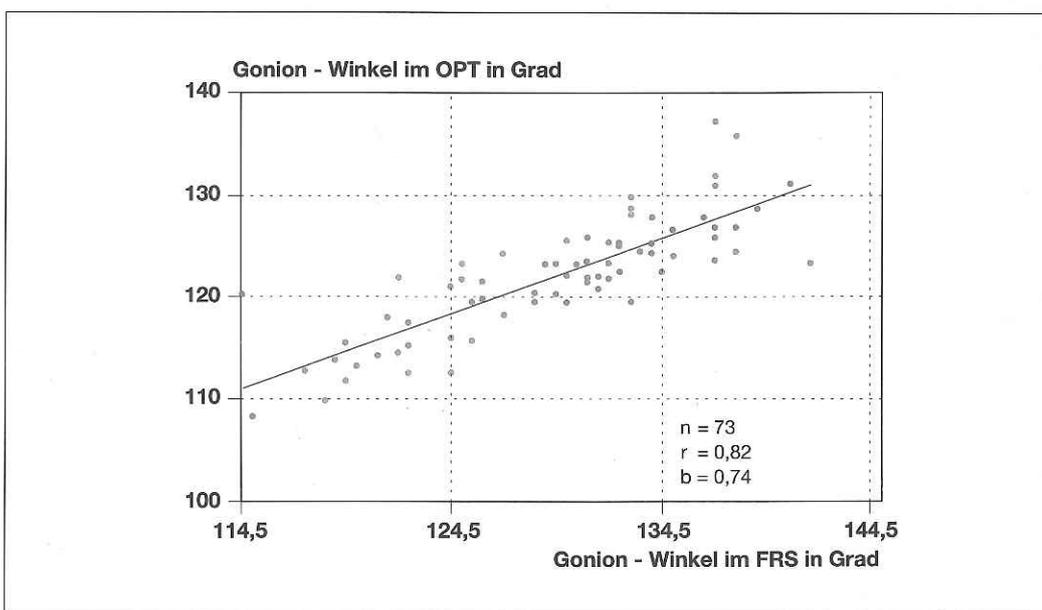


Abb. 3 Graphische Darstellung der Korrelation zwischen dem Gonion-Winkel im Orthopantomogramm und im Fernröntgenseitenbild anhand einer Regressionsgeraden.

**Tabelle 1** Definition der Referenzpunkte im Orthopantomogramm und im Fernröntgenseitenbild.

Orthopantomogramm	Fernröntgenseitenbild
Dorsaler Condylus (dors. Cond.): bilaterale dorsalste Begrenzung des Processus condylaris mandibulae.	Articulare (Ar): bilateraler, konstruierter Schnittpunkt der äußeren Kontur der Schädelbasis mit dem dorsalen Rand des Collum mandibulae bzw. dem dorsalen Rand des Ramus mandibulae <sup>10</sup> .
Ramus-Tangentenpunkt (Ra): dorsaler Tangentenpunkt des Ramus mandibulae in der Nähe des Angulus mandibulae <sup>10</sup> .	Ramus-Tangentenpunkt (Ra): siehe oben.
Gonion (Go): bilateraler, konstruierter Schnittpunkt der Ramus- und Corpustangenten.	Gonion (Go): siehe oben.
Corpus-Tangente (Co): Tangentenpunkt des Corpus mandibulae in der Nähe des Angulus mandibulae <sup>10</sup> .	Corpus-Tangentenpunkt (Co): siehe oben.
Menton (Me): kaudalste Ausdehnung des Corpus mandibulae im Bereich der Symphyse <sup>10</sup> .	Menton (Me): siehe oben.

**Tabelle 2** Korrelationstabelle für den Gonion-Winkel im Fernröntgenseitenbild und dem gemittelten Wert des rechten und linken Gonion-Winkels im Orthopantomogramm.

gemittelter Wert des re. und li. Gonion-Winkels im OPT	Wert des Gonion-Winkels im FRS
112,5°	116°
116,0°	121°
119,5°	126°
123,5°	131°
127,0°	136°
130,5°	141°

feststellen zu können. Der zufällige Fehler betrug 0,5°.

Eine schematische Darstellung der verwendeten Referenzpunkte und der durchgeführten Messungen zeigen die Abbildungen 1 und 2. Tabelle 1 führt die im Orthopantomogramm und im Fernröntgenseitenbild verwendeten Referenzpunkte auf.

### Ergebnisse

Zwischen dem Gonion-Winkel im Orthopantomogramm und dem Gonion-Winkel im Fernröntgenseitenbild besteht eine positive Korrelation. Der Korrelationskoeffizient  $r$  beträgt 0,82 und die Steigung der Regressionsgeraden  $b = 0,74$ .

Die bestehende Korrelation wird in der Abbildung 3 anhand der Regressionsgeraden und der zugrundeliegenden Punktwolke dargestellt.

Anhand dieser Korrelation wurde berechnet, welche gemittelten Werte des rechten und linken Gonion-Winkels im Orthopantomogramm den Werten des Gonion-Winkels im Fernröntgenseitenbild entsprechen. Diese Werte sind in der Tabelle 2 dargestellt.

### Problem bei der Anwendung

Trotz der bestehenden Korrelation wurde während der Auswertung beobachtet, daß bei einigen Röntgenaufnahmen ein erheblicher Unterschied zwischen dem gemittelten Wert des rechten und linken Gonion-Winkels im Orthopantomogramm und dem Gonion-Winkel im Fernröntgenseitenbild nachzuweisen war. Der Grund dafür lag, wie nachfolgend dargestellt wird, in der Einstellung der Probanden am Panorama-Schichtaufnahmeggerät während des Röntgens.

Die Panorama-Schichtaufnahme gibt nur diejenigen Strukturen in annehmbarer Schärfe wieder, die im Bereich der Schicht liegen. Alle außerhalb der Schicht liegenden Strukturen werden verwischt. Als Schicht wird der apparativ vorgegebene Bereich bezeichnet, in dem die Strukturen der Kiefer und der Zähne in ausreichender Schärfe wiedergegeben werden. Der Patient muß mit seinem Zahnsystem in diese Schicht eingestellt werden<sup>7</sup>.

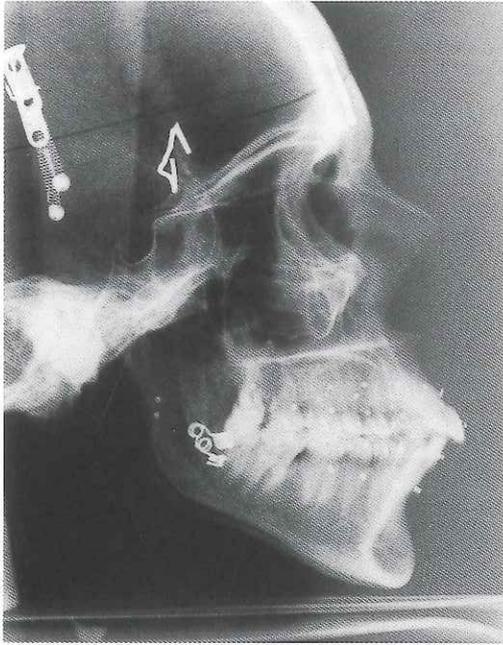


Abb. 4 Fernröntgenseitenbild eines menschlichen Schädels bei regelrechter Position.

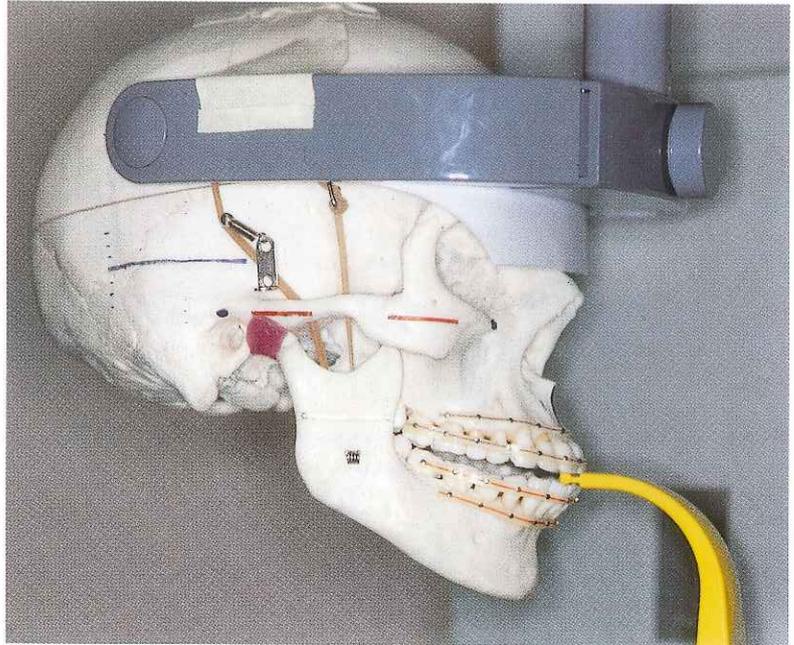


Abb. 5 Regelrechte Schädeleinstellung am Orthophos-Gerät.

### Experimenteller Nachweis

Durch die Verwendung eines menschlichen Schädels bei der Anfertigung eines Fernröntgenseitenbildes (Abb. 4) in regelrechter Einstellung und dreier Orthopantomogramme (Abb. 5 bis 8) in regelrechter,  $10^\circ$  ventro- und  $10^\circ$  dorsoflektierter Einstellung läßt sich die obengenannte Problematik experimentell veranschaulichen.

Der tatsächliche Wert des Gonion-Winkels beträgt  $131,0^\circ$  (Abb. 4), und der durch die Tabelle 2 berechnete durchschnittliche Wert der gemittelten Gonion-Winkel im Orthopantomogramm beträgt  $123,5^\circ$  (Abb. 5).

Der Wert der gemittelten Gonion-Winkel bei regelrechter Einstellung beträgt  $123,5^\circ$  (Abb. 6). Es ergibt sich keine Abweichung von dem zu erwartenden durchschnittlichen Wert (Tab. 2).

Der Wert der gemittelten Gonion-Winkel bei  $10^\circ$  ventroflektierter Einstellung beträgt  $120,5^\circ$  (Abb. 7). Eine Abweichung von  $3^\circ$  von dem durchschnittlichen Wert ist nachzuweisen (Tab. 2).

Der Wert der gemittelten Gonion-Winkel bei  $10^\circ$  dorsoflektierter Einstellung beträgt  $126,0^\circ$  (Abb. 8). Die Abweichung vom berechneten Wert beträgt  $2,5^\circ$  (Tab. 2).

Es konnten drei wichtige Charakteristika der falschen Kopfeinstellung in ventrodorsaler Richtung festgestellt werden (Abb. 6 bis 8, 10 und 12), die für den praktizierenden Kieferorthopäden von Bedeutung sein können:

- die Neigung des Processus condylaris mandibulae,
- die Größe der Unterkiefer-Schneidezähne,
- die Flächenbreite des Corpus mandibulae unterhalb der Referenzlinie  $Go' - Me$  (vgl. Abb. 13 und 19).

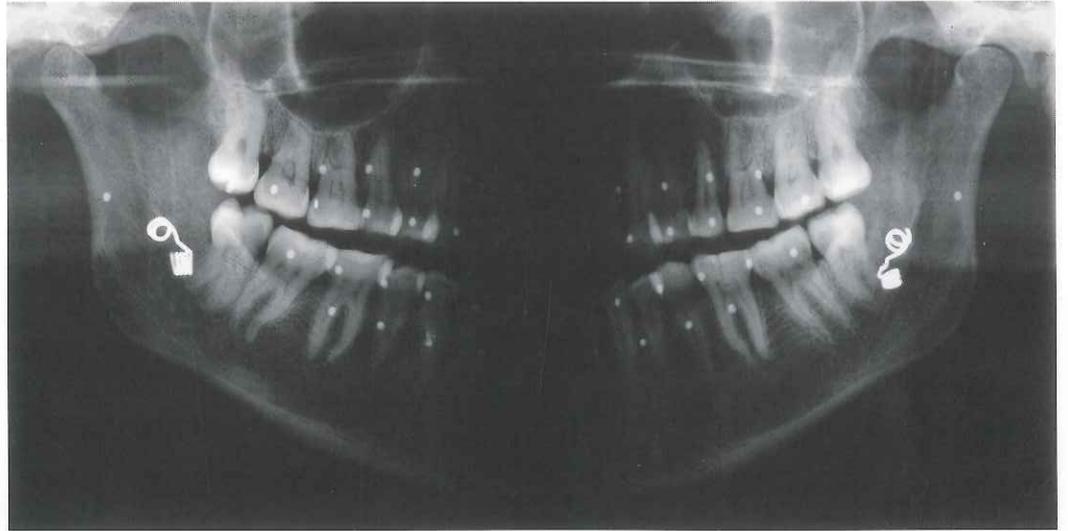


Abb. 6 Orthopantomogramm bei regelrechter Schädeleinstellung am Orthophos-Gerät.

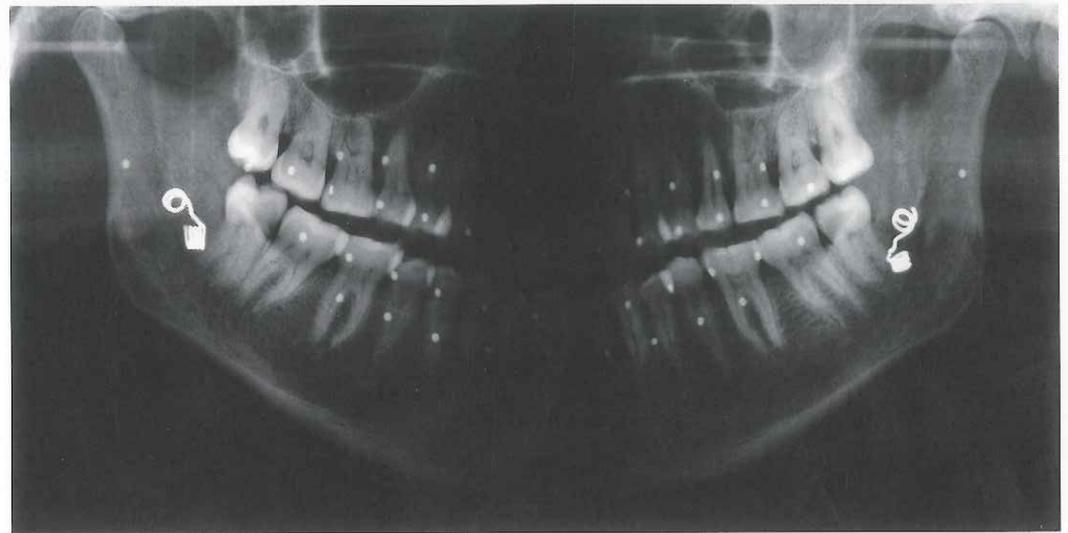


Abb. 7 Orthopantomogramm nach 10° ventroflektierter Einstellung des Schädels am Orthophos-Gerät.

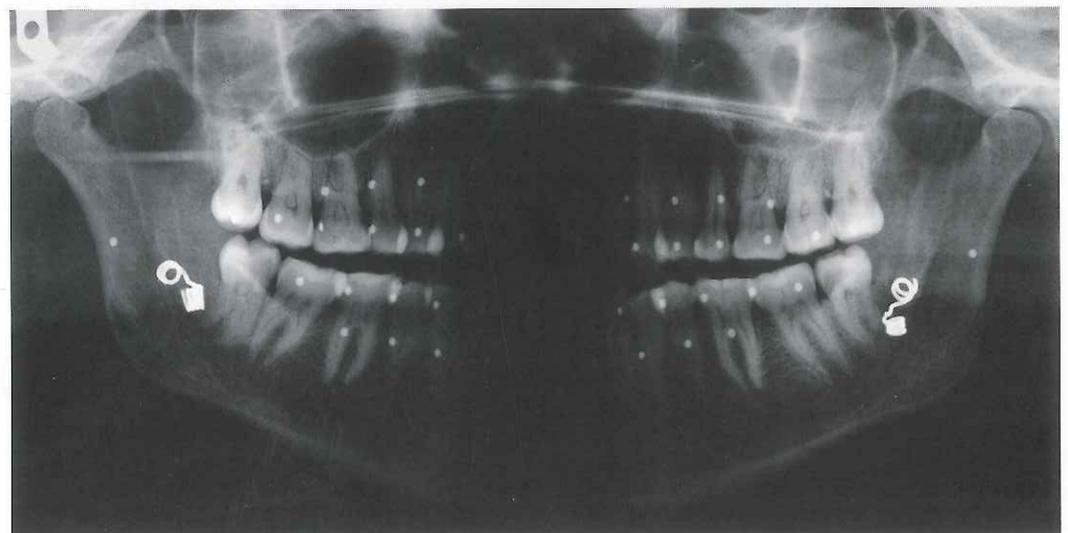


Abb. 8 Orthopantomogramm bei 10° dorsoflektierter Einstellung des Schädels am Orthophos-Gerät.

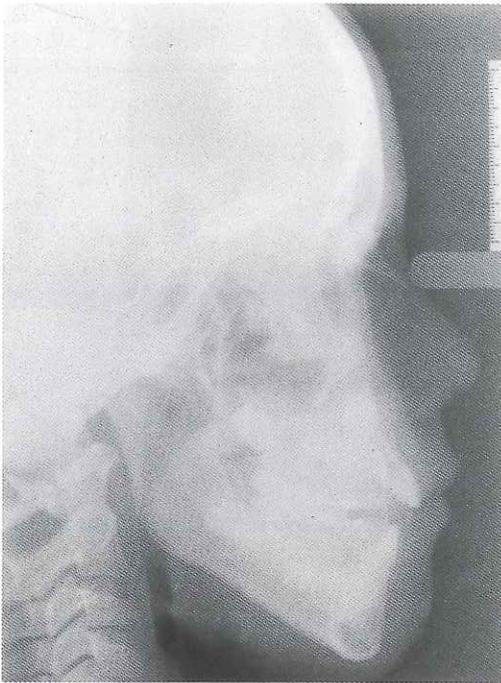


Abb. 9 Fernröntgenseitenbild eines Patienten.

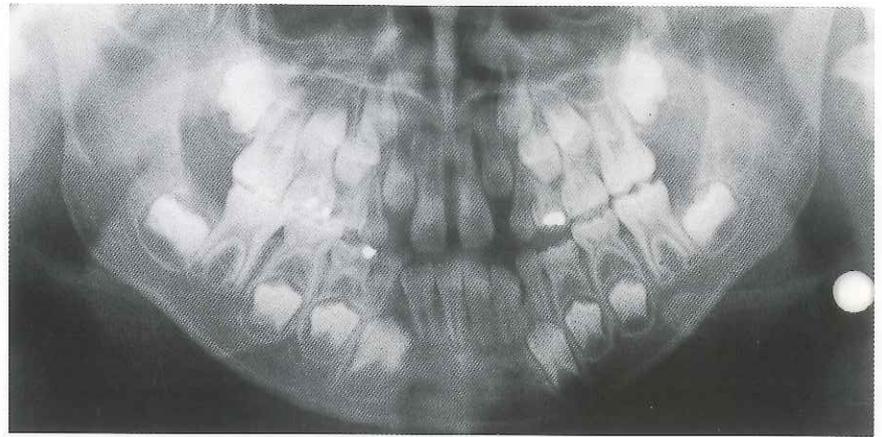


Abb. 10 Orthopantomogramm desselben Patienten.

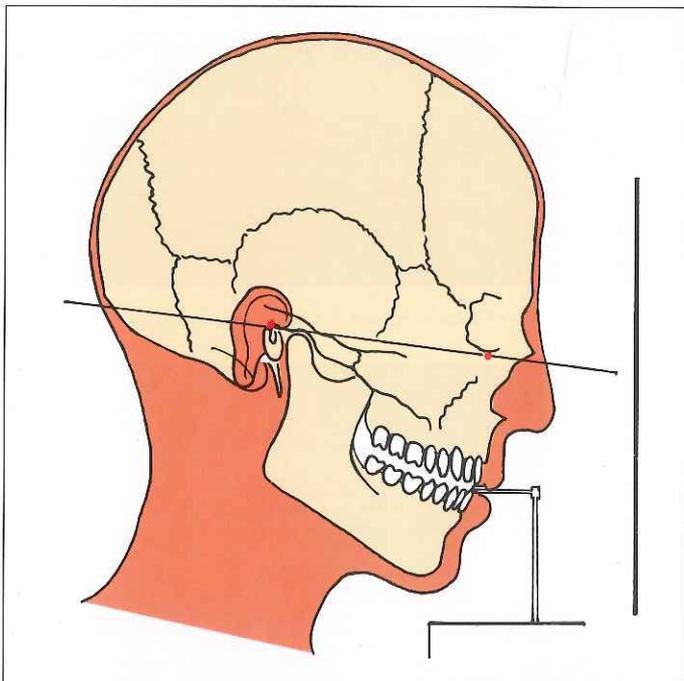


Abb. 11 Schematische Darstellung der Fehlerquelle bei ventroflektierter Kopfeinstellung. Die Okklusionsebene weicht von der Horizontalen ab.

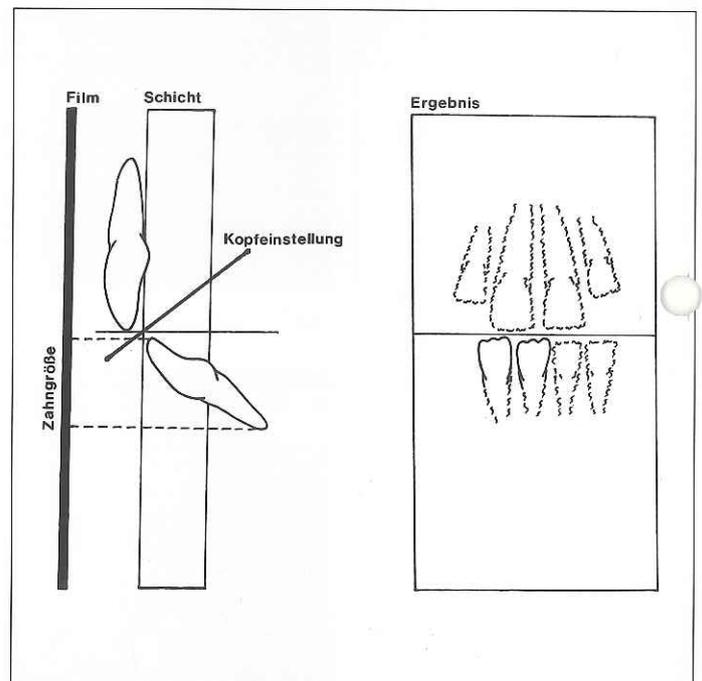


Abb. 12 Schematische Darstellung des Ergebnisses im Orthopantomogramm im Bereich der Schneidezähne aufgrund einer falschen Kopfeinstellung.

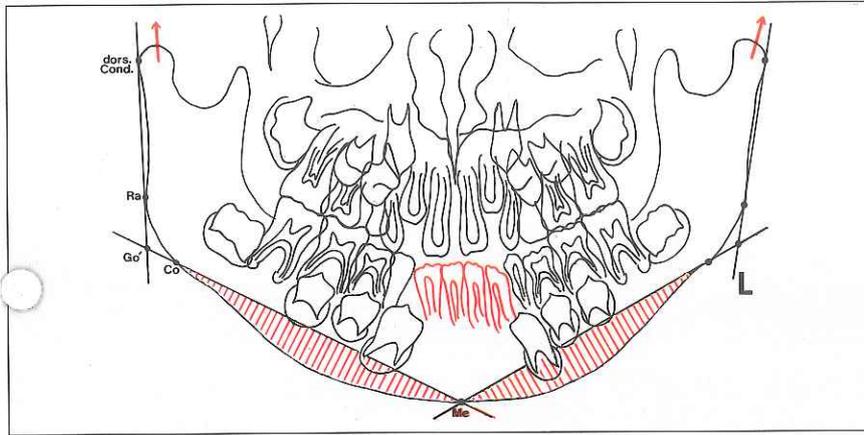


Abb. 13 Durchzeichnung des Orthopantomogramms aus Abbildung 10 mit Betonung (in Rot) der drei genannten Charakteristika einer fehlerhaften Kopfeinstellung.

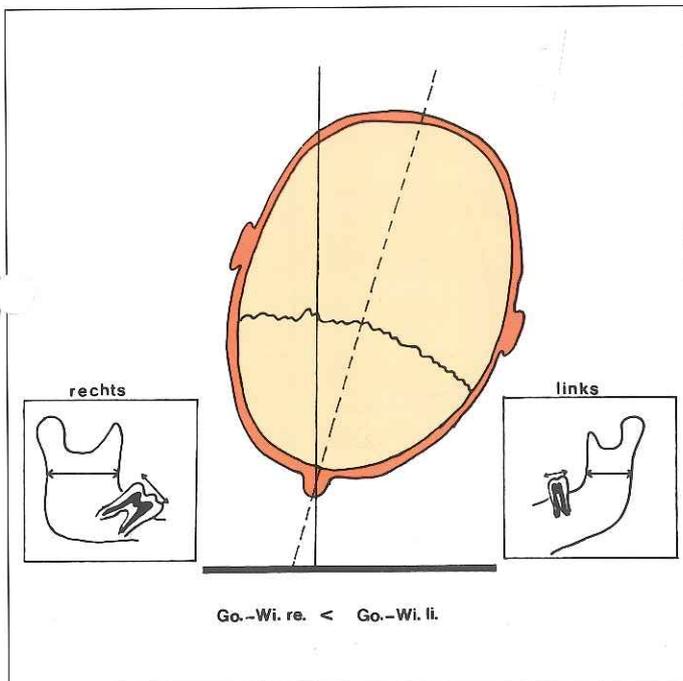


Abb. 14 Schematische Darstellung der Fehlerquelle bei gedrehter Kopfeinstellung. Trotz Fixierung im Kephhalostaten wies der Kopf des Patienten bei der Anfertigung dieses Orthopantomogramms eine Abweichung von der Mediansagittalen auf (Kopf nach rechts gedreht). Dadurch entsteht eine asymmetrische Abbildung der rechten und linken Strukturen des Gesichtsschädels.

**Patientenbeispiele**

Anhand zweier Patientenbeispiele, die aus dem Material der vorliegenden Studie entnommen wurden, sollen die obengenannten Charakteristika sowie die schon diskutierte Problematik veranschaulicht werden.

*Patientenbeispiel 1*

Der tatsächliche Wert des Gonion-Winkels in diesem Fernröntgenseitenbild beträgt  $141,5^\circ$  (Abb. 9). Der durchschnittliche Wert der gemittelten Gonion-Winkel im Orthopantomogramm (Tab. 2) sollte bei  $131,0^\circ$  liegen.

Durch die ventroflektierte Kopfeinstellung am Orthophos-Gerät beträgt der gemittelte Gonion-Winkel in diesem Orthopantomogramm jedoch  $123,5^\circ$  (Abb. 10). Es ergibt sich eine Abweichung von  $7,5^\circ$ .

Durch die ventroflektierte Kopfeinstellung und Neigung der Okklusionsebene (Abb. 11) werden die Processus condylaris mandibulae nach kranial verprojiziert, die Größe der Unterkiefer-Schneidezähne wird verkleinert und die Flächenbreite des Corpus mandibulae unterhalb der Referenzlinie  $Go' - Me$  vergrößert (Abb. 10, 12 und 13).

Außer der ventroflektierten Kopfeinstellung ist in diesem Orthopantomogramm (Abb. 10) noch eine Fehlerquelle der Kopfeinstellung zu bemerken. Der Kopf des Patienten war während der Aufnahme auch nach rechts gedreht. Deshalb befanden sich die anatomischen Strukturen des Gesichtsschädels der linken Seite in größerer Entfernung zum Film als die der rechten Seite (Abb. 14). Dadurch kam es zu einer Vergrößerung der mesiodistalen Distanzen der Seitenzähne und der ventrodorsalen Distanz des Ramus mandibulae der rechten Seite (Abb. 10, 13 und 14). Eine leichte Verzerrung der anatomischen Strukturen der rechten Seite im Seitenzahnbereich und der linken Seite im Schneidezahnbereich (Abb. 10 und 12) ist ebenfalls zu beobachten. Diese Strukturen lagen während des Röntgens nicht in der Schichtmitte. Der Gonion-Winkel der rechten Seite ist auch kleiner als der Gonion-Winkel der linken Seite (Abb. 13 und 14).



Abb. 15 Fernröntgenseitenbild einer Patientin.



Abb. 16 Orthopantomogramm derselben Patientin.

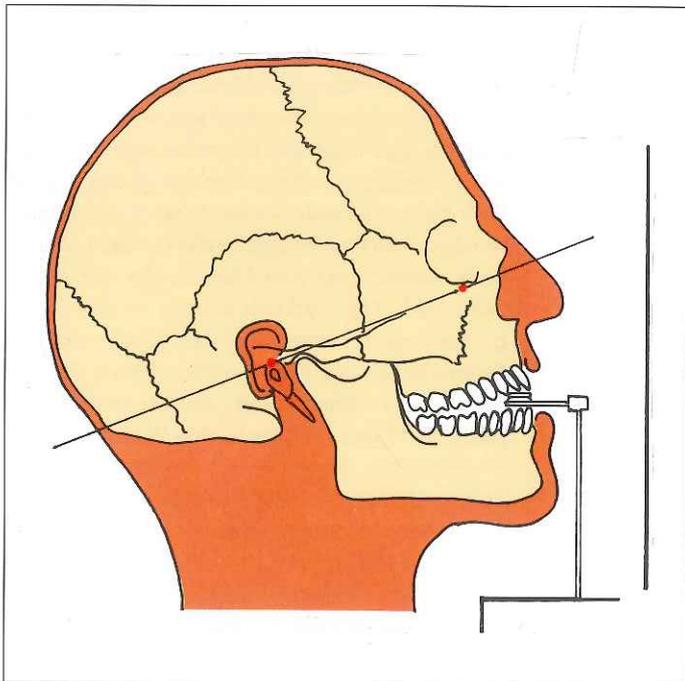


Abb. 17 Schematische Darstellung der Fehlerquelle bei dorsoflektierter Kopfeinstellung. Die Okklusionsebene weicht von der Horizontalen ab.

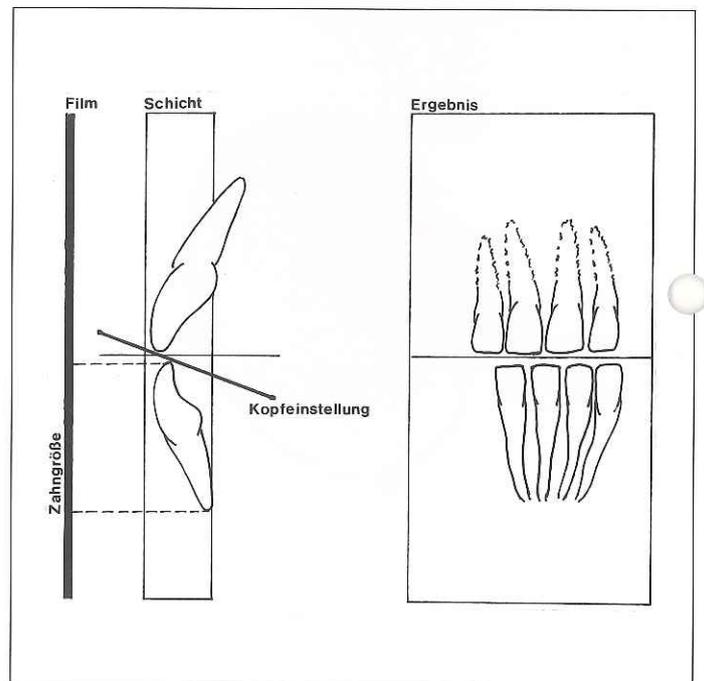


Abb. 18 Schematische Darstellung des Ergebnisses im Orthopantomogramm im Bereich der Schneidezähne aufgrund einer falschen Kopfeinstellung.

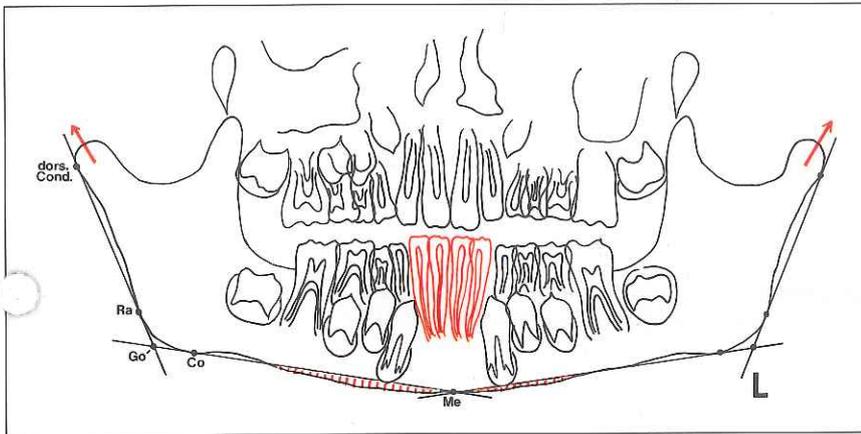


Abb. 19 Durchzeichnung des Orthopantomogramms aus Abbildung 16 mit Betonung (in Rot) der drei genannten Charakteristika der falschen Kopfeinstellung.

#### Patientenbeispiel 2

Der tatsächliche Wert des Gonion-Winkels beträgt in diesem Fernröntgenseitenbild  $122,0^\circ$  (Abb. 15). Der durchschnittliche Wert der gemittelten Gonion-Winkel im Orthopantomogramm sollte bei  $116,5^\circ$  liegen (Tab. 2).

Durch die dorsoflektierte Kopfeinstellung am Orthophos-Gerät beträgt der gemittelte Gonion-Winkel in diesem Orthopantomogramm jedoch  $122,0^\circ$  (Abb. 16). Es ergibt sich eine Abweichung von  $5,5^\circ$ .

Durch die dorsoflektierte Kopfeinstellung und Neigung der Okklusionsebene (Abb. 17) werden die Processus condylaris mandibulae nach lateral verprojiziert, die Größe der Unterkiefer-Schneidezähne wird vergrößert und die Flächenbreite des Corpus mandibulae unterhalb der Referenzlinie  $Go' - Me$  verkleinert (Abb. 16, 18 und 19).

#### Diskussion

Eine positive Korrelation ( $r=0,82$ ;  $b=0,74$ ) besteht zwischen dem gemittelten Wert des rechten und linken Gonion-Winkels im Orthopantomogramm und dem Wert des Gonion-Winkels im Fernröntgenseitenbild.

Die Korrelation läßt sich verbessern, wenn maximale Sorgfalt bei der Einstellung des Patienten am Panorama-Schicht-Aufnahmegerät angewendet wird. Insbesondere durch eine ventro- und dorsoflektierte Einstellung des Kopfes kann der Gonion-Winkel im Orthopantomogramm von dem Gonion-Winkel im Fernröntgenseitenbild erheblich abweichen.

#### Schlußfolgerung

Durch den gemittelten Wert des rechten und linken Gonion-Winkels im Orthopantomogramm kann der Gonion-Winkel bei einer regelrechten Kopfeinstellung ohne Fernröntgenseitenbild berechnet und damit ein wichtiger Parameter der Unterkiefer-Wachstumsrichtung erkannt werden.

#### Zusammenfassung

Die Bestimmung des Gonion-Winkels ist von großer Bedeutung, weil der Wert dieses Winkels als wichtiger Parameter der Unterkiefer-Wachstumsrichtung gilt.

Bei 73 Orthopantomogrammen wurde der Gonion-Winkel des rechten und linken Angulus

mandibulae im Orthopantomogramm erfaßt, und diese beiden Meßwerte wurden gemittelt. Gleichmaßen wurde der Gonion-Winkel der Fernröntgenseitenbilder bestimmt. Eine positive Korrelation bestand zwischen dem Gonion-Winkel im Orthopantomogramm und im Fernröntgenseitenbild ( $r = 0,82$ ;  $b = 0,74$ ). Dies trifft nicht zu bei ventro- oder dorsoflektierter Kopfeinstellung während des Röntgens.

#### Schrifttum

1. Björk A: Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod* 55: 585-599, 1969.
2. Fischer-Brandies H, Fischer-Brandies E, Dielert E: Der Unterkieferwinkel auf dem Orthopantomogramm. *Radiologe* 24: 547-549, 1984.
3. Koeppe K: Prognose der Mandibularentwicklung mit Hilfe des Orthopantomogramms. *Fortschr Kieferorthop* 34: 316-322, 1973.
4. Mattila K, Altonen M, Haavikko K: Determination of the gonial angle from the orthopantomogram. *Angle Orthod* 47: 107-110, 1977.
5. Ødegaard J: Growth of the mandible studied with the aid of metal implants. *Am J Orthod* 57: 145-157, 1970.
6. Ødegaard J: Mandibular rotation studied with the aid of metal implants. *Am J Orthod* 58: 448-454, 1970.
7. Pasler FA: Röntgenanatomie in Panorama-Aufnahmen. In: Jung T (Hrsg) *Panorama-Röntgenographie*. Hüthig, Heidelberg, 1984.
8. Ricketts RM: A foundation for cephalometric communication. *Am J Orthod* 46: 330-357, 1960.
9. Ricketts RM: Cephalometric synthesis. *Am J Orthod* 46: 647-673, 1960.
10. Tränkmann J: Ätiologie, Genese und Diagnose von Dysgnathien. Eigenverlag, Hannover, 1983.

### The gonial angle correlation between orthopantomograms and lateral cephalograms – a reliable prognosis of the growth pattern of the mandible?

#### Summary

The determination of the gonial angle is essential, because the value of this angle is regarded as an important piece of evidence regarding the growth pattern of the mandible. Based on 73 orthopantomograms, the gonial angles of the right and left mandibular sides were measured and averaged. Similarly, the

gonial angle was determined on lateral cephalograms. A positive correlation was found between the gonial angle in orthopantomograms and lateral cephalograms ( $r = 0,82$ ,  $b = 0,74$ ). This does not apply if the head posture is in a ventral or dorsal flexion during x-ray exposure.