

Aus der  
Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
(Kommissarischer Direktor: Prof. Dr. med. dent. habil. G. Sterzik)



**Kephalometrische Untersuchungen zum offenen Biss unter  
besonderer Berücksichtigung der Schädelbasis**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Zahnmedizin (Dr. med. dent.)

vorgelegt

der Medizinischen Fakultät  
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Jens Johannes Bock  
geboren am 13.09.1970 in Erfurt

Gutachter:

1. Prof. Dr. G. Sterzik, Halle
2. Prof. Dr. U. Wagner, Halle
3. Univ.-Prof. Dr. U. Hirschfelder, Erlangen

Öffentliche Verteidigung am 01.11.2000

## **Referat**

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Fernröntgenseitbilder von insgesamt 134 kieferorthopädisch unbehandelten Patienten mit frontal offenem Biss ausgewertet. Die Beurteilung der kephalometrischen Werte erfolgte mit einer modifizierten Bergen-Analyse (HASUND). Die besondere Ausprägung des Gesichtsschädelaufbaus bei Patienten mit frontal offenem Biss zeigte sich im Vergleich der Messwerte mit den Ergebnissen anderer Populationsstudien. Anhand der Neigungsverhältnisse der Kieferbasen wurden vier verschiedene Erscheinungsformen des offenen Bisses klassifiziert. Die Anwendung zusätzlicher Referenzpunkte ermöglichte eine genauere Beschreibung der Schädelbasismorphologie. Mit Hilfe verschiedener statistischer Verfahren konnte ein Zusammenhang zwischen dem Gesichtsschädelaufbau und den schädelbasisbezüglichen Messwerten nachgewiesen werden.

## **Abstract**

In this study 134 cephalograms of orthodontic untreated patients with an anterior open bite were evaluated. To assess the cephalometric measurements a modified Bergen-Analyse (HASUND) were used. In comparsion to other studies of untreated patients the typical craniofacial pattern of patients with an anterior open bite were demonstrated. With help of the inclinations of upper and lower jaws the open bite could be classified in four characteristic groups. The use of additional landmarks gave the possibility for a better describtion of the morphology of cranial base. With help of different statistical analysis a connection between craniofacial pattern and measurements of cranial base could demonstrated.

*Keywords: Cephalogram, Anterior open bite, Cranial base, Floating norms*

*Stichworte: Fernröntgen, Frontal offener Biss, Schädelbasis, Fließende Normen*

## **Bibliographische Angaben**

Bock, Jens Johannes: Kephalmetrisehe Untersuchungen zum offenen Biss unter besonderer Berücksichtigung der Schädelbasis  
Halle, Univ., Med. Fak., Diss., 80 Seiten, 2000

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1.	Einteilung und Häufigkeit des offenen Bisses.....	2
1.1.1	Einteilung.....	2
1.1.2.	Häufigkeit .....	3
1.2.	Ätiologie und Behandlungsnotwendigkeit .....	4
1.2.1.	Ätiologie .....	4
1.2.2.	Behandlungsnotwendigkeit .....	6
1.3.	Diagnostische Bedeutung des Fernröntgenseitbildes .....	7
1.3.1.	Kephalometrische Befunde beim offenen Biss .....	9
1.4.	Die Schädelbasis im Fernröntgenseitbild .....	13
<b>2.</b>	<b>Zielstellung .....</b>	<b>16</b>
<b>3.</b>	<b>Patienten und Methode .....</b>	<b>17</b>
3.1.	Auswahl der Patienten .....	17
3.2.	Geschlecht und Alter .....	17
3.3.	Methode der Röntgenbildanfertigung.....	18
3.4.	Beschreibung der angewandten kephalometrischen Auswertung .....	19
3.5.	Beschreibung der statistischen Verfahren .....	25
3.5.1.	Prüfung auf Normalverteilung.....	25
3.5.2.	Deskriptive Beurteilung.....	26
3.5.3.	Mittelwertvergleiche.....	26
3.5.4.	Korrelationsstatistische Beurteilungen .....	27
3.5.5.	Diskriminanzanalysen .....	27
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>28</b>
4.1.	Die Fehlerabschätzung .....	28
4.2.	Prüfung auf Normalverteilung.....	28
4.3.	Deskriptive Beurteilung der Untersuchungsgruppe .....	29
4.3.1.	Gesichtsschädelaufbau.....	29
4.3.2.	Basale Kieferrelationen .....	30
4.3.3.	Neigungsverhältnisse der Kieferbasen .....	30
4.3.4.	Gesichtstyp .....	31

4.3.5.	Deskriptive Beurteilung der Messwerte .....	31
4.4.	Mittelwertvergleich zwischen den Geschlechtern .....	33
4.5.	Mittelwertvergleiche bei verschiedenen Gruppeneinteilungen .....	33
4.5.1.	Altersgruppen .....	33
4.5.2.	Gesichtsschädelaufbau.....	34
4.5.3.	Sagittale Kieferbasenrelation.....	34
4.5.4.	Vertikale Kieferbasenrelation.....	34
4.5.5.	Gesichtstyp .....	34
4.6.	Korrelationsstatistische Ergebnisse .....	36
4.6.1.	Sagittale und vertikale Relationen .....	36
4.6.2.	Längenverhältnisse .....	36
4.6.3.	Dentale Relationen .....	36
4.6.4.	Schädelbasis.....	36
4.7.	Mittelwertvergleich zwischen dental und skelettal offenem Biss .....	38
4.8.	Einteilung nach den Neigungsverhältnissen.....	39
4.9.	Diskriminanzanalysen zur Art des offenen Bisses .....	41
4.9.1.	Offener Biss und Schädelbasis .....	41
4.9.2.	Offener Biss und Beziehung der Schädelbasis zu den Kieferbasen .....	41
4.10.	Diskriminanzanalysen zu den Neigungsverhältnissen .....	42
4.10.1.	Neigungsverhältnis und Schädelbasis .....	42
4.10.2.	Neigungsverhältnis und Beziehung der Schädelbasis zu den Kieferbasen .....	43
4.10.3.	Neigungsverhältnis und alle schädelbasisbezüglichen Messwerte.....	44
<b>5.</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>45</b>
5.1.	Ergebnisse der Voruntersuchung .....	45
5.2.	Beschreibung der Untersuchungsgruppe .....	45
5.2.1.	Sagittale Kieferbasenrelation.....	47
5.2.2.	Vertikale Kieferbasenrelation.....	48
5.3.	Die Mittelwertvergleiche .....	49
5.3.1.	Vergleich zwischen dental und skelettal offenem Biss .....	50
5.3.2.	Vergleich der Gruppen mit unterschiedlichen Neigungsverhältnissen .....	52
5.4.	Korrelationsstatistische Untersuchungen .....	53
5.5.	Die Diskriminanzanalysen.....	54

<b>6.</b>	<b>Schlussfolgerungen .....</b>	<b>56</b>
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>57</b>
<b>8.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>59</b>
<b>9.</b>	<b>Anlagen (tabellarische Zusammenstellung der Messwerte) .....</b>	<b>71</b>
<b>10.</b>	<b>Thesen .....</b>	<b>79</b>

Tabellarischer Lebenslauf

Selbständigkeitserklärung

Hinweis auf Publikation von Ergebnissen dieser Arbeit

Erklärung über frühere Promotionsversuche

Danksagung

## 1. Einleitung

Alle Fragen der Gebiss- und Schädelentwicklung umfassend zu beantworten, ist bis heute nicht gelungen. Neben den umweltbedingten Formungseinflüssen unterliegen die Wachstumsprozesse im Schädelbereich auch zahlreichen anderen Faktoren und zeichnen sich durch wechselseitige Abhängigkeiten aus. Während das Neurokranium primär unter dem Einfluss der Hirnentfaltung steht, ist die Ausprägung des Gesichtsschädels in erster Linie von muskulären und funktionellen Bedingungen abhängig. Die Schädelbasis hingegen wird von beiden Schädelanteilen beeinflusst und könnte damit auch als Mittlerin zwischen diesen Einheiten fungieren.

Eine erste Begriffsbestimmung für die Schädelbasis wurde bereits von VIRCHOW (1857) vorgenommen. Dabei konnten verschiedene knöcherne Strukturen als Einheit zusammengefasst und in zunächst anthropologischen Untersuchungen vermessen werden. Der mögliche Einfluss kraniobasaler Strukturen auf die Entwicklung des Gesichtsschädels, insbesondere der Orientierung der oberen und unteren Kieferbasis, wurde bisher nicht sicher nachgewiesen. Allerdings stellte HOPKIN schon 1968 die Frage, ob die Schädelbasis nicht auch als ätiologischer Faktor für die Ausbildung kraniofazialer Abweichungen angesehen werden könne.

Durch detaillierte Untersuchungen zum Wachstum des menschlichen Gesichts wurde auf die sehr komplexen Vorgänge aufmerksam gemacht: Es gelang ENLOW (1989) eindrucksvoll, auf die gegenseitige Beeinflussung verschiedener Struktureinheiten des Schädels hinzuweisen. Für ihn bildete die Schädelbasis das Fundament der Gesichtsentwicklung. Im Vergleich mit anderen Säugetieren fiel ENLOW die ausgeprägte vertikale Ausrichtung des Viszerokraniums beim Menschen auf, die als Folge der evolutionären Anpassung an die Grössenzunahme des Gehirns zu werten sei. Gerade diese Vertikalisation könnte für den besonderen Gesichtsschädelaufbau bei Vorliegen eines offenen Bisses eine wichtige Rolle spielen. Eine Möglichkeit, diese Zusammenhänge zu untersuchen, ist die Auswertung von Fernröntgenseitenaufnahmen unter besonderer Berücksichtigung der Schädelbasis.

Andererseits gilt es insbesondere für die Gebissanomalie mit dem Leitsymptom eines offenen Bisses umfassende Befunde zu erheben, um die Prognose und die notwendigen Behandlungsschritte richtig einschätzen zu können. Denn trotz zahlreicher Behandlungsmethoden, von einfachen herausnehmbaren Apparaturen über die fest-

sitzende Technik bis hin zum operativen Vorgehen, stellt der offene Biss eine besondere Herausforderung für den Behandler dar:

*“In general, the vertical malocclusions are more difficult to correct than the antero-posterior ones. In anterior open-bite, the prognosis is either very good or very poor”*  
(RICHARDSON 1969)

## 1.1. Einteilung und Häufigkeit des offenen Bisses

### 1.1.1. **Einteilung**

In einer historischen Betrachtung stellten BREDY und BAUGUT (1982) die Entwicklung unterschiedlicher Einteilungen der Gebissanomalien unter besonderer Beachtung des offenen Bisses vor. Sie verwiesen auf die Vielzahl der Klassifizierungsversuche und auf die oft verwirrende Terminologie. Ihrer Ansicht nach hat erstmals CARABELLI den offenen Biss als *Mordex apertus* 1844 beschrieben und in eine Systematik der Zahnfehlstellungen eingeordnet. In der Folgezeit fehlte es ebenfalls nicht an Bemühungen, den offenen Biss in Beziehung zum Gesichtsschädel zu setzen oder ätiologische Überlegungen zu berücksichtigen. Eine einheitliche Definition konnte bisher jedoch nicht gefunden werden.

So formulierte KORKHAUS 1932: “Unter offenem Biss sei nicht etwa jede Nonokklusion der Zähne – auch in transversaler und sagittaler Richtung – verstanden, sondern lediglich eine Nonokklusion durch Abweichungen in vertikaler Richtung.”

Andere Autoren unterstützten diese Ansicht, nutzten aber unterschiedliche Ausmaße der Abweichung, um einen offenen Biss zu bestimmen: BARBRE und SINCLAIR (1991) beispielsweise werteten es als einen offenen Biss, wenn die oberen Schneidezähne weniger als das inzisale Drittel der unteren Schneidezähne bedeckten. Für SUBTELNY und SAKUDA (1964) war erst ein deutliches Klaffen Voraussetzung, um einen offenen Biss zu diagnostizieren. Sie lehnten es auch ab, einen Kantbiss dieser Anomalie zuzuordnen. Die Grösse der vertikalen Abweichung wurde von RAKOSI (1982) für die Einteilung in einen pseudooffenen bzw. in einen einfach oder kompliziert offenen Biss benutzt.

Andererseits lehnten KUBEIN-MEESENBURG und BORMANN (1982) die Messung des Überbisses als Abstand zwischen den Inzisalkanten der Schneidezähne ab. Sie wiesen auf die Bedeutung der sogenannten Nullpunktlinie, einer Verbindung der Umschlagpunkte der konvexen in die konkave Kurvatur der Palatinalfläche aller obo-

ren Schneidezähne, für eine regelrechte Frontzahnbeziehung hin. Sie führten die Begriffe “*funktionell*” und “*optisch*” offener Biss ein.

Zahlreiche Autoren unterschieden zum einen nach der Lokalisation zwischen frontal und seitlich offenem Biss, zum anderen nach dem Ausmaß der Anomalie. Dabei wurde anhand des Gesichtsschädelaufbaus der dentale (bzw. alveoläre) dem skelettal (bzw. gnathisch) offenem Biss gegenübergestellt (zum Beispiel: RICHARDSON 1969, NAHOUM 1977, RAKOSI 1982, JARABAK 1983, NANDA 1988, HARZER et al. 1989, NIELSEN 1991). REICHENBACH und BRÜCKL (1971) setzten in ihrer Einteilung der Gebissanomalien nach Leitsymptomen den offenen Biss in Beziehung zu seiner Ätiologie und teilten ihn in lutschaffen und rachitisch bzw. echten offenen Biss ein. Für NAHOUM (1975) galt ein dental offener Biss als erworben und typisch für Kinder und Jugendliche, während der skelettal offene Biss vorwiegend mit kraniofazialen Veränderungen im Schädelaufbau einhergehe und im Erwachsenenalter anzutreffen sei.

### 1.1.2. Häufigkeit

Die Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses kann in allen Phasen der Gebissentwicklung auftreten. Bereits 1932 wurde durch KORKHAUS die Häufigkeitsabnahme der Anomalie vom frühen zum späten Wechselgebiss beschrieben. PAULERBERG (2000) wies bei 1000 Hallenser Kindergartenkindern ebenfalls altersabhängige Häufigkeiten nach. So fand sie in der Altersgruppe der 3-Jährigen bei 11,6%, jedoch für 6-Jährige nur bei 4,1% der Probanden einen offenen Biss. In einer Longitudinalstudie konnten KRÄMER et al. (1996) bei 10% der 3- bis 6-jährigen Kindergartenkinder einen offenen Biss feststellen. Eine Abnahme der Anomalie vom Milchgebiss (15 %) zum bleibenden Gebiss (1,5 %) bestätigte ebenfalls eine Untersuchung von HARZER et al. (1989).

Von SCHÜTZ (1992) wurde nach Auswertung von mehr als 3000 Patientenunterlagen der Erlanger Poliklinik für Kieferorthopädie bei 100 Patienten ein offener Biss ohne Berücksichtigung progner Tendenzen ermittelt. Dies entspricht einen Anteil von 2,9 %. Das Durchschnittsalter lag hierbei zwischen dem 11. und 12. Lebensjahr.

WARDLAW et al. (1992) bestimmten anhand der Fernröntgenaufnahmen von 1541 Patienten einer kieferorthopädischen Praxis in Arkansas 68 Patienten (4,4 %) mit einem frontal offenen Biss (Alter: 12 bis 20 Jahre). In einer anderen Untersuchung



wurde zwischen weißen (3,5 %) und schwarzen US-Amerikanern (16,3 %) unterschiedliche Häufigkeiten ermittelt (WATSON 1981). Die Bedeutung ethnischer Faktoren unterstrichen auch Untersuchungen von TSANG et al. (1997). Sie fanden unter mehr als 800 kieferorthopädisch unbehandelten Patienten in Hong Kong 104 Probanden mit einem frontal offenem Biss.

## 1.2. Ätiologie und Behandlungsnotwendigkeit

### 1.2.1. **Ätiologie**

Das Gebiss unterliegt während seiner Entwicklung einer Vielzahl von Einflüssen. HOTZ (1980) stellte in seinem Ätiologieschema die auf das Gebiss einwirkenden Faktoren und deren Wechselwirkungen dar. Für die Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses gelang es nicht, einen einzelnen Faktor verantwortlich zu machen.

Die große Bedeutung des Lutschens an Fingern und Gegenständen für die Entstehung eines vorwiegend dental offenen Bisses konnte durch zahlreiche Autoren unterstrichen werden (KORKHAUS 1932, HAUSSER 1954, KANTOROWICZ 1955, TAATZ 1960, SUBTELNY und SAKUDA 1964, FLEISCHER-PETERS 1967, NAHOUM 1977, FLEISCHER-PETERS und ZSCHIESCHE 1980, RICHARDSON 1981, JARABAK 1983, SCHLÖMER 1984, KLINK-HECKMANN und BREDY 1990). Eine Erklärung für die Häufigkeitsabnahme des offenen Bisses während des Heranwachsens sah KORKHAUS (1931) im Rückgang dieser Lutschgewohnheiten. RAKOSI (1982) betonte jedoch, dass Lutschgewohnheiten nicht zwangsläufig zu einem offenen Biss führen müssen: Etwas mehr als die Hälfte von 2000 Kindern im Vorschulalter zeigten eine normale Okklusion, obwohl eine positive Lutschanamnese vorlag.

Auf die Rolle der Mundatmung bzw. einer offenen Mundhaltung wurde in einer Reihe anderer Untersuchungen hingewiesen. In einem Tierexperiment gelang es HARVOLD (1973) durch Verlegen der hinteren Nasenwege, bei einem Rhesusaffen einen offenen Biss zu erzeugen. Klinische Studien von MOTTIL und PFISTER (1982), JONAS et al. (1982), LINDER-ARONSON (1983) und WOODSIDE et al. (1991) konnten die ungünstige Wirkung von adenoiden Veränderungen bzw. der Mundatmung auf die Gebissentwicklung aufzeigen. PAE et al. (1997) gelang es durch eine kephalometrische Auswertung, die Einengung des nasopharyngealen Raumes bei Patienten mit offenem Biss nachzuweisen. Der Zusammenhang zwischen Mundatmung, Kopfhäl-

tung und vertikaler Orientierung des Unterkiefers wurde beispielsweise durch VON TREUENFELS (1984), GROSS et al. (1994) und HELLSING (1989) erkannt.

Andere Autoren stellten funktionelle Dysbalancen des orofazialen Systems in den Mittelpunkt ihrer Überlegungen. Neben einem ungünstigen Schluckmuster, fehlerhafter Sprachlautbildung und Zungenpressen wurde auch eine falsche Zungenlage als mögliche Ursache des offenen Bisses angegeben (HAUSSER 1954, HOTZ 1980, NAHOUM 1975, PROFFIT und VIG 1981, RAKOSI 1982, FIALA 1989, FADEL und MIETHKE 1994). Der Zusammenhang zwischen Fehlfunktionen der Zunge und der Funktion der gesamten orofazialen Muskulatur, insbesondere der Inkompetenz der Lippe, konnte durch FRÄNKEL und FRÄNKEL (1982) nachgewiesen werden. Die therapeutische Bedeutung des korrekten Lippenschlusses wurde auch von anderen Autoren bestätigt (GARLINER und GABLES 1982, SCHWARZ 1982). In einer interessanten Untersuchung fand LOWE (1980) eine Verbindung zwischen offenem Biss und veränderter Muskelaktivität. MOSS und SALENTIYN (1971) gelang es, Unterschiede der sogenannten kapsulären Matrix zwischen offenem und tiefem Biss aufzuzeigen. Sie lehnten die Ergebnisse von SUBTELNY und SAKUDA (1964) ab, die ein uneinheitliches Wachstum der Muskulatur für die Entstehung eines offenen Bisses verantwortlich machten.

Die Frage der Heredität konnte bisher nur sehr vorsichtig beurteilt werden. KLINKHECKMANN und BREDY (1990) schlossen für den gnathisch offenen Biss eine erbliche Komponente nicht aus. Nach Untersuchung mehrerer betroffener Familien gelangte TAMMOSCHEIT (1981) zu der Vermutung eines polygenen Vererbungsmodus für bestimmte Formen des offenen Bisses, jedoch ließ sich im Einzelfall das Vorliegen eines Syndroms nicht sicher ausschließen. RAKOSI und JONAS (1989) ordneten den skelettal offenen Biss den vererbaren Dysgnathien zu, wiesen jedoch auf die Bedeutung der Umweltfaktoren für die Ausprägung des Phänotyps hin. Als wichtiger endogener Faktor für die Entstehung der Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses wurde von zahlreichen Untersuchern das Vorliegen eines ungünstigen vertikalen Wachstumsmusters hervorgehoben (unter anderem: SUBTELNY und SAKUDA 1964, NAHOUM 1977, RICHARDSON 1981, JARABAK 1983, KLINKHECKMANN und BREDY 1990). Gleichwohl konnten andere Autoren nachweisen, dass ein vertikales Wachstumsmuster nicht zwangsläufig zum offenen Biss

führt, sondern offenbar eine dentoalveoläre Kompensation möglich ist (OPDEBEEK et al. 1978, DUNG und SMITH 1988, NANDA 1988, NIELSEN 1991, PANCHERZ und GROTEN 1993, HERING et al. 1999).

Als Hauptursache für die Entwicklung eines offenen Bisses sahen KANTOROWICZ (1931) und KORKHAUS (1932) eine rachitische Deformierung der Kieferknochen. Durch die Einführung prophylaktischer Massnahmen konnte eine Rachitis in jüngster Zeit nur in Einzelfällen beobachtet werden. So fand SCHÜTZ (1992) unter 100 Patienten mit einem offenem Biss lediglich 2 Probanden, deren Anamnese auf eine Rachitis im Säuglingsalter schließen ließ. Ebenfalls als eine seltene Erscheinungsform wurde der offene Biss in Zusammenhang mit einigen syndromalen Erkrankungen beschrieben (RICHARDSON 1981, KLINK-HECKMANN und BREDY 1990, TAKEYAMA et al. 1990).

Als Folge einer zahnärztlichen Behandlung wurde in Einzelfällen auf den sogenannten iatrogen offenen Biss hingewiesen. FREITAG und ZILZ (1996) berichteten von 4 Patienten, deren okklusale Verschlüsselung sich durch eine lange Anwendung von Aufbissbehelfen bzw. durch die Eingliederung einer Molarenkrone aufhob. Eine übermäßige Dehnungstherapie bei knappem frontalem Überbiss, das Tragen eines hohen offenen Artikulators oder ungünstiger Einsatz des zervikalen Headgear wurden von einer Reihe anderer Autoren als mögliche Ursachen für die Bissöffnung während einer kieferorthopädischen Behandlung angegeben (HOTZ 1980, RAKOSI 1982, SCHÜTZ 1992).

### 1.2.2. **Behandlungsnotwendigkeit**

Eine regelrechte Frontzahnbeziehung gilt für die wichtigen Aufgaben des Kauorgans als notwendig. Sowohl die Abbeissfunktion, das Schlucken und die Sprachlautbildung werden durch einen frontal offenen Biss erheblich eingeschränkt. Ein fehlender Überbiss kann sehr oft einer ungünstigen Mundhaltung und damit unter anderem auch einem erhöhten Karies- und Infektionsrisiko Vorschub leisten. Neben funktionellen Beeinträchtigungen ist abhängig von der Ausprägung dieser Anomalie ebenfalls eine ästhetische Beeinträchtigung zu erwarten.

Über einen Zusammenhang zwischen Funktionsstörungen des stomatognathen Systems und dem offenen Biss konnten bislang nur einige zuverlässige Aussagen ge-

macht werden. Anhand einer beobachteten Abflachung der Kondylenbahn wies OTT (1982) auf die Bedeutung einer fehlenden Frontzahnführung für die Herausbildung funktioneller Störungen hin. BAUER et al. (1995) zeigten in ihrer Untersuchung signifikante morphologische Veränderungen der Kiefergelenke unter anderem auch bei Vorliegen dieser Gebissanomalie. Nach Hinweisen auf eine Beziehung zwischen offenem Biss und Myalgien bzw. Osteoarthritis gelangten PULLINGER und SELIGMAN (1991) zu der Forderung, bei fehlendem Überbiss eine genaue Kiefergelenksdiagnostik vorzunehmen.

### 1.3. Diagnostische Bedeutung des Fernröntgenseitbildes

Neben den dreidimensional getrimmten Modellen und der Panorama-Schichtaufnahme erlangte das Fernröntgenseitbild seit Einführung in den 30er Jahren durch HOFRATH und BROADBENT eine immer größere Verbreitung. Als besonders vorteilhaft erwies sich die Beurteilbarkeit vieler Strukturmerkmale des Gesichtsschädels, der vertikalen und sagittalen Einlagerung des Gebisses und der Weichteilrealitionen (RAKOSI und JONAS 1989).

Klinische Relevanz und wissenschaftlicher Wert des Fernröntgenseitbildes wurden von zahlreichen Autoren überprüft (RICHARDSON 1966, GRAVELY und BENZIES 1974, AHLQUIST et al. 1986, WYLIE 1987, EICHENTOPF 1991, HEITMANN 1998 u.a.). Bereits 1935 maß SCHWARZ der Fernröntgenanalyse eine hohe diagnostische Bedeutung zu. Vor allem für schwere Gebissfehlbildungen, zum Beispiel auch bei Vorliegen eines offenen Bisses, forderte er eine sorgfältige kephalometrische Auswertung. Andere Untersucher betonten jedoch die Fehlermöglichkeiten bei der Auswertung der Fernröntgenseitenaufnahme und stellten deren klinische Bedeutung in Frage (MOYER und BOOKSTEIN 1979, MOSS 1983).

Für die Analyse eines Fernröntgenseitbildes wurden anatomische, konstruierte und projektionsbedingte Referenzpunkte vorgeschlagen, deren Zahl sich nach DRESCHER (1994) auf weit mehr als 200 belaufen soll. Es konnte deutlich gemacht werden, dass die Identifizierung der kephalometrischen Referenzpunkte als eine der größten Fehlerquellen anzusehen ist (FREISFELD 1973, HOUSTON 1983, SCHOPF 1994, TNG et al. 1994). BAUMRIND und FRANTZ (1971) forderten deshalb, Referenzpunkte präziser zu definieren und solche Punkte zu vermeiden, die sich durch die Unzulänglichkeiten der Fernröntgenaufnahme nur schwer bestimmen lassen. MIETHKE (1989) wies zu-

sätzlich den erheblichen Einfluss des individuellen Messfehlers nach und betonte die Bedeutung von persönlicher Erfahrung und Sorgfalt des Untersuchers. HOUSTON (1983) kritisierte die oft fehlende Beurteilung der Messgenauigkeit vor allem bei wissenschaftlichen Untersuchungen und zweifelte damit den Wert dieser Ergebnisse an.

Um die Genauigkeit einer Messung anzugeben, kamen eine Reihe statistischer Verfahren zum Einsatz (DAHLBERG 1940, HOUSTON 1983, BLAND 1986, BLAND und ALTMANN 1990, WARDLAW et al. 1992). Als wichtige Voraussetzung galt dabei das mehrfache und möglichst erinnerungsfreie Auswerten eines Fernröntgenseitbildes von nur einem Untersucher. Weite Verbreitung fand zunächst der Methodenfehler nach DAHLBERG (Formel siehe S. 25), jedoch wurde von HASUND auf die starke Beeinflussung dieses Wertes durch einzelne "Ausreißer" hingewiesen (DAHLBERG 1940, SEGNER und HASUND 1994). Durch die Angabe des Zuverlässigkeitskoeffizienten konnte der Methodenfehler in Relation zu der biologischen Varianz einer Variable gesetzt werden (HOUSTON 1983).

Zahlreiche Analysen versuchten, die Komplexität des Gesichtsschädels metrisch zu erfassen (DRESCHER 1994). Als Grundlage hierfür dienten vor allem Vergleiche mit Normwerten, die nach Auswertung mehr oder minder großer Probandengruppen mit annähernder Normokklusion erstellt wurden. Nach Gegenüberstellung unterschiedlicher Methoden kritisierten einige Untersucher dieses Vorgehen und lehnten absolute Messwerte ohne Beachtung individueller Besonderheiten ab (KLINK-HECKMANN 1982, SCHMUTH 1988 und andere). Von diesen Überlegungen ausgehend entwickelte HASUND (1974) das Konzept der individualisierten Kephalometrie und der fließenden Norm. Mit seiner Analyse konnte er wichtige Zusammenhänge des individuellen Gesichtsschädelaufbaus unter Berücksichtigung therapeutischer Konsequenzen aufzeigen (SEGNER und HASUND 1994). Die Bedeutung dieser kephalometrischen Analysen für die Behandlungsplanung, vor allem auch bei einer kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Kombinationstherapie, wurde von anderen Autoren bestätigt (STEINHÄUSER und JANSON 1988, BECKMANN 1997, TOLLARO et al. 1996, FRANCHI et al. 1998).

### 1.3.1. Kephalemrische Befunde beim offenen Biss

Das Fernröntgenseitbild erwies sich als nützliches Hilfsmittel zur Beurteilung der vertikalen Relation. Neben der prognostisch wichtigen Trennung eines dentalen von einem skelettal offenen Biss konnten sowohl Aussagen über die Art der möglichen Abweichungen des Gesichtsschädelaufbaus als auch über das Wachstumsmuster getroffen werden (NAHOUM 1977, RAKOSI 1982, SCHOPF 1982, JARABAK 1983, CANGIALOSI 1984, NANDA 1988).

Durch den Vergleich zwischen Patienten mit einem offenen und einem tiefen Biss bzw. annähernd normgerechter Okklusionsverhältnisse konnten wichtige Merkmale des Gesichtsschädelaufbaus dargestellt werden (RICHARDSON 1969, NAHOUM et al. 1972, NANDA 1988, TROUTEN et al. 1983). Von BRÜCKL und RUDOLPH (1959) wurde bereits auf die hohe Variabilität kephalemrischer Messergebnisse bei Vorliegen eines offenen Bisses hingewiesen, so dass sich im Einzelfall sicher die Abweichungen charakterisieren lassen, aber allgemeine Aussagen zu den vertikalen und sagittalen Relationen nicht immer eindeutig sind.

RICHARDSON (1969) konnte bei dem Vergleich zwischen 110 Patienten mit offenem und tiefem Biss signifikante Unterschiede in der vorderen Gesichtshöhe und dem Kieferwinkel nachweisen. Eine Vergrößerung der vorderen und vorderen unteren Gesichtshöhe bei Vorliegen eines offenen Bisses wurde von anderen Autoren bestätigt (SASSOUNI und NANDA 1964, SUBTELNY und SAKUDA 1964, NAHOUM et al. 1972, NAHOUM 1975, LOPEZ-GAVITO et al. 1985, NANDA 1988, JONES 1989, KATSAROS und BERG 1993).

NAHOUM et al. (1972) zeigten in ihrer Untersuchung eine Verkürzung der hinteren Gesichtshöhe und der Ramushöhe, aber auch die Vergrößerung des Winkels zwischen vorderer Schädelbasis und Unterkiefer bzw. zwischen Ober- und Unterkiefer bei Patienten mit einem offenen Biss. Zu ähnlichen Schlussfolgerungen gelangte CANGIALOSI (1984) nach Auswertung von 60 Fernröntgenseitbildern. Die Unterschiede der hinteren Gesichtshöhe und der Ramushöhe konnten durch NANDA (1988) nicht bestätigt werden. Der Winkel zwischen vorderer Schädelbasis und dem Oberkiefer (NL/NSL-Winkel) wurde in der Vergangenheit unterschiedlich bewertet. Im Vergleich zwischen offenem und tiefem Biss fanden beispielsweise SASSOUNI und NANDA (1964) signifikante Unterschiede dieser Variablen: Der frontal offene Biss war mit einem verkleinerten Winkel behaftet. Im Gegensatz dazu konnten SUBTELNY

und SAKUDA (1964), FROST et al. (1980) und LOWE (1980) diesen Zusammenhang nicht bestätigen.

Neben skelettalen Veränderungen konnte auch der Einfluss der Schneidezahnstellung auf die Ausprägung der Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses nachgewiesen werden. In Übereinstimmung mit zahlreichen anderen Autoren fanden BARBRE und SINCLAIR (1991) im Vergleich zu Patienten mit Normokklusion eine deutliche Protrusion der oberen Schneidezähne und kamen zu dem Schluss, dass ein dentaler Ausgleich der Anomalie im Einzelfall zu prüfen wäre. Auf die Möglichkeit einer Kompensation des offenen Bisses durch eine natürliche, aber nicht konstante Anpassung der Alveolarfortsätze wurde durch einige andere Untersuchungen hingewiesen (PANCHERZ und GROTEN 1993, EHMER et al. 1995, BECKMANN et al. 1998).

Tabelle 1.1. gibt einen Überblick wichtiger kephalometrischer Mittelwerte bei Patienten mit einem frontal offenen Biss. Diese Untersuchungsergebnisse ergaben zwar Hinweise auf die skelettalen Relationen, sollten jedoch vorsichtig interpretiert werden, da zum einen ethnische und zum anderen methodische Unterschiede zwischen den einzelnen Untersuchern vorlagen. Neben den verschiedenen Definitionen für den offenen Biss wurden unterschiedliche Auswahlkriterien und Altersgruppen berücksichtigt. So fielen im Vergleich mit den entsprechenden Normwerten (RAKOSI und JONAS 1989, SEGNER und HASUND 1994) folgende Mittelwertabweichungen auf:

- Tendenz zur Retrognathie mit vergrößertem ANB-Winkel
- Tendenz zur anterioren Neigung des Oberkiefers
- Vergrößerung des ML/NL-Winkels (Basiswinkel)
- posteriore Neigung des Unterkiefers (ML/NSL- Winkel vergrößert)

Tab. 1.1. Übersicht verschiedener Untersuchungsergebnisse (MW=Mittelwert)

Untersucher, Jahr, Ort	SUBTELNY und SAKUDA 1964, Rochester	CANGIALOSI 1984, New York	LOPEZ-GAVITO et al., 1985, Washington	SCHÜTZ, 1992, Nürnberg- Erlangen	BECKMANN 1997, Hamburg	TSANG et al., 1998, Hong Kong
Patienten Zahl Alter	25 über 12 Jahre	60	41 10,6-21 J.	62 durchschnittl.11,5 J.	83 6-26 J. (MW 11,9)	104 14-35 J.(MW 23 J.)
Definition des offe- nen Bisses	vertikaler Überbiss mind. -1mm	vertikaler Überbiss mind. -1mm	mind. 3mm Abstand zwischen UK- und OK-Schneidezahn	offener Biss mit skelettalen Ab- weichungen	fehlender vertika- ler Überbiss	vertikaler Überbiss mind. -1mm
SNA- Winkel	80,1°		79,4°	79,9°	81,5°	81,1°
SNB- Winkel	75,9°		74,0°	75,3°	75,9°	79,9°
ANB- Winkel	4,2°	nur neutrale Biss- lage untersucht	5,3°	4,6°	5,2°	1,2°
NL/NSL- Winkel	7,3°	7,1°	5,9°	7,2°	7,3°	9,5°
ML/NSL- Winkel	39,2°	38,3°	39,8°	40,4°	38,2°	41,4°
ML/NL- Winkel	31,2°	31,4°	34,1°	33,6°	30,9°	31,9°
Gesichtshöhenverh. n. JARABAK		60,2%	61,2%	60,3%		62%
Index nach HASUND		74,0%	71,3%	76,0%	76,5%	71,1%



Für das Gesichtshöhenverhältnis nach JARABAK konnten in allen Untersuchungen Durchschnittswerte unterhalb des Normbereichs von 62%-65%, das heißt ein vertikaler Wachstumstyp, ermittelt werden. Allerdings fanden sich für das Verhältnis zwischen der unteren und oberen vorderen Gesichtshöhe (Index) im Mittel größere Werte als der Grenzwert von 71 %, der bei Unterschreiten das Vorliegen einer offenen Relation anzeigt (SEGNER und HASUND 1994). Aus diesem Grund wurden durch BECKMANN (1997) mehr als 80 Fernröntgenaufnahmen vor und nach der Behandlung eines offenen Bisses ausgewertet. Er kam zu dem Ergebnis, dass der Normwertbereich für diese Variable veränderte werden sollte, und schlug vor, ein normgerechtes Verhältnis zwischen 76% und 82% anzunehmen.

Diese Untersuchung wies ebenfalls nach, dass eine einzelne Messgröße nicht für die sichere Beurteilung und Prognose des Überbisses herangezogen werden kann. Vielmehr ergab sich aus der hohen Variabilität der Messwerte die Notwendigkeit, verschiedene Kombinationen kephalometrischer Variablen vorzuschlagen, um den Gesichtsschädelaufbau in der sagittalen und vertikalen Relation beurteilen zu können. Als besonders nützlich erwiesen sich dabei die Auswertungen der Harmoniebox nach HASUND oder das Schema nach SCHOPF (SEGNER und HASUND 1994, SCHOPF 1994).

Besonders unter dem Blickwinkel therapeutischer Aufgaben wurden von einigen Autoren verschiedene Einteilungsformen des offenen Bisses anhand der Fernröntgenseitenaufnahme vorgenommen.

RAKOSI (1982) beschrieb die unterschiedlichen Neigungsverhältnisse der Kieferbasen in Kombination mit dem Wachstumsmuster. Eine Anteinklination des Oberkiefers, das heißt ein verkleinerter Winkel zwischen Oberkiefer und vorderer Schädelbasis, in Verbindung mit einem vertikalen Wachstumsmuster würde seiner Ansicht nach zu einer besonders starken Ausprägung des offenen Bisses führen. Dagegen könnte ein horizontales Wachstumsmuster oder eine Retroinklination des Oberkiefers, also die Vergrößerung des Winkels zwischen Oberkiefer und vorderer Schädelbasis, teilweise kompensierend wirken. Von diesen Überlegungen ausgehend teilte RAKOSI (1982) deshalb den skelettal offenen Biss in zwei Gruppen: Zum einen mit Ursache im Untergesicht durch vertikales Wachstum, zum anderen ursächlich im Mittelgesicht mit Anteinklination des Oberkiefers.

Nach Auswertung von 325 Fernröntgenbildern wurde von JARABAK (1983) auf verschiedene Formen des offenen Bisses hingewiesen. Die erste Form zeichnete sich durch Veränderungen im Mittelgesicht aus. Neben einer anterioren Neigung des Oberkiefers würden die Protrusion der oberen Schneidezähne und die verkürzte Ramushöhe Anteil an der Ausprägung der Gebissanomalie haben. Als zweite Form des offenen Bisses beschrieb JARABAK (1983) die Kombination mit einer Mesialbisslage (vergleiche auch ELLIS und MCNAMARA 1984). Eine dritte Form wurde als typisch für Afrikaner mit einer prognathen Einlagerung der Kieferbasen im Gesichtschädel (SNA-Winkel  $> 84^\circ$ ) ebenfalls in Verbindung mit einer Protrusion der oberen Schneidezähne angegeben (siehe auch JONES 1989). Zudem wies JARABAK (1983) auf den möglichen Einfluss der hinteren Schädelbasis hin, die durch ihre stärkere Abknickung (NSAr-Winkel kleiner  $110^\circ$ ) eine veränderte Lage der Kiefergelenke bedingen kann. Andererseits betonte der Autor auch die Bedeutung der Lutschgewohnheiten für die Entstehung eines überwiegend dental offenen Bisses.

Eine weitere Einteilung des skelettal offenen Bisses wurde durch SCHÜTZ (1992) anhand der Harmoniebox (SEGNER und HASUND 1994) vorgenommen: Als Typ I bezeichnete die Autorin einen offenen Biss mit vertikalem Wachstum und Divergenz der Kieferbasen, einen Typ II nur mit Divergenz der Kieferbasen und einen Typ III, bei dem ausschließlich ein vertikales Wachstumsmuster vorlag.

#### 1.4. Die Schädelbasis im Fernröntgenseitbild

Nach Einführung der Kephalemetrie in das Fachgebiet der Kieferorthopädie gelang es, die zweidimensionale Projektion der Schädelbasis in die verschiedensten Analysemethoden aufzunehmen. Einheitliche Auffassungen bestanden dabei über die hintere Schädelbasis, die sich aus einem Teil der Pars basilaris des Os occipitale und Anteilen des Corpus ossis sphenoidales zusammensetzt. Zur vorderen Schädelbasis hingegen wurden unterschiedliche Abgrenzungen getroffen. So ordneten einige Autoren die Lamina cribrosa oder das Nasion ebenfalls der Schädelbasis zu (BJÖRK 1955, RAKOSI 1979, ENLOW 1989).

Viele Analysen des Fernröntgenseitbildes bezogen die vordere Schädelbasis in die Auswertung ein. Sehr häufig diente die Verbindung zwischen Nasion und Sella als

Referenzlinie. Jedoch wurde nachgewiesen, dass weder der Nasion- noch der Sella-punkt während des Wachstums als stabil angesehen werden können (FRÄNKEL und FRÄNKEL 1982, ENLOW 1989). ENLOW (1989) riet deshalb zu einer vorsichtigen Interpretation der gewonnenen Messwerte und empfahl, unter Umständen weitere kephalometrische Referenzpunkte anzuwenden. So führte er Überlagerungen von Fernröntgenseitbildern im Bereich der Lamina cribrosa (Foramen caecum) durch und wies auf die verhältnismäßig geringen Lageveränderungen im Bereich des Referenzpunktes Sphenoidale hin.

Neben den unterschiedlichen Streckenmaßen wurde vor allem der Winkel zwischen vorderer und hinterer Schädelbasis in verschiedenen Untersuchungen bewertet. SEGNER und HASUND (1994) fanden so deutliche Zusammenhänge zwischen dem NSBa-Winkel und dem Gesichtsschädelaufbau, dass sie diese Variable in ihr Harmonieschema einbezogen.

Eine Reihe anderer Autoren setzte ebenfalls kephalometrische Messwerte der Schädelbasis in Beziehung zur sagittalen Relation der Kieferbasen. Eine Zunahme der Schädelbasislänge und des NSAr-Winkels von einer Mesialbisslage über einen Neutralbiss zu einer Distalbisslage mit Protrusion der Schneidezähne wurde durch HOPIKIN et al. (1968) bereits beschrieben. Auch eine Vergrößerung des SNAr-Winkels fand JÄRVINEN (1984) bei Patienten mit Distalbiss im Vergleich zu Patienten mit einer mesialen Bisslage. Er konnte jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen Distalbiss und Neutralbiss nachweisen. Im Gegensatz dazu beobachteten KERR und HIRST (1987) zwar einen vergrößerten Schädelbasiswinkel in der Gruppe mit Distalbiss. Die Autoren gaben jedoch kein Signifikanzniveau für den Unterschied zum Neutralbiss an. Sie betonten die hohe Bedeutung des SNBa-Winkels, in dem sie nach Durchführung einer Diskriminanzanalyse eine richtige Zuordnung der Probanden in die Gruppe mit Distal- bzw. Neutralbiss für 72,9% anhand dieser einen kephalometrischen Variable nachwiesen. Allerdings fanden sie einen derart deutlichen Zusammenhang nur bei 5-jährigen Patienten. Für die Probanden im Alter von 10 Jahren konnten sie eine gute Einordnung der Patienten in die entsprechende Dysgnathiegruppe erst unter Zuhilfenahme der Ober- und Unterkieferlänge als zusätzliche Faktoren erreichen.

Für Patienten zwischen dem 10. und 12. Lebensjahr führten BACON et al. (1992) vergleichbare Untersuchungen durch: Unter Einbeziehung der vorderen Schädelbasislänge bzw. der NSBa-, NBaS- und SNBa-Winkel gelang ihnen zwar der Nachweis signifikanter Unterschiede (NAr-Strecke, NSBa- und NBaS-Winkel) zwischen Patienten mit einer Angle-Klasse-II und Patienten mit annähernd normgerechten Okklusionsverhältnissen. In Übereinstimmung mit JÄRVINEN (1984) und HILDWEIN et al. (1986) beobachteten BACON et al. (1992) für den Distalbiss vor allem Unterschiede in der Konfiguration der hinteren Schädelbasis. Mit einer Diskriminanzanalyse gelang ihnen lediglich für 62% der 45 Patienten eine richtige Klassifizierung in die Gruppe mit Distalbiss. Als mögliche Erklärung gaben die Autoren die beträchtliche Variabilität der kephalometrischen Messwerte im Bereich der Schädelbasis an, die durch eine große Standardabweichung nachgewiesen wird. Eine Beziehung zur vertikalen Relation konnten BACON et al. (1992) nicht finden, allerdings zogen sie auch nur den Winkel zwischen vorderer Schädelbasis und Unterkiefer in ihre Betrachtung ein.

Nach Auswertung von 104 Fernröntgenbildern Kopenhagener Studenten führte SOLOW (1966) umfangreiche korrelationsstatistische Berechnungen durch, um die Abhängigkeit kephalometrischer Variablen voneinander zu ermitteln. Unter anderem wurden auch schädelbasisbezügliche Messwerte, sowohl Winkel- als auch Streckenmaße, in Beziehung zur vertikalen Relation gesetzt. Es ergaben sich für die Kombinationen mit dem NL/NSL-, ML/NSL- und ML/NL-Winkel lediglich schwache Zusammenhänge mit Beträgen des Korrelationskoeffizienten unter 0,35.

Ebenfalls schwache Korrelationen zwischen sagittalen bzw. vertikalen Messwerten und dem Schädelbasis-Knickungswinkel nach LANZERT fanden RÖHL und TIETZ (1996) in einer umfangreichen Wachstumsstudie, die insgesamt 394 Fernröntgenseitbilder umfasste. Gleichzeitig konnten sie nachweisen, dass der "Sellablock" eine relativ konservative Struktur im Hinblick auf die Wachstumsveränderungen darstellt.

## 2. Zielstellung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den Gesichtsschädelaufbau bei Vorliegen eines frontal offenen Bisses im Fernröntgenseitbild zu erfassen. Dazu wurden die ermittelten kephalometrischen Durchschnittswerte sowohl den Ergebnissen unterschiedlicher Längs- und Querschnittsstudien gegenübergestellt als auch mit anderen Untersuchungen zum offenen Biss verglichen.

Ferner sollte überprüft werden, ob unter Zuhilfenahme der Prinzipien einer individualisierten Kephalmetrie nach HASUND (1972) die Besonderheiten dieser Gebissanomalie im Einzelfall besser beurteilbar sind. Anhand der Neigungsverhältnisse der Kieferbasen wurde eine Klassifizierung des offenen Bisses vorgenommen.

Schließlich erfolgte eine erweiterte morphologische Untersuchung der Schädelbasis anhand zusätzlicher kephalometrischer Messpunkte. Der mögliche Einfluss der Schädelbasis auf die Ausprägung des Gesichtsschädelaufbaus bei Patienten mit einem frontal offenen Biss sollte mit verschiedenen statistischen Verfahren geprüft werden.

### **3. Patienten und Methode**

#### **3.1. Auswahl der Patienten**

Aus dem Patientengut der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und einer kieferorthopädischen Fachpraxis in Weimar standen 168 Fernröntgenseitbilder von Patienten mit einem frontal offenen Biss zur Verfügung.

Patienten mit einer Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte oder mit einer syndromalen Erkrankung wurden nicht in die Untersuchung aufgenommen. Ein anamnestischer Hinweis auf traumatische Verletzungen im Frontzahnbereich führte ebenfalls zum Ausschluss. Die Fernröntgenseitbilder mussten sich durch eine hohe Bildqualität und eine kontrastreiche Darstellung der kraniofazialen Strukturen auszeichnen. Anhand des dreidimensional getrimmten kieferorthopädischen Modells wurden folgende Einschlusskriterien überprüft:

- Durchbruch aller bleibenden Schneidezähne
- Abstand zwischen den Inzisalkanten der oberen und unteren Schneidezähne bezogen auf die Kauebene  $\geq 0,5$  mm

Nach Anwendung dieser Kriterien konnten von den ursprünglich 168 Fernröntgenseitbildern noch 134 Aufnahmen in die Auswertung einbezogen werden. Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg wurden 93 (69,4%) Röntgenbilder berücksichtigt, aus der kieferorthopädischen Fachpraxis in Weimar stammten 41 (30,6%) Röntgenbilder.

#### **3.2. Geschlecht und Alter**

Es bestanden keine Einschränkungen bezüglich des Alters oder des Geschlechts.

Von den insgesamt 134 Patienten waren 80 (59,7%) weiblichen und 54 (40,3%) männlichen Geschlechts. Das durchschnittliche Alter betrug 14,2 Jahre (Standardabweichung SD 5,7), wobei die Altersspanne von 7,8 bis 31,5 Jahren reichte. Die Patienten wurden in 5 Altersgruppen eingeordnet (Abb. 3.1., Tab. 3.1.).

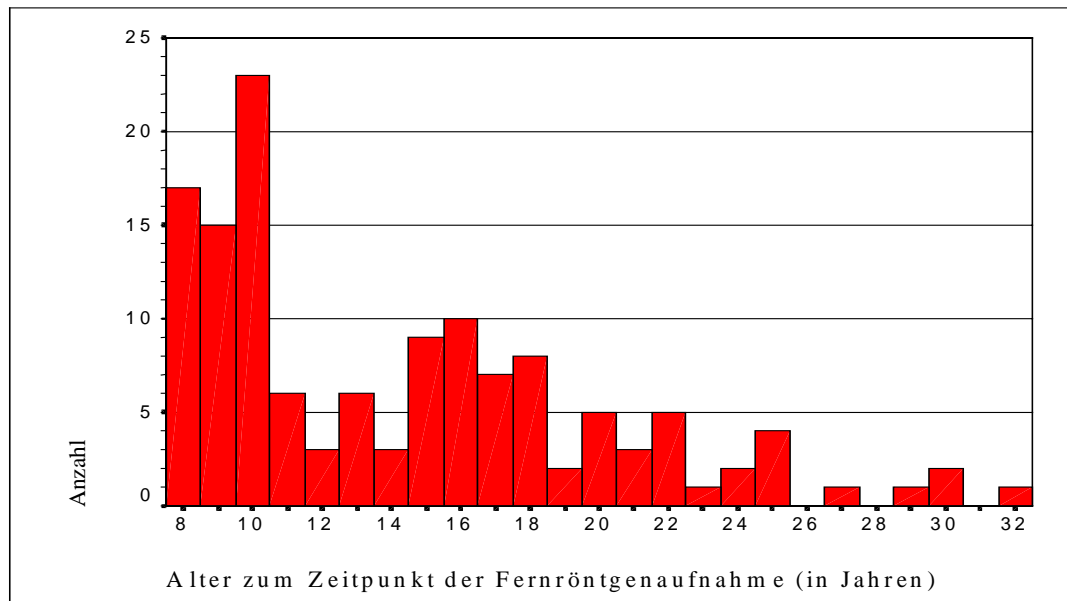


Abb. 3.1. Altersverteilung der Patienten

Tab. 3.1. Übersicht über die Einteilung der Altersklassen und die entsprechenden absoluten und relativen Häufigkeiten.

	<i>absolut</i>	<i>relativ</i>	<i>kumuliert</i>
<i>bis 9. Lebensjahr</i>	26	19,4 %	19,4 %
<i>9.-11. Lebensjahr</i>	32	23,9 %	43,3 %
<i>11.-15. Lebensjahr</i>	19	14,2 %	57,5 %
<i>15.-19. Lebensjahr</i>	30	22,4 %	79,9 %
<i>ab 19. Lebensjahr</i>	27	20,1 %	100,0 %

### 3.3. Methode der Röntgenbildanfertigung

In beiden Einrichtungen erfolgte der Betrieb der Röntengeräte gemäß der Röntgenverordnung unter besonderer Berücksichtigung des Strahlenschutzes. Regelmäßige Konstanzprüfungen und Wartungsmaßnahmen waren nachweisbar.

Die Fernröntgenbilder des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Halle entstanden mit dem Gerät Multix CPH der Firma Siemens. Der Objekt-Focus-Abstand betrug 2,40 m, die Expositionszeit lag bei 100 ms, die Röhrenleistung wurde entsprechend der Körpergröße des Patienten und nach Empfehlungen des Geräteherstellers eingestellt (57...60 kV, 32...40 mAs).

Die Röntgenaufnahmen der kieferorthopädischen Fachpraxis in Weimar entstanden mit dem Gerät Orthophos CD der Firma Siemens. Der Objekt-Focus-Abstand lag bei 1,50 m. Die Einstellungen der Expositionszeit und der Röhrenleistung erfolgte in Abhängigkeit der Körpergröße des Patienten (40...50 ms, 77...84 kV, 13...14 mAs). In beiden Einrichtungen wurde zur Positionierung des Patienten ein Kephalo-stat benutzt. Als Aufnahmematerial diente der T-MAT Plus DG des Herstellers Kodak in den Größen 18x24 cm bzw. 20x30 cm. Zum Ausschluss vergrößerungsbedingter Fehler wurden die Fernröntgenseitbilder entsprechend den Vergrößerungsfaktoren der jeweiligen Röntgenanlage kalibriert.

#### 3.4. Beschreibung der angewandten kephalometrischen Auswertung

Die Auswertung aller Fernröntgenseitbilder nahm ein Untersucher vor. Auf der jeweiligen Röntgenaufnahme wurde eine transparente Acetatfolie aufgelegt und durch Klebestreifen fixiert. Die Bestimmung und die Markierung der kephalometrischen Referenzpunkte mit einem Druckbleistift (0,25 mm, Härte HB) geschah in einem abgedunkelten Raum. Als Fernröntgenauswertung diente eine an der Universität Halle-Wittenberg angewandte modifizierte Bergen-Analyse nach SEGNER und HASUND (1994). Zusätzlich wurden die schädelbasisbezüglichen Referenzpunkte Foramen caecum (CA) und Sphenoidale (Sphe) nach BHATIA und LEIGHTON (1993) in die Untersuchung aufgenommen (Abb. 3.2.). Bei Doppelkonturen im Fernröntgenseitbild erfolgte die Festlegung des entsprechenden Referenzpunktes durch eine Mittelung. Unter Zuhilfenahme eines Digitizers (Scriptel Transparent Glass Digitizer) konnten diese Referenzpunkte digitalisiert werden. Nach Angaben des Herstellers betrug die Genauigkeit des Gerätes 0,1 mm. Die quantitative Auswertung erfolgte computer-gestützt mit dem Programm FR-WIN Version 4.0 (Entwicklung und Vertrieb durch COMPUTER KONKRET, Falkenstein). In Anlehnung an die Empfehlungen der Europäischen Gemeinschaft für die "Good clinical practise" (HASFORD und STAIB 1994) fand eine Eingabekontrolle durch festgelegte Grenzwerte statt. Zusätzlich wurde die Plausibilität der Eingabe durch die graphische Darstellung am Bildschirm überprüft. Die Konvertierung der Patientendaten und der zugehörigen kephalometrischen Messwerte gelang über eine Visual-Basic-Applikation. Zur Prüfung einer richtigen Übertragung der Datensätze wurde dieser Prozess zweimal durchlaufen.



Bezeichnung, Definition und Konstruktion der kephalometrischen Referenzpunkte nach SEGNER und HASUND (1994) unter Bezug auf die Median-Sagittalebene:

- S** Sella - Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica
- S(S)** Sella Senkrechte - Schnittpunkt des Lots von S auf die Linie NBa
- N** Nasion - vorderster Punkt der Sutura naso-frontalis
- Ba** Basion - tiefster und hinterster Punkt des Clivius
- Ar** Artikulare - Schnittpunkt des Unterrandes der Schädelbasis mit der dorsalen Kontur des Collum mandibulae
- Rt** Ramustangentenpunkt - Tangentenpunkt des Unterkieferastes
- Ct** Corpustangentenpunkt - Tangentenpunkt des Unterkieferkörpers
- Go`** Goniontangentenpunkt - konstruierter Schnittpunkt der Mandibular- mit der Ramuslinie
- Sp** Spina nasalis anterior - vorderster Punkt der knöchernen Spina nasalis
- Sp`** Spina Strich - konstruierter Schnittpunkt der Linie NGn und Nasal-Linie
- Pm** Pterygomaxillare - Schnittpunkt der dorsalen Kontur des Corpus maxillae mit der Kontur des harten bzw. weichen Gaumens
- A** A-Punkt - tiefster Punkt der vorderen Kontur des oberen Alveolarfortsatzes
- B** B-Punkt - tiefster Punkt der vorderen Kontur des unteren Alveolarfortsatzes
- Pog** Pogonion – vorderster Punkt des knöchernen Kinns
- Gn** Gnathion - tiefster Punkt der Unterkiefersymphyse
- Iss** inzisaler Punkt des vordersten Schneidezahns (Oberkiefer)
- Isa** Apex des oberen Schneidezahnes - apikaler Punkt der Wurzel des oberen mittleren Schneidezahns
- Iis** inzisaler Punkt des vordersten Schneidezahns (Unterkiefer)
- Iia** Apex des unteren Schneidezahnes - apikaler Punkt der Wurzel des unteren mittleren Schneidezahns
- hOcP** dorsaler Punkt des Okklusionsplanums - hinterer Kontaktpunkt der oberen und unteren Molaren
- Ca** Foramen caecum - Schnittpunkt des Schattens des Orbitadaches und der anterioren Schädelgrube
- Sphe** Sphenoidale - Schnittpunkt des Schattens der großen Keilbeinflügel mit der anterioren Schädelgrube

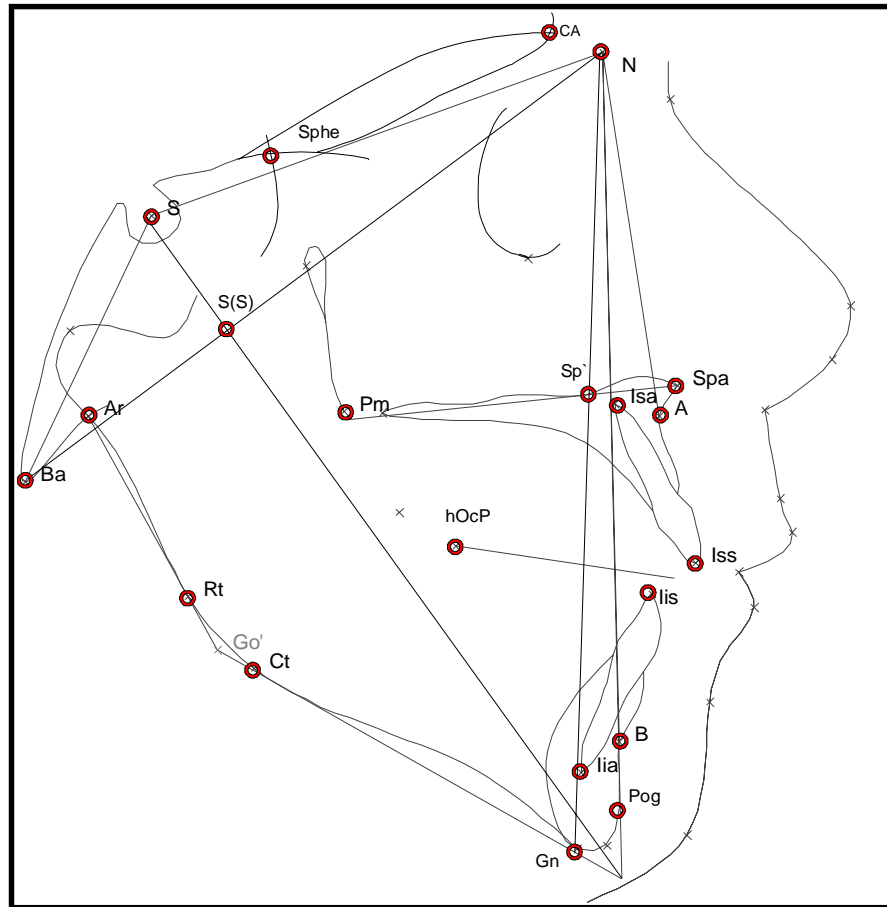


Abb. 3.2. Durchzeichnung eines Fernröntgenseitbildes mit den kephalome-trischen Referenzpunkten und Bezugslinien

Durch die Verbindung von Referenzpunkten ergaben sich die Bezugslinien:

- NSL Nasion-Sella-Linie - Linie zwischen Nasion und Sella
- NL Nasallinie - Linie zwischen Spina nasalis anterior und Pterygomaxillare
- ML Mandibularlinie - Linie zwischen Gnathion und Gonion-Tangentenpunkt
- hGH hintere Gesichtshöhe - Linie zwischen Sella und Gonion-Tangentenpunkt
- vGH vordere Gesichtshöhe - Linie zwischen Nasion und Gnathion
- oGH obere vordere Gesichtshöhe - Linie zwischen Nasion und Spina Strich
- uGH untere vordere Gesichtshöhe - Linie zwischen Spina Strich und Gnathion
- OcP Okklusionsplanum - Linie von der halbierten Strecke Iss zu Iis und hOcP

Zur Auswertung wurden Winkel (in Grad) und Strecken (in mm) sowie zwei Verhältniszahlen (in Prozent) herangezogen (siehe Tab. 3.2.)

Tab. 3.2. Übersicht über die angewandten Messwerte und Längenverhältnisse, (Scheitelpunkte der schädelbasisbezüglichen Winkel markiert)

Relation	Messwert	Beschreibung
<b>Sagittal</b>	SNA-Winkel SNB-Winkel ANB-Winkel SNPog-Winkel PogNB-Strecke	Winkel Sella, Nasion und A-Punkt Winkel Sella, Nasion und B-Punkt Winkel A-Punkt, Nasion und B-Punkt Winkel zwischen Sella, Nasion und Pogonion Strecke Pog zur Linie NB
<b>Vertikal</b>	ML/NSL-Winkel NL/NSL-Winkel ML/NL-Winkel Kieferwinkel Y-Achse	Winkel Mandibular- und NS-Linie Winkel Nasal- und NS-Linie Basiswinkel Winkel Mandibularlinie und Linie Ar zu tgo Winkel zwischen Nasion-Sella-Linie u. Schnittpunkt von ML- und NPog-Linie
<b>Längenverhältnisse</b>	Index Verhältnis nach Jarabak	Streckenverhältnis von oGH:uGH Streckenverhältnis von hGH:vGH
<b>Dental</b>	Überbiss sagittale Stufe OK1/NL-Winkel UK1/ML- Winkel	Strecke Iss und Iis (auf Linie Nasion-Gnathion) Strecke Iss und Iis (auf Okklusionsplanum) Winkel Schneidezahnachse im Oberkiefer und NL Winkel Schneidezahnachse im Unterkiefer und ML
<b>Winkel der Schädelbasis</b>	BaS(S)Sphe-Winkel BaS(S)Ca-Winkel NSBa-Winkel NSAr-Winkel SNBa-Winkel SNAr-Winkel SArSphe-Winkel SCaN-Winkel SS(S)Ca-Winkel S(S)SpheN-Winkel SS(S)Sphe-Winkel SpheCaN-Winkel	Winkel Basion, S(S) und Sphenoidale Winkel Basion, S(S) und Foramen caecum Winkel Nasion, Sella und Basion Winkel Nasion, Sella und Artikulare Winkel Sella, Nasion und Basion Winkel Sella, Nasion und Artikulare Winkel Sella, Artikulare und Sphenoidale Winkel Sella, Foramen caecum und Nasion Winkel Sella, Sella Senkrechte und Nasion Winkel Sella Senkrechte, Sphenoidale und Nasion Winkel Sella, Sella Senkrechte und Sphenoidale Winkel Sphenoidale, Foramen caecum und Nasion
<b>Strecken der Schädelbasis</b>	NS- Strecke NBa- Strecke NAr- Strecke NCa- Strecke SBa- Strecke SAr- Strecke S(S)- Strecke SpheAr- Strecke SpheCa- Strecke SpheS- Strecke	Strecke Nasion und Sella Strecke Nasion und Basion Strecke Nasion und Artikulare Strecke Nasion und Foramen caecum Strecke Sella und Basion Strecke Sella und Artikulare Strecke Sella und Sella Senkrechte Strecke Sphenoidale und Artikulare Strecke Sphenoidale und Foramen caecum Strecke Sphenoidale und Sella
<b>Beziehung der Schädelbasis zur oberen und unteren Kieferbasis</b>	PmSpheSpa-Winkel GoSpheGn-Winkel GoCaGn-Winkel PmCaSpa-Winkel SphePm-Strecke SpheSpa-Strecke SpheGo-Strecke SpheGn-Strecke CaPm-Strecke CaSpa-Strecke CaGo-Strecke CaGn-Strecke	Winkel Pm, Sphenoidale und Spa Winkel Gonion, Sphenoidale und Gnathion Winkel Gonion, Foramen caecum und Gnathion Winkel Pm, Foramen caecum und Spa Strecke Sphenoidale-Pterygomaxillare Strecke Sphenoidale-Spina nasalis ant. Strecke Sphenoidale-Gonion Strecke Sphenoidale-Gnathion Strecke Foramen caecum-Pterygomaxillare Strecke Foramen caecum-Spina nasalis ant. Strecke Foramen caecum-Gonion Strecke Foramen caecum-Gnathion

Die Bestimmung des Gesichtstyps, der sagittalen und vertikalen Verhältnisse erfolgte nach SEGNER und HASUND (1994). Dabei wurden die Messwerte der SNA-, NL/NSL-, NSBa-, ML/NSL und SNB-Winkel in die Bewertung einbezogen und in die Harmoniebox eingetragen (Abb 3.3.). Nach Positionierung der Harmonielinie lag ein harmonischer Gesichtsschädelaufbau vor, wenn sich alle Messwerte innerhalb des Harmonieschemas befanden. Als orthognather Gesichtsschädelaufbau wurden Werte von 79° bis 85°, bezogen auf Skala des SNA- Winkels, angenommen, für den retrognathen bzw. prognathen Gesichtsschädelaufbau galten kleinere bzw. größere Werte.

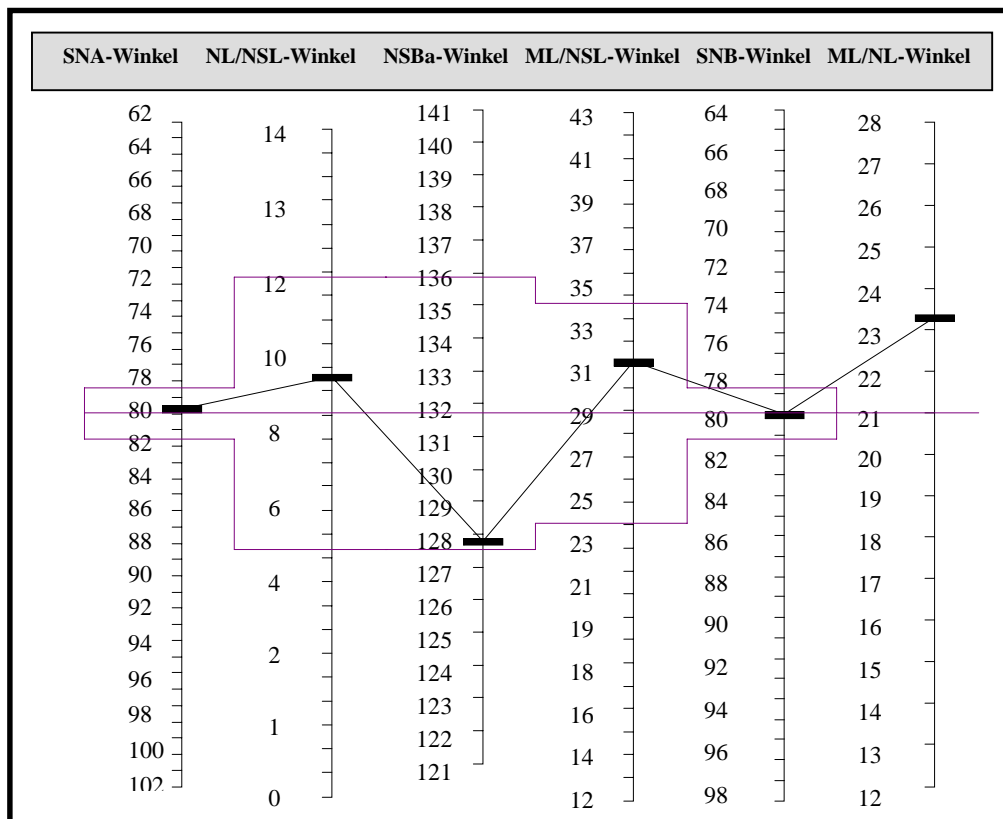


Abb. 3.3. Harmoniebox und Harmonieschema (SEGNER und HASUND 1994). Beispiel für einen orthognath-harmonischen Gesichtsschädelaufbau.

Die sagittale Kieferbasenrelation ergab sich als neutral, wenn sich nach Positionierung der Harmonielinie auf dem gemessenen SNA-Winkel der ermittelte SNB-Winkel innerhalb der Begrenzung des Schemas befand. Für oberhalb gelegene Werte wurde eine distale und für unterhalb gelegene Werte eine mesiale Kieferbasenrelation angenommen.

Die Bewertung der vertikalen Verhältnisse erfolgte nach Positionierung der Zentrallinie auf den gemessenen NL/NSL-Winkel. Lag der ML/NSL-Winkel dann innerhalb des Harmonieschemas, galt eine neutrale vertikale Kieferbasenrelation. Eine offene

bzw. tiefe Relation wurde bei einem oberhalb bzw. unterhalb der Begrenzung gelegenen Wert für den NL/NSL-Winkel bestimmt.

Für die Neigungsverhältnisse der Kieferbasen galten nach Positionierung des Harmonieschemas die Kriterien aus Tab. 3.3.

*Tab. 3.3. Einteilung der Probanden nach der Neigungsharmonie bzw. Neigungsdisharmonie der Kieferbasen in vier Gruppen*

	<b>Neigungsverhältnis</b>	<b>Beziehung zum Harmonieschema</b>
<b>Gruppe 1</b>	Neigungsharmonie beider Kieferbasen	NL-NSL-Winkel und ML-NSL-Winkel innerhalb des Harmonieschemas
<b>Gruppe 2</b>	anteriore Neigung des Oberkiefers	NL-NSL-Winkel unterhalb des Schemas
<b>Gruppe 3</b>	posteriore Neigung des Unterkiefers	ML-NSL-Winkel oberhalb des Schemas
<b>Gruppe 4</b>	Neigungsdisharmonie beider Kieferbasen (Divergenz)	NL-NSL-Winkel unterhalb und ML-NSL-Winkel oberhalb des Harmonieschemas

Die Zuordnung des Patienten zum normofazialen, dolichofazialen bzw. brachyfazialen Typus geschah in Anlehnung an SCHOPF (1994, siehe Abb. 3.4.). Die Messwerte für den Kieferwinkel, der PogNB-Strecke und der Längenverhältnisse der Gesichtshöhen (Index bzw. Verhältnis nach JARABAK) wurden in das Schema eingetragen. Eine Häufung der angekreuzten Messwerte im oberen beziehungsweise unteren Teil des Schemas zeigte die Tendenz zum brachyfazialen (horizontalen) beziehungsweise dolichofazialen (vertikalen) Gesichtstyp.

<b>PogNB-Strecke</b>	<b>Index</b>	<b>Kieferwinkel</b>	<b>JARABAK</b>	
3,5 mm	90,5 %	111,5 °	69,0 %	<b>brachyfazial</b>
3,0 mm	87,0 %	115,0 °	67,0 %	
2,5 mm	83,5 %	118,5 °	65,0 %	
2,0 mm	80,0 %	122,0 °	63,0 %	<b>normofazial</b>
1,5 mm	76,5 %	125,5 °	61,0 %	<b>dolichofazial</b>
1,0 mm	73,0 %	129,0 °	59,0 %	
0,5 mm	69,5 %	140,0 °	57,0 %	

*Abb. 3.4. Beurteilung des Gesichtstyps (in Anlehnung an SCHOPF 1994)*

Die Fehlerabschätzung bei der Auswertung von Fernröntgenseitbildern erfolgte im Rahmen einer Voruntersuchung. Dabei wurden 30 zufällig ausgewählte Aufnahmen dreimal im Abstand von jeweils zwei Wochen vermessen. Die Differenzen zwischen den einzelnen Messwerten und dem Mittelwert aus den Einzelmessungen ermöglichten die Bestimmung des Methodenfehlers nach DAHLBERG (1940, Abb. 3.5.).

Nach DAHLBERG sollte dabei der Methodenfehler möglichst unter dem Referenzwert von 1,0 liegen, um eine ausreichende Messgenauigkeit nachweisen zu können.

<p><b>Methodenfehler</b>     <math>\delta^2 = \Sigma d^2 / 2n</math></p> <p><b>Zuverlässigkeitskoeffizient</b> Reliability             <math>= 1 - \delta^2 / s_v^2</math></p>	<p>d – Differenz zwischen Einzelwert und Mittelwert aus Einzelmessungen n – Anzahl der Messungen</p> <p><math>\delta</math> - Methodenfehler <math>s_v</math>- Standardabweichung der Variable</p>
--	--

Abb. 3.5. Die Formeln zur Ermittlung des Methodenfehlers (DAHLBERG 1940) und des Zuverlässigkeitskoeffizienten (HOUSTON 1983)

Der Methodenfehler wurde in Relation zu der Varianz der Variable durch die Bestimmung des Zuverlässigkeitskoeffizienten gesetzt (HOUSTON 1983). Die Variable war um so zuverlässiger, je näher dieser Koeffizient bei 1,0 lag (Abb. 3.5.).

### 3.5. Beschreibung der statistischen Verfahren

Die statistische Auswertung der Messergebnisse erfolgte mit dem Programm *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) für Windows Version 8.0. Alle angewandten statistischen Verfahren wurden entsprechend den Empfehlungen und Beschreibungen von BROSIUS (1998) durchgeführt.

#### 3.5.1. **Prüfung auf Normalverteilung**

Zur Prüfung auf Normalverteilung der Messwerte innerhalb der Untersuchungsgruppe wurde der KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test angewandt. Die Irrtumswahrscheinlichkeit für das Zurückweisen der Hypothese einer Normalverteilung betrug  $p=0,05$ .

### 3.5.2. Deskriptive Beurteilung

Absolute und relative Häufigkeiten ergaben sich für folgende Merkmale der Untersuchungsgruppe:

- Gesichtsschädelaufbau
- sagittale Kieferbasenrelation
- vertikale Kieferbasenrelation
- Gesichtstyp

Für alle kephalometrischen Messgrößen wurden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardfehler des Mittelwertes und die Standardabweichung ermittelt. Die graphische Darstellung erfolgte mit Boxplots.

### 3.5.3. Mittelwertvergleiche

Der Mittelwertvergleich wurde zwischen Gruppen der Einteilung durchgeführt:

- Geschlecht
- Altersklasse
- Gesichtsschädelaufbau
- sagittale Kieferbasenrelation
- vertikale Kieferbasenrelation
- Gesichtstyp
- Art des offenen Bisses (dental versus skelettal offen)
- Neigungsverhältnisse der Kieferbasen

Mit dem LEVENE-Test (Irrtumswahrscheinlichkeit  $p \leq 0,05$ ) erfolgte die Prüfung auf Gleichheit der Varianzen. Für den Mittelwertvergleich zwischen zwei Gruppen gelangte entweder der *separate-variance t-Test* (Varianzgleichheit) oder der *pooled-variance t-Test* (Varianzungleichheit) zum Einsatz.

Zum Vergleich von mehr als zwei Gruppen wurde bei Varianzgleichheit eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA), bei Ungleichheit der Varianzen der H-Test nach KRUSKAL-WALLIS durchgeführt.

Patienten mit einer Neigungsharmonie der Kieferbasen wurden in die Gruppe mit einem dental offenen Biss eingeordnet. Alle übrigen Patienten gehörten zu der Gruppe mit skelettal offenem Biss.

### 3.5.4. Korrelationsstatistische Beurteilungen

Zur Prüfung der Stärke von Zusammenhängen zwischen den Messwerten der Schädelbasis und des Gesichtsschädels erfolgte die Bestimmung des Korrelationskoeffizienten nach PEARSON. Das Vorzeichen gab die Richtung und der absolute Wert die Stärke des Zusammenhangs an (Tab. 3.3.). Die Hypothese, in der Grundgesamtheit bestehe kein Zusammenhang, wurde mit einem 2-seitigen Signifikanztest ( $p \leq 0,05$ ) überprüft. Das Vorliegen einer linearen Korrelation konnte mit Hilfe der Streudiagramme nachgewiesen werden.

Tab. 3.4. Stärke des Zusammenhangs zweier Variablen nach BROSIUS (1998)

Betrag des Korrelationskoeffizienten	Stärke des Zusammenhangs
<0,2	sehr schwache Korrelation
0,2 – 0,4	schwache Korrelation
0,4 – 0,6	mittlere Korrelation
0,6 – 0,8	starke Korrelation
0,8 – 1,0	sehr starke Korrelation

### 3.5.5. Diskriminanzanalysen

Durch die Diskriminanzanalysen wurde der Einfluss von Messgrößen der Schädelbasis (Tab. 3.5.) auf die Unterscheidbarkeit folgender Gruppen geprüft:

- Einteilung nach der Art des offenen Bisses (dental versus skelettal offen)
- Einteilung nach den Neigungsverhältnisse der Kieferbasen

Der erste Schritt dieser Analyse bestand in der Schätzung der Diskriminanzfunktionen. Dabei wurde beachtet, dass aus den stetigen Werten Rückschlüsse auf eine diskrete Gruppenzugehörigkeit erfolgten. Ein zweiter Schritt beinhaltete eine Klassifizierung der Patienten unter Angabe der absolut und prozentual richtigen Zuordnung in die entsprechende Teilgruppe (Methode: Einschluss). Alter und Geschlecht wurden als Kovariate berücksichtigt.

Tab. 3.5. Gruppen und Messwerte für die Diskriminanzanalysen

	Messwerte für die Diskriminanzanalyse
<b>Art des offenen Bisses</b>	1. Winkel und Strecken der Schädelbasis 2. Beziehung der Schädelbasis zur oberen und unteren Kieferbasis
<b>Neigungsverhältnisse</b>	1. Winkel und Strecken der Schädelbasis 2. Beziehung der Schädelbasis zur oberen und unteren Kieferbasis 3. Messwerte aus 1. und 2. zusammen



## 4. Ergebnisse

### 4.1. Die Fehlerabschätzung

Der Methodenfehler nach DAHLBERG (1940) lag nur bei den Messwerten SpheCaN-Winkel (1,42), SCaN-Winkel (1,22) und UK1/ML-Winkel (1,01) über dem Referenzwert von 1,0. Für folgende Messwerte wurde ein Zuverlässigkeitskoeffizient nach HOUSTON (1983) unter 0,97 bestimmt:

- |                    |        |                  |        |
|--------------------|--------|------------------|--------|
| - PmSpheSpa-Winkel | (0,93) | - NCa-Strecke    | (0,96) |
| - S(S)Ca-Winkel    | (0,95) | - CaSphe-Strecke | (0,96) |
| - Ba(S)Ca-Winkel   | (0,95) | - GoCaGn-Winkel  | (0,96) |

### 4.2. Prüfung auf Normalverteilung

Die Nullhypothese einer Normalverteilung musste mit dem KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test für die Messgrößen Alter, NS-Strecke und GoSphe-Strecke zurückgewiesen werden ( $p \leq 0,05$ ). Nach Auswertung der graphischen Darstellung der Verteilung (Abb. 4.1. und Abb. 4.2.) konnte eine Normalverteilung als hinreichend genau für die NS-Strecke und die GoSphe-Strecke angenommen werden.

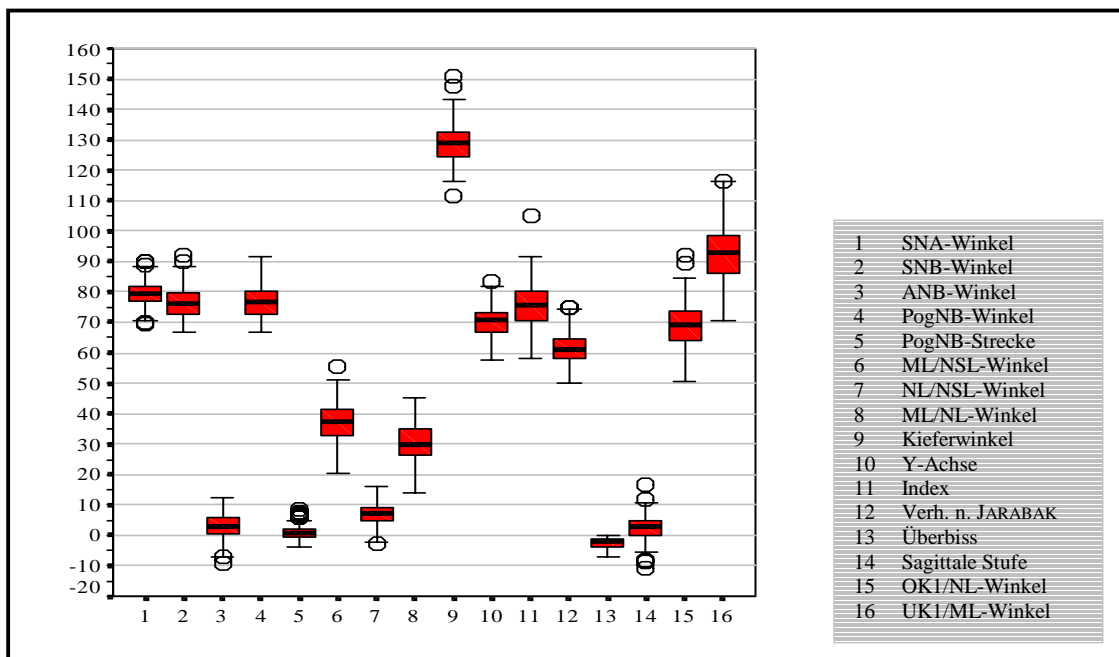


Abb. 4.1. Boxplot- und Whiskerdiagramm (o - Ausreißer)

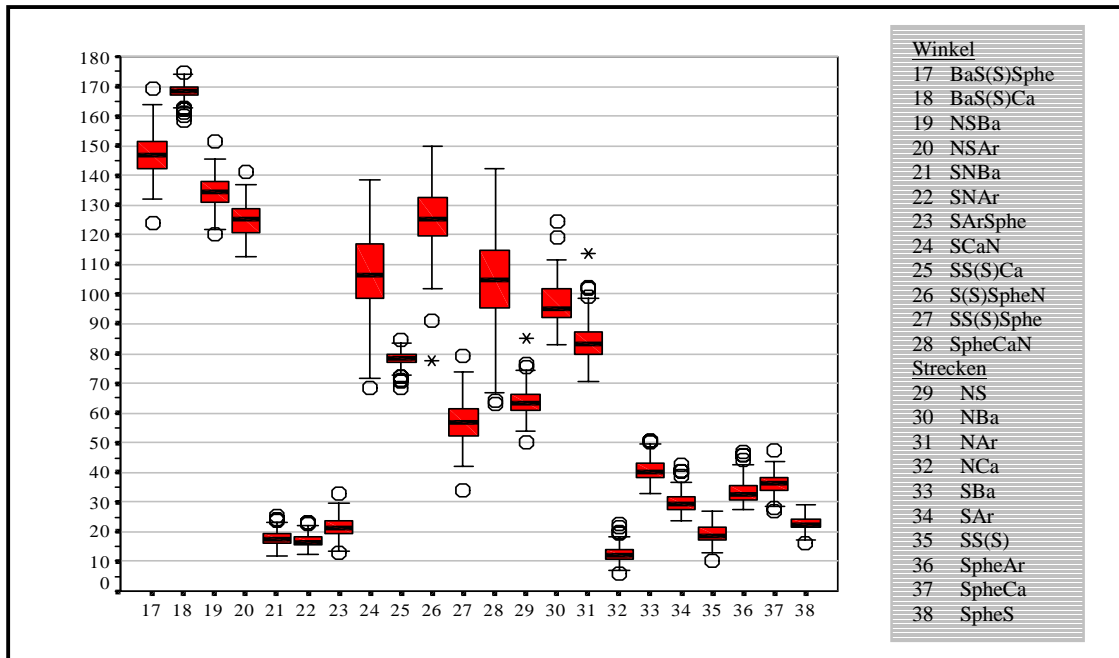


Abb. 4.2. Boxplot- und Whiskerdiagramm (\* - Extremwerte, o - Ausreißer)

#### 4.3. Deskriptive Beurteilung der Untersuchungsgruppe

##### 4.3.1. Gesichtsschädelaufbau

Ein disharmonischer Gesichtsschädelaufbau lag bei 122 (91,0%) Patienten vor. Für 12 (9,0%) Patienten wurde ein harmonischer Gesichtsschädelaufbau festgestellt.

Die Mehrzahl der Patienten (55,2%) konnte einem orthognathen Gesichtsschädelaufbau zugewiesen werden. Für 52 (38,8%) Patienten wurde ein retrognathes und lediglich für 8 (6,0%) Patienten ein prognathes Gesichtsschädelaufbau gefunden (Tab. 4.1.).

Tab. 4.1. Häufigkeiten für die Einteilung nach dem Gesichtsschädelaufbau

	absolut	relativ	kumuliert
retrognath	52	38,8 %	38,8 %
orthognath	74	55,2 %	94,0 %
prognath	8	6,0 %	100,0 %
gesamt	134	100,0 %	

#### 4.3.2. Basale Kieferrelationen

Die sagittal distale Kieferbasenrelation trat in der Untersuchungsgruppe am häufigsten auf (Tab. 4.2.). Eine vertikal offene Kieferbasenrelation wurde bei mehr als der Hälfte der Patienten nachgewiesen. Dagegen fand sich kein Fall mit einer vertikal tiefen Kieferbasenrelation (Tab. 4.3.).

Tab. 4.2. Häufigkeiten für die Einteilung nach sagittal basalen Kieferrelationen

	absolut	relativ	kumuliert
neutral	48	35,8 %	35,8 %
distal	58	43,3 %	79,1 %
mesial	28	20,9 %	100,0 %

Tab. 4.3. Häufigkeiten für die Einteilung nach vertikal basalen Kieferrelationen

	absolut	relativ	kumuliert
offen	89	66,4 %	66,4 %
neutral	45	33,6 %	100,0 %
tief	0	0 %	

#### 4.3.3. Neigungsverhältnisse der Kieferbasen

Die Messwerte NL/NSL-Winkel und ML/NSL-Winkel lagen bei 45 (33,6%) Patienten im Harmonieschema. Wenigstens einer dieser beiden Werte befand sich für 89 (66,4%) Patienten außerhalb der Begrenzung. Eine posteriore Neigung des Oberkiefers oder eine anteriore Neigung des Unterkiefers konnten nicht beobachtet werden. Alle Patienten mit einer Neigungsdisharmonie der Kieferbasen wurden der Gruppe mit einem skelettal offenen Biss zugeordnet (Tab. 4.4.).

Tab. 4.4. Häufigkeiten für die Einteilung nach den Neigungsverhältnissen und Einteilung des frontal offenen Bisses

	absolut	relativ	kumuliert	Art des offenen Bisses
Neigungsharmonie	45	33,6 %	33,6 %	dental
anteriore Neigung OK	17	12,7 %	46,3 %	skelettal
posteriore Neigung UK	43	32,1 %	78,4 %	
Divergenz der Kieferbasen	29	21,6 %	100,0 %	

#### 4.3.4. Gesichtstyp

Nach Auswertung der Messwerte Kieferwinkel, PogNB-Strecke und Längenverhältnisse der Gesichtshöhen (Index bzw. Verhältnis nach JARABAK) ergab sich für die Mehrzahl der Patienten ein vertikaler (dolichofazialer) Gesichtstyp (Tab. 4.5.).

Tab. 4.5. Häufigkeiten für die Einteilung nach dem Gesichtstyp

	absolut	relativ	kumuliert
brachyfazial	25	18,7 %	18,7 %
normofazial	20	14,9 %	33,6 %
dolichofazial	89	66,4 %	100,0 %

#### 4.3.5. Deskriptive Beurteilung der Messwerte

Für alle kephalomterischen Messwerte wurden eine Reihe statistischer Maßzahlen ermittelt. Dazu gehörten neben den Median- bzw. Mittelwerten die Angabe der Streuungsmaße Minimum, Maximum, Standardfehler des Mittelwertes und Standardabweichung (Tab. 4.6.).

Tab. 4.6. Übersicht der Messwerte für die Untersuchungsgruppe

Relation		Mini- mum	Maxi- mum	Median	Mittel- wert	Standard- fehler	Standard- abweichung
<b>sagittal</b>	SNA-Winkel	69,7	89,9	79,6	79,6	0,3	3,9
	SNB-Winkel	66,7	92,2	76,2	76,5	0,4	4,8
	ANB-Winkel	-9,2	12,4	3,0	3,1	0,3	3,9
	SNPog-Winkel	66,8	91,3	76,9	77,0	0,4	5,1
	PogNB-Strecke	-3,7	8,4	,5	1,0	0,2	2,3
<b>vertikal</b>	ML/NSL-Winkel	20,6	55,2	37,5	37,2	0,6	6,7
	NL/NSL-Winkel	-2,9	16,0	7,2	7,0	0,3	3,3
	ML/NL-Winkel	13,8	45,4	29,7	30,1	0,6	6,6
	Kieferwinkel	111,3	150,8	129,1	129,4	0,6	6,6
	Y-Achse	57,8	83,7	70,6	70,1	0,4	4,8
<b>Längenver- hältnisse</b>	Index	58,0	105,1	75,8	75,2	0,7	7,5
	Verh. n. JARABAK	50,2	74,7	61,4	61,7	0,5	5,1
<b>dental</b>	Überbiss	-7,2	,1	-2,2	-2,7	0,2	1,9
	Sag. Stufe	-10,8	16,5	3,1	2,6	0,3	3,8
	OK1/NL-Winkel	50,7	91,9	69,5	69,3	0,6	7,3
	UK1/ML-Winkel	70,8	116,6	93,1	92,6	0,8	8,7
<b>Winkel der Schädelbasis</b>	BaS(S)Sphe-W.	123,8	169,1	146,9	147,0	0,6	6,4
	BaS(S)Ca-W.	158,3	174,7	168,6	168,3	0,2	2,6
	NSBa-Winkel	120,2	151,5	134,2	134,2	0,5	5,3
	NSArt- Winkel	112,4	141,4	125,1	124,7	0,5	6,0
	SNBa-Winkel	11,8	25,2	17,6	17,7	0,2	2,3
	SNArt-Winkel	12,5	23,4	16,7	16,8	0,2	2,0
	SArtSphe-W.	12,7	33,1	21,2	21,4	0,3	3,7
	SCaN-Winkel	68,3	138,7	106,2	106,8	1,3	14,0
	SS(S)Ca-Winkel	68,2	84,8	78,6	78,3	0,2	2,6
	S(S)SpheN-W.	77,7	150,0	125,5	125,5	0,9	10,5
<b>Strecken der Schädelbasis</b>	SS(S)Sphe-W.	33,8	79,0	56,9	57,0	0,6	6,4
	SpheCaN-W.	63,3	142,4	104,8	104,1	1,3	14,4
	NS-Strecke	50,2	85,3	63,2	63,7	0,4	4,8
	NBa-Strecke	83,1	124,7	95,3	96,8	0,6	6,8
	NArt-Strecke	70,8	113,5	83,2	84,2	0,6	6,4
	NCa-Strecke	5,7	22,9	12,2	12,6	0,3	2,9
	N(CA)-Strecke	,0	15,0	2,6	3,1	0,2	2,5
	SBa-Strecke	32,7	50,8	40,4	41,1	0,3	3,8
	SArt-Strecke	23,5	42,5	29,2	29,8	0,3	3,6
	S(S)-Strecke	10,2	27,1	18,9	19,4	0,3	3,0
<b>Beziehung der Schädel- basis zur oberen und unteren Kie- ferbasis</b>	SpheArt-Strecke	27,3	46,9	32,7	33,5	0,3	3,9
	SpheCa-Strecke	26,9	47,2	36,3	36,1	0,3	3,2
	SpheS-Strecke	16,4	29,2	22,5	22,9	0,2	2,4
	PmSpheSpa-W.	38,8	62,4	50,7	50,7	0,4	4,1
	GoSpheGn-W.	27,2	44,3	36,1	36,0	0,3	3,2
	GOCaGn-Winkel	27,2	38,7	32,7	32,7	0,2	2,4
	PmCaSpa-W.	33,1	51,7	40,8	40,9	0,3	3,3
	SphePm-Strecke	31,2	69,9	43,3	43,8	0,5	5,4
	SpaSphe-Strecke	47,4	81,9	59,5	60,7	0,6	6,4
	SpheGo-Strecke	62,5	110,8	76,6	79,0	0,8	9,6
SpheGn-Strecke	83,9	143,6	109,0	110,1	1,1	13,4	
CaPm-Strecke	57,7	78,9	68,3	68,3	0,4	4,3	
CaSpa-Strecke	45,3	71,8	56,7	57,3	0,5	5,4	
CaGo-Strecke	91,0	135,9	105,1	106,9	0,8	8,7	
CaGn-Strecke	96,6	151,2	119,2	120,4	1,1	12,3	

#### 4.4. Mittelwertvergleich zwischen den Geschlechtern

Der Vergleich der Mittelwerte beider Geschlechter ergab für 22 der 50 Messwerte signifikante Unterschiede (Tab. 4.7.).

Tab.4.7. *Signifikante Unterschiede im Mittelwertvergleich zwischen weiblichen und männlichen Patienten*

Index	Levene- Test auf Varianzgleichheit	Mittelwerte weiblich	Mittelwerte männlich	Signifikanz	*p≤0,05 **p≤0,01 ***p≤0,001
	p≤0.05				
Index	gleich	76,7	73,2	0,008	**
NSBa-Winkel	gleich	135,1	132,8	0,017	*
NSArt- Winkel	gleich	125,6	123,4	0,034	*
SCaN-Winkel	gleich	104,3	110,5	0,012	*
SpheCaN-Winkel	gleich	101,5	107,9	0,015	*
NS-Strecke	ungleich	61,9	66,5	0,000	***
NBa-Strecke	ungleich	94,4	100,4	0,000	***
NArt-Strecke	ungleich	82,0	87,5	0,000	***
NCa- Strecke	gleich	12,0	13,6	0,001	**
SBa-Strecke	ungleich	40,0	42,7	0,000	***
SAr-Strecke	ungleich	28,8	31,2	0,001	**
SS(S)-Strecke	gleich	18,5	20,7	0,000	***
SpheAr-Strecke	ungleich	32,4	35,1	0,000	***
SpheS-Strecke	ungleich	22,2	23,9	0,000	***
SphePm-Strecke	gleich	42,7	45,5	0,003	**
SpaSphe-Strecke	ungleich	59,5	62,5	0,010	**
SpheGo-Strecke	ungleich	76,1	83,2	0,000	***
SpheGn-Strecke	ungleich	106,9	114,8	0,001	**
CaPm-Strecke	gleich	67,2	69,9	0,000	***
CaSpa-Strecke	gleich	56,2	58,8	0,007	**
CaGo-Strecke	ungleich	104,1	111,0	0,000	***
CaGn-Strecke	gleich	117,4	124,8	0,000	***

#### 4.5. Mittelwertvergleiche bei verschiedenen Gruppeneinteilungen

##### 4.5.1. Altersgruppen

Die Gleichheit der Varianzen musste für 18 Messgrößen zurückgewiesen werden (LEVENE-TEST,  $p \leq 0,05$ ). Signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,05$ ) zwischen den fünf Altersgruppen bestanden im Mittelwertvergleich für 36 der 50 Messwerte (Tab. 4.8.).

Sowohl die Winkel- als auch die Streckenmaße der Schädelbasis wiesen mehrheitlich (28 von 35) signifikante Unterschiede auf.

#### 4.5.2. Gesichtsschädelaufbau

Insgesamt 22 der 50 Messgrößen zeigten mit ihren Mittelwerten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen mit retrognathem, orthognathem und prognathem Gesichtsschädelaufbau. Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p \leq 0,05$  konnte die Nullhypothese, die Mittelwerte wären gleich, für 10 der 17 schädelbasisbezüglichen Winkel zurückgewiesen werden (Tab. 4.8.).

#### 4.5.3. Sagittale Kieferbasenrelation

Die Prüfung des LEVENE-Tests ergab eine Varianzungleichheit für 11 Messwerte nach Einteilung der Untersuchungsgruppe in eine distale, neutrale oder mesiale Kieferrelation. Bei einem Signifikanzniveau  $p \leq 0,05$  fanden sich für die Mittelwerte von 35 Messgrößen nachweisbare Differenzen. Vor allem die Variablen, die eine Beziehung von der Schädelbasis zur oberen und unteren Kieferbasis herstellten, zeigten bis auf eine Ausnahme (SpaSphe-Strecke) signifikante Unterschiede in ihren Mittelwerten. Aber auch die Mehrheit der schädelbasisbezüglichen Streckenmaße (6 von 10) wiesen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p = 0,05$  Abweichungen auf (Tab. 4.8.).

#### 4.5.4. Vertikale Kieferbasenrelation

Die Mittelwerte der Variablen Pog/NB-Strecke, ML/NL-Winkel und CaGo-Strecke wurden wegen ihrer Varianzungleichheit mit dem H-Test nach KRUSKAL-WALLIS überprüft. Signifikante Unterschiede ließen sich vor allem für Messgrößen nachweisen, die den Gesichtsschädelaufbau in den vertikalen Relationen beschreiben. Differenzen zwischen den Gruppen zeigten auch die Mittelwerte der Stellung der oberen mittleren Schneidezähne, OK1/NL-Winkel. Lediglich 3 schädelbasisbezügliche Werte, sowohl die Winkel als auch die CaGo-Strecke, wiesen signifikante Unterschiede (Irrtumswahrscheinlichkeit  $p \leq 0,05$ ) auf.

#### 4.5.5. Gesichtstyp

Nach Einteilung der Untersuchungsgruppe in einen dolichofazialen, neutralen oder brachyfazialen Gesichtstyp fand sich eine Varianzungleichheit bei 5 Messgrößen. Vor allem die vertikalen Messwerte, aber auch die Variablen GoSpheGn-Winkel und GoCaGn-Winkel, ergaben eine signifikante Unterscheidbarkeit in ihren Mittelwerten.

Tab. 4.8. Gruppenvergleiche

(A=ANOVA; H=H-Test; Sign.=Signifikanz; \* $p \leq 0,05$ ; \*\* $p \leq 0,01$ ; \*\*\* $p \leq 0,001$ )

	Altersgruppen			Gesichts- schädelaufbau			sagittale Kiefer- relation			vertikale Kie- ferrelation			Gesichtstyp		
	Test	Sign.		Test	Sign.		Test	Sign.		Test	Sign.		Test	Sign.	
SNA-Winkel	A	.834		A	.000	***	A	.591		A	.084		A	.213	
SNB-Winkel	H	.006	**	A	.000	***	A	.000	***	A	.001	**	A	.057	
ANB-Winkel	H	.001	**	A	.263		H	.000	***	A	.098		A	.464	
SNPog-Winkel	A	.000	***	A	.000	***	A	.000	***	A	.000	***	A	.003	**
Pog/NB-Str.	H	.003	**	A	.741		A	.001	**	H	.003	**	H	.000	***
ML/NSL-W.	A	.474		A	.000	***	H	.003	**	A	.000	***	H	.000	***
NL/NSL-W.	A	.326		A	.000	***	A	.399	***	A	.045	*	A	.866	
ML/NL-W.I	A	.156		A	.443		A	.000	***	H	.000	***	H	.000	***
Kieferwinkel	A	.785		A	.620		A	.027	*	A	.000	***	A	.000	***
Y-Achse	A	.689		A	.000	***	A	.000	***	A	.000	***	A	.000	***
Index	A	.001	**	A	.331		A	.402		A	.000	***	H	.000	***
Verh. JARABAK	H	.057		A	.000	***	A	.000	***	A	.000	***	A	.000	***
Überbiss	H	.000	***	A	.676		A	.027	*	A	.019		A	.258	
sag. Stufe	H	.008	**	A	.491		H	.000	***	A	.711		A	.541	
OK1/NL-W.	A	.432		A	.035	*	H	.149		A	.000	***	A	.099	
UK1/ML-W.	A	.000	***	A	.570		A	.000	***	A	.045		A	.018	*
BaS(S)Sphe-W.	A	.000	***	A	.017	*	A	.805		A	.398		A	.167	
BaS(S)Ca-W.	A	.000	***	A	.004	**	A	.008	**	A	.165		A	.204	
NSBa-Winkel	A	.068		A	.000	***	A	.176		A	.224		A	.798	
NSArt-Winkel	A	.316		A	.000	***	A	.066		A	.224		A	.229	
SNBa-Winkel	A	.008	**	A	.000	***	A	.042	*	A	.154		A	.958	
SNArt-Winkel	A	.002	**	A	.000	***	A	.015	*	A	.187		A	.821	
SArtSphe-W.	A	.028	*	A	.070		A	.548		A	.839		A	.659	
SCaN-Winkel	A	.000	***	A	.621		A	.477		A	.786		A	.256	
SS(S)Ca-W.	A	.000	***	A	.003	**	A	.009	**	A	.135		A	.203	
S(S)SpheN-W.	A	.000	***	A	.001	**	A	.264		A	.099		A	.171	
SS(S)Sphe-W.	A	.000	***	A	.015	*	A	.813		A	.383		A	.168	
SpheCaN-W.	A	.000	***	A	.522		A	.431		A	.654		A	.309	
NS-Strecke	H	.000	***	A	.543		A	.058		A	.491		A	.332	
NBa-Strecke	H	.000	***	A	.979		A	.051		A	.581		A	.467	
NArt-Strecke	H	.000	***	A	.852		A	.056		A	.306		A	.088	
NCa-Strecke	A	.000	***	A	.052		A	.002	**	A	.286		A	.232	
SBa-Strecke	H	.000	***	A	.167		H	.010	*	A	.971		A	.742	
SAr-Strecke	H	.000	***	A	.228		H	.067		A	.580		A	.032	*
SS(S)-Strecke	H	.000	***	A	.000	*	A	.019	*	A	.453		A	.644	
SpheAr-Str.	H	.000	***	A	.290		H	.028	*	A	.531		H	.077	
SpheCa-Str.	A	.256		A	.301		A	.012	*	A	.049		A	.785	
SpheS-Str.	A	.098		A	.594		A	.007	**	A	.198		A	.438	
PmSpheSpa-W.	A	.000	***	A	.005	**	A	.009	**	A	.829		A	.396	
GoSpheGn-W.	A	.002	**	A	.979		A	.012	*	A	.000	***	A	.000	***
GoCaGn-W.	H	.884		A	.068		A	.000	***	A	.000	***	A	.000	***
PmCaSpa-W.	A	.447		A	.698		A	.023	*	A	.543		A	.464	
SphePm-Str.	A	.000	***	A	.005	**	H	.000	***	A	.217		A	.771	
SpaSphe-Str.	H	.000	***	A	.033	**	A	.166		A	.770		A	.240	
SpheGo-Str.	H	.000	***	A	.143		H	.000	***	A	.313		A	.133	
SpheGn-Str.	H	.000	***	A	.136		A	.000	***	A	.233		A	.356	
CaPm-Str.	A	.000	***	H	.911		A	.001	**	A	.808		A	.751	
CaSpa-Str.	A	.000	***	A	.422		A	.002	**	A	.916		A	.323	
CaGo-Str.	H	.000	***	A	.624		H	.007	**	H	.298		A	.113	
CaGn-Str.	H	.000	***	A	.678		H	.001	**	A	.024	*	A	.058	



#### 4.6. Korrelationsstatistische Ergebnisse

##### 4.6.1. **Sagittale und vertikale Relationen**

Für die Mehrheit der Messgrößen, die die sagittale und vertikale Relation im Fernröntgenseitbild charakterisierten, konnte mit Hilfe einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p \leq 0,05$  ein signifikanter Zusammenhang untereinander festgestellt werden. Der Korrelationskoeffizient nach PEARSON ergab Werte für starke und sehr starke Zusammenhänge zwischen 7 der 28 Kombinationen (Tab. 4.9.).

##### 4.6.2. **Längenverhältnisse**

Im Vergleich zu den Messgrößen der sagittalen und vertikalen Relationen fanden sich signifikante Zusammenhänge ( $p \leq 0,05$ ) bei 14 von 17 möglichen Paarungen. Zwischen dem Längenverhältnis der hinteren zur vorderen Gesichtshöhe (Verhältnis nach JARABAK) und dem ML/NSL-Winkel bzw. ML/NL-Winkel bestanden sehr starke Korrelationen. Der Zusammenhang zwischen dem Verhältnis nach JARABAK und dem Index erwies sich als schwach und nicht signifikant (Tab. 4.9.).

##### 4.6.3. **Dentale Relationen**

Lediglich schwache Korrelationen zwischen Überbiss und den sagittalen oder vertikalen Messgrößen ließen sich nachweisen. Für die Beziehungen zwischen der sagittalen Stufe und SNB- bzw. ANB-Winkel konnten hohe bzw. sehr hohe Korrelationskoeffizienten ermittelt werden (Tab. 4.9.).

##### 4.6.4. **Schädelbasis**

Für die Mehrheit der schädelbasisbezüglichen Messwerte ergaben sich in Beziehung zu sagittalen, vertikalen und dentalen Relationen keine signifikanten Zusammenhänge ( $p \leq 0,05$ ). Ein starker Zusammenhang konnte nur für die Beziehungen des GoCaGn-Winkels zur Y-Achse und des GoCaGn-Winkels zum ML/NSL-Winkel nachgewiesen werden. Mittlere Korrelationen bestanden zwischen den Winkeln der Schädelbasis und den Messwerten SNA-, SNB- und NL/NSL-Winkel. In den Beziehungen zwischen der Schädelbasis und den Längenverhältnissen der Gesichtshöhen fanden sich eine Reihe mittlerer Korrelationen. Nur schwache und sehr schwache Zusammenhänge wurden für die Verhältnisse zwischen der Schädelbasis und den dentalen Relationen, Überbiss und sagittale Stufe, ermittelt (Tab. 4.9.).

Tab. 4.9. Übersicht der Korrelationskoeffizienten nach PEARSON

Relationen: ■ sagittal u. vertikal ■ Längenverhältnisse ■ dental ■ Schädelbasis

(markiert: Prüfung auf 2-seitige Signifikanz mit  $p \leq 0,05$ )

	SNA-Winkel	SNB-Winkel	ANB-Winkel	ML/NSL-Winkel	NL/NSL-Winkel	ML/NL-Winkel	Kieferwinkel	Y-Achse	Index	Verhältnis nach Jarabak	Überbiß	Sag. Stufe
SNA-Winkel	1,000											
SNB-Winkel	,608	1,000										
ANB-Winkel	,261	-,607	1,000									
ML/NSL-W.	-,364	-,633	,407	1,000								
NL/NSL-W.	-,442	-,433	,085	,287	1,000							
ML/NL-Winkel	-,145	-,423	,370	,873	-,217	1,000						
Kieferwinkel	-,057	-,074	,034	,571	,052	,555	1,000					
Y-Achse	-,501	-,825	,504	,853	,345	,693	,205	1,000				
Index	-,057	-,111	,077	-,341	,476	-,591	-,369	-,225	1,000			
Verh.n.JARABAK	,347	,597	-,381	-,938	-,300	-,802	-,560	-,702	,203	1,000		
Überbiß	-,041	-,071	,045	-,204	,127	-,273	-,228	-,126	,290	,113	1,000	
sag. Stufe	,129	-,559	,808	,171	-,010	,177	-,085	,324	,162	-,167	,048	1,000
BaS(S)Spe-W.	-,211	-,239	,079	-,001	,316	-,161	-,061	,032	,357	-,116	,194	,047
BaS(S)Ca-W.	-,161	-,319	,226	-,019	,253	-,148	-,116	,045	,357	-,106	,196	,263
NSBa-Winkel	-,480	-,499	,128	,229	,461	-,002	-,016	,389	,258	-,266	,077	,158
NSArt-Winkel	-,479	-,516	,151	,136	,397	-,064	-,047	,401	,232	-,117	,100	,202
SNBa-Winkel	,448	,507	-,169	-,208	-,503	,045	,017	-,308	-,322	,297	-,112	-,206
SNArt-Winkel	,450	,532	-,199	-,243	-,510	,013	-,026	-,322	-,353	,348	-,201	-,205
SArtSpe-W.	,236	,229	-,045	-,117	-,081	-,077	-,004	-,364	,157	-,045	,162	-,122
SCaN-Winkel	-,061	,052	-,126	-,101	-,206	,002	-,047	-,042	-,222	,175	-,201	,048
SS(S)Ca-W.	-,163	-,316	,220	-,027	,256	-,158	-,119	,037	,366	-,100	,199	,263
S(S)SpeN-W.	-,289	-,324	,105	,000	,340	-,172	-,098	,092	,343	-,098	,186	,101
SS(S)Spe-W.	-,212	-,237	,077	-,003	,316	-,164	-,062	,030	,359	-,114	,194	,047
SpeCaN-W.	-,039	,054	-,106	-,063	-,200	,036	-,022	-,019	-,244	,144	-,225	,065
NS-Strecke	,009	,173	-,204	-,182	-,082	-,144	,000	-,238	-,166	,191	-,104	-,032
NBa-Strecke	-,077	,145	-,255	-,156	-,075	-,122	-,003	-,136	-,216	,215	-,128	-,066
NArt-Strecke	-,098	,094	-,215	-,227	-,070	-,196	-,057	-,122	-,195	,313	-,140	,000
NCa-Strecke	,100	,302	-,267	-,002	-,191	,095	,134	-,080	-,368	,117	-,234	-,253
SBa-Strecke	,090	,312	-,290	-,179	-,286	-,036	,000	-,140	-,351	,310	-,171	-,171
SAr-Strecke	,092	,273	-,242	-,297	-,299	-,150	-,087	-,146	-,334	,468	-,228	-,085
SS(S)-Strecke	,369	,491	-,231	-,257	-,449	-,033	,009	-,361	-,344	,335	-,146	-,177
SpeAr-Strecke	,097	,293	-,261	-,293	-,274	-,159	-,069	-,167	-,327	,456	-,213	-,105
SpeCa-Strecke	-,059	-,093	,054	-,049	,108	-,105	-,034	-,074	,131	-,042	,129	,123
SpeS-Strecke	,077	,241	-,219	-,208	,044	-,234	,005	-,303	-,003	,183	,035	-,178
PmSpeSpa-W.	-,156	-,381	,307	-,005	,045	-,028	-,172	,132	,092	-,079	,121	,296
GoSpeGn-W.	,031	,159	-,162	-,563	,013	-,579	-,570	-,495	,557	,316	,291	-,011
GOCaGn-W.	,219	,544	-,442	-,627	-,166	-,553	-,392	-,723	,321	,400	,098	-,231
PmCaSpa-W.	,341	-,031	,379	-,094	-,107	-,042	-,106	-,027	-,110	,112	-,136	,372
SpePm-Str.	,208	,391	-,268	-,066	-,277	,073	-,020	-,094	-,291	,206	-,272	-,202
SpaSpe-Str.	,343	,354	-,089	-,122	-,081	-,083	-,029	-,144	-,201	,245	-,242	-,035
SpeGo-Str.	,118	,390	-,356	-,293	-,176	-,209	-,226	-,153	-,325	,488	-,195	-,240
SpeGn-Str.	,119	,431	-,405	-,025	-,184	,069	,092	-,077	-,509	,198	-,330	-,347
CaPm-Strecke	-,033	,231	-,314	-,037	-,084	,006	-,099	-,009	-,186	,149	-,166	-,238
CaSpa-Strecke	,104	,310	-,273	-,016	,115	-,075	-,007	-,028	-,124	,159	-,197	-,264
CaGo-Strecke	,014	,257	-,300	-,263	-,082	-,226	-,300	-,074	-,268	,442	-,125	-,183
CaGn-Strecke	,008	,261	-,310	,140	-,101	,195	,132	,114	-,542	,055	-,320	-,303

4.7. Mittelwertvergleich zwischen dental und skelettal offenem Biss

Der Vergleich der Mittelwerte beider Gruppen ergab für 24 der 50 Messwerte signifikante Unterschiede. Für die Messgrößen, die die vertikale Relation im Fernröntgen-seitbild charakterisieren, konnten unterscheidbare Differenzen der Mittelwerte ermittelt werden. Die Mehrheit der schädelbasisbezüglichen Winkel (7 von 12) wies zwischen dental und skelettal offenem Biss Abweichungen auf. Ein signifikanter Unterschied fand sich lediglich bei einer der Strecken der Schädelbasis.

Für die dentalen Messgrößen Überbiss und sagittale Stufe ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten der beiden Gruppen (Tab. 4.7.).

Tab. 4.10. *Signifikante Unterschiede zwischen dental und skelettal offenem Biss*

	LEVENE-Test auf Varianzgleichheit  p≤0.05	Mittelwerte dental offen	Mittelwerte skelettal offen	Signifikanz	*p≤0,05 **p≤0,01 ***p≤0,001
<b>SNB-Winkel</b>	gleich	77,7	75,8	0,030	*
<b>ANB-Winkel</b>	gleich	1,9	3,7	0,011	*
<b>SNPog-Winkel</b>	gleich	78,8	76,0	0,003	**
<b>Pog/NB-Strecke</b>	ungleich	2,0	0,4	0,001	**
<b>ML/NSL-Winkel</b>	gleich	32,2	39,7	0,000	***
<b>NL/NSL-Winkel</b>	ungleich	8,5	6,3	0,000	***
<b>ML/NL-Winkel</b>	gleich	23,6	33,4	0,000	***
<b>Kieferwinkel</b>	gleich	126,5	130,9	0,000	***
<b>Y-Achse</b>	gleich	67,3	71,6	0,000	***
<b>Index</b>	gleich	80,4	72,7	0,000	***
<b>Verh. n. JARABAK</b>	gleich	65,0	60,1	0,000	***
<b>OK1/NL-Winkel</b>	ungleich	66,7	70,7	0,001	**
<b>BaS(S)Sphe-W.</b>	gleich	149,4	145,8	0,002	**
<b>NSBa-Winkel</b>	gleich	135,7	133,4	0,019	**
<b>NSArt-Winkel</b>	gleich	126,6	123,8	0,010	*
<b>SNBa-Winkel</b>	gleich	16,9	18,1	0,006	**
<b>SNArt-Winkel</b>	gleich	16,2	17,1	0,009	**
<b>S(S)SpheN-Winkel</b>	gleich	129,8	123,3	0,001	**
<b>SS(S)Sphe-Winkel</b>	gleich	59,4	55,8	0,002	**
<b>SpheS-Strecke</b>	gleich	23,5	22,6	0,034	*
<b>GoSpheGn-Winkel</b>	gleich	38,1	34,9	0,000	***
<b>GOCaGn-Winkel</b>	gleich	34,0	32,0	0,000	***
<b>SphePm-Strecke</b>	gleich	42,4	44,6	0,028	*
<b>CaGn-Strecke</b>	gleich	116,9	122,1	0,021	*

#### 4.8. Einteilung nach den Neigungsverhältnissen

In die Gruppe mit Neigungsharmonie konnten eingeordnet werden:

- alle Patienten mit einem harmonischen Gesichtsschädelaufbau
- alle Patienten mit neutraler vertikaler Kieferbasenrelation
- die Mehrheit der Patienten mit normo- oder brachyfazialem Gesichtstyp
- die Hälfte aller Patienten mit mesialer Bisslage

Die Tabelle 4.11. gibt einen Überblick über die Verteilung dieser Parameter zwischen den 4 Gruppen mit Einteilung nach den Neigungsverhältnissen, Tabelle 4.12. zeigt Mittelwerte und Mittelwertvergleiche (einfaktorielle Varianzanalyse ANOVA bei Varianzgleichheit, H-Test nach KRUSKAL-WALLIS bei Varianzungleichheit).

Tab. 4.11. Gruppierung nach Neigungsverhältnissen, Anzahl der Patienten

		Neigungs- harmonie	anteriore Neigung OK	posteriore Neigung UK	Divergenz der Kiefer- basen
<b>gesamt</b>	Patienten	45	17	43	29
<b>Geschlecht</b>	weiblich	29	7	25	19
	männlich	16	10	18	10
<b>Altersgruppe</b>	bis 9. Lj.	13	1	8	4
	9.-11. Lj.	8	7	10	7
	11.-15. Lj.	3	1	6	9
	15.-19. Lj.	12	4	9	5
	ab 19. Lj.	9	4	10	4
<b>skelet. Harmonie</b>	disharmonisch	33	17	43	29
	harmonisch	12	-	-	-
<b>Gesichts- schädelaufbau</b>	retrognath	20	7	18	7
	orthognath	22	9	22	21
	prognath	3	1	3	1
<b>sagittal basale Relation</b>	neutral	17	7	13	11
	distal	14	6	24	14
	mesial	14	4	6	4
<b>vertikal basale Relation</b>	offen	-	17	43	29
	neutral	45	-	-	-
<b>Gesichtstyp</b>	brachyfazial	17	6	1	1
	normofazial	13	5	2	-
	dolichofazial	15	6	40	29

Tab. 4.12. Mittelwertvergleiche für die Einteilung nach Neigungsverhältnissen

(A=ANOVA; H=H-Test; Sign.=Signifikanz; \* $p \leq 0,05$ ; \*\* $p \leq 0,01$ ; \*\*\* $p \leq 0,001$ )

	Neigung- sharmonie	anteriore Neigung OK	posteriore Neigung UK	Divergenz der Kieferbasen	Test	Sign.	
SNA-Winkel	79,6	78,3	79,7	80,0	A	0,577	
SNB-Winkel	77,7	76,4	75,5	76,0	A	0,155	
ANB-Winkel	1,9	1,9	4,3	4,0	A	0,011	*
SNPog-Winkel	78,8	77,7	75,3	76,2	H	0,009	**
Pog/NB-Strecke	2,0	2,5	-,3	,3	A	0,000	***
ML/NSL-Winkel	32,2	33,3	41,6	40,6	A	0,000	***
NL/NSL-Winkel	8,5	4,2	8,7	3,8	A	0,000	***
ML/NL-Winkel	23,6	29,1	32,9	36,7	A	0,000	***
Kieferwinkel	126,5	125,8	132,0	132,2	A	0,000	***
Y-Achse	67,3	68,8	72,6	71,7	A	0,000	***
Index	80,4	74,9	74,6	68,5	A	0,000	***
Verh. n. JARABAK	65,0	64,6	58,7	59,4	A	0,000	***
Überbiss	-2,3	-2,3	-2,9	-3,1	A	0,233	
sag. Stufe	2,2	3,2	2,3	3,1	A	0,678	
OK1/NL-Winkel	66,7	68,7	70,6	72,0	A	0,010	*
UK1/ML-Winkel	94,0	92,9	91,6	91,5	H	0,538	
BaS(S)Sphe-W.	149,4	146,6	146,6	144,0	A	0,005	**
BaS(S)Ca-Winkel	168,9	168,2	168,4	167,3	A	0,118	
NSBa-Winkel	135,7	134,0	134,3	131,7	A	0,020	*
NSArt-Winkel	126,6	125,4	124,2	122,2	A	0,018	*
SNBa-Winkel	16,9	18,1	17,6	18,9	A	0,005	**
SNArt-Winkel	16,2	17,2	16,7	17,8	A	0,007	**
SArtSphe-Winkel	21,6	20,7	21,4	21,4	A	0,892	
SCaN-Winkel	105,5	113,9	104,8	107,7	A	0,129	
SS(S)Ca-Winkel	78,9	78,2	78,3	77,3	A	0,099	
S(S)SpheN-Winkel	129,8	126,1	123,4	121,5	A	0,003	**
SS(S)Sphe-Winkel	59,4	56,7	56,6	54,0	A	0,005	**
SpheCaN-Winkel	101,8	110,4	103,3	105,0	A	0,231	
NS-Strecke	64,1	65,3	63,3	62,9	A	0,379	
NBa-Strecke	97,4	100,1	95,9	95,4	A	0,100	
NArt-Strecke	85,1	87,5	83,0	82,7	A	0,035	
NCa-Strecke	12,2	12,7	12,6	13,2	A	0,522	
SBa-Strecke	40,7	43,2	40,5	41,3	A	0,079	
SAr-Strecke	29,7	31,9	29,0	29,9	A	0,044	*
SS(S)-Strecke	18,7	20,3	19,1	20,3	A	0,065	
SpheAr-Strecke	33,4	35,4	32,7	33,7	A	0,109	
SpheCa-Strecke	36,5	36,1	36,2	35,5	A	0,665	
SpheS-Strecke	23,5	23,2	22,7	22,1	H	0,242	
PmSpheSpa-W.	51,4	52,0	49,6	50,4	A	0,107	
GoSpheGn-Winkel	38,1	37,4	34,3	34,4	A	0,000	***
GoCaGn-Winkel	34,0	33,5	31,7	31,7	A	0,000	***
PmCaSpa-Winkel	41,2	40,7	41,0	40,7	A	0,933	
SphePm-Strecke	42,4	45,1	44,7	44,1	A	0,159	
SpaSphe-Strecke	60,5	60,4	61,9	59,5	A	0,465	
SpheGo-Strecke	79,4	82,0	78,5	77,3	A	0,437	
SpheGn-Strecke	107,4	110,9	112,1	110,9	A	0,418	
CaPm-Strecke	67,8	69,9	68,5	67,8	A	0,342	
CaSpa-Strecke	57,4	56,8	58,4	55,6	A	0,178	
CaGo-Strecke	107,8	110,2	106,0	104,9	A	0,186	
CaGn-Strecke	116,9	120,6	122,9	121,9	A	00,124	

Signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,05$ ) fanden sich zwischen den 4 Gruppen:

- für alle vertikalen Relationen des Gesichtsschädelaufbaus
- für beide Längenverhältnisse der Gesichtshöhen
- für die Stellung der oberen mittleren Schneidezähne
- für die Mehrzahl der schädelbasisbezüglichen Winkel (7 von 12)
- lediglich für eine Strecke der Schädelbasis (SAr-Strecke)
- für die beiden Winkel GoSpheGn-Winkel und GoCaGn-Winkel

#### 4.9. Diskriminanzanalysen zur Art des offenen Bisses

##### 4.9.1. Offener Biss und Schädelbasis

Insgesamt 71,6% der Patienten konnten anhand der schädelbasisbezüglichen Winkel- und Streckenmaße unter Einbeziehung von Alter und Geschlecht richtig in die Gruppe mit einem skelettal bzw. dental offenen Biss eingeordnet werden (Tab. 4.13.).

Tab. 4.13. Klassifizierungsergebnis anhand schädelbasisbezoglicher Messwerte

Wahrscheinlichkeit für eine zufällig richtige Zuordnung: 50%	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		gesamt	
	dental offen	skelettal offen		
<b>Anzahl</b>	dental offen	32	13	45
	skelettal offen	25	64	89
<b>Prozent</b>	dental offen	71,1%	28,9%	100,0%
	skelettal offen	28,1%	71,9%	100,0%

##### 4.9.2. Offener Biss und Beziehung der Schädelbasis zu den Kieferbasen

Durch Messwerte, die die Schädelbasis in Beziehung zu der oberen und unteren Kieferbasis setzten, gelang in 89,6% der Fälle eine richtige Klassifizierung (Tab. 4.14.).

Tab. 4.14. Klassifizierung durch die Beziehung der Schädelbasis zu den Kieferbasen

Wahrscheinlichkeit für eine zufällig richtige Zuordnung: 50%	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		gesamt	
	dental offen	skelettal offen		
<b>Anzahl</b>	dental offen	32	13	45
	skelettal offen	25	64	89
<b>Prozent</b>	dental offen	71,1%	28,9%	100,0%
	skelettal offen	28,1%	71,9%	100,0%

#### 4.10. Diskriminanzanalysen zu den Neigungsverhältnissen

##### 4.10.1. Neigungsverhältnis und Schädelbasis

Mit Hilfe von Messwerten der Schädelbasis ergab sich eine richtige Zuordnung in eine der vier Gruppen für 56,0% der Fälle (Tab. 4.15.).

Tab. 4.15. Klassifizierungsergebnis anhand schädelbasisbezoglicher Messwerte

Neigungsverhältnisse	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit				gesamt (100%)
	Neigungs- harmonie	anteriore Neigung OK	posteriore Neigung UK	Divergenz Kieferbasen	
Neigungsharmonie	26 (57,8%)	8 (17,8%)	6 (13,3%)	5 (11,1%)	45
anteriore Neigung OK	2 (11,8%)	12 (70,6%)	1 (5,9%)	2 (11,8%)	17
posteriore Neigung UK	12 (27,9%)	3 (7,0%)	20 (46,5%)	8 (18,6%)	43
Divergenz der Kieferbasen	4 (13,8%)	2 (6,9%)	6 (20,7%)	17(58,6%)	29

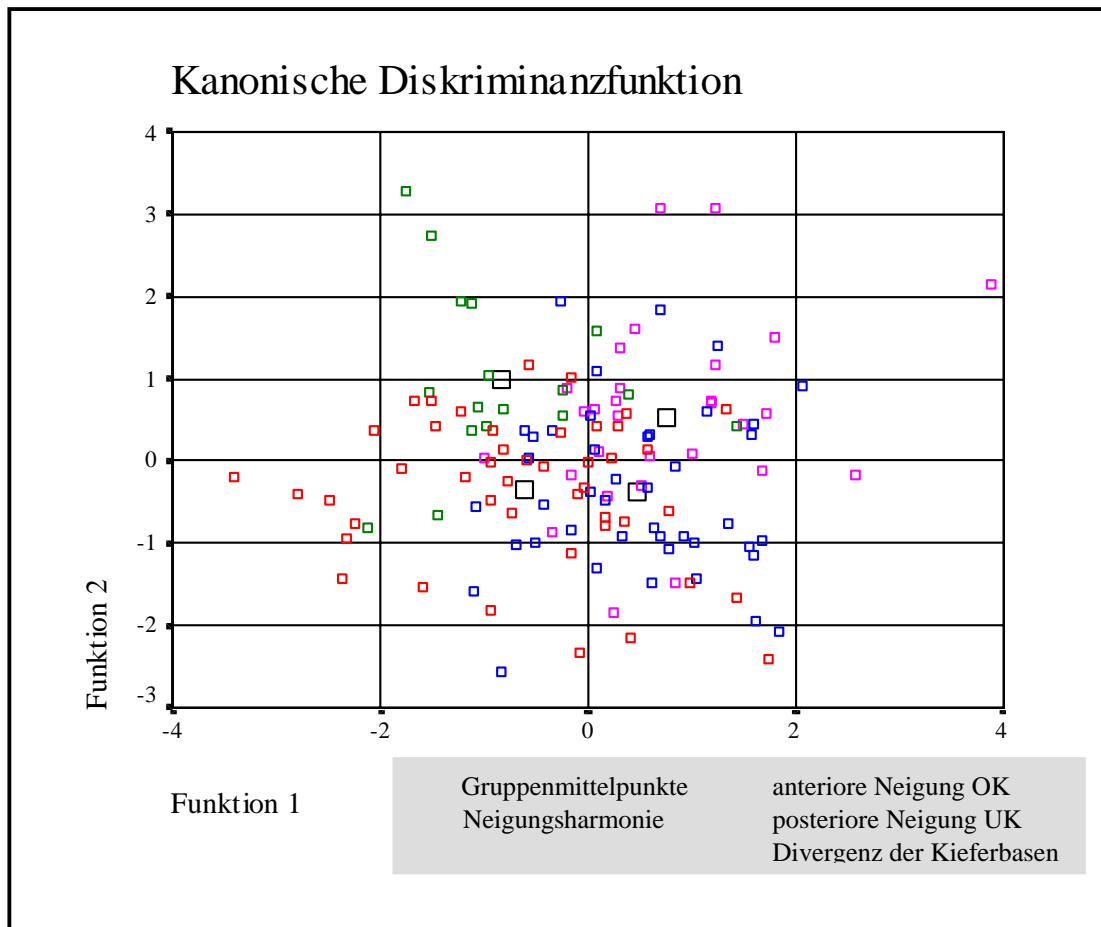


Abb. 4.3. Streudiagramm der tatsächlichen Gruppenzugehörigkeiten bezogen auf die ermittelten Diskriminanzfunktionen für Neigungsverhältnis und Schädelbasis

#### 4.10.2. Neigungsverhältnis und Beziehung der Schädelbasis zu den Kieferbasen

Eine korrekte Klassifizierung von 68,7% der Patienten konnte mit Messwerten erreicht werden, die die Schädelbasis und die obere bzw. untere Kieferbasen zueinander in Beziehung setzten (Tab. 4.16.).

Tab. 4.16. Klassifizierungsergebnis anhand schädelbasisbezoglicher Messwerte

Neigungsverhältnisse	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit				gesamt (100%)
	Neigungs-harmonie	anteriore Neigung OK	posteriore Neigung UK	Divergenz Kieferbasen	
Neigungsharmonie	34 (75,6%)	7 (15,6%)	4 (8,9%)	0 (0%)	45
anteriore Neigung OK	1 (5,9%)	14 (82,4%)	2 (11,8%)	0 (0%)	17
posteriore Neigung UK	4 (9,3%)	5 (11,6%)	24 (55,8%)	10 (23,3%)	43
Divergenz der Kieferbasen	0 (0%)	4 (13,8%)	5 (17,2%)	20 (69,0%)	29

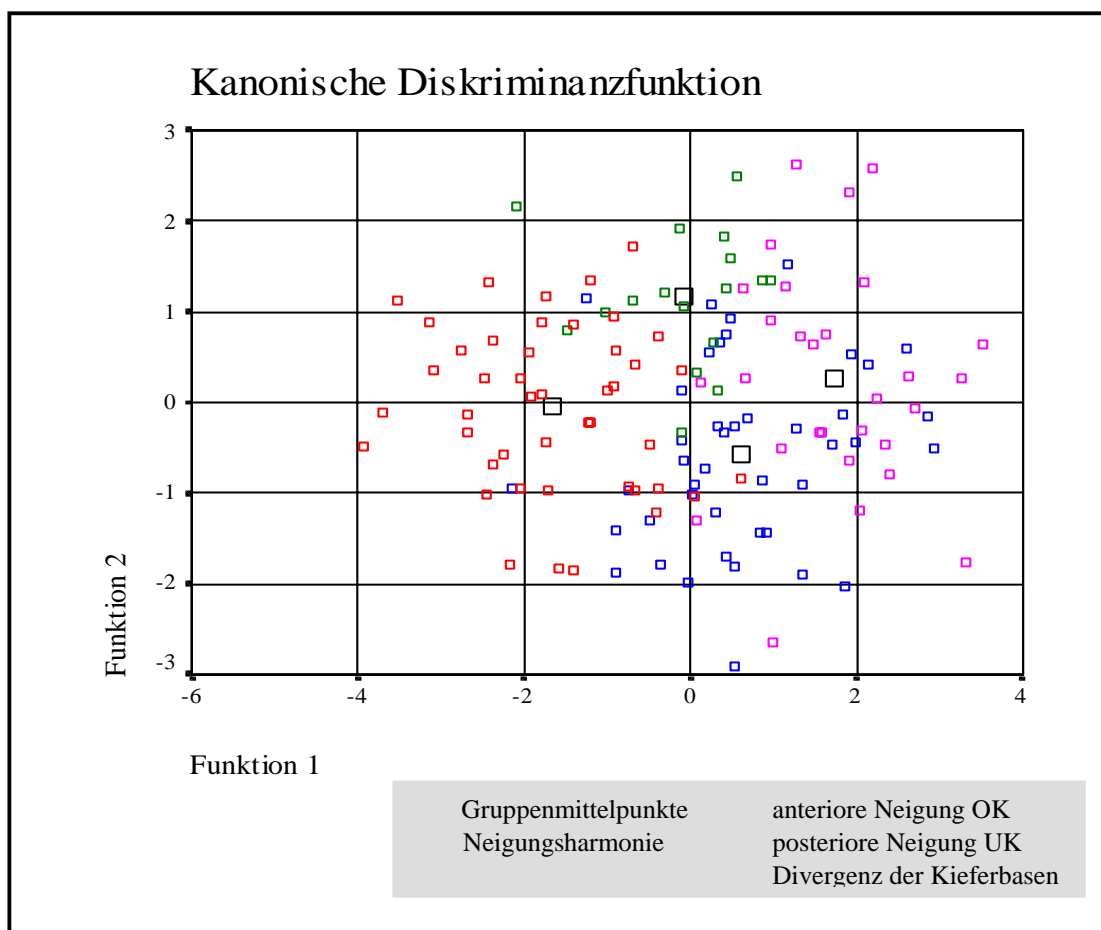


Abb. 4.4. Streudiagramm der tatsächlichen Gruppenzugehörigkeiten bezogen auf die ermittelten Diskriminanzfunktionen Neigungsverhältnis und Beziehung der Schädelbasis zu den Kieferbasen



### 4.10.3. Neigungsverhältnis und alle schädelbasisbezüglichen Messwerte

Unter Einbeziehung aller kephalometrischen Messgrößen mit Beziehungen zur Schädelbasis gelang es, insgesamt 86,6% der Patienten der ursprünglichen Gruppierung zuzuordnen (Tab.4.17.).

Tab. 4.17. Klassifizierung anhand aller schädelbasisbezüglichen Messwerte

Neigungsverhältnisse	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit				gesamt (100%)
	Neigungs-harmonie	anteriore Neigung OK	posteriore Neigung UK	Divergenz Kieferbasen	
Neigungsharmonie	40 (88,9%)	3 (6,7%)	2 (4,4%)	0 (0%)	45
anteriore Neigung OK	0 (0%)	16 (94,1%)	0 (0%)	1 (5,9%)	17
posteriore Neigung UK	4 (9,3%)	1 (2,3%)	34 (79,1%)	4 (9,3%)	43
Divergenz der Kieferbasen	0 (0%)	2 (6,9%)	1 (3,4%)	26 (89,7%)	29

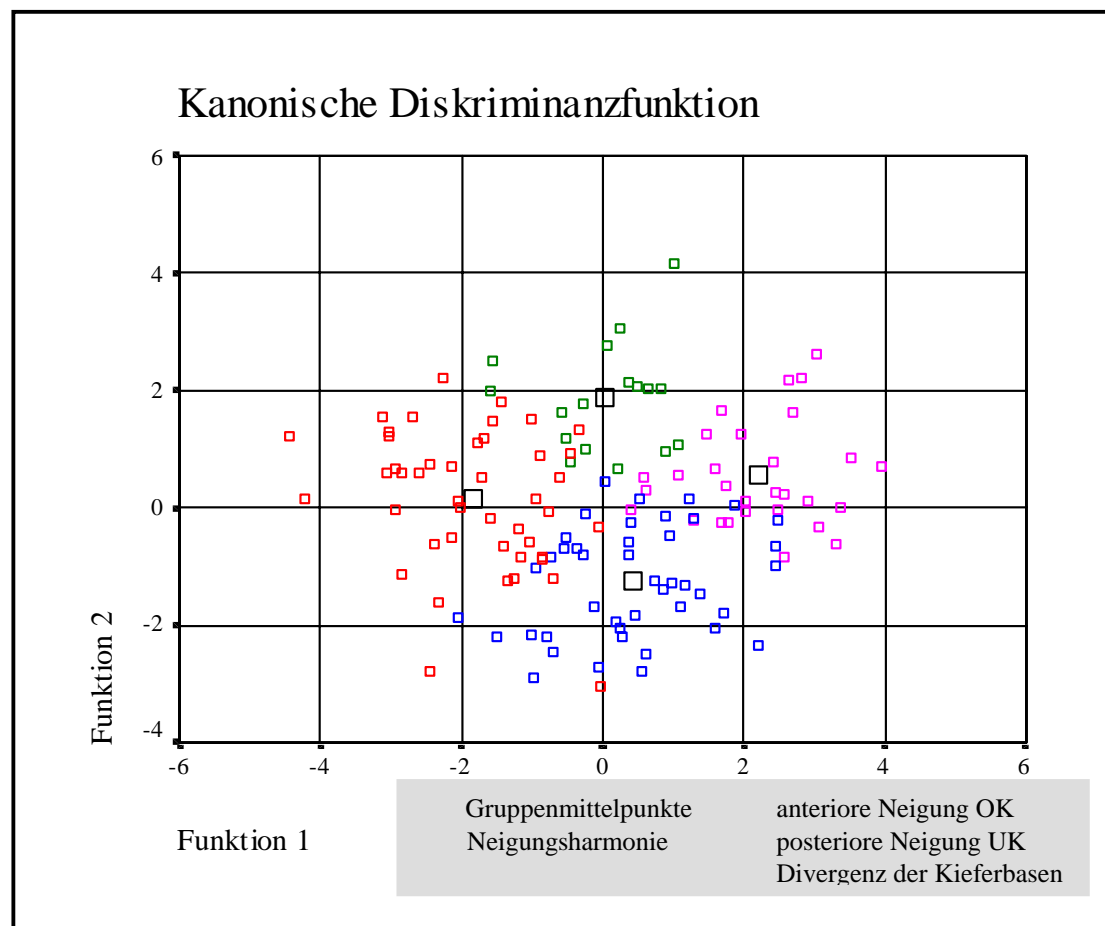


Abb. 4.4. Streudiagramm der tatsächlichen Gruppenzugehörigkeiten bezogen auf die ermittelten Diskriminanzfunktionen Neigungsverhältnis und alle schädelbasisbezüglichen Messwerte

## 5. Diskussion

### 5.1. Ergebnisse der Voruntersuchung

Zur Fehlerabschätzung bei der Auswertung der Fernröntgenseitenaufnahmen wurden der Methodenfehler und der Zuverlässigkeitskoeffizient ermittelt (DAHLBERG 1940, HOUSTON 1983). Nach dreimaliger Durchzeichnung der 30 zufällig ausgewählten Röntgenbilder konnte auch für die schädelbasisbezüglichen Referenzpunkte Foramen caecum (CA) und Sphenoidale (SE) eine gute Zuverlässigkeit und eine gute Messgenauigkeit bestimmt werden. Die ermittelten Methodenfehler und Zuverlässigkeitskoeffizienten entsprachen annähernd den Angaben anderer Autoren (zum Beispiel: IBE 1991, REICH und DANNHAUER 1996, BECKMANN 1997). In Übereinstimmung mit BAUMRIND und FRANTZ (1971) zeigte sich ein höherer Methodenfehler für Messgrößen, deren Referenzpunkte einen kleinen Abstand voneinander aufwiesen oder sich durch überlagernde Strukturen schlecht auffinden ließen.

### 5.2. Beschreibung der Untersuchungsgruppe

Für die Patienten mit einem frontal offenen Biss konnte in unserer Untersuchung ein sehr hoher Anteil des disharmonischen Gesichtsschädelaufbaus nachgewiesen werden. Dies könnte bereits ein Hinweis auf die besondere Ausprägung kraniofazialer Strukturen bei Vorliegen dieser Gebissanomalie sein, jedoch lagen keine vergleichbare Untersuchungsergebnisse aus der Literatur vor. Lediglich 12 Patienten (9,0%) der Untersuchungsgruppe zeigten nach Auswertung des Fernröntgenseitbildes harmonische Verhältnisse. Diese Patienten wurden ausnahmslos in die Gruppe mit einem dental offenen Biss eingeordnet.

Gleichzeitig überwog der orthognathe Gesichtsschädelaufbau mit 55,2% aller untersuchten Probanden. Eine prognathe Orientierung der Kieferbasen ließ sich dagegen in Übereinstimmung mit JARABAK (1983) und JONES (1989) nur für wenige Patienten nachweisen.

REICH und DANNHAUER (1996) konnten nach Auswertung von etwa 10.000 Fernröntgenaufnahmen des mitteldeutschen Raumes, die zu Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung erstellt wurden, eine deutliche Tendenz zu einer skeletalen Distalbisslage aufzeigen. Einen ANB-Winkel größer als  $4^\circ$  wiesen 51,4% ihrer Probanden auf. Eine Mesialbisslage fanden sie bei lediglich 4,9% der Patienten.

GLAS (1985) fand in seiner Münchner Untersuchungsgruppe ähnliche Verhältnisse: Es überwog mit 58,6% der Distalbiss. Nur 6,6% der 307 Patienten zeigten eine mesiale Relation.

Im Vergleich mit diesen Untersuchungsergebnissen ergab sich bei unseren Probanden neben einem Überwiegen der skelettalen Rückbisslage (43,3%) auch ein hoher Anteil der mesialen Kieferrelation (20,9%).

Diese auffällig häufige Kombination des offenen Bisses mit einer mesialen Bisslage wurde von ELLIS und MCNAMARA (1984) in einer kephalometrischen Untersuchung von 306 weißen Nordamerikanern ebenfalls beschrieben. Neben einer Mesialokklusion im Molarenbereich fanden die Autoren bei einem Drittel ihrer Probanden einen frontal offenen Biss.

Offenbar sollten aber auch lokale bzw. ethnische Faktoren Beachtung finden, denn in einer Untersuchung mit südchinesischen Probanden, die einen frontal offenen Biss aufwiesen, zeigte sich ein noch höherer Anteil der mesialen Bisslage mit 43% von 104 Patienten (TSANG et al. 1998).

In unserer Untersuchungsgruppe überwog eine vertikal offene Kieferbasenrelation mit 66,4% (89 Patienten). Dies stand sowohl mit den Auswertungen des Gesichtstyps (in Anlehnung an SCHOPF, 1994) als auch der Verteilung der Neigungsverhältnisse der Kieferbasen in Übereinstimmung. Die Mehrzahl der Patienten wiesen einen dolichofazialen Gesichtstyp und eine von der individuellen Norm abweichende Neigung wenigstens einer Kieferbasis auf.

Anhand der Neigungsverhältnisse der oberen und unteren Kieferbasis im Harmonieschema nach SEGNER und HASUND (1994) erfolgte die Zuweisung der Patienten in die Gruppen mit einem dental oder einem skelettal offenen Biss. Für insgesamt 89 (66,4%) der Patienten konnte ein skelettal offener Biss und für 45 (33,6%) Probanden ein dental offener Biss bestimmt werden.

In einer Untersuchung zur Art und Häufigkeit des offenen Bisses ermittelte SCHÜTZ (1992) vergleichbare Verhältnisse: Von 100 Patienten wiesen 38 einen dental offenen und 62 Patienten einen skelettal offenen Biss auf.

Innerhalb der Gruppe mit skelettal offenem Biss konnte für die Mehrheit der Patienten eine alleinige posteriore Neigung des Unterkiefers, also eine Vergrößerung des Winkels zwischen vorderer Schädelbasis und Unterkiefer (ML/NSL-Winkel), ermittelt werden. Eine besondere Ausprägung der Gebissanomalie mit dem Leitsymptom

des offenen Bisses lag durch eine Divergenz der Kieferbasen mit der Verkleinerung des NL-NSL-Winkels und der Vergrößerung des ML/NSL-Winkels für immerhin 29 Patienten (21,6%) vor. Eine ausschließliche Abweichung durch einen verkleinerten Winkel zwischen Oberkiefer und vorderer Schädelbasis wurde für lediglich 17 Patienten (12,7%) bestimmt.

Der Vergleich mit den Ergebnissen von GLAS (1985) unterstrich die besondere Ausprägung des Gesichtsschädelaufbaus bei Vorliegen eines offenen Bisses. Denn nach Auswertung von mehr als 300 Fernröntgenbildern kieferorthopädisch unbehandelter Patienten aus München fand der Autor nur für 29 (9,5%) Probanden eine Divergenz der Kieferbasen mit einer anterioren Neigung des Oberkiefers und einer posterioren Neigung des Unterkiefers.

Für die Beurteilung der kraniofazialen Morphologie bei Vorliegen eines frontal offenen Bisses wurden die kephalometrischen Mittelwerte unserer Untersuchung mit den Ergebnissen von SEGNER und HASUND (1994) bzw. REICH und DANNHAUER (1996) verglichen (siehe Tabelle 5.1.)

Tab. 5.1. Übersicht über die Mittelwerte verschiedener Untersuchungen

	Segner u. Hasund (1994)	Reich u. Dannhauer (1996)	eigene Untersuchung bei offenem Biss
SNA-Winkel	81,9°	80,6°	79,6°
SNB-Winkel	79,8°	76,6°	76,5°
ANB-Winkel	2,1°	4,0°	3,1°
NL/NSL-Winkel	8,1°	7,7°	7,0°
ML/NSL-Winkel	28,0°	33,6°	37,2°
ML/NL-Winkel	19,8°	25,6°	30,1°
Verh. n..JARABAK		65,0%	61,7%
Index	80,1%	83,8%	75,2%

### 5.2.1. Sagittale Kieferbasenrelation

Im Vergleich zu der Leipziger Querschnittsuntersuchung (REICH und DANNHAUER 1996) konnten ähnliche Mittelwerte und Standardabweichungen für Variable ermittelt werden, die die sagittale Relation im Fernröntgenseitbild beschreiben. In unserer Untersuchung ergaben sich etwas kleinere Mittelwerte für SNA- und ANB-Winkel, jedoch betragen die Abweichungen nur 1,0° bzw. 0,9°. Legt man die Ergebnisse von

SEGNER und HASUND (1994) zugrunde, so ließ sich eine deutliche Tendenz zu einer retrognathen Einlagerung der Kieferbasen feststellen.

Die Gegenüberstellung mit anderen Autoren, die Patienten mit einem offenem Biss untersuchten, ergab etwas größere Abweichungen (siehe Tabelle 1.1., S. 11). Es sollte jedoch betont werden, dass in unsere Untersuchung auch Patienten mit einer Mesialbisslage einbezogen wurden. Vor allem mit den Untersuchungen von LOPEZ-GAVITO et al. (1985) und BECKMANN (1997) verglichen, ergab sich ein markant kleinerer Mittelwert für den ANB-Winkel. Deutlichere Unterschiede zu den Ergebnissen von TSANG et al. (1998) ließen sich mit den ethnischen und populationsbedingten Variationen des Gesichtsschädelaufbaus begründen.

### 5.2.2. Vertikale Kieferbasenrelation

Die charakteristische Ausprägung der Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses im Fernröntgenseitbild zeigte sich im Vergleich mit den Leipziger Durchschnittswerten (REICH und DANNHAUER 1996), aber vor allem in der Gegenüberstellung mit den Mittelwerten von SEGNER und HASUND (1994): Neben einer Vergrößerung der Variablen ML/NSL- und ML/NL-Winkel um  $9,2^\circ$  bzw.  $10,1^\circ$  ergab sich im Mittel auch ein kleinerer NL/NSL-Winkel. Außerdem fiel die Tendenz zu einer offenen Relation durch ein kleineres Verhältnis der vorderen Gesichtshöhen (Index) auf. Besonders nach Korrektur der Toleranzgrenzen, wie von BECKMANN (1997) vorgeschlagen, lag der Mittelwert für diese Messgröße mit 75,8% unterhalb des Normbereiches. Im Vergleich mit dem durchschnittlichen Verhältnis der vorderen Gesichtshöhen kieferorthopädisch unbehandelter Patienten des mitteldeutschen Raumes (83,8%) prägte sich diese Abweichung zu einer offenen Relation noch deutlicher aus (REICH und DANNHAUER 1996).

Obwohl unsere Untersuchung die Ergebnisse anderer Autoren (siehe Tab. 1.1., S. 11) im Wesentlichen bestätigte, ergaben sich auch Abweichungen zwischen den einzelnen Mittelwerten. Unter Berücksichtigung der Longitudinalstudien von RIOLO et al. (1974), DROSCHL (1984) und SÖLZER (1985), die eine altersbedingte Reduktion z.B. des ML/NSL-Winkels nachwiesen, könnten bereits Differenzen des durchschnittlichen Patientenalters einen Teil dieser Unterschiede erklären. So waren die Probanden unserer Untersuchung im Mittel wesentlich älter als in den Untersuchungen von SCHÜTZ (1992) und BECKMANN (1997). Andererseits sollte aber nochmals auf die

unterschiedliche Auswahl der Patienten und die abweichenden Definitionen des offenen Bisses hingewiesen werden.

Eine Übereinstimmung mit anderen Untersuchungsergebnissen ergab sich für die Beurteilung des Kieferwinkels (BRÜCKL und RUDOLPH 1959, SUBTELNY und SAKUDA 1964, NAHOUM 1972, CANGIALOSI 1984, HARZER et al. 1989). Verglichen mit dem Mittelwert von  $121,8^\circ$  (SEGNER und HASUND 1994) konnte eine deutliche Vergrößerung auf  $129,4^\circ$  ermittelt werden. Ähnliche Relationen ermittelten SUBTELNY und SAKUDA (1964) sowie KATSAROS und BERG (1993). Eine noch stärkere Abflachung des Kieferwinkels mit Werten über  $132^\circ$  fanden jedoch BRÜCKL und RUDOLPH (1959), RICHARDSON (1969), NAHOUM et al. (1972) und CANGIALOSI (1984).

### 5.3. Die Mittelwertvergleiche

Zwischen den beiden Geschlechtern und den verschiedenen Altersgruppen ergaben sich signifikante Unterschiede nicht nur der metrischen sondern auch einiger angulärer Messwerte im Fernröntgenseitbild. Aus diesem Grund wurden Alter und Geschlecht in die Auswertungen der Diskriminanzanalyse als Kovarianten einbezogen. Erwartungsgemäß überwogen diese Abweichungen bei den Streckenmaßen: Lediglich die beiden Messgrößen SpheCa-Strecke und SpheS-Strecke zeigten weder eine geschlechtsspezifische noch eine altersbedingte Abhängigkeit.

Ähnliche Zusammenhänge ließen sich durch zahlreiche Untersuchungen nachweisen, so zum Beispiel durch die Longitudinalstudien von RIOLO et al. (1974), DROSCHL (1984), SÖLZER (1985) und BHATIA und LEIGHTON (1993). Auch für schädelbasisbezügliche Messwerte konnten HENNEBERKE und PRAHL-ANDERSEN (1994) diese Relationen bestätigen.

Durch Auswertung von insgesamt 36 kephalometrischen Messwerten fanden TSANG et al. (1998) ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Patienten. Die Autoren konnten sogar nachweisen, dass in der Gruppe mit einem offenem Biss im Vergleich zu Patienten mit annähernder Normokklusion diese Abweichungen häufiger auftraten.

Die Ergebnisse der multiplen Mittelwertvergleiche für unterschiedliche Einteilungen der Untersuchungsgruppe (siehe Tab. 4.8., S. 35) konnten erwartungsgemäß signifikante Unterschiede für die Mehrzahl der kephalometrischen Messwerte nachweisen,

die die sagittalen und vertikalen Kieferbasenrelationen im Fernröntgenseitbild beschreiben. Allerdings gelang es nicht, die Bedeutung schädelbasisbezoglicher Messgrößen für die Ausprägungen einzelner Untergruppen sicher zu beurteilen.

Wie von JÄRVINEN (1984) beschrieben, zeigte sich ein Zusammenhang zwischen Prognathiegrad der Kieferbasen und der Abknickung der Schädelbasis. Es lagen höchstsignifikante Unterschiede der Mittelwerte des NSBa-, NSArt-, SNBa- und SNArt-Winkel für den retrognathen, orthognathen und prognathen Gesichtsschädel-aufbau vor.

Zwischen den Gruppen mit mesialer, neutraler und distaler Bisslage wiesen die Mehrheit aller angewandten Messgrößen signifikante Unterschiede auf. Sowohl die Winkel als auch die Strecken der Schädelbasis zeigten zum Teil relevante Abweichungen. In Übereinstimmung mit ENLOW (1989) und JÄRVINEN (1984) konnte damit ein Zusammenhang zwischen Schädelbasis und Okklusionsbefund angenommen werden. Dies ergab sich jedoch nicht für die routinemäßig in die kephalometrische Analyse einbezogenen Werte. Denn gleichzeitig bestätigten sich die Ergebnisse von KASAI et al. (1995), die bei einem Vergleich zwischen Patienten mit neutraler und distaler Bisslage keine signifikanten Unterschiede der NS-, NAr- und SBa-Strecke und des NSBa-Winkels feststellten.

Nach Einteilung der Untersuchungsgruppe anhand der vertikalen Kieferbasenrelation und des Gesichtstyps ergaben sich nur wenige statistisch signifikante Unterschiede. Es fanden sich aber interessanterweise in beiden Einteilungsformen Mittelwertunterschiede der Messwerte GoSpheGn- und GoCaGn-Winkel.

Dies bildete den Ausgangspunkt für die Überlegung, weiterführende statistische Verfahren anzuwenden, um den Einfluss schädelbasisbezoglicher Messgrößen auf die vertikale Ausprägung des Gesichtsschädels zu prüfen.

### 5.3.1. Vergleich zwischen dental und skelettal offenem Biss

Die Gegenüberstellung dieser beiden Patientengruppen (siehe Tab. 4.10., S.38) konnte durch den Mittelwertvergleich signifikante Unterschiede für beinahe die Hälfte aller Messwerte unserer Untersuchung deutlich machen. In Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen von SCHÜTZ (1992) wiesen die Patienten mit einem

skelettal offenen Biß eine verstärkt retrognathe Einlagerung der unteren Kieferbasis auf. Erwartungsgemäß bestanden signifikante Unterschiede für alle Messwerte, die die vertikale Relation im Fernröntgenseitbild beschreiben: Während für den dental offenen Biss die Mittelwerte annähernd den Ergebnissen von REICH und DANNHAUER (1996) entsprachen, ergaben sich für den skelettal offenen Biss deutliche Abweichungen des vertikalen Gesichtsschädelaufbaus. Besonders auffällig zeigten sich diese Abweichungen im Vergleich mit den Werten von SEGNER und HASUND (1994). Neben einer Vergrößerung der Variablen ML/NSL-Winkel und ML/NL-Winkel fiel auch eine Verkleinerung des NL/NSL-Winkels auf. Auch für den Kieferwinkel ergaben sich signifikant größere Werte bei Vorliegen eines skelettal offenen Bisses. Die Gesichtshöhenverhältnisse markierten ebenfalls die vertikale Ausrichtung des Gesichtsschädels, in dem sie im Mittel deutlich unterhalb des entsprechenden Normbereichs lagen.

Der signifikante Unterschied des OK1/NL-Winkels betonte die verschiedenen Ausprägungen des dental bzw. skelettal offenen Bisses. Für Patienten mit einem dental offenen Biss ließ sich eine verstärkte Protrusion der oberen Schneidezähne nachweisen, während der Mittelwert für den skelettal offenen Biss dem von RAKOSI und JONAS (1989) angegebenen Normwert von  $70^\circ$  entsprach. Andererseits wiesen die Mittelwerte für den Überbiss und die sagittale Schneidekantenstufe keine bemerkenswerten Abweichungen zwischen beiden Patientengruppen auf, so dass die Größe des offenen Bisses den Charakter der Gebissanomalie nicht ausreichend zu beschreiben vermag.

Die Untersuchungsergebnisse von SCHÜTZ (1992) mit dem Vergleich zwischen skelettal und dysfunktionell offenem Biss ließen ähnliche skelettale Relationen erkennen, obgleich entsprechende Mittelwertvergleiche und die Überprüfung signifikanter Unterschiede nicht angegeben wurden.

Für eine Reihe schädelbasisbezoglicher Messwerte konnten signifikante Unterschiede ermittelt werden. So fiel mit einer Vergrößerung der NSBa- und NSArt-Winkel die Streckung der Schädelbasis bei Vorliegen eines skelettal offenen Bisses auf. Zudem ergaben sich wiederum signifikante Unterschiede für die kephalometrischen Variablen GoSpheGn- und GoCaGn-Winkel. Hingegen ließ sich lediglich für



eine Strecke der Schädelbasis ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen nachweisen.

### 5.3.2. Vergleich der Gruppen mit unterschiedlichen Neigungsverhältnissen

In die Gruppe mit Neigungsharmonie wurden erwartungsgemäß sowohl alle Patienten mit einem harmonischen Gesichtsschädelaufbau als auch einer vertikal neutralen Kieferbasenrelation eingeordnet. Interessanterweise ließ sich für die Hälfte der Patienten mit einer mesialen Bisslage auch eine abweichende Neigung wenigstens einer Kieferbasis nachweisen. Dagegen ergab sich für die Mehrzahl der Patienten mit retrognathem Gesichtsschädelaufbau beziehungsweise mit Distalbiss ein skelettal offener Biss. Eine Häufung der distalen Bisslage fiel besonders in der Gruppe mit posteriorer Neigung des Unterkiefers auf.

Die Beurteilung des Gesichtstyps und die Auswertungen des Harmonischemas stimmten weitgehend überein. Für die Mehrheit der Patienten mit skelettal offenem Biss wurde auch ein dolichofazialer Gesichtstyp bestimmt. Damit konnte auch die hohe Bedeutung einer individualisierten Kephalometrie unterstrichen werden.

Der Mittelwertvergleich mit Einteilung der Untersuchungsgruppe nach den Neigungsverhältnissen bestätigte die Ergebnisse des Vergleichs zwischen dental und skelettal offenem Biss (siehe Tab. 4.12., S. 40). Wiederum zeigte sich, dass die Größe des offenen Bisses keinen Rückschluss auf den Charakter der Anomalie zulässt.

Gleichzeitig ließ sich die besondere Ausprägung der skelettalen Relationen bei divergenten Neigungen der Kieferbasen (Gruppe 4) nachweisen: Der größte Mittelwert für den Winkel zwischen Ober- und Unterkiefer wurde für diese Gruppe ermittelt. Zudem zeigte sich der vertikale Gesichtsschädelaufbau durch den Vergleich der Längenverhältnisse der Gesichtshöhen mit den Normwerten am deutlichsten.

Signifikante Unterschiede ergaben sich für die Mehrzahl der schädelbasisbezüglichen Winkel. Eine auffällige Streckung der Schädelbasis lag bei Patienten mit einer Divergenz der Kieferbasen vor, denn in dieser Gruppe fanden sich die kleinsten Mittelwerte für die NSBa- und NSArt-Winkel. Ähnliche Relationen wurden für die Messwerte GoSpheGn- und GoCaGn-Winkel ermittelt, die im Vergleich zwischen den Gruppen signifikante Unterschiede aufwiesen.

Lediglich für eine Strecke der Schädelbasis, und zwar die SAR-Strecke, konnten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen mit verschiedenen Neigungsverhältnissen der Kieferbasen bestimmt werden.

#### 5.4. Korrelationsstatistische Untersuchungen

Die korrelationsstatistischen Untersuchungen wurden durchgeführt, um die Abhängigkeit zweier Messgrößen voneinander zu prüfen, und den Einfluss einzelner schädelbasisbezoglicher Messwerte auf den Gesichtsschädelaufbau zu bestimmen (siehe Tab. 4.9., S. 37). Umfangreiche Untersuchungen zu dieser Fragestellung wurde von SOLOW (1966) vorgelegt, wobei er die Fernröntgenseitbilder von 104 männlichen Studenten aus Kopenhagen auswertete. Diese Ergebnisse konnten durch unsere Untersuchung im Wesentlichen bestätigt werden. So ergaben sich beispielsweise nur schwache Zusammenhänge zwischen der Größe des Überbisses und den angewandten kephalometrischen Variablen.

Andererseits fanden sich auch in unserer Untersuchung starke und sehr starke Korrelationen zwischen Variablen, die in einer geometrischen Beziehung zueinander standen. Korrelationskoeffizienten größer als 0,8 wurden unter anderem zwischen dem ML/NSL-Winkel und den Messwerten ML/NL-Winkel, Y-Achse und Gesichtshöhenverhältnis nach JARABAK gefunden. Ähnliche Zusammenhänge konnten auch im Vergleich mit den Untersuchungen von DUNG und SMITH (1988) bzw. PANCHERZ und GROTEN (1993) nachgewiesen werden.

Die Korrelationen zwischen den 5 skelettalen Variablen SNA-, NL/NSL-, NSBa-, ML/NSL- und SNB-Winkel, die von SEGNER und HASUND (1994) ermittelt wurden und die die Grundlage für die Erstellung der Harmoniebox bildeten, ließen sich ebenfalls durch unsere Untersuchungen bestätigen. Ähnliche Schlussfolgerungen konnten auch bei dem Vergleich mit den Untersuchungsergebnissen von GLAS (1985) gezogen werden. Zum Beispiel ergab sich auch bei der Münchner Untersuchungsgruppe eine mittlere negative Korrelation zwischen ML/NL-Winkel und Gesichtshöhenverhältnis nach JARABAK und eine nur schwache Korrelation zwischen dem Neigungsgraden der oberen und unteren Kieferbasis. Zusammenhänge zwischen Kieferwinkel und NSBa-Winkel beziehungsweise ANB-Winkel und ML/NL-Winkel konnten gleichfalls nicht nachgewiesen werden.

In Übereinstimmung mit SOLOW (1966) ergaben sich größtenteils nur schwache Korrelationen zwischen den angewandten kephalometrischen Variablen und den Strecken beziehungsweise Winkeln der Schädelbasis. Lediglich für die Beziehungen GoCaGn-Winkel und Y-Achse beziehungsweise GoCaGn-Winkel und ML/NSL-Winkel ließen sich starke Zusammenhänge feststellen.

Um also den Einfluss schädelbasisbezoglicher Messwerte genauer zu untersuchen, wurde die Durchführung der nachfolgenden Diskriminanzanalysen notwendig.

### 5.5. Die Diskriminanzanalysen

Die Diskriminanzanalysen boten die Möglichkeit, verschiedene kephalometrische Messwerte zusammenzufassen und zu prüfen, inwieweit Patienten anhand dieser Variablen reklassifizierbar sind. Bei der Auswertung der Ergebnisse sollte die Rate der richtigen Klassifizierung bei rein zufälliger Zuordnung und gleichen *a-priori*-Wahrscheinlichkeiten beachtet werden. Für die Analyse von zwei Gruppen beispielsweise beträgt sie 50%, für vier Gruppen jedoch nur noch 25%.

Davon ausgehend ergab sich für die Klassifizierung anhand der schädelbasisbezüglichen Winkel- und Streckenmaße eine richtige Zuordnung von 71,6% Patienten in die Gruppen mit skelettal und dental offenem Biss (siehe Tab. 4.13, S. 41). Dieses Ergebnis wies bereits den Einfluss der Schädelbasis auf die Ausprägung der Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses nach. Jedoch zeigte sich nach Durchführung der Diskriminanzanalyse mit den Messwerten, die die Schädelbasis in Beziehung zu der oberen und unteren Kieferbasis setzten, ein wesentlich besseres Klassifizierungsergebnis mit 89,6%. Unter Beachtung der biologischen Varianz einer kephalometrischen Variable kann damit von einer guten Trennbarkeit zwischen dental und skelettal offenem Biss ausgegangen werden. Dem Mittelwertvergleich entsprechend (siehe Tab. 4.10., S. 38) sollte anhand von Longitudinal- oder Querschnittstudien geprüft werden, ob die Messwerte GoSpheGn- oder GoCaGn-Winkel zusätzliche Informationen über den Gesichtsschädelaufbau ermöglichen und zu einer prognostischen Beurteilung der kieferorthopädischen Behandlung im Einzelfall herangezogen werden können.

Unterschiedliche Untersuchungsgruppen und Klassifizierungsvorschläge machten den Vergleich mit anderen Untersuchungen leider nur bedingt möglich. Eine Untersuchung von BACON et al. (1992) wurde ebenfalls mit einer Diskriminanzanalyse

durchgeführt. Dabei konnte diese Arbeitsgruppe einen Einfluss der Schädelbasis auf die sagittale Beziehung zwischen Ober- und Unterkiefer nachweisen, allerdings gelang ihnen eine Zuordnung lediglich von insgesamt 64% ihrer Patienten, die richtig in die Gruppen Neutralbiss und Distalbiss eingeordnet wurden. Den Einfluss anderer Faktoren auf die Ausprägung des offenen Bisses machten PAE et al. (1997) ebenfalls mit Hilfe einer Diskriminanzanalyse deutlich. Sie fanden eine korrekte Zuordnung für fast 97% der 58 Patienten anhand der Variablen "untere vordere Gesichtshöhe", "Überbiss" und "Pharynxlänge". Sie stellten Patienten mit einem offenen Biss Probanden gegenüber, die einen vergrößerten ML/NSL-Winkel aufwiesen. Allerdings könnte die erreichte Trennbarkeit weniger auf den tatsächlichen Einfluss der Faktoren, sondern vielmehr auf den Einsatz der Variablen "Überbiss" zurückzuführen sein, die vorher benutzt wurde, um die beiden Gruppen teilweise zu definieren.

Die Diskriminanzanalysen für die Neigungsverhältnisse ergaben vergleichbare Ergebnisse: Einen Zusammenhang zwischen Schädelbasis und der Neigung der oberen und unteren Kieferbasis konnte bestätigt werden.

Die ausschließlich mit Hilfe der schädelbasisbezüglichen Messwerte korrekt klassifizierten 56,0% der Patienten spiegelten die hohe Variabilität innerhalb der Untersuchungsgruppe wider. Andererseits fiel die überdurchschnittlich gute Zuordnung in die Gruppe mit anteriorer Neigung des Oberkiefers auf (siehe Tab. 4.15., S. 42). Einen noch stärkeren Zusammenhang ergab die Diskriminanzanalyse mit Messwerten, die die Schädelbasis und die Kieferbasen in Beziehung zueinander setzten. Das Streudiagramm (siehe Abb. 4.3., S. 43) machte deutlich, dass die Patienten mit Neigungsharmonie bzw. einer anterioren Neigung des Oberkiefers gut eingeordnet wurden. Für die beiden anderen Gruppen ließ sich eine weniger deutliche Abgrenzung, vor allem gegeneinander, nachweisen. Erst nachdem alle in der vorliegenden Untersuchung erhobenen Messgrößen mit Beziehung zur Schädelbasis in die Diskriminanzanalyse einbezogen wurden, konnte eine sehr gute Klassifizierung mit insgesamt 86,6% erreicht werden (siehe Tab. 4.17. und Abb. 4.5., S. 44).

Abschließend muss jedoch betont werden, dass die statistische Absicherung der Ergebnisse aus den Diskriminanzanalysen erst mit einer weiteren, unabhängigen Patientengruppe erfolgen kann.

## **6. Schlussfolgerungen**

Die charakteristische Ausprägung des Gesichtsschädelaufbaus bei Patienten mit einem frontal offenen Biss konnte durch den Vergleich mit den Ergebnissen anderer Populationsstudien dargestellt werden. Dabei erwiesen sich die Prinzipien einer individualisierten Kephalometrie, wie von HASUND (1974) angewandt, als besonders vorteilhaft, um im Einzelfall die Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses differentialdiagnostisch zu erfassen. Die Mehrheit unserer Patienten konnte anhand der Neigungsverhältnisse der Kieferbasen in die Gruppe mit einem skelettal offenen Biss eingeordnet werden. Damit übereinstimmend überwog auch ein dolichofazialer Gesichtstyp.

Multivariate Mittelwertvergleiche für unterschiedliche Einteilungen der Untersuchungsgruppe ermöglichten bereits, statistisch signifikante Unterschiede auch für schädelbasisbezügliche Messwerte nachzuweisen, vor allem auffällig häufig für die Variablen GoSpheGn- und GoCaGn-Winkel. Im Mittelwertvergleich zwischen dental und skelettal offenem Biss ergaben sich signifikante Unterschiede für beinahe die Hälfte der angewandten Messwerte. Dabei konnte auch gezeigt werden, dass die Größe des vertikalen Abstandes zwischen den oberen und unteren Inzisalkanten keine Rückschlüsse auf den skelettalen Aufbau des Gesichtsschädels zulässt.

Über die korrelationsstatistischen Untersuchungen ergaben sich Zusammenhänge zwischen einzelnen kephalometrischen Messwerten. Hohe Korrelationen zwischen Variablen der Schädelbasis und den Messgrößen, die die sagittalen und vertikalen Relationen im Fernröntgenseitbild charakterisieren, konnten nicht nachgewiesen werden. Lediglich für die Kombinationen GoCaGn-Winkel und Y-Achse beziehungsweise ML/NSL-Winkel bestanden deutliche Zusammenhänge.

Mit Hilfe der Diskriminanzanalysen gelang es, den Einfluss der Schädelbasis auf den Gesichtsschädelaufbau im Fernröntgenseitbild nachzuweisen. Besonders nach Einbeziehung der Messgrößen, die eine Beziehung zwischen Schädelbasis und den Kieferbasen beschrieben, ergaben sich sehr gute Ergebnisse. Vor allem bei der Zuordnung der Patienten anhand der schädelbasisbezüglichen Messwerte in die Gruppen mit dental und skelettal offenem Biss konnten beinahe 90% richtig klassifiziert werden. Aus diesem Grund wurde vorgeschlagen, die Variablen GoSpheGn- und GoCaGn-Winkel auch zu einer Beurteilung der Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses heranzuziehen.

## 7. Zusammenfassung

Aus dem Patientengut der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und einer Fachpraxis in Weimar standen insgesamt 134 Fernröntgenseitbilder von kieferorthopädisch unbehandelten Patienten zur Verfügung, die einen frontal offenen Biss aufwiesen. Es bestanden keinerlei Einschränkungen bezüglich des Alters oder des Geschlechts. Das durchschnittliche Alter betrug 14,2 Jahre. Die Auswertung der Fernröntgenseitbilder erfolgte computergestützt mit Hilfe eines Digitizers und dem Programm FRWIN 4.0. Die statistische Bearbeitung wurde mit SPSS Version 8.0 durchgeführt.

Zur Auswertung wurde eine modifizierte Bergen-Analyse nach HASUND angewandt. Gleichzeitig erfolgte in Anlehnung an SCHOPF die Bestimmung des Gesichtstyps. Für die Beschreibung der Schädelbasis im Fernröntgenseitbild wurden die zusätzlichen Referenzpunkte Sphenoidale (Sphe) und Foramen caecum (CA) in die Auswertung einbezogen. Eine deskriptive Analyse wurde für alle 51 kephalometrischen Messwerte durchgeführt und in Beziehung zu anderen Querschnittsuntersuchungen gesetzt. Zum einen überwog nach Auswertung des Harmonieschemas nach HASUND eine vertikal offene Relation, so dass 89 Patienten der Gruppe mit einem skelettal offenen Biss zugeordnet wurden. Zum anderen zeigte sich eine häufige Kombination mit einer distalen Bisslage (43,3%), aber auch ein vergleichsweise hoher Anteil der Mesialbisslage (20,9%). Die Mehrzahl der Patienten wies einen dolichofazialen Gesichtstyp und eine von der individuellen Norm abweichende Neigung wenigstens einer Kieferbasis auf. Der skelettal offene Biss wurde in drei Gruppen eingeteilt:

- Offener Biss mit anteriorer Neigung des Oberkiefers
- Offener Biss mit posteriorer Neigung des Unterkiefers
- Offener Biss mit Divergenz der Kieferbasen

Als häufigste Erscheinungsform innerhalb der Gruppe mit skelettal offenem Biss lag eine alleinige Vergrößerung des ML/NSL-Winkels im Vergleich zum individuellen Normwert vor. Immerhin 29 Patienten ließen sich in die dritte Gruppe durch die Kombination einer anterioren Neigung des Oberkiefers mit einer posterioren Neigung des Unterkiefers einordnen. Eine kompensierende Neigung der Kieferbasen, also eine posteriore Neigung des Oberkiefers bzw. eine anteriore Neigung des Unterkiefers, konnte nicht nachgewiesen werden.

In die Gruppe mit dental offenem Biss wurden 45 Patienten eingeordnet, da eine Neigungsharmonie der Kieferbasen vorlag. Der Mittelwertvergleich mit dem skeletal offenen Biss machte den typischen Gesichtsschädelaufbau beider Gruppen deutlich. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen Messwerten, die sowohl die vertikale als auch die sagittale Relation im Fernröntgenseitbild beschreiben. Eine stärkere Protrusion der oberen Schneidezähne konnte für den dental offenen Biss nachgewiesen werden.

Um den Einfluss der Schädelbasis auf die Ausprägung des Gesichtsschädelaufbaus zu ermitteln, wurden als statistische Verfahren multivariate Mittelwertvergleiche, korrelationstatistische Untersuchungen und Diskriminanzanalysen angewandt. Nach Einteilungen der Untersuchungsgruppe entsprechend der Bisslage, der vertikalen Verhältnisse oder des Gesichtstyps ergaben sich bereits durch die Mittelwertvergleiche statistisch signifikante Unterschiede auch für schädelbasisbezügliche Messwerte. Durch Bestimmung des Korrelationskoeffizienten ließen sich Zusammenhänge zwischen Schädelbasis und einzelnen anderen kephalometrischen Messwerten nachweisen, jedoch bestand eine hohe Korrelation nur zwischen den Variablen GoCaGn-Winkel und Y-Achse bzw. ML/NSL-Winkel.

Mit Hilfe der Diskriminanzanalysen wurden schädelbasisbezügliche Messwerte zusammengefasst und überprüft, inwieweit diese kephalometrischen Variablen eine korrekte Einordnung der Patienten in die entsprechende Gruppe zulassen. Unter Beachtung der jeweiligen Wahrscheinlichkeit für eine zufällig richtige Zuordnung wiesen die Klassifizierungsergebnisse deutlich den Einfluss der Schädelbasis auf den Aufbau des Gesichtsschädels nach. Besonders nach Berücksichtigung der Messgrößen, die eine Beziehung zwischen Schädelbasis und den Kieferbasen beschrieben, ergaben sich sehr gute Ergebnisse.

Deshalb wäre es im Einzelfall zu prüfen, ob zusätzliche Messwerte der Schädelbasis in die kephalometrische Auswertung einbezogen werden sollten.

**8. Literaturverzeichnis**

1. Ahlqvist J, Eliasson S, Welander U: The effect of projection errors on angular measurements in cephalometrie. *Europ J Orthod* 10 (1986) 353-361
2. Bacon W, Eiller V, Hildwein M, Dubois G: The cranial base in subjects with dental and skeletal Class II. *Europ J Orthod* 14 (1992) 224-228
3. Barbre RE, Sinclair M: A cephalometric evaluation of anterior open bite correction with the magnetic active vertical corrector. *Angle Orthod* 61 (1991) 93-101
4. Bauer W, Augthun M, Wehrbein H, Müller-Leisse C, Diedrich P: Befunde in der Panoramaschichtaufnahme bei funktionsgestörten kieferorthopädischen Patienten. *Fortschr Kieferorthop* 56 (1995) 318-326
5. Baumrind S, Frantz R: The reliability of head film measurements. 1. landmark identification. *Am J Orthod* 60 (1971) 111-127
6. Beckmann SH, Kuitert RB, Prahl-Andersen B, Segner D, The RPS, Tuinzing DB: Alveolar and skeletal dimensions associated with overbite. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 113 (1998) 443-452
7. Beckmann St: Der offene Biß: Prognose und Behandlungsergebnisse anhand kephalometrischer Messungen. *Med. Diss., Hamburg, 1997*
8. Bhatia SN, Leighton BC: A manual of facial growth: A computer analysis of longitudinal cephalometric growth data. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo, 1993
9. Björk A: Cranial base development. *Am J Orthod* 41 (1955) 198-225
10. Bland JM, Altmann DG: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet* (1986) 307-310



11. Bland JM, Altman DG: A note on the use of the intraclass correlation coefficient in the evaluation of agreement between two methods of measurement. *Comput Biol Med* 20 (1990) 337-340
12. Bredy E, Baugut G: Der offene Biß - eine historische Betrachtung. *Fortschr Kieferorthop* 43 (1982) 110-126
13. Brosius F: SPSS 8 Professionelle Statistik unter Windows. MITP-Verlag GmbH, Bonn, 1998
14. Brückl H, Rudolph W: Offener Biß und Fernröntgenbild. *Fortschr Kieferorthop* 20 (1959) 132-141
15. Cangialosi TJ: Skeletal morphologic features of anterior open bite. *Am J Orthod* 85 (1984) 28-36
16. Dahlberg G: Statistical methods for medical and biological students. Interscience Publications. New York, 1940
17. Drescher D: Kephalmetrie und Profilanalyse. In: Schmuth G (Hrsg): Praxis der Zahnheilkunde 11. Kieferorthopädie I. 3.Aufl. Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, 1994
18. Droschl H: Die Fernröntgenwerte unbehandelter Kinder zwischen dem 6. und 15. Lebensjahr. Quintessenz, Berlin, Chicago, London usw., 1984
19. Dung DJ, Smith RJ: Cephalometric and clinical diagnoses of open bite tendency. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 94 (1988) 484-490
20. Ehmer U, Wegener H, Kloos R: Therapieeffekte nach dentoalveolärer Kompensation des skelettal offenen Bisses bei Erwachsenen. *Fortschr Kieferorthop* 56 (1995) 309-317

21. Eichentopf U: Vergleichende Untersuchung zur Bedeutung und Interpretation kieferorthopädisch-diagnostischer Unterlagen unter besonderer Berücksichtigung der Fernröntgenanalyse. Med. Diss., Halle, 1991
22. Ellis E, McNamara JA Jr: Components of adult Class III open bite malocclusion. Am J Orthod 86 (1984) 277-290
23. Enlow DH: Handbuch des Gesichtswachstums. Quintessenz, Berlin, 1989
24. Fadel B, Miethke RR: Die kieferorthopädische Behandlung des offenen Bisses bei Dysfunktionen und Habbits. Kieferorthop 8 (1994) 23-34
25. Fiala M: Offener Biß und interdentaler Sigmatismus. Stomatol DDR 39 (1989) 248-252
26. Fleischer-Peters A: Zur Ätiologie des offenen Bisses. Visum 6 (1967) 124-129
27. Fleischer-Peters A, Zschiesche S: Ist Lutschen wirklich schädlich? Fortschr Kieferorthop 41 (1980) 563-569
28. Franchi L, Baccetti T, Mc Namara Jr JA: Cephalometric floating norms for north american adults. Angle Orthod 68 (1998) 497-502
29. Fränkel R, Fränkel C: Funktionelle Aspekte des skelettalen offenen Bisses. Fortschr Kieferorthop 43 (1982) 8-18
30. Freisfeld M: Fehlerquellen an Einzeichnungsserien kephalometrischer Bezugspunkte. Fortschr Kieferorthop 34 (1973) 296-306
31. Freitag V, Zilz W: Über den sogenannten spontan entstandenen offenen Biß. Dtsch Zahnärztl Z 51 (1996) 279-282
32. Frost DE, Fonseca RJ, Turvey TA, Hall DJ: Cephalometric diagnosos and surgical-orthodontic correction of apertognathia. Am J Orthod 78 (1980) 657-669

33. Garliner D, Gables C: Treatment of open bite, utilizing myofunctional therapy. Fortschr Kieferorthop 43 (1982) 295-307
34. Glas D: Erörterung der vertikalen und basalen Relation: Eine kephalometrische Studie. Med. Diss., München, 1985
35. Graveley J, Benzies PM: The clinical significance of tracing error on angular measurements in cephalometrie. Brit J Orthod 1 (1974) 95-101
36. Gross AM, Kellum GD, Franz D, Michas K, Walker M, Foster M, Bishop FW: A longitudinal evaluation of open mouth posture and maxillary arch width in children. Angle Orthod 64 (1994) 419-423
37. Harvold EP: Primate experiments on oral sensation and dental malocclusions. Am J Orthod 63 (1973) 494-508
38. Harzer W, Reinhardt A, Soltes K: Der offene Biß - Morphologie und therapeutische Konsequenzen. Zahn- Mund- Kieferheilkd 77 (1989) 421-426
39. Hasford J, Staib AH: Arzneimittelprüfung und Good Clinical Practice. In: Hasford J, Staib AH (Hrsg) : Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. 78, Anhang F, MMV Medizin Verlag, München, 1994, S.229-252
40. Hasund A: Klinische Kephallometrie für die Bergen-Technik. Kieferorthopädische Abteilung des Zahnärztlichen Institutes der Universität Bergen, 1974
41. Hausser E: Ätiologie und Genese der Gebißanomalien. Fortschr Kieferorthop 15 (1954) 102-110
42. Heitmann DM: Korrelation zwischen bilateralen paramedianen Weichteilpunkten und intrakraniellen Referenzlinien im seitlichen Fernröntgenbild. Med. Diss., Tübingen, 1998

43. Hellsing E: Changes in the pharyngeal airway in relation to the head. *Europ J Orthod* 11 (1989) 359-365
44. Henneberke M, Prahl-Andersen B: Cranial base growth for dutch boys and girls: A multilevel approach. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 106 (1994) 503-512
45. Hering K, Ruf S, Pancherz H: Orthodontic treatment of open bite and deep bite high-angle malocclusions. *Angle Orthod* 69 (1999) 470-477
46. Hildwein M, Bacon W, Turlot JC, Kuntz M: Specificites et discriminants majeurs dans une population de Class II division 1 d'Angle. *Revue d'Orthopedie Dento-Faciale* 20 (1986) 197-208
47. Hopkin GB, Houston WJB, James GA: The cranial base as an aetiological factor in malocclusion. *Angle Orthod* 38 (1968) 250-255
48. Hotz R: *Orthodontie in der täglichen Praxis*. 5.Aufl. Verlag Hans Huber, Bern, Stuttgart, Wien, 1980
49. Houston WJB: The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod* 83 (1983) 382-390
50. Ibe D: *Untersuchung Hamburger Patienten mit Idealokklusion - Findung einer Norm*. Med. Diss., Hamburg, 1991
51. Jarabak JR: Open bite. Skeletal morphology. *Fortschr Kieferorthop* 44 (1983) 122-133
52. Järvinen S: Saddle angle and maxillary prognathism: A radiological analysis of the association between the NSAr and SNA angles. *Brit J Orthod* 11 (1984) 209-213

53. Jonas I, Mann W, Schlenter W: Hals-Nasen-Ohren-ärztliche Befunde beim offenen Biß. *Fortschr Kieferorthop* 43 (1982) 127-138
54. Jones OG: A cephalometric study of 32 north american black patients with anterior open bite. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 95 (1989) 289-296
55. Kantorowicz A: Offener Biß. *Handbuch der Gesamten Zahnheilkunde Band III.* Barth, Leipzig, 1931, S.1827-1835
56. Kantorowicz A: Die Bedeutung des Lutschens für die Entstehung erworbener Fehlbildungen. *Fortschr Kieferorthop* 16 (1955) 109-121
57. Kasai K, Moro T, Kanazawa E, Iwasawa T: Relationship between cranial base and maxillofacial morphology. *Eur J Orthod* 17 (1995) 403-410
58. Katsaros C, Berg R: Anterior open bite malocclusion: a follow-up study of orthodontic treatment effects. *Eur J Orthod* 15 (1993) 273-280
59. Kerr WJS, Hirst D: Craniofacial characteristics of subjects with normal and postnormal occlusions - A longitudinal study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 92 (1987) 207-211
60. Klink-Heckmann U: Schädelwachstumsmuster und kieferorthopädische Behandlung. *Stomatol DDR* 32 (1982) 653-659
61. Klink-Heckmann U, Bredy E: *Kieferorthopädie*. 3. Aufl. Johann Ambrosius Barth, Leipzig, Berlin, 1990
62. Korkhaus G: *Moderne orthodontische Therapie*. 2.Aufl. Meusser, Berlin, 1932, S.404-408
63. Krämer N, Hickel R, Müßig D: Kariesprävalenz und Kieferfehlbildungen im Milchgebiß. *Dtsch Zahnärztl Z* 51 (1996) 575-578

64. Kubein-Meesenburg D, Bormann V: Ist der offene Biß bereits durch die okklusale Morphologie determiniert? Fortschr Kieferorthop 43 (1982) 359-368
65. Linder-Aronson S: Der offene Biß in Relation zur Atemfunktion. Fortschr Kieferorthop 44 (1983) 1-11
66. Lopez-Gavito G, Wallen TR, Little RM, Joondeph DR: Anterior open-bite malocclusion: A longitudinal 10-year postretention evaluation of orthodontically treated patients. Am J Orthod 87 (1985) 175-186
67. Lowe AA: Correlations between orofacial muscle activity and craniofacial morphology in a sample of control and anterior open-bite subjects. Am J Orthod 78 (1980) 89-98
68. Miethke RR: Zur Lokalisationsgenauigkeit kephalometrischer Referenzpunkte. Prakt Kieferorthop 3 (1989) 107-122
69. Moss ML, Salentijn L: Differences between the functional matrices in anterior open-bite and in deep overbite. Am J Orthod 60 (1971) 264-279
70. Moss ML: Beyond roentgenographic cephalometry - What? Am J Orthod 84 (1983) 77-79
71. Mottel W, Pfister R: Adenoide - ein kausaler Faktor beim vertikalen Wachstumsmuster? Fortschr Kieferorthop 43 (1982) 19-28
72. Moyer RE, Bookstein FL: The inappropriateness of conventional cephalometrics. Am J Orthod 75 (1979) 599-617
73. Nahoum HI, Horowitz SL, Benedicto EA: Varieties of anterior open-bite. Am J Orthod 61 (1972) 486-492
74. Nahoum HI: Anterior open-bite: A cephalometric analysis and suggested treatment procedures. Am J Orthod 67 (1975) 513-521

75. Nahoum HI: Vertical proportions: A guide for prognosis and treatment in anterior open-bite. *Am J Orthod* 72 (1977) 128-146
76. Nanda SK: Patterns of vertical growth in the face. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 93 (1988) 103-116
77. Nielsen IL: Vertical malocclusion: etiology, development, diagnosis and some aspects of treatment. *Angle Orthod* 61 (1991) 247-260
78. Opdebeeck H, Eisenfeld J, Mischelevich D: Comparative study between the SFS and LFS rotation as a possible morphologic mechanism. *Am J Orthod* 74 (1978) 509-521
79. Ott KHR: Der Problembereich "offener Biß" aus gnathologischer Sicht. *Fortschr Kieferorthop* 43 (1982) 369-372
80. Pae E-K, Kuhlberg A, Nanda R: Role of pharyngeal length in patients with a lack of overbite. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 112 (1997) 179-186
81. Pancherz H, Groten S: Dentoalveoläre Anpassung bei vertikalen Kieferbasisabweichungen. *Fortschr Kieferorthop* 54 (1993) 10-16
82. Paulerberg C: Eine kariesepidemiologische Untersuchung zum oralen Gesundheitszustand 3- bis 6-jähriger Kinder aus der Stadt Halle/Saale, Med. Diss. Halle, 2000
83. Proffit WR, Vig KWL: Primary failure of eruption: A possible cause of posterior open bite. *Am J Orthod* 80 (1981) 173-190
84. Pullinger AG, Seligman DA: Overbite and overjet characteristics of refined diagnostic groups of temporomandibular disorder patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 100 (1991) 401-415

85. Rakosi Th: Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1979
86. Rakosi Th: Ätiologie und diagnostische Beurteilung des offenen Bisses. Fortschr Kieferorthop 43 (1982) 68-73
87. Rakosi Th, Jonas I: Kephalemtrische Analyse im Fernröntgenbild. In: Rateitschak KH (Hrsg): Farbatlant der Zahnmedizin 8 Kieferorthopädie Diagnostik. Thieme, Stuttgart, New York, 1989, S.179-205
88. Reich U, Dannhauer K-H: Zur kraniofacialen Morphologie kieferorthopädisch unbehandelter Patienten im Raum Sachsen. Fortschr Kieferorthop 57 (1996) 246-258
89. Reichenbach E, Brückl H, Taatz H: Kieferorthopädische Klinik und Therapie. 7.Aufl. Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1971
90. Richardson A: An investigation into the reproducibility of some points, places and lines used in cephalometric analysis. Am J Orthod 52 (1966) 637-651
91. Richardson A: Skeletal factors in anterior open-bite and deep overbite. Am J Orthod 56 (1969) 114-127
92. Richardson A: A classification of open bite. Europ J Orthod 3 (1981) 289-296
93. Riolo ML, Moyers RE, Mc Namara Jr JA, Hunter WS: An Atlas of craniofacial growth: Cephalometric standards from the university school growth study, the university of Michigan. Monograph number 2, 1974
94. Röhl B, Titz M: Beitrag zum Wachstum des menschlichen Schädels - eine biomathematische Studie an Fernröntgenseitaufnahmen. Med. Diss., Greifswald, 1996



95. Sassouni V, Nanda S: Analysis of dentofacial vertical proportions. Am J Orthod 50 (1964) 801-823
96. Schlömer R: Der Einfluß des Lutschens und des Beruhigungssaugers auf das Milchgebiß. Fortschr Kieferorthop 45 (1984) 128-140
97. Schmuth GP: Gesichts- und Schädelprofilanalyse als Hilfe bei der kieferorthopädischen Diagnose und Behandlungsplanung. Zahn- Mund- Kieferheilkd 76 (1988) 367-373
98. Schopf P: Zur Prognose des vertikalen Wachstumstyps. Fortschr Kieferorthop 43 (1982) 271-281
99. Schopf P: Curriculum Kieferorthopädie Bd. I. 2. Aufl. Quintessenz, Berlin, London, Sao-Paulo (usw.),1994, S.185-187
100. Schütz A: Vorkommen und Häufigkeit der verschiedenen Arten des offenen Bisses. Eine röntgenkephalometrische und klinische Studie. Med. Diss., Erlangen-Nürnberg, 1992
101. Schwarz AM: Gebißwinkel im Profil. Dtsch Zahn- Mund- Kieferheilkd 2 (1935) 488-508
102. Schwarz R: Überlegungen zum Behandlungsbeginn beim skelettal offenen Biß. Fortschr Kieferorthop 43 (1982) 373-379
103. Segner D, Hasund A: Individualisierte Kephalmetrie. 2. Auflage. Segner, Hamburg, 1994
104. Solow B: The pattern of craniofacial associations. A morphological and methodological correlation and factor analysis study on young male adults. Acta Odontologica Scandinavica 24 (1966) suppl. 46

105. Sölzer R: Kephalmetrische Untersuchungen am Fernröntgenseitbild - Eine intra- und interfamiliäre Longitudinalstudie. Med. Diss., Hannover, 1985
106. Steinhäuser E, Janson I: Kieferorthopädische Chirurgie. Bd. 1. Quintessenz, Berlin, Chicago, London (usw.), 1988
107. Subtelny JD, Sakuda M: Open-bite: Diagnosis and treatment. Am J Orthod 50 (1964) 337-358
108. Taatz H: Therapie der Lutschanomalien im Kleinstkindalter und ihre Problematik. Fortschr Kieferorthop 21 (1960) 339-353
109. Takeyama H, Honzawa O, Hozaki T, Kiyomura H: A case of open bite with Turner's syndrome. Am J Orthod Dentofac Orthop 97 (1990) 505-509
110. Tammoscheit U-G: Untersuchungen zur Ätiologie des frontal offenen Bisses. Fortschr Kieferorthop 42 (1981) 451-456
111. Ting TTH, Chan TCK, Hägg U, Cooke MS: Validity of cephalometric landmarks. An experimental study on human skulls. Europ J Orthod 16 (1994) 110-120
112. Tollaro I, Baccetti T, Franchi L: Floating norms for the assessment of craniofacial pattern in the deciduous dentition. Europ J Orthod 18 (1996) 359-365
113. v Treuenfels: Kopfhaltung, Atlasposition und Atemfunktion beim offenen Biß. Fortschr Kieferorthop 45 (1984) 111-121
114. Trouten JL, Enlow DH, Rakine M, Phelps AE, Swedlow D: Morphology factors in open bite and deep bite. Angle Orthod 53 (1983) 192-211
115. Tsang WM, Cheung LK, Samman N: Cephalometric parameters affecting severity of anterior open bite. Int J Oral Maxillofac Surg 26 (1997) 321-326

116. Tsang WM, Cheung LK, Samman N: Cephalometric characteristics of anterior open bite in a southern Chinese population. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 113 (1998) 165-171
117. Virchow R: Untersuchung über die Entwicklung des Schädelgrundes im gesunden und krankhaften Zustande und über den Einfluß derselben auf Schädelform, Gesichtsbildung und Gehirnbau. G. Reimer, Berlin, 1857
118. Wardlaw DW, Smith RJ, Hertweck DW, Hildebolt CF: Cephalometrics of anterior open bite: A receiver operating characteristic (ROC) analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 101 (1992) 234-243
119. Watson WG: Open-bite - a multifactorial event. *Am J Orthod* 80 (1981) 443-446
120. Woodside DG, Linder-Aronson S, Lundstrom A, Mc William J: Mandibular and maxillary growth after changed mode of breathing. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 100 (1991) 1-17
121. Wylie GA: Cephalometrics- a comparison of five analyses currently used in the diagnosis of dentofacial deformities. *Int J Adult Orthod Orthogn Surg* 2 (1987) 15-36

**9. Anlagen (tabellarische Zusammenstellung der Messwerte)**

Patient	SNA-Winkel	SNB-Winkel	ANB-Winkel	SNPog-Winkel	PogNB-Strecke	ML/NSL-Winkel	NL/NSL-Winkel	ML/NSL-Winkel	Kieferwinkel	Y-Achse	Überbiss	Sagittale Stufe	OKI/NL-Winkel	UKI/ML-Winkel	BaS(S)Sphe-Winkel	BaS(S)Ca-Winkel
1	76,9	69,7	7,2	69,3	-9	55,2	9,9	45,4	140,1	81,5	-6,9	,0	82,70	82,7	149,1	167,7
2	89,9	79,7	10,2	83,6	7,4	26,1	5,1	20,9	127,8	63,7	-1,9	11,9	81,20	77,9	148,2	168,2
3	85,5	84,1	1,4	84,0	-3	31,8	-2,4	34,4	126,4	64,7	-2,3	-1,8	81,10	95,3	144,2	167,0
4	84,6	79,5	5,0	80,0	1,1	34,2	5,9	28,2	130,9	67,3	-3,8	4,6	63,40	98,3	133,8	168,2
5	76,8	71,3	5,5	70,4	-1,8	51,4	8,2	43,2	137,2	78,5	-4,2	4,7	63,70	92,7	149,5	169,2
6	78,1	71,5	6,6	71,4	-2	48,1	4,3	43,8	140,1	76,0	-2,9	5,9	74,00	91,0	145,4	166,8
7	78,3	70,9	7,4	70,7	-4	48,3	15,0	33,3	147,8	74,0	-3,9	3,7	69,60	84,3	149,6	169,1
8	82,5	75,6	6,9	74,5	-1,8	36,3	9,9	26,3	130,3	69,2	-1,4	3,1	74,30	105,0	145,8	169,2
9	78,4	70,8	7,6	70,6	-3	38,8	10,5	28,3	131,8	72,1	-5,0	4,5	69,00	116,1	159,3	171,0
10	81,3	76,2	5,1	76,9	1,0	36,6	9,3	27,3	134,2	67,3	-1,1	3,2	69,80	91,8	152,2	171,9
11	76,5	79,2	-2,7	80,0	1,7	40,5	9,0	31,5	140,8	66,2	-4,8	-1,8	59,40	85,0	145,3	168,6
12	80,9	81,7	-,7	82,8	2,0	33,5	5,1	28,4	134,5	64,5	-4,7	2,8	67,50	79,4	141,5	167,2
13	82,6	81,7	1,0	80,4	-2,3	36,2	3,6	32,7	132,1	68,6	-5,9	,0	63,40	98,8	140,8	166,6
14	79,2	79,1	,1	80,0	1,6	32,7	8,4	24,3	127,8	64,8	-1,6	3,7	50,70	94,1	139,4	169,4
15	82,8	78,8	4,0	79,2	,8	41,2	2,7	38,5	133,5	72,2	-6,2	-,4	84,50	86,2	123,8	158,3
16	74,7	70,8	3,9	72,5	2,9	34,9	7,4	27,5	127,1	69,5	,0	4,6	71,20	86,4	147,3	170,4
17	72,6	72,9	-,1	72,6	-6	39,7	3,1	36,6	123,4	72,3	-4,0	,0	78,40	98,1	147,2	170,4
18	82,0	77,0	5,1	77,2	,4	35,2	7,5	27,7	131,9	67,4	,1	3,5	64,60	100,6	145,4	169,2
19	82,0	79,7	2,3	77,8	-3,7	42,9	4,0	38,8	132,4	72,1	-4,7	3,1	58,70	90,2	145,2	169,0
20	85,5	83,2	2,4	83,0	-2	36,9	1,8	35,2	131,5	67,7	-3,1	2,1	69,00	89,7	133,1	162,4
21	74,3	78,0	-3,5	78,8	1,1	32,7	5,6	27,0	122,5	66,1	-,7	-1,4	61,90	93,0	141,0	168,2
22	79,5	71,9	7,5	72,3	,8	44,5	3,6	40,9	128,4	77,1	-6,8	7,2	76,60	80,5	146,1	166,3
23	80,4	74,2	6,2	74,3	,2	38,8	5,9	32,9	129,1	72,8	-,2	6,5	72,10	104,5	155,7	169,8
24	77,6	71,8	5,8	73,7	3,7	39,9	10,4	29,5	135,3	75,7	-2,3	5,5	75,00	97,3	148,7	170,0
25	78,9	77,8	1,1	78,6	1,1	28,1	6,7	21,4	119,5	65,8	-3,7	,0	66,40	102,5	156,0	169,7
26	75,7	73,1	2,6	74,4	2,4	37,5	4,0	33,6	121,8	73,0	-2,9	,0	78,20	95,9	152,8	169,9
27	77,2	72,9	4,3	73,6	1,2	33,0	8,2	24,8	118,9	74,3	-2,6	5,5	63,40	105,6	134,1	169,0
28	77,6	68,1	9,6	67,1	-1,8	50,2	11,4	38,8	131,6	83,7	-6,6	6,4	81,30	87,3	158,4	171,7
29	78,3	70,9	7,4	71,0	,2	43,9	6,7	37,2	125,5	75,0	-2,0	5,5	70,80	103,7	147,5	166,5
30	75,9	66,8	9,1	66,8	-,1	50,6	8,2	42,4	126,9	79,7	-2,3	3,7	91,90	86,2	152,5	169,4
31	79,3	69,8	9,5	68,4	-2,1	43,2	10,7	32,4	121,0	74,8	-2,0	3,7	72,70	105,7	146,4	171,6
32	76,6	71,9	4,7	73,1	2,2	39,4	5,4	34,0	143,3	70,2	-5,5	6,9	71,00	90,3	151,1	168,2
33	80,3	81,3	-1,0	82,2	1,9	30,5	3,9	26,6	122,1	69,5	-6,6	,0	63,70	89,6	135,3	162,6
34	82,3	77,4	4,9	76,7	-1,2	35,9	7,6	28,3	128,5	68,5	-1,8	2,3	70,70	98,2	151,9	171,9
35	77,7	73,3	4,5	75,3	3,9	39,2	1,7	37,6	123,6	72,0	-4,2	9,3	68,50	85,8	141,2	168,7
36	78,5	71,4	7,1	70,4	-1,7	38,4	6,2	32,2	123,4	74,8	-,3	6,2	81,20	96,6	150,1	170,5
37	81,7	77,3	4,4	77,2	-,1	39,3	10,8	28,5	136,0	69,7	-2,4	4,7	63,10	94,2	141,6	170,2
38	86,1	83,9	2,2	84,1	,5	28,6	1,8	26,9	123,3	64,7	-3,9	2,8	60,20	100,6	142,0	162,1
39	75,1	73,3	1,8	72,6	-1,6	43,9	7,5	36,3	142,5	73,3	-6,5	3,7	62,50	85,9	132,0	165,4
40	80,2	81,3	-1,0	82,7	2,5	34,1	9,4	24,7	122,5	65,6	-6,5	-4,7	68,90	92,8	151,6	165,9
41	74,0	73,3	,7	73,6	,7	34,8	9,3	25,4	121,1	71,5	-,7	1,9	70,60	91,8	146,0	167,2
42	82,3	85,3	-3,0	89,0	7,6	30,2	8,3	21,9	131,9	62,0	-5,8	,0	65,60	80,0	141,4	162,2
43	80,9	77,9	3,0	79,3	2,5	31,9	10,7	21,2	124,6	67,1	,0	1,6	69,40	96,3	144,1	167,2
44	83,3	77,9	5,5	78,9	2,0	44,9	5,9	39,0	140,3	70,8	-2,0	3,4	72,50	85,7	143,8	167,7
45	83,8	73,1	10,7	73,8	1,3	43,2	5,5	37,7	128,8	75,4	-3,3	9,9	76,90	96,4	140,8	166,9
46	75,0	73,3	1,7	73,3	,0	39,5	5,3	34,2	126,0	73,9	-,5	6,5	70,90	88,6	146,8	168,4
47	77,2	75,1	2,1	77,1	4,5	36,3	5,1	31,2	124,6	71,6	-1,9	2,2	80,30	86,5	136,7	165,9
48	77,0	79,5	-2,3	81,7	5,0	33,1	4,0	29,1	126,3	70,9	-,8	-4,2	75,40	79,9	137,6	164,5
49	79,8	82,0	-2,0	83,7	3,4	35,5	7,3	28,3	134,7	68,9	-2,4	-,9	71,00	82,2	142,2	166,4
50	83,5	81,8	1,8	81,3	-,9	34,2	9,1	25,0	123,8	66,9	-,5	,0	56,40	99,1	145,4	168,8
51	77,2	66,7	10,5	67,0	,7	48,4	11,3	37,1	123,8	82,1	-4,7	8,4	79,00	96,5	152,8	167,9
52	74,9	72,7	2,3	71,7	-1,9	45,5	12,1	33,5	128,3	76,8	-3,1	,0	71,60	95,8	144,0	167,6
53	80,2	79,1	1,1	78,2	-1,6	39,8	9,8	30,0	130,9	72,0	-3,1	-2,4	65,00	98,3	138,1	165,8



Patient	SNA-Winkel	SNB-Winkel	ANB-Winkel	SNPog-Winkel	PogNB-Strecke	ML/NSL-Winkel	NL/NSL-Winkel	ML/NL-Winkel	Kieferwinkel	Y-Achse	Überbiss	Sagittale Stufe	OKI/NL-Winkel	UKI/ML-Winkel	BaS(S)Sphe-Winkel	BaS(S)Ca-Winkel
110	71,4	68,3	3,2	69,3	1,8	48,2	16,0	32,1	131,1	78,2	-3,6	3,7	70,30	86,6	157,7	170,2
111	78,2	73,0	5,2	72,5	-8	29,9	10,6	19,3	120,7	72,3	-4	4,9	73,70	109,9	154,1	173,9
112	87,8	75,4	12,4	75,9	,9	42,7	7,0	35,7	136,0	71,6	-5,6	7,7	74,60	90,8	144,2	169,8
113	80,7	81,9	-1,1	83,9	3,9	31,9	6,8	25,1	127,4	68,3	-4,0	-3,6	71,10	91,1	141,4	169,3
114	81,0	77,8	3,2	77,4	-8	40,2	9,8	30,4	121,0	74,1	-2,9	1,9	69,90	89,3	149,2	168,4
115	81,4	76,3	5,1	77,5	2,3	43,1	3,8	39,3	135,4	74,6	-5,9	3,8	77,80	87,3	142,8	168,6
116	82,2	70,9	11,4	71,2	,6	43,2	8,1	35,1	126,5	75,8	-2	4,6	81,60	100,0	153,6	170,3
117	78,4	75,9	2,6	76,8	1,4	28,5	5,5	22,9	125,6	66,7	-5	3,1	73,30	101,7	151,1	166,7
118	82,6	76,0	6,6	75,0	-1,8	36,0	9,7	26,4	117,9	70,8	-3	4,6	74,10	98,3	154,3	168,2
119	78,3	75,7	2,6	76,4	1,2	29,9	9,2	20,7	124,5	66,3	-4	3,5	63,50	97,3	151,9	172,3
120	76,4	76,6	-1	76,9	,5	41,1	8,1	33,0	138,3	69,8	-4,4	-1,9	72,20	84,5	150,0	170,0
121	69,8	67,4	2,4	68,1	1,5	44,7	11,3	33,4	129,5	81,4	-1,1	,4	78,80	95,6	142,1	165,1
122	78,6	83,1	-4,5	87,2	6,6	21,3	4,8	16,5	125,6	60,9	-7,2	,0	67,70	72,6	149,8	168,5
123	72,8	76,2	-3,4	79,9	7,6	34,7	4,9	29,8	132,7	68,3	-1,2	-2,8	73,30	78,8	146,8	168,0
124	81,3	88,2	-6,9	89,6	2,9	32,4	6,0	26,4	139,0	59,4	-2,8	-3,1	62,80	70,8	146,7	167,5
125	77,0	74,9	2,1	76,2	2,4	42,4	13,2	29,2	130,6	71,9	-5	1,5	76,00	77,6	145,2	170,0
126	80,6	79,8	,7	83,0	6,0	29,7	8,2	21,5	130,1	64,7	-4	-6	74,70	83,5	147,5	167,2
127	79,8	79,3	,6	79,6	,8	38,8	12,3	26,5	132,4	70,8	-1,2	,0	67,40	84,0	141,5	166,4
128	74,8	77,3	-2,3	80,2	5,8	35,0	7,2	27,8	126,6	70,0	-1,4	-2	69,60	78,7	152,5	168,4
129	80,6	81,9	-1,3	81,2	-1,5	41,3	7,6	33,7	127,4	70,7	-2,2	-4,3	76,60	84,3	145,9	161,0
130	80,8	81,3	-,3	81,3	,1	46,4	8,4	38,0	150,8	70,6	-6,1	-3,9	64,60	78,0	151,0	166,7
131	80,8	90,0	-9,2	91,3	2,5	25,9	-2,9	29,0	128,8	60,5	-4,6	-10,8	70,20	75,4	150,3	169,2
132	80,9	82,0	-,9	83,0	1,9	31,8	8,8	23,0	128,4	66,1	-3,8	-2,2	76,00	81,2	151,5	167,1
133	80,5	73,6	6,8	73,4	-4	43,6	7,1	36,5	131,8	74,1	-6,8	6,4	59,80	92,4	146,0	170,8
134	77,0	75,0	2,0	75,5	1,0	38,3	7,2	31,0	127,1	74,1	-7,1	4,9	75,00	82,7	146,1	168,2

Patient	NSBa-Winkel	NSAr-Winkel	SNBa-Winkel	SNAr-Winkel	SArSphe-Winkel	SCaN-Winkel	SS(S)Ca-Winkel	S(S)SpheN-Winkel	SS(S)Sphe-Winkel	SpheCaN-Winkel	NS-Strecke	NBa-Strecke	NAr-Strecke	NCa-Strecke	SBa-Strecke	SAr-Strecke
1	142,7	133,0	14,1	13,4	17,5	111,4	77,5	130,3	58,9	109,8	63,7	98,0	84,2	13,4	39,4	26,7
2	128,9	122,4	20,2	17,9	23,3	114,0	78,2	123,1	58,2	111,3	68,6	103,8	90,6	13,2	46,0	32,9
3	120,2	112,9	25,2	23,4	26,5	103,6	76,9	119,0	54,1	95,1	63,7	97,0	84,9	13,4	47,8	36,6
4	122,4	115,7	20,2	18,8	20,1	128,7	78,1	108,5	43,7	130,4	75,6	105,1	95,5	15,2	43,0	34,1
5	138,8	126,8	15,8	15,8	20,5	92,7	79,3	128,8	59,6	91,1	62,1	95,6	82,0	11,5	39,6	27,9
6	133,1	125,2	18,2	16,3	20,7	118,8	76,8	122,6	55,4	116,7	68,8	104,5	90,3	15,2	44,6	31,0
7	134,6	127,0	16,8	15,3	21,5	102,2	79,1	127,8	59,6	100,5	60,4	89,8	78,9	11,0	36,4	26,1
8	127,3	119,6	20,0	18,4	23,5	92,9	79,3	120,2	55,8	91,5	60,7	89,3	78,8	11,2	38,4	28,5
9	145,7	136,8	13,0	12,8	20,1	110,7	81,1	146,9	69,4	104,8	57,7	89,5	78,0	8,8	35,7	25,2
10	133,3	125,8	17,0	15,3	24,9	100,6	81,9	134,5	62,1	96,6	59,9	87,9	77,3	8,0	35,2	25,1
11	131,5	117,4	16,7	16,9	24,7	132,6	78,4	124,0	55,2	132,4	74,5	106,0	92,4	15,5	40,7	30,2
12	132,2	120,6	18,8	19,2	19,6	128,5	77,3	117,9	51,6	128,2	64,5	98,4	86,0	14,1	42,7	32,9
13	133,9	126,7	17,2	17,2	17,1	112,8	76,7	120,6	50,9	110,4	59,4	88,8	81,0	13,1	36,6	29,9
14	127,5	116,9	20,9	18,2	23,5	105,5	79,5	114,2	49,5	104,9	62,1	94,0	78,5	10,7	42,3	27,5
15	121,7	112,9	23,9	23,0	13,5	121,7	68,2	91,1	33,8	126,2	63,2	95,1	83,6	21,5	45,3	35,4
16	136,5	125,4	16,4	15,9	22,0	106,0	80,6	129,5	57,4	102,9	66,1	99,8	86,1	10,5	40,9	28,9
17	130,0	122,8	18,2	15,5	26,7	134,2	80,3	130,6	57,0	128,1	68,2	99,3	86,2	11,8	40,6	27,4
18	132,7	125,1	17,7	16,1	21,4	98,6	79,3	124,8	55,4	96,0	61,5	91,7	80,4	11,0	38,0	27,3
19	136,3	124,0	16,3	16,4	20,1	101,8	79,0	123,4	55,2	101,7	61,7	92,5	80,2	11,4	37,5	27,3
20	121,6	115,8	23,3	20,2	19,2	100,2	72,5	102,4	43,3	99,8	60,7	89,9	78,7	17,3	41,7	30,2
21	136,5	124,3	17,4	15,6	20,2	93,6	78,3	120,0	51,1	92,0	58,8	92,2	75,4	11,7	40,2	24,5
22	131,1	126,6	20,2	17,1	19,8	114,7	76,2	119,8	56,0	112,5	58,9	92,5	79,8	13,2	42,5	29,2
23	137,9	129,0	16,8	15,8	23,4	129,2	79,7	139,5	65,6	121,9	60,5	95,0	81,7	10,9	41,0	28,7
24	142,7	135,9	15,7	15,8	14,7	109,6	80,0	131,2	58,7	106,5	61,4	101,1	90,2	10,3	45,1	35,3
25	136,9	127,0	16,9	15,8	24,1	71,7	79,6	135,2	65,9	66,8	54,7	84,6	72,2	11,3	35,9	24,6











Patient	S(S)-Strecke	SpheAr-Strecke	SpheCa-Strecke	SpheS-Strecke	PmSpheSpa-Winkel	GoSpheGn-Winkel	GoCaGn-Winkel	PmCaSpa-Winkel	SphePm-Strecke	SpheSpa-Strecke	SpheGo-Strecke	SpheGn-Strecke	CaPm-Strecke	CaSpa-Strecke	CaGo-Strecke	CaGn-Strecke
113	21,4	40,2	34,2	20,8	46,5	35,5	34,2	41,0	46,0	64,8	90,4	124,3	66,8	59,5	113,9	129,2
114	19,5	33,7	32,6	24,9	49,0	37,2	34,3	38,6	50,7	63,9	90,1	125,3	73,9	63,4	116,5	135,3
115	19,1	35,3	33,1	19,0	48,9	33,7	31,9	40,3	44,1	58,3	78,1	114,3	65,5	54,3	103,7	124,4
116	13,8	29,2	34,8	21,4	55,7	37,5	32,7	48,3	36,9	56,9	70,9	99,2	61,1	50,2	100,1	112,2
117	16,0	30,1	30,1	22,1	54,6	37,9	33,1	41,2	37,6	52,7	71,1	91,6	59,7	50,3	95,5	101,1
118	15,9	29,5	35,5	23,6	53,6	41,0	34,2	44,2	43,2	61,6	74,1	97,4	69,8	60,2	105,0	111,3
119	14,9	27,9	39,2	22,2	52,0	39,9	34,9	42,7	39,3	58,6	73,5	96,7	64,9	51,5	102,9	103,9
120	19,6	32,7	39,1	24,4	49,2	35,8	32,5	33,1	39,1	52,3	72,2	107,5	67,3	53,4	103,6	120,2
121	18,4	36,7	34,5	20,5	56,5	31,0	27,9	43,9	42,3	59,0	87,8	118,4	69,3	58,6	116,3	133,6
122	17,3	32,5	33,6	21,3	50,1	39,9	36,9	40,9	43,0	55,8	78,9	107,1	66,6	54,6	103,6	112,1
123	23,4	37,7	32,9	25,8	48,7	34,0	32,7	39,2	47,2	60,0	88,5	123,6	69,6	58,2	111,9	130,3
124	21,3	34,8	36,7	25,7	43,7	37,7	38,7	39,3	48,6	65,7	80,7	129,3	70,5	61,5	105,1	131,2
125	19,8	31,0	35,4	21,3	46,2	37,1	35,0	40,0	40,5	60,5	72,4	110,5	63,9	57,7	100,0	119,5
126	22,0	39,9	35,2	27,4	47,3	38,1	35,1	39,0	48,0	65,2	88,6	119,4	71,6	63,0	115,2	126,8
127	19,1	34,2	47,2	20,0	44,0	33,5	31,3	38,7	47,0	72,8	90,6	134,5	78,9	71,8	127,0	148,8
128	17,8	34,0	35,4	25,0	51,6	38,3	34,9	38,1	46,5	57,4	89,7	124,1	73,4	59,4	118,1	134,1
129	19,3	27,4	28,1	25,0	42,2	33,0	31,2	34,9	51,8	63,8	83,2	121,8	72,1	67,0	106,0	132,5
130	18,1	30,6	34,2	24,8	51,1	29,3	29,4	40,7	48,3	62,9	80,3	126,6	73,6	63,0	105,8	137,4
131	24,7	39,6	35,4	26,9	50,0	36,8	35,7	37,3	51,3	59,6	93,9	132,3	75,6	58,2	118,4	136,9
132	21,5	34,7	31,6	27,5	46,7	35,8	32,8	37,4	45,7	59,3	84,6	113,6	68,3	60,4	109,4	123,0
133	23,7	35,8	40,6	25,9	48,1	32,8	30,1	40,1	47,8	65,1	84,1	119,4	74,1	60,7	115,7	132,9
134	18,9	42,3	36,6	21,9	53,3	36,1	33,5	47,8	48,3	69,3	92,4	128,0	72,1	61,5	120,6	137,6

Winkelangaben in Grad

Strecken in mm

## 10. Thesen

1. Für die Prognose und Therapie der Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses ist eine umfangreiche kieferorthopädische Diagnostik notwendig. Wichtiger Bestandteil ist dabei die Auswertung von Fernröntgenseitenaufnahmen.
2. Die modifizierte Bergen-Analyse nach HASUND (1974) bietet durch die Anwendung der Prinzipien einer individualisierten Kephalemetrie den Vorteil, Abweichungen im Gesichtsschädelaufbau im Einzelfall besser beurteilen zu können.
3. Anhand individueller Normwerte für die Neigung des Ober- und Unterkiefers ergibt sich auch die Möglichkeit, das Vorgehen bei operativer Korrektur des offenen Bisses zu planen.
4. Eine Einteilung des offenen Bisses kann durch die Beurteilung der Neigungsverhältnisse der oberen und unteren Kieferbasis im Vergleich zur vorderen Schädelbasis vorgenommen werden:
  1. Offener Biss mit Neigungsharmonie (dental)
  2. Offener Biss mit anteriorer Neigung des Oberkiefers (skelettal)
  3. Offener Biss mit posteriorer Neigung des Unterkiefers (skelettal)
  4. Offener Biss mit Divergenz beider Kieferbasen (skelettal)
5. Als häufigste skelettale Abweichung ergibt sich in unserer Untersuchung eine posteriore Neigung des Unterkiefers.
6. Der Mittelwertvergleich zwischen dental und skelettal offenen Biss kann die unterschiedlichen Ausprägungen des Gesichtsschädelaufbaus deutlich machen.
7. Die Größe des offenen Bisses lässt keinerlei Rückschluss auf den Charakter der Anomalie zu.

8. Im Vergleich mit unterschiedlichen Querschnittsuntersuchungen kieferortopädisch unbehandelter Patienten tritt der offene Biss auffällig häufig in Kombination mit einer Mesialbisslage auf.
9. Durch Einbeziehung zusätzlicher kephalometrischer Messpunkte und Messgrößen läßt sich die Morphologie der Schädelbasis und deren Einfluss auf den Gesichtsschädelaufbau sicher einschätzen.
10. Eine Möglichkeit für die Ermittlung eines Zusammenhangs zwischen zwei kephalometrischen Messwerten bietet die Bestimmung des Korrelationskoeffizienten nach PEARSON.
11. Eine hohe Korrelation besteht nur zwischen den Variablen GoCaGn-Winkel und Y-Achse bzw. ML/NSL-Winkel.
12. Als weiteres statistisches Verfahren stellt die Diskriminanzanalyse eine Möglichkeit dar, verschiedene Messwerte zusammenzufassen und die Zuverlässigkeit einer Gruppenzuordnung anhand schädelbasisbezoglicher Variablen zu bewerten.
13. Unter Beachtung der biologischen Varianz und der Wahrscheinlichkeit für eine zufällig richtige Zuordnung ergeben sich gute und sehr gute Klassifizierungsergebnisse für die Einteilung des offenen Bisses in die oben genannten vier Gruppen.
14. Der Einsatz von Messwerten, die die Schädelbasis im Fernröntgenseitbild beschreiben, kann im Einzelfall wichtige zusätzliche Informationen über die Ausprägung einer Anomalie geben.
15. Die gewonnen statistischen Ergebnisse, vor allem der Diskriminanzanalysen, sollten durch eine weitere Untersuchungsgruppe mit gleichen Einschlusskriterien überprüft werden.

## Lebenslauf

von Jens Johannes Bock, wohnhaft in Halle, Krukenbergstr. 8

- 13.09.1970 geboren in Erfurt als erster Sohn von Dr.med.Gisela Bock und Dr. med. dent. Johannes Bock
- 1976 Einschulung in die 31. POS "W. Gebhardt" Erfurt
- 1978-1983 Schüler der 42. POS "W. I. Lenin"
- Nov. 1983 Umzug der Familie nach Weimar
- 1984-1987 Schüler der Karl-Marx-Schule Weimar
- Juli 1987 Abschluß der 10. Klasse
- 1987-1989 Schüler der EOS "Friedrich Schiller" in Weimar
- Juli 1989 Reifeprüfung
- Sept.-Okt. 1989 Praktikant an den Kliniken und Polikliniken Weimar
- Nov. 1989 Einberufung zum Grundwehrdienst der NVA
- Feb.-Okt. 1990 Einsatz als Soldat in der Hufelandklinik Weimar
- Nov.-Dez. 1990 Praktikant an den Städtischen Kliniken Fulda
- Jan.-Okt. 1991 Mitarbeit in der kieferorthopädischen Praxis Dr. J. Bock
- ab Okt. 1991 Studium der Zahnmedizin in Jena und Erfurt
- Juli 1992 Ablegen der naturwissenschaftlichen Vorprüfung
- März 1993 zahnärztliche Vorprüfung
- Juli–Nov. 1996 zahnärztliche Prüfung
- 11. Nov. 1996 Erteilung der Approbation als Zahnarzt
- Jan.1997-Apr.1998 Vorbereitungsassistent bei Dr. F. Topitsch
- seit 04.05. 1998 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Poliklinik für Kieferorthopädie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und Beginn der Weiterbildung zur Erlangung der Gebietsbezeichnung "Fachzahnarzt für Kieferorthopädie"
- 01. 08. 1998 Heirat mit Franziska Bock, geb. Funk in Eisenach
- 08. 01. 2000 Geburt unserer Tochter Friedericke Sophie Bock

Halle, den 03. Februar 2000

## **Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich an Eides statt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel zur Erstellung dieser Arbeit angewandt zu haben. Weiterhin erkläre ich, diese Arbeit selbstständig und ohne unzulässige Hilfe Dritter durchgeführt zu haben.

Halle, den 03. Februar 2000

## **Erklärung über vorangegangene Promotionsverfahren**

Hiermit erkläre ich an Eides statt, kein anderes als dieses Promotionsverfahren eingeleitet zu haben.

Halle, den 03. Februar 2000



## **Erklärung über Veröffentlichung der Untersuchungsergebnisse**

Einen Teil der gewonnenen Untersuchungsergebnisse wurde für die Anfertigung eines wissenschaftlichen Posters mit dem Titel "Kephalometrische Untersuchung zur Morphologie der Schädelbasis bei Klasse-III-Patienten" herangezogen. Dieses Poster wurde während der 72. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie in Ulm 1999 ausgestellt.

Eine Veröffentlichung in der Fachzeitschrift "Fortschritte der Kieferorthopädie / Journal of Orofacial Orthopedics" befindet sich in Vorbereitung.

Für die 73. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie in Düsseldorf wird ein Beitrag unter Zuhilfenahme einiger Messwerte dieser Arbeit vorbereitet.

Halle, den 03. Februar 2000

## **Danksagung**

Für die freundliche Überlassung des Themas und die wertvollen Ratschläge während der Erstellung dieser Arbeit danke ich sehr herzlich Herrn Prof. Dr. med. dent. habil. G. Sterzik, Kommissarischer Direktor der Poliklinik für Kieferorthopädie am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Herrn Dr. J. Bock und dem Team der kieferorthopädischen Praxis in Weimar möchte ich für die Möglichkeit danken, Behandlungsunterlagen einsehen und auswerten zu können.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. rer. nat. habil. J. Haerting, Direktor des Instituts für Medizinische Epidemiologie, Biometrie und Medizinische Informatik der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, für die freundliche Unterstützung bei der statistischen Bearbeitung der Untersuchungsergebnisse.

Halle, den 03. Februar 2000