

**Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen
Abteilung Poliklinik für Kieferorthopädie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. G. Göz**

**VERHÄLTNIS ZWISCHEN DER INKLINATION DER OBERKIEFER-INZISIVI
UND IHRER UNTERLIPPENÜBERLAPPUNG
IN HABITUELLER OKKLUSION UND RUHELAGE**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen**

vorgelegt von

Fotios Exarchou

aus

Nürnberg

2009

Dekan:

Prof. Dr. med. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. Dr. G. Göz

2. Berichterstatter:

Privatdozent Dr. Dr. M. Kimmel

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
2	LITERATURÜBERBLICK	4
2.1	Röntgenkephalometrie.....	4
2.2	Inklination der Frontzähne bei Okklusionsstörungen	7
2.2.1	Angle-Klassen	7
2.2.2	Die Anomalie der Klasse II/2 als wichtigste Komponente einer Reklination der OK-Inzisivi	8
2.2.3	Zusammenhang zwischen Lippenlinie und Okklusionsstörungen	11
3	MATERIAL UND METHODE	14
3.1	Material	14
3.1.1	Patienten – Klinischer Teil.....	14
3.1.2	Patienten – Fernröntgenseitenbildanalyse	16
3.1.3	Auswahlkriterien	16
3.1.4	Fernröntgenseitenbilder	17
3.1.4.1	Technische Daten.....	17
3.1.4.2	Praktisches Vorgehen.....	18
3.1.5	Arbeitsmaterial	19
3.2	Methoden.....	20
3.2.1	Probandeneinteilung.....	20

3.2.2	FRS-Auswertung	20
3.2.2.1	Übersicht	20
3.2.2.2	Skelettale Referenzpunkte	23
3.2.3	Weichgewebe-Referenzpunkte	24
3.2.4	Röntgenkephalometrische Bezugslinien	25
3.2.5	Anguläre/lineare Messungen am Fernröntgenseitenbild.....	26
3.3	Statistik.....	28
3.3.1	Datengrundlage	28
3.3.2	Deskriptive Darstellung der Daten.....	29
3.3.3	Statistische Tests.....	30
4	ERGEBNISSE	31
4.1	Alter und Geschlechtsverteilung der Probanden	31
4.2	Deskriptive Darstellung der Daten aller Probanden	32
4.3	Häufigkeitsverteilung der drei Inklinationsgruppen	33
4.4	Vergleich der drei Inklinationsgruppen hinsichtlich der untersuchten Parameter	33
4.4.1	Alter und Geschlechtsverteilung	33
4.4.2	Inklination zur vorderen Schädelbasis (OK 1er/SN) und zur Oberkieferbasis (OK 1er/NL).....	35
4.4.3	Höhe der klinischen Krone	36
4.4.4	Vertikaler Lippenindex (VLI).....	38
4.4.5	Gesichtshöhenindex und vorderer Gesichtshöhenindex	39

4.4.6	Mandibularlinienwinkel (ML/SN)	40
4.4.7	Innenwinkel zwischen vorderer Schädelbasis und Oberkieferbasis (NL/SN) und Winkel ANB (Differenz SNA-SNB).....	41
4.4.8	Gonionwinkel.....	42
4.4.8.1	Gonionwinkel.....	42
4.4.8.2	Go1 und Go2, Gonionindex (Go1: Go2).....	43
4.4.9	Wits.....	46
4.4.10	Unterlippenüberlappung in habitueller Okklusion und in Ruheschwebe.....	47
5	DISKUSSION.....	50
5.1	Methodenkritik	50
5.2	Diskussion der Ergebnisse.....	52
5.2.1	Proklination – Angle-Klasse II/1	53
5.2.2	Reklination – Angle-Klasse II/2	55
5.3	Schlussfolgerungen	57
6	ZUSAMMENFASSUNG	61
7	LITERATURVERZEICHNIS	63
8	SUMMARY.....	75
9	DANKSAGUNG	77
10	LEBENS LAUF	78

1 Einleitung und Fragestellung

Bereits im Jahr 400 v. Chr. beschrieb Hippokrates Unregelmäßigkeiten der Zahnstellung. Die Prophylaxe und Therapie von Gebissfehlbildungen und Zahnstellungsanomalien stellen das Aufgabengebiet der Kieferorthopädie dar. Verfolgt man die Geschichte der Kieferorthopädie, so wird deutlich, dass man zur besseren Beurteilung der diversen Anomalien schon sehr früh bemüht war, Informationen über die Einlagerung des Gebisses in den Gesichtsschädel zu erhalten. Im Jahre 1931 legten Hofrath (Düsseldorf) und Broadbent (Cleveland) unabhängig voneinander den Grundstein für eine systematische röntgenologische Kephalemetrie. Im Jahre 1938 erkannte A. M. Schwarz die Notwendigkeit dreidimensionaler Darstellungen und Auswertungen beim Vorliegen von Kieferanomalien (SCHWARZ 1951), und es wurden zahlreiche kephalometrische und profilometrische Messungen vorgeschlagen, um beispielsweise zu diagnostischen Kennwerten zu gelangen oder die Durchführungsmodalitäten und das Ergebnis kieferorthopädischer Behandlungen zu beobachten und zu objektivieren. L.-F. Andrews betonte in seiner „Philosophie der Sechs Elemente“, in der er optimale und universelle Behandlungsziele für Zähne und Kiefer sowie spezielle Regeln für die Therapie und die Einschätzung der Resultate vorgibt, unter anderem die Bedeutung der Inklination der Seiten- und Frontzähne (ANDREWS 1972, 2004).

Wichtiges Element einer kieferorthopädischen Untersuchung stellt die Analyse der vorhandenen Okklusion dar. Unter Okklusion wird die Verzahnung einzelner Zahnpaare im Schlussbiss verstanden. Okklusionsangaben erfolgen in der Regel für die Eckzähne und die 1. Molaren der rechten und linken Seite. Da der obere Zahn als Fixpunkt gilt, wird die Position des Antagonisten in 1/4, 1/2, 3/4 oder 1 Prämolarenbreite (Pb) nach mesial oder distal bzw. als neutral angegeben. Wesentlichen Anteil an der Entwicklung der Okklusionsdiagnostik hatte Angle (ANGLE 1907), der Anfang des 20. Jahrhunderts den Sechsjahrmolaren als Schlüssel zur Okklusion (bzw. Bisslage) ansah und die Anomalien in drei Klassen einteilte (siehe auch Abb. 1):

Klasse I = Neutralbiss

Klasse II = Distalbiss (II/1 = mit Proklination der OK-Front)

(II/2 = mit Reklination der OK-Front)

Klasse III = Mesialbiss

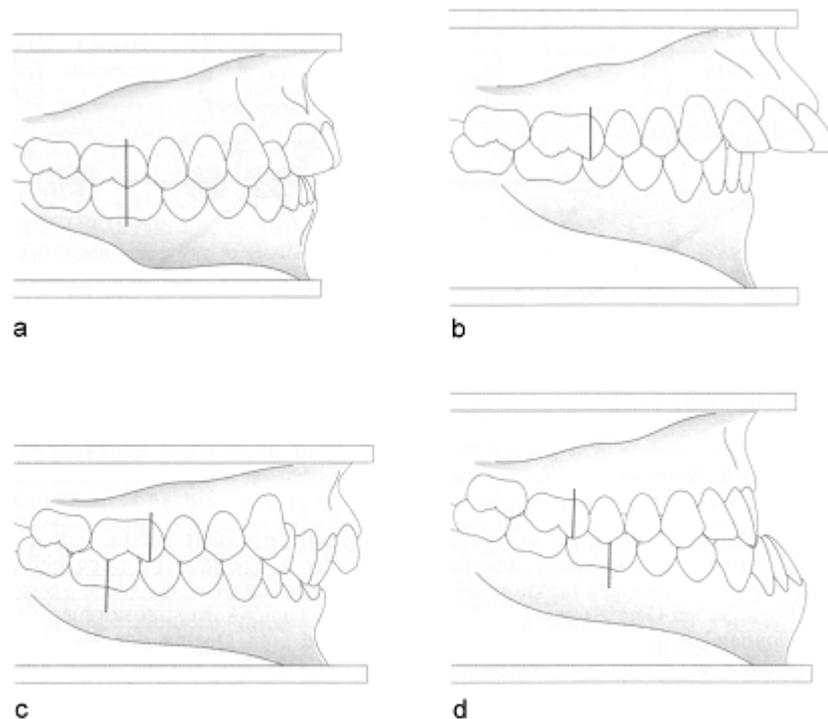


Abb. 1: Einteilung der Angle-Klassen a) Angle-Klasse I, b) Angle-Klasse II/1, c) Angle-Klasse II/2, d) Angle-Klasse III (modifiziert nach Kahl-Nieke 1995).

Im Jahr 1899 erwähnte Angle (ANGLE 1899) erstmals eine Gruppe von Anomalien mit der gemeinsamen Trias: Tiefbiss, Reklination der Oberkieferfrontzähne und posterior verlagertem Unterkieferzahnbogen, die er in einer eigenen Kategorie, der Klasse II/2, zusammenfasste. Später führte Mayrhofer den Begriff „Deckbiss“ als Bezeichnung des ausgeprägten

frontalen Überbisses in die Literatur ein (MAYRHOFER 1912), der ein häufiges, aber nicht regelmäßiges Symptom der Klasse II/2 ist.

Als mögliche Ursache einer Klasse II/2 wird eine genetische Determinierung anerkannt (CHRISTIANSEN-KOCH 1981, SCHULZE 1982), die für folgende Symptome diskutiert wird: a) Inversion der oberen Zahnkeime (FRAENKEL 1967, KORKHAUS 1931), b) vertikale Überentwicklung der Prämaxilla (KORKHAUS 1939), c) Anomalie der perioralen Weichteilmorphologie und –funktion (BALLARD 1965, BURSTONE 1967, FRAENKEL 1967, WITT 1966).

Besonders in Zusammenhang mit der Behandlung von Patienten mit einer Angle-Klasse II/2 wurde der Zusammenhang zwischen einer hohen Lippenlinie, d.h. einer deutlichen Überlappung der Oberkieferinzisivi durch die Unterlippe, und der Ausprägung eines Deckbisses immer wieder von zahlreichen Autoren betont (BINDA et al. 1994; FLETCHER 1975; KARLSEN 1994; KINZEL et al. 2002; KLATT 2005; LAPATKI et al. 2002; LUFFINGHAM 1982; SCHWEITZER und PANCHERZ 2001). Demzufolge wird die Herstellung einer physiologischen Beziehung zwischen den Oberkieferschneidezähnen und der Unterlippe als wichtiges Behandlungsziel angesehen (KLATT 2005; LAPATKI et al. 2006) und Veränderungen der Unterlippenüberlappung könnten möglicherweise als Kriterium für das Voranschreiten und den Erfolg der Therapie herangezogen werden.

Daher ist es das Ziel der vorliegenden Untersuchung, an einer größeren Gruppe kieferorthopädisch unbehandelter Probanden die Unterlippenüberlappung der oberen Inzisivi zu messen und in Abhängigkeit von der Inklination der Inzisivi die Beziehungen zu weiteren röntgenkephalometrischen Parametern zu analysieren. Hierdurch sollten Rückschlüsse auf zu erwartende Veränderungen bei Patienten mit reklinierten, norm- und proklinierten Inzisivi möglich sein.

2 Literaturüberblick

2.1 Röntgenkephalometrie

Unter dem Begriff Röntgenkephalometrie versteht man die Vermessung des Kopfes mit Hilfe von Röntgenaufnahmen. Das hauptsächliche Ziel solcher Untersuchungen ist die Beschreibung der vertikalen und sagittalen Verhältnisse der Hauptkomponenten des Gesichts, also der Schädelbasis und beider Kiefer einschließlich Alveolarfortsätzen und Zähnen. Zu diesem Zweck werden heute meist Fernröntgenseitenbilder verwendet, da diese die knöchernen Strukturen weitgehend verzerrungsfrei und nahezu größenrichtig in der seitlichen Ansicht darstellen. Bei Verwendung von speziellen Weichteilfiltern ist auch die Darstellung des Weichgewebeprofiles möglich (DRESCHER 2000; SANDER et al. 1990).

Als nachteilig bei der Fernröntgenseitenaufnahme gelten Strahlendivergenzen und Parallaxenfehler; diesem Problem begegnet man durch eine filmnahe Positionierung des Patienten bei gleichzeitig großem Fokus-Film-Abstand von mindestens 1,5m. Weiterhin muss der Patient eine Position einnehmen, die es erlaubt, dass die Medianebene des Schädels parallel zur Filmebene – d.h. senkrecht zum Zentralstrahl – ausgerichtet ist, wobei der Zentralstrahl im Bereich des äußeren Gehörganges auftrifft (DRESCHER 2000). Zur Erleichterung dieser Positionierung und zur Ermöglichung von reproduzierbaren Messungen stehen bestimmte Kopfhaltvorrichtungen – Kephalmeter, KephaloSTATen - zur Verfügung.

Nach RAKOSI und JONAS liefern Fernröntgenseitenaufnahmen zusammengefasst Informationen über

- den morphologischen Aufbau des Gesichtsschädels,
- die Einlagerung der Kiefer in den Gesichtsschädel,
- die Beziehungen der Kieferbasen zueinander,
- die Beziehungen der Schneidezahnachsen,
- die Weichteilmorphologie in Zusammenhang mit den darunter liegenden knöchernen Strukturen,

- die Wachstumstendenz und –richtung,
- die Lokalisation einer Dysgnathie,
- die Behandlungsmöglichkeiten und –grenzen
- sowie die Verlaufskontrolle und Beurteilung des Behandlungserfolges (RAKOSI und JONAS 1989).

Zahlreiche kephalometrische Parameter sind ohne Fernröntgenseitenbilder nur unzureichend oder gar nicht zu ermitteln. Beispielsweise wird die Achsenstellung der Schneidezähne durch Modelle nur unzureichend wiedergegeben (DRESCHER 2000).

Viele Strukturmerkmale des Gesichtsschädels sind bereits bei der orientierenden visuellen Übersicht erkennbar. Jedoch ergibt sich angesichts der Komplexität der zahlreichen beteiligten Strukturen die Notwendigkeit einer Objektivierung der Befunde. Hierzu wurde eine Fülle von topographischen Merkmalen herangezogen. Beispielsweise sind allein etwa 200 Messpunkte am Schädel bekannt, die sich in

- anatomische Punkte,
- anthropologische Punkte (Extrempunkte anatomischer Konturen),
- durch geometrische Ableitungen konstruierte Punkte und
- nur röntgenologisch erkennbare Punkte wie z.B. das „Articulare“

unterscheiden lassen (NÖTZEL und SCHULTZ 2001). Aus den Beziehungen zwischen einzelnen Bezugspunkten lassen sich Messstrecken und Winkel bilden, so dass die Zahl der verfügbaren Parameter unüberschaubar groß ist. Daher muss in Abhängigkeit von der gewählten Fragestellung eine sinnvolle und geeignete Auswahl unter den Kenngrößen getroffen werden (DRESCHER 2000; NÖTZEL und SCHULTZ 2001; RAKOSI und JONAS 1989).

Trotz der scheinbaren Genauigkeit der kephalometrischen Messungen, die durch die Verwendung genau definierter Parameter erzielt wird, gibt es Fehlerquellen bei der Auswertung von Fernröntgenseitenbildern (BUSCHANG

et al. 1986; BUSCHANG et al. 1987). DRESCHER führt - beziehend auf eine ältere Veröffentlichung von BAUMRIND und FRANTZ aus dem Jahr 1971 – folgende Fehlerarten an:

- Radiographische Fehler wie Parallaxen- und Verzerrungsfehler,
- Identifikationsfehler durch falsche Interpretation der visuellen Eindrücke sowie
- Messfehler durch fehlerhaftes Ablesen eines Lineals oder technische Fehler bei computergestützten Messungen (BAUMRIND und FRANTZ 1971; DRESCHER 2000).

Während radiographische Fehler kaum ins Gewicht fallen (HOUSTON 1983; HOUSTON et al. 1986), sind die übrigen Fehlerarten häufiger. Die Zahl und Schwere von Identifikationsfehlern wird wesentlich vom Übungsgrad des Auswerters beeinflusst. Allerdings gibt es auch bestimmte Strukturen, die a priori schwer erkennbar sind, wie beispielsweise die Wurzelspitzen der Schneidezähne (BAUMRIND und FRANTZ 1971; MIETHKE 1989). Weiterhin unterliegt die Messgenauigkeit inter- und intraindividuellen Schwankungen (DRESCHER 2000; FREISFELD 1973).

Es wird davor gewarnt, aus kephalometrischen Analysen abgeleitete Normwerte kritiklos zu übernehmen, besonders davor, einen einzelnen kephalometrischen Parameter – wie beispielsweise den ANB-Winkel – als Leitkriterium für die Diagnose bei Einzelpatienten heranzuziehen (JÄRVINEN 1992; PANAGIOTIDIS und WITT 1977). Besser sei es, „individualisierte Normwerte“ zu verwenden, d.h. die bei einem Patienten erhobenen Daten werden nicht mit einem Bevölkerungsmittelwert verglichen. Stattdessen sollten mittels speziell erstellter „Harmonieboxen“ zueinander passende Werte so in Beziehung gebracht werden, dass harmonische Relationen entstehen. Dies bedeutet, dass die individuellen Erwartungswerte selbst die „Norm“ für den betreffenden Patienten darstellen (SEGNER und HASUND 1998).

2.2 Inklination der Frontzähne bei Okklusionsstörungen

2.2.1 Angle-Klassen

Der amerikanische Zahnarzt Edward Hartley Angle (1855-1930) gilt als Begründer der wissenschaftlich fundierten Kieferorthopädie. Er teilte die relativen Lagebeziehungen des Oberkiefers zum Unterkiefer in sagittaler Richtung in drei Hauptklassen ein:

- Angle-Klasse I: Bei dieser eugnathe Lagebeziehung okkludiert der mediobukkale Höcker des unteren ersten Molars mit dem mittleren zentralen Grübchen des oberen ersten Molars.
- Angle-Klasse II kennzeichnet eine retrognathe (rückgestellte) Lagebeziehung von Unterkiefer zu Oberkiefer: Der mediobukkale Höcker des unteren ersten Molars okkludiert hinter dem mittleren Grübchen des oberen ersten Molars.
- Angle-Klasse III charakterisiert eine prognathe (vorgestellte) Lagebeziehung des Unterkiefers zum Oberkiefer: Der mediobukkale Höcker des unteren ersten Molars okkludiert vor dem mittleren Grübchen des oberen ersten Molars.

Die Angle-Klasse II wird auf Grund der Stellung der Frontzähne des Oberkiefers in zwei Untergruppen unterschieden: Bei der Angle-Klasse II/1 sind die oberen Frontzähne prokliniert, was einen vergrößerten sagittalen Überbiss (Overjet) zur Folge hat. Bei der Angle-Klasse II/2 liegt eine Distalokklusion mit retroklinierten Oberkieferschneidezähnen vor, häufig kombiniert mit einem Tiefbiss.

Die Entstehung von Klasse II-Okklusionsstörungen hängt von zahlreichen Faktoren, wie der Gesichtsstruktur, den maxillären und mandibulären Wachstumsmustern und der dentoalveolären Entwicklung, ab (ADAMS und KERR 1981; ANDERSON und POPOVICH 1983; BISHARA et al. 1997; LAWRENCE et al. 1985; MCNAMARA 1981; PANCHERZ et al. 1997; ROTHSTEIN und YOON-TARLIE 2000). So werden als Ursachen für eine Gebissanomalie der Angle-Klasse II zahlreiche endogene und exogene Faktoren diskutiert: Habits wie Daumenlutschen, Lippenbeißen und –saugen,

Flaschenernährung, Schlaflage, Mundatmung, genetische Ursachen sowie Störungen des Unterkieferwachstums durch Frakturen des Gelenkfortsatzes, Osteomyelitis, Ankylosen oder juvenile Polyarthritiden.

2.2.2 Die Anomalie der Klasse II/2 als wichtigste Komponente einer Reklination der OK-Inzisivi

Die Klasse II/2 ist charakterisiert durch die Trias: Tiefbiss, retroinklizierte Oberkieferfrontzähne und eine Distalbisslage. Sie wurde erstmals von Angle als eigene Gruppe definiert (ANGLE 1899).

Hinsichtlich der Kippung der Oberkieferfrontzähne lassen sich vier Varianten unterscheiden (JONAS 1999):

- Steilstand der mittleren Schneidezähne und Labial- oder Normalstand der seitlichen Schneidezähne
- Steilstand der Inzisivi und Vestibulärstand der Eckzähne
- Steilstand aller sechs Frontzähne
- Gemischte Form mit einseitigem Steilstand der Inzisivi

Für den besonders ausgeprägten Tiefbiss führte Mayerhof 1912 den Begriff Deckbiss ein. Der Deckbiss ist ein häufiges aber nicht notwendiges Symptom der Klasse II/2, ebenso treten Deckbissfälle ohne Distalbisslage des Unterkiefers auf.

Durch die Palatinalkippung der Frontzähne kommt es zu einem mehr oder weniger ausgeprägten Engstand. Je nach dem wie ausgeprägt der Engstand ist, spricht man von einer breiten oder schmalen Form der Klasse II/2. Der kurze, frontal abgeflachte Zahnbogen gilt dabei als typisches klinisches Erscheinungsbild der Anomalie (Jonas 1999). Das Verhältnis der Zahnbreiten der Frontzähne gegenüber der der Seitenzähne spielt dabei eine wesentliche Rolle. In einem Teil der Fälle stehen die beiden mittleren Inzisivi invertiert und

die beiden lateralen weichen nach labial aus. Dabei lagert sich oft die Unterlippe hinter die seitlichen Schneidezähne ein und verstärkt die Labialkipfung der seitlichen Schneidezähne. Bei sehr ausgeprägten Engständen kommt es zur unterminierenden Resorption des Milcheckzahns. Die vier Frontzähne nehmen den gesamten Raum ein und es entsteht das klinische Bild einer Flachfront.

Die Achsenstellung der Unterkieferfrontzähne kann variieren. Der Interinzisalwinkel ist immer vergrößert (JONAS 1999).

Die Unterkieferfrontzähne finden während des Durchbruchs keinen okklusalen Kontakt zu den steil stehenden oberen und stehen im bleibenden Gebiss mehr oder weniger in Supraposition, das verstärkt den frontalen Überbiss bis hin zum kompletten Deckbiss. Ein weiteres charakteristisches Merkmal ist die Diskrepanz in der Höhe der Alveolarfortsätze der Front- und Seitenzähne, der dentoalveoläre Komplex ist im Seitenzahnbereich erniedrigt (KARLSEN 1994).

Röntgenkephalometrisch zeichnet sich die Klasse II/2 durch eine vorwiegend horizontale Wachstumsrichtung aus, was für einen skelettalen Tiefbiss spricht (BREZNIAK et al. 1998). Der Oberkiefer kann sowohl pro-, ortho- als auch retrognath eingebaut sein (KARLSEN 1994, PANCHERZ und WINNEBERG 1981, RENFROE 1948).

Der Unterkiefer liegt meist retrognath (KARLSEN 1994). Der SNB ist bei normal liegendem Pogonion verkleinert, so dass man von einem retrognathen Einbau des dentoalveolären Komplexes des Unterkiefers ausgeht. Man findet meistens einen eher zu großen Wert für den ANB, was für eine Tendenz zur skelettalen Klasse II spricht (PANCHERZ et al. 1997).

Epidemiologische Studien ergaben eine Prävalenz der Anomalie zwischen 1% und 10% (BREZNIAK et al. 1998, MASSLER und FRAENKEL 1951, MYLLARNIEMI 1970, SALONEN et al. 1992). Eine Studie aus den USA stellte bei 8% der Bevölkerung einen vertikalen Überbiss von über 6 mm fest

(BRUNELLE et al. 1996). Eine weitere Studie aus den USA untersuchte das Vorkommen von Anomalien unter der lateinamerikanischen Bevölkerung. Es fanden sich 1,2 % Klasse II/2-Fälle. Mit einem Verhältnis von 3:2 wurde eine deutlich höhere Prävalenzrate des Deckbisses bei Männern gefunden (SALONEN et al. 1992). Für die Pathogenese bei der Entstehung der Klasse II/2 werden genetische Faktoren diskutiert (CHRISTIANSEN-KOCH 1981). Eine Untersuchung bei monozygoten Zwillingen ergab jedoch, dass auch andere Faktoren eine Rolle spielen (RUF und PANCHERZ 1999). Als Ursachen für die Entstehung der Klasse II/2 werden verschiedene Gründe zur Erklärung herangezogen. Die Oberkieferfrontzahnstellung soll durch die invertierte Keimlage der Zähne bedingt sein (FRAENKEL und FALK 1967, KORKHAUS 1931). Korkhaus macht außerdem eine Überentwicklung der Prämaxilla und die damit verbundene Neigung der Keime für die Frontzahnstellung verantwortlich (KORKHAUS 1939). Einen weiteren Grund sehen viele Autoren in einer Anomalie der perioralen Weichteile besonders im Bereich der Lippen (BURSTONE 1967, FRAENKEL und FALK 1967). Andere Untersuchungen ergaben einen signifikant erhöhten Lippentonus (HARRADINE und KIRSCHEN 1983, WITT 1966). Weiterhin spielt die typische Lippenmorphologie, eine kurze Oberlippe bei relativ langer Unterlippe, eine Rolle (TRIOULLIER 1971). Den beim Deckbiss vorkommenden zu schmalen seitlichen Inzisivi, schreiben Peck et al. den entscheidenden ätiologischen Einfluss zu (PECK et al. 1998). Die Distalbisslage kann entweder genetisch oder funktionell als distaler Zwangsbiss verankert sein. Die Rolle des Zwangsbisses wird in der Literatur unterschiedlich beurteilt. Während Schulze in 60 % einen distalen Zwangsbiss verantwortlich macht (SCHULZE 1982), ergab eine neue Studie, die die Differenz zwischen RKP und IKP untersucht, eine eher seltene Zwangsbisskomponente (DEMISCH et al. 1992, THUER et al. 1992).

2.2.3 Zusammenhang zwischen Lippenlinie und Okklusionsstörungen

Bei physiologischen Okklusionsverhältnissen bedeckt die Unterlippe das inzisale Drittel der zentralen Oberkieferinzisivi (SUBTELNY und ROCHESTER 1959).

Eine hohe Lippenlinie, definiert als eine Überlappung der oberen Schneidezähne durch die Unterlippe (ANGLE 1907; BALLARD 1953, 1956; KARLSEN 1994; NICOL 1954, 1955; ROBERTSON und HILTON 1965; VAN DER LINDEN 1991), wird zusammen mit einer Hyperaktivität des Musculus mentalis als Ursache für eine Steilstellung der Oberkieferschneidezähne angesehen (FLETCHER 1975; FRÄNKEL 1964; LUFFINGHAM 1982; MILLS 1973; NICOL 1954, 1963; POSEN 1972; RIDLEY 1960; VAN DER LINDEN und BOERSMA 1988).

Eine besondere Bedeutung kommt der hohen Lippenlinie beim Deckbiss beziehungsweise der Angle-Klasse II/2 zu, denn in vielen Studien wurde ein Zusammenhang zwischen einer hohen Lippenlinie und der Ausprägung des Deckbisses festgestellt (BINDA et al. 1994; FLETCHER 1975; KARLSEN 1994; KINZEL et al. 2002; LAPATKI et al. 2002; LUFFINGHAM 1982; SCHWEITZER und PANCHERZ 2001). Auf der Abbildung 2 ist der Zusammenhang zwischen Lippenlinie und Zahnstellung bei Patienten mit einer Angle-Klasse II/2 im Vergleich zu Angle-Klasse I dargestellt (FLETCHER 1975).

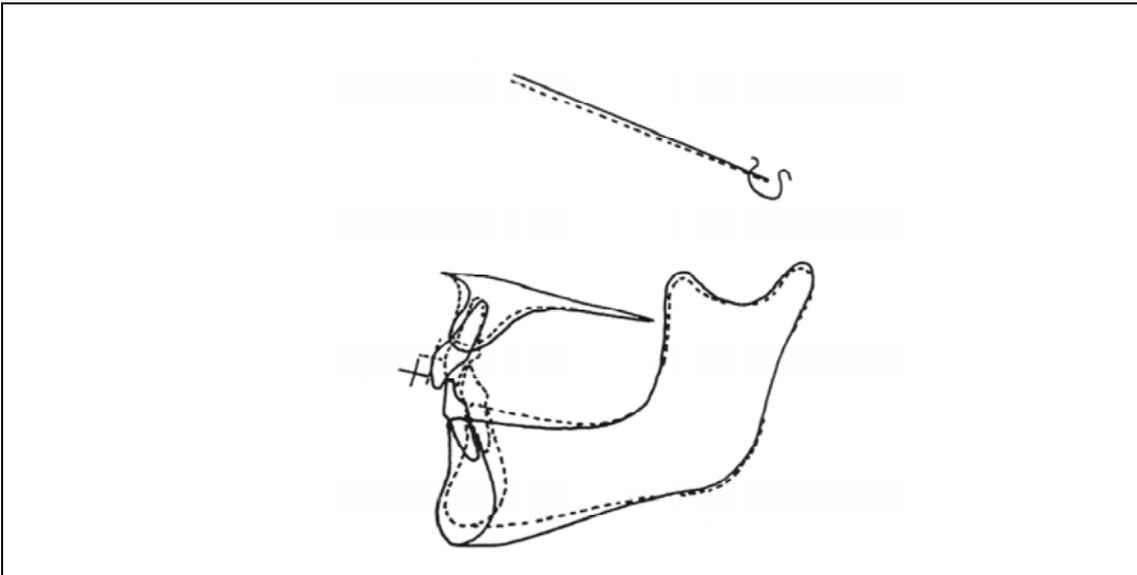


Abbildung 2: Vergleich der Unterlippenüberlappung der oberen Schneidezähne bei der Angle-Klasse I (durchgezogene Linie) und der Angle-Klasse II/2 (gestrichelte Linie) mit der SN-Linie als Referenz. Die Kreuze im Bereich der oberen Inzisivi verweisen auf die Unterlippenlinie. (FLETCHER 1975).

Fletcher beobachtete bei Patienten mit einer Angle Klasse II/2 zwei prinzipiell unterschiedliche Lippenmorphologien beziehungsweise Profilausprägungen in Abhängigkeit von der Gesichtshöhe: Bei Patienten mit einer großen Gesichtshöhe (Abbildung 3 links) zeigt die Unterlippe keine ausgeprägte Lippenfalte, und sie erscheint sogar in der Ruheposition ungewöhnlich aufgerichtet. Ein Lippenschluss kann bequem ohne besondere Verstärkung des Lippenkontakts erzielt werden. Dagegen erscheinen bei Patienten mit geringer Gesichtshöhe (Abbildung 3 rechts) die Lippen verdickt, wobei die Unterlippe vorgestülpt wird und eine deutliche Lippenfalte entsteht. Bei vollständigem Lippenschluss bildet sich ein „Schmollmund“ als Ausdruck der verstärkten Kraft der Sphinkteren, die erforderlich ist, um die Lippen aufeinander zu halten. Beide Profiltypen stellen zeitlich aufeinander folgende Stadien dar, wobei sich das Profil mit geringer Gesichtshöhe allmählich als Folge einer Mandibularrotation ausbilden kann (BJÖRK 1969; FLETCHER 1975).

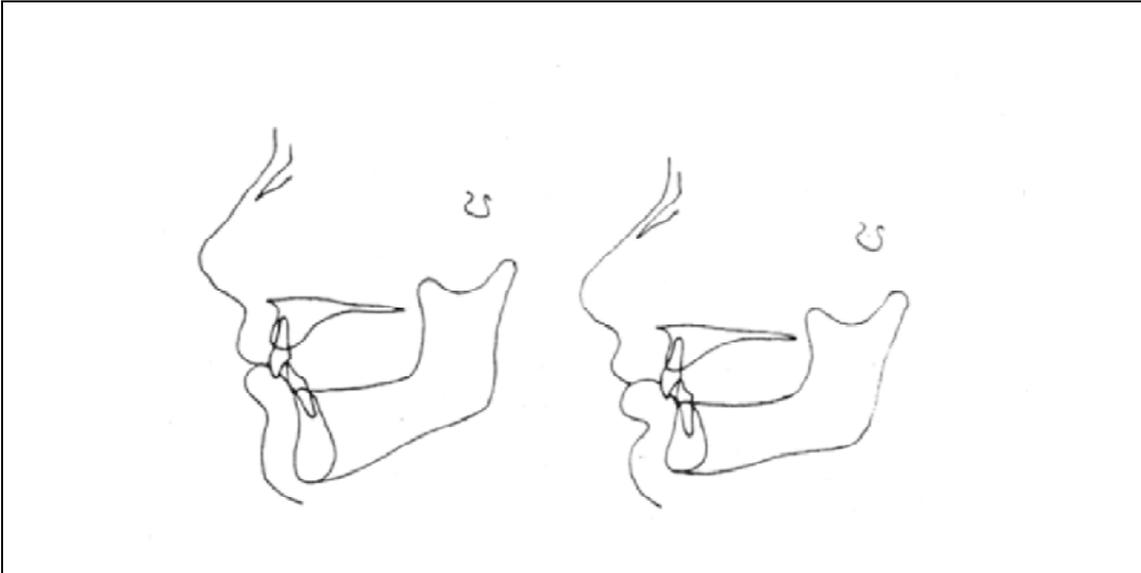


Abbildung 3: Gegenüberstellung von Patienten mit einer hohen (links) und tiefen (rechts) Lippenlinie (FLETCHER 1975)

Das Ausmaß des Deckbisses erklärt sich zu 30% allein aus der Höhe der Lippenschlusslinie, die bei Deckbisspatienten signifikant erhöht ist und mit einer relativ kurzen Oberlippe sowie einer Supraokklusion der mittleren Oberkieferschneidezähne in Zusammenhang steht. Zusammen mit einer großen sagittalen Kieferbasendiskrepanz und einer niedrigen vorderen unteren Gesichtshöhe lässt sich die Deckbissausprägung sogar zu 65% erklären (KLATT 2005).

Es wurde gezeigt, dass zur Behandlung des Deckbisses die Herstellung einer physiologischen morphologischen Beziehung zwischen oberen Inzisivi und Unterlippe – vor allem unter dem Gesichtspunkt der möglichen Einflussnahme auf diesen Parameter – als eines der wichtigsten therapeutischen Ziele angesehen werden kann (KLATT 2005; LAPATKI et al. 2006). Die Langzeitstabilität einer kieferorthopädisch behandelten Angle II/2-Klasse wird nach Ansicht zahlreicher Autoren entscheidend durch eine relative Abnahme der Unterlippenüberlappung über die oberen Schneidezähne geprägt (BALLARD 1956; FLETCHER 1975; LUFFINGHAM 1982; MILLS 1973; NICOL 1954, 1955, 1963; RIDLEY 1960; SELWYN-BARNETT 1991; VAN DER LINDEN und BOERSMA 1988).

3 Material und Methode

3.1 Material

3.1.1 Patienten – Klinischer Teil

Für die Untersuchung standen 185 kieferorthopädisch unbehandelte Patienten im Alter zwischen 9 und 17 Jahren zur Verfügung. Es handelte sich dabei um 106 weibliche und 79 männliche Patienten mit einem Durchschnittsalter von $12,46 \pm 1,65$ Jahren. Alle Patienten stammten aus einer kieferorthopädischen Fachpraxis.

In der Studie wurde zunächst die Länge der klinischen Krone des Zahnes 11 gemessen. Der Zahn 11 stellt den mittleren Schneidezahn (Incisivus) des oberen rechten Quadranten dar. Die Messung erfolgte mittels einer Schieblehre „Züricher Modell“ mit einer Genauigkeit von einem Zehntelmmillimeter.

Danach wurden der höchste Punkt des Gingivalsaums und der höchste Punkt der Unterlippenlinie in habitueller Okklusion bestimmt. Der Gingivalsaum stellt den Übergang zwischen klinischer Krone eines Zahnes und befestigter Gingiva dar. Der höchste Punkt des Gingivalsaumes des Zahns 11 befindet sich auf der Längsachse des Zahnes, am Übergang der klinischen Krone zur befestigten Gingiva. Die habituelle Okklusion stellt die gewohnheitsmäßig eingenommene Position des Unterkiefers dar, in dem die Zähne in Kontakt zueinander stehen. Der Abstand zwischen dem höchsten Punkt des Gingivalsaumes des Zahnes 11 und der Unterlippe wurde gemessen, indem die Oberlippe bei habitueller Okklusion nach kranial vom Behandler passiv gehoben wurde, ohne dabei die Position der Unterlippe zu beeinflussen. Der Abstand zwischen dem höchsten Punkt des Gingivalsaums des Zahnes 11 und der Unterlippe wurde drei Mal gemessen und der Mittelwert dieser Messungen erstellt. Der somit errechnete Mittelwert wurde von der Länge der klinischen Krone des Zahnes 11 subtrahiert. So wurde bei jedem Patienten die Überlappung des Zahnes 11 in habitueller Okklusion ermittelt.



Abbildung 4: Position zur Messung des Abstandes zwischen dem höchsten Punkt des Gingivalsaumes des Zahnes 11 und der Unterlippe bei habitueller Okklusion

In gleicher Weise wurde auch die Überlappung des Zahnes 11 durch die Unterlippe in der Ruhelage des Unterkiefers bei jedem Patienten ermittelt. Als Ruhelage wird die unbewusste Abstandshaltung des Unterkiefers vom Oberkiefer bei aufrechter Kopf- und Körperhaltung bezeichnet. Um die Ruhelage bei einem Patienten zu bestimmen, wurde er gebeten, für mindestens 10 sec ein „m“ zu summen und danach seinen Unterkiefer auf Kommando „loszulassen“. Der Abstand zwischen der Unterlippe und dem höchsten Punkt des Gingivalsaumes des Zahnes 11 wurde auch in Ruhelage drei Mal gemessen. Der durch die drei Messungen entstandene Mittelwert wurde von der Länge der klinischen Krone subtrahiert. Somit wurde bei jedem Patienten die Überlappung des Zahnes 11 durch die Unterlippe in Ruhelage ermittelt.



Abbildung 5: Position zur Messung der Überlappung des Zahnes 11 durch die Unterlippe in Ruhelage des Unterkiefers

3.1.2 Patienten – Fernröntgenseitenbildanalyse

Für die Untersuchung standen die Fernröntgenseitenbilder der 185 kieferorthopädisch unbehandelten Patienten zur Verfügung.

3.1.3 Auswahlkriterien

FRS:

- einwandfreie Qualität der Bilder
- volle Darstellung des Weichteilprofiles im FRS
- Zähne in habitueller Okklusion
- leichter Lippenkontakt (möglichst ungezwungen)

Patienten:

- keine Einschränkung bezüglich des Geschlechts, des Alters und der Nationalität

3.1.4 Fernröntgenseitenbilder

Als Grundlage wurden Schädelaufnahmen in der Norma lateralis (Fernröntgenseitenbild) verwendet. Die Fernröntgenseitenbilder wurden alle mit dem Orthoceph 10E (Firma Sirona, Siemens AG, Berlin, Deutschland) hergestellt.

Auf den Fernröntgenseitenbildern waren Knochen- und Weichteilstrukturen gleich gut zu erkennen.

3.1.4.1 Technische Daten

Die Fernröntgenseitenbilder sind mit einem international gültigen Film-Fokus-Abstand von 1,50 m hergestellt worden. Die Kassetten waren 18 x 24 cm groß und rechts vom Patienten angeordnet. Der Filmkassettenseitenrand war senkrecht zur Erdhorizontalen.

Um eine gute Profilwiedergabe der Weichteile zu erlangen, wurden Verstärkerfolien von Kodak lanex medium verwendet. Dies sind grün-emittierende Verstärkerfolien für extraorale Aufnahmen.

Es wurden orthochromatische Röntgenbilder mit höchster Detailerkennbarkeit und hohem Kontrast in Anspruch genommen. Die Filme waren von der Firma Kodak, Kodak T-matt G/RA.

Je nach Größe des Patienten und praktischen Erfahrungen wurden unterschiedliche Einstellungen vorgenommen (Tabelle 1), wobei die Einstellung für große Personen bei den verwendeten Fernröntgenseitenbildern nie verwendet wurde.

Tabelle 1: Röntgeneinstellungen

	Kleine Person	Mittlere Person	Große Person
kV-Wert	73 kV	77 kV	84 kV
Belichtungswert	15 mA	14 mA	13 mA
Zeit	0,5 sec	0,64 sec	0,8 sec

3.1.4.2 Praktisches Vorgehen

- Der Patient stand aufrecht und gerade. Große Patienten mussten sich auf einen höhenverstellbaren Stuhl setzen.
- Der Schädel wurde mit einem Einstellgerät, dem Kephalometer, fixiert. Teile des Kephalometers sind die Ohroliven und der Nasionzeiger, der einen Millimetermaßstab trägt, welcher später vor der Stirn des Patienten auf dem Fernröntgenseitenbild sichtbar war. Der Patient sollte eine normale Kopfhaltung einnehmen, es sollte daher die Frankfurter Horizontale parallel zum Boden verlaufen. Die Frankfurter Horizontale ist eine gedachte horizontale Linie, die durch den tiefstgelegenen Punkt des Unterrandes der Augenhöhle (Orbita) und durch den höchsten Punkt des äußeren knöchernen Gehörgangs (Porus acusticus externus, Porion) im menschlichen Schädel verläuft, wurde 1882 von Anthropologen auf einem Kongress in Frankfurt am Main für die Kraniometrie definiert. Heute dient sie noch als Einstellungsebene für Röntgenaufnahmen und Computertomographien des Kopfes.
- Bei den Aufnahmen war zu beachten, dass die Ohroliven nicht zu weit in den Gehörgang vorgeschoben wurden, da hierdurch das Kieferköpfchen bereits reflektorisch nach vorn abweicht, wodurch eine veränderte Okklusion eingenommen worden wäre.

- Während der Aufnahme befanden sich die Zahnreihen in Schlussbissstellung (die 1. Molaren sollten in Okklusion sein) und
- die Lippen waren locker geschlossen.
- Die Ausrichtung des Zentralstrahls erfolgte auf die Ohrstöpsel (Porus acusticus externus).

3.1.5 Arbeitsmaterial

Für die Auswertung der Fernröntgenseitenbilder wurde ein Leuchtkasten verwendet. Die erforderlichen Durchzeichnungen erfolgten auf einer Acetatfolie mit einem mittelharten, 0,3mm dünnen Druckbleistift. Diese Folie wurde durch ein Stück Klebestreifen gegen das Verrutschen gesichert. Zur Darstellung der Konturen der Inzisivi und der 1. Molaren diente eine Zeichenschablone von Ricketts, welche gleichzeitig einen Winkelmesser enthält.

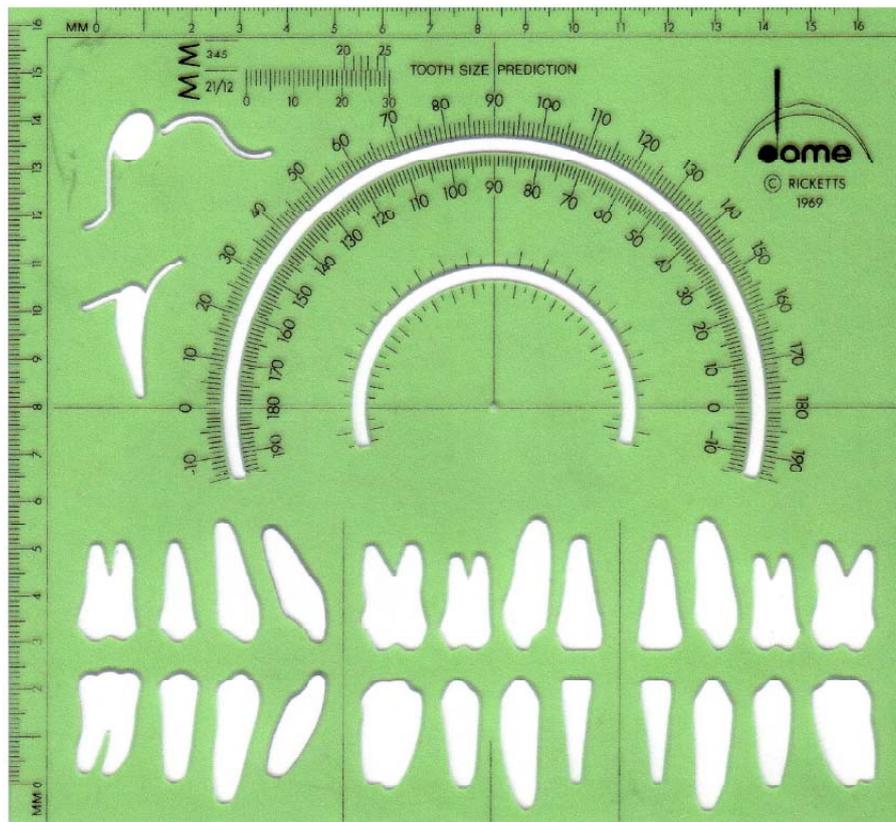


Abbildung 6: Zeichenschablone

3.2 Methoden

3.2.1 Probandeneinteilung

Die Einteilung der Probanden erfolgte nach dem Winkel OK 1er/SN. Dieser Winkel stellt die Inklination der mittleren Oberkiefer-Inzisivi zur vorderen Schädelbasis (Strecke SN) dar. Die Probanden wurden aufgrund des Wertes dieses Winkeln in folgende drei Gruppen eingeteilt:

- Retroklinationsgruppe (OK 1er/SN < 98°)
- Norminklinationsgruppe (99° < OK 1er/SN <105°)
- Proklinationsgruppe (OK 1er/SN > 106°)

3.2.2 FRS-Auswertung

3.2.2.1 Übersicht

Eine Übersicht über die wichtigsten verwendeten skelettalen und Weichgewebe-Referenzpunkt ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

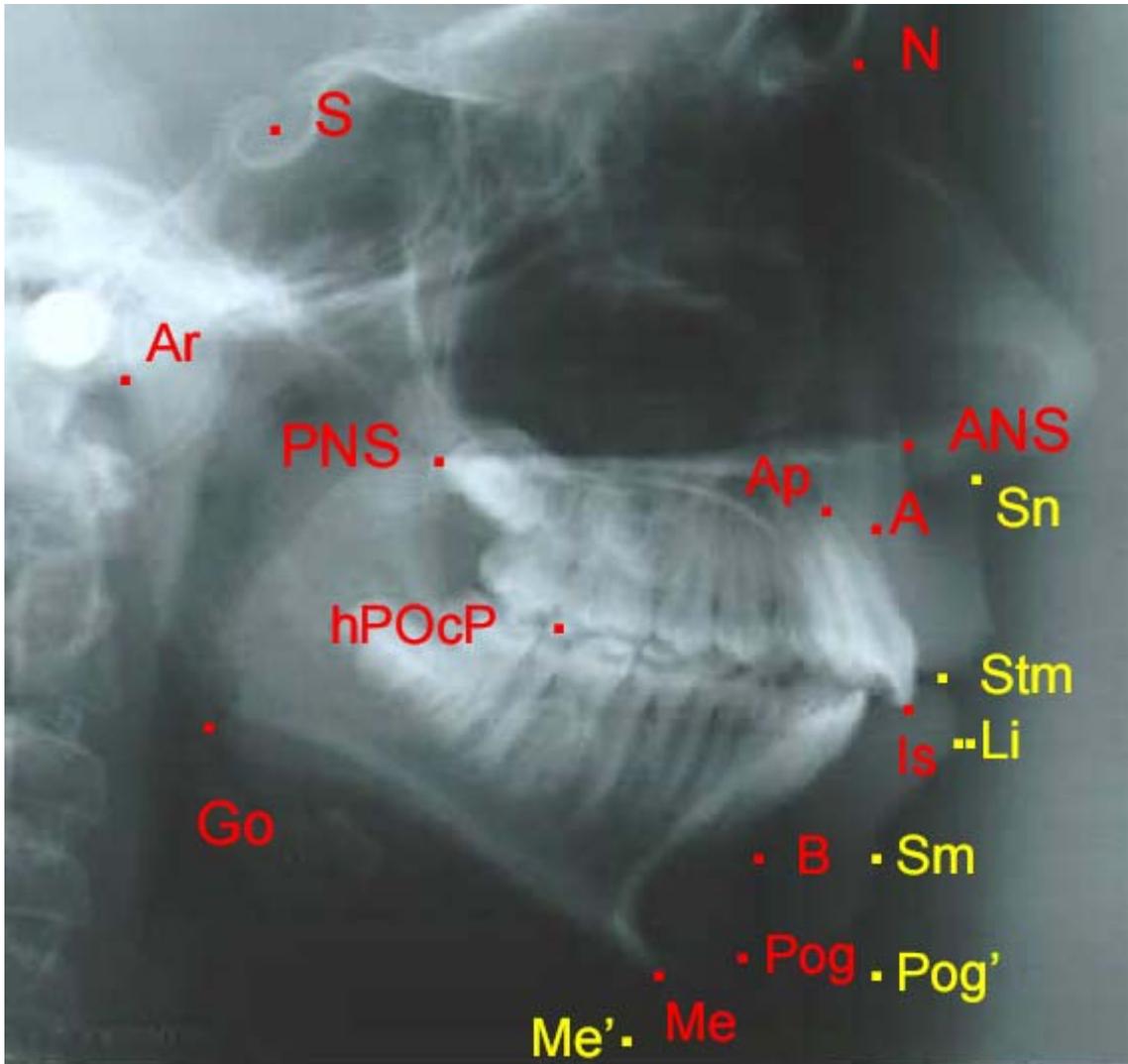


Abbildung 7: Übersicht über die wichtigsten Referenzpunkte: skelettal (rot) und Weichteil (gelb)

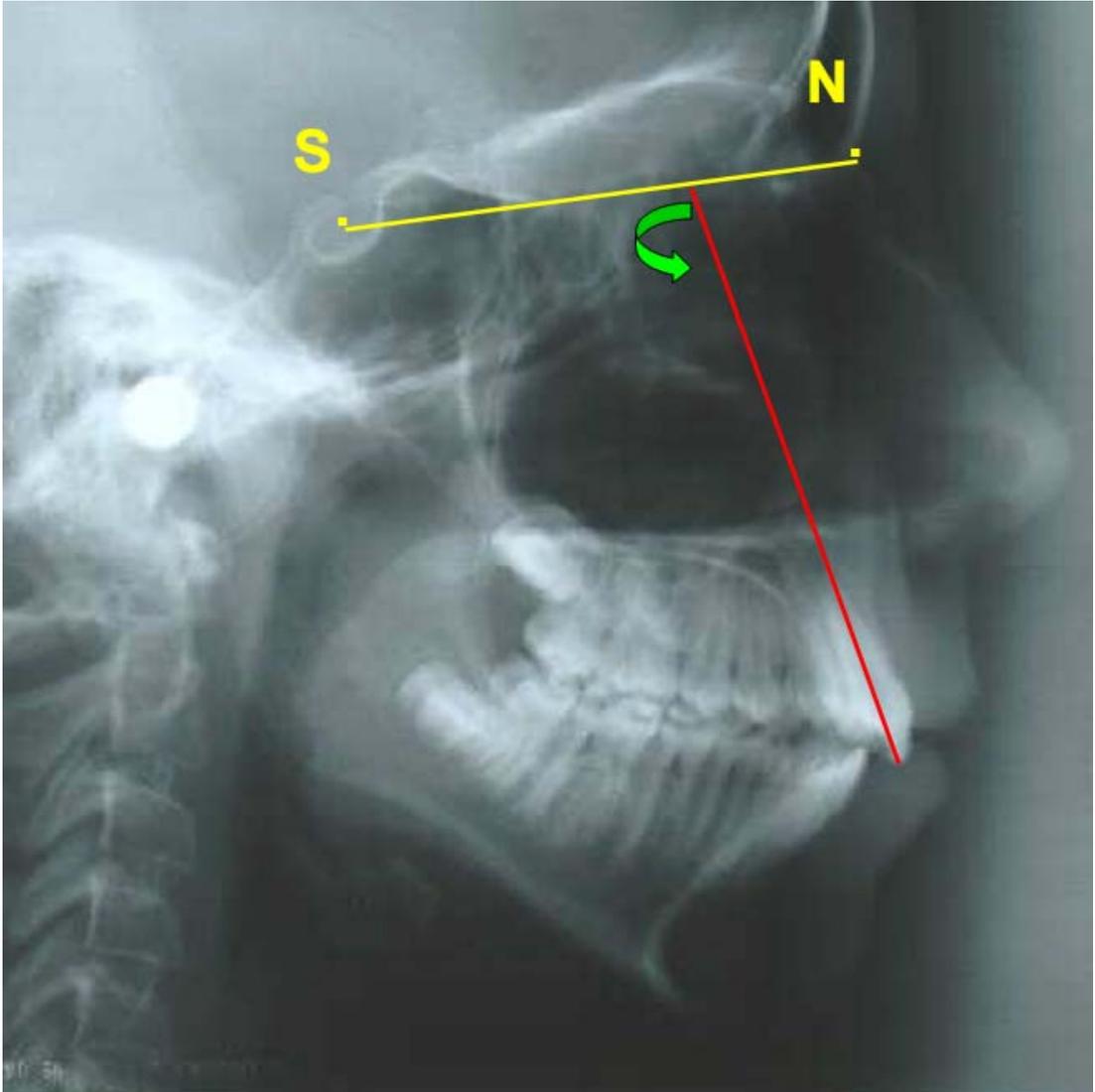


Abbildung 8: Bestimmung der Inklination der Oberkiefer-Frontzähne /
Bezugslinie Sella-Nasion

3.2.2.2 Skelettale Referenzpunkte

- Nasion (**N**) ist der am weitesten ventral und mediansagittal liegende Punkt der Sutura frontonasalis. Das Nasion ist der ventrale Referenzpunkt zum Bestimmen der Sella-Nasion-Linie (SN).
- Sella (**S**) ist der konstruierte Mittelpunkt der knöchernen Kontur der Sella turcica.
- Menton (**Me**) ist der am weitesten kaudal und mediansagittal liegende Punkt des knöchernen Kinns.
- Gonion (**Go**) ist der am weitesten dorsokaudal und bilateral liegende Punkt am Übergang zwischen Corpus und Ramus mandibulae. Er wird konstruiert als Schnittpunkt der Winkelhalbierenden von Unter- und Hinterrandlinie des Unterkiefers mit dem Unterkiefer selbst.
- Spina nasalis anterior (**ANS**) ist der mediansagittal liegende Punkt an der Spitze der Spina nasalis anterior, ventraler Referenzpunkt beim Bestimmen der Spina-Linie.
- Spina nasalia posterior (**PNS**) ist der mediansagittal liegende Punkt an der Spitze der Spina nasalis posterior, wo Nasenboden und Gaumendach gemeinsam enden, dorsaler Referenzpunkt beim Bestimmen der Spina-Linie. Da dieser Punkt teilweise durch Überlagerung mit anderen knöchernen Strukturen schwierig zu bestimmen ist, verwendet man oft an seiner Stelle den Schnittpunkt des kaudalen Endes der Fossa pterygopalatina mit dem Nasenboden.
- A-Punkt (**A**), auch als Subspinale bezeichnet, ist der am weitesten dorsal und mediansagittal liegende Punkt der Knochenkavität zwischen Spina nasalis anterior (ANS) und Prosthion, der die ventrale Begrenzung des Oberkiefers repräsentiert.
- Incision superior (**Is**) ist die Spitze der Schneidekante des am weitesten labial stehenden mittleren oberen Inzisivus.
- Apicale superior (**Ap**) ist die Spitze des Apex des am weitesten labial stehenden mittleren oberen Inzisivus.

- B-Punkt (**B**), auch als Supramentale bezeichnet, ist der am weitesten dorsal und mediansagittal liegende Punkt der Knochenkavität zwischen Infradentale und Pogonion, der die ventrale Begrenzung des Unterkiefers repräsentieren soll.
- Prosthion (**Pr**): Mediansagittal im Oberkiefer liegender Punkt am Übergang von Schneidezahn zu Alveolarfortsatz, ventraler Begrenzungspunkt des Alveolarfortsatzes im Oberkiefer.
- Infradentale (**Id**): Mediansagittal im Unterkiefer liegender Punkt am Übergang Schneidezahn zu Alveolarfortsatz, ventraler Begrenzungspunkt des Alveolarfortsatzes im Unterkiefer.
- Artikulare (**Ar**) ist der bilateral liegende Schnittpunkt zwischen dem Unterrand der Schädelbasis und dem Hinterrand des Ramus mandibulae bzw. des Condylus mandibulae. Artikulare wird als kranialer Referenzpunkt beim Bestimmen der Ramuslinie (Hinterrand des Unterkiefers) benutzt.
- Progonion (**Pog**) ist der am weitesten ventral und mediansagittal liegende Punkt des knöchernen Kinns (Kinnspitze).
- Hinterer Punkt des Occlusal-Planums (**hPOcP**) ist der distalste Berührungspunkt der letzten in Okklusion stehenden Molaren.

3.2.3 Weichgewebe-Referenzpunkte

- Subnasale (**Sn**) ist der am weitesten dorsokranial und mediansagittal liegende Punkt am Übergang zwischen Nasensteg und Oberlippe.
- Stomion (**Stm**) ist der am weitesten ventral und mediansagittal liegende Kontaktpunkt zwischen Ober- und Unterlippe. Bei unvollständigem Lippenschluss konstruiert man Stomion als Mittelpunkt einer Senkrechten, die Ober- und Unterlippe miteinander verbindet.
- Weichteil-Menton (**Me'**) ist der am weitesten kaudal und mediansagittal liegende Punkt des Weichteilkinns.

- Weichteil-Pogonion (**Pog'**) ist der am weitesten ventral und mediansagittal liegende Punkt des Kinns. Pog' repräsentiert die Kinnprominenz des Weichteilprofils.
- Supramentale (**Sm**) ist der am weitesten dorsal und mediansagittal liegende Punkt der Lippenkonkavität zwischen den Punkten Labrale inferius und Weichteil-Pogonion.
- Labrale inferius (**Li**) ist der Punkt am Übergang vom Lippenrot zum Lippenweiß und damit häufig der am weitesten nach ventral vorspringende, mediansagittal liegende Punkt der Unterlippe. Er repräsentiert die Fülle der Unterlippe.
- Intraorale Projektion des Labrale inferius (**Li'**): Die Projektion von Labrale inferius auf die labialen Kronenflächen des am weitesten labial stehende unteren mittleren Inzisivus.

3.2.4 Röntgenkephalometrische Bezugslinien

- Sella-Nasion-Linie (**SN**): Verbindungslinie zwischen den Punkten S (Mittelpunkt der Sella turcica) und N (Nasion). Die Sella-Nasion-Linie soll den Verlauf der vorderen Schädelbasis widerspiegeln und ist Referenzlinie unterschiedlicher Fernröntgenseitenbilder-Analysen.
- Okklusalanplanum (**OcP**): Linie durch den skelettalen Referenzpunkt hPOcP (distaler Berührungspunkt der letzten in Okklusion stehenden Molaren) sowie durch die Mitte des vertikalen Abstands zwischen den Schneidekanten der mittleren Inzisivi des Ober- und Unterkiefers.
- Spinaplanum (**NL**): Verbindungslinie zwischen Spina nasalis anterior und Spina nasalis posterior, die den Verlauf des Nasenbodens bzw. des Gaumendachs widerspiegelt.
- Mandibularebene (**ML**): Verbindungslinie zwischen den Punkten Menton und Gonion. Da der Unterkiefer eine bilaterale Struktur ist, erkennt man z.B. infolge Gesichtasymmetrien zwei Mandibularebenen. In diesem Fall wird die Winkelhalbierende zwischen diesen beiden Linien als definitive Mandibularlinie benutzt. Der Verlauf

der Mandibularebene zu den unterschiedlichen anderen Referenzlinien gibt Auskunft über die Unterkieferneigung und damit über den vertikalen Gesichtsschädelaufbau.

- **Z-Linie** (Profillinie nach Merrifield): Von L. L. Merrifield beschriebene Tangente an den am weitesten nach ventral vorspringenden Punkt der Unterlippe und an die Kinnspitze.
- **LoLipW** (Breite der Unterlippe): Linie, die die Weichteilpunkte Li und Li' verbindet und somit die Breite der Unterlippe in der Mediansagittalen darstellt.

3.2.5 Anguläre/lineare Messungen am Fernröntgenseitenbild

Folgende Messungen sind erfolgt:

- **OK 1er/SN**: Inklination des am weitesten vorstehenden mittleren Schneidezahnes zur vorderen Schädelbasis.
- **ML/SN (Mandibularlinienwinkel)**: Innenwinkel zwischen der vorderen Schädelbasis (SN-Linie) und der Unterkieferrandlinie (ML).
- **NL/SL**: Innenwinkel zwischen der vorderen Schädelbasis (SN) und dem Spinaplenum (NL)
- **ANB-Winkel**: Messung der Differenz zwischen den Winkeln SNA und SNB. Der ANB-Winkel dient dazu, die sagittale Linie beider Kiefer zueinander zu bestimmen.
- **Wits-Wert**: Messung des Abstands der senkrechten Projektion des A- und B-Punktes auf die Okklusalebene. Diese Messung dient dazu, die sagittale Lage beider Kiefer zueinander unabhängig von der Schädelbasis zu erfassen.
- **Gonion-Winkel**: Innenwinkel zwischen den Referenzpunkten Ar, Go und Me oder zwischen einer Tangente an den Ramus und den Corpus mandibular. Der Gonion-Winkel dient dazu, den vertikalen

Gesichtsschädelaufbau und die vermutete Wachstumsrichtung zu erfassen.

- **Go1-Winkel:** Der obere Teil des Gonion-Winkels, wenn dieser durch die Linie Gonion-Nasion geteilt wird (Winkel ArGoN).
- **Go2-Winkel:** Der untere Teil des Gonion-Winkels, wenn dieser durch die Linie Gonion-Nasion geteilt wird (Winkel NgoMe).
- **Gonion-Index:** Das Verhältnis vom oberen zum unteren Gonionwinkel (Go1/Go2).
- **Gesichtshöhenindex (GHI):** Verhältnis „hintere Gesichtshöhe x 100/vordere Gesichtshöhe“. Das Verhältnis dient dazu, den vertikalen Gesichtsschädelaufbau und die vermutete Wachstumsrichtung zu erfassen. Die hintere Gesichtshöhe stellt den direkten Abstand zwischen den Referenzpunkten S und Go dar. Die vordere Gesichtshöhe stellt im Gegensatz den direkten Abstand zwischen den Referenzpunkten N und Me dar.
- **Vorderer Gesichtshöhenindex (VGHI):** Verhältnis „vordere untere Gesichtshöhe x 100/vordere Gesichtshöhe“. Die vordere untere Gesichtshöhe stellt den direkten Abstand zwischen den Referenzpunkten ANS und Me dar.
- **Vertikaler Lippenindex VLI (Sn-Stm/Stm-Me’):** Verhältnis zwischen der Länge der Oberlippe (Sn-Stm) und derjenigen der Unterlippe (Stm-Me’).
- **Sublabialfaltentiefe SLT (SM/Z-Linie):** Der lineare Abstand des Punktes SM (Supramentale) von der Z-Linie.
- **Supramentalwinkel (SMW):** Der innere Winkel zwischen den Linien SM-Pog’ und Sm-Li am Punkt Sm gemessen.
- **Unterlippenbreite (LoLipW):** Der lineare Abstand der Weichteilpunkte Li und Li’.
- **OK 1er/NL:** Inklination des am weitesten vorstehenden mittleren Schneidezahns zur Oberkieferbasis (NL).

3.3 Statistik

3.3.1 Datengrundlage

Folgende Variablen wurden in die Untersuchung einbezogen:

1. Patientenummer
2. Geschlecht
3. Alter
4. OK 1er/SN
5. OK 1er/SN in Kategorien
6. Länge der klinischen Krone
7. Unterlippenüberlappung in habitueller Okklusion
8. Überlappung in % der Kronenlänge (habituelle Okklusion)
9. Unterlippenüberlappung in Ruheschwebe
10. Überlappung in % der Kronenlänge (Ruheschwebe)
11. ML/SN (Mandibularlinienwinkel)
12. NL/SN (Innenwinkel zwischen SN + NL)
13. ANB (Differenz SNA-SNB)
14. Wits
15. Gonion-Winkel
16. Oberer Teil der Gonion-Winkels (Go1)
17. Unterer Teil des Gonion-Winkels (Go2)
18. Gonion-Index (Go1 : Go2)
19. GHI (Gesichtshöhenindex, PFA/AFH)
20. VGHI (Vorderer Gesichtshöhenindex, N-ANS/ANS-Me)
21. VLI (Vertikaler Lippenindex, Sn-Stm/Stm-Me)
22. OK 1er/NL

Statistische Aufgabenstellung:

- Deskriptive Darstellung der Daten für alle Variablen.
- Vergleich der Unterlippenüberlappung in habitueller Okklusion und in Ruheschwebe.
- Untersuchung der drei Inklinationsgruppen auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den erhobenen Parametern.

Alle Auswertungen wurden mit dem Programmpaket STATISTICA (Fa. StatSoft, Tulsa/USA) durchgeführt.

3.3.2 Deskriptive Darstellung der Daten

Es wurde im Rahmen dieser Auswertung nach intervallskalierten, rangskalierten und nominalskalierten Variablen unterschieden.

- Bei intervallskalierten Variablen sind die Abstände aufeinander folgender Intervalle konstant (hier zum Beispiel Länge der klinischen Krone).
- Bei rangskalierten Variablen sind die Untersuchungsobjekte nach einem objektiven Merkmal geordnet (hier zum Beispiel Inklinationwinkel in den Kategorien bis 98°/99° bis 105°/über 105°).
- Bei nominalskalierten Variablen sind die Untersuchungsobjekte in Merkmalsklassen geordnet, die keine objektive Reihenfolge darstellen (hier zum Beispiel Geschlecht männlich/weiblich).

Für intervallskalierte und rangskalierte Variablen (im Folgenden als „stetige“ Variablen bezeichnet) werden folgende Kennwerte berechnet:

- n - Anzahl der Werte
- MW - arithmetischer Mittelwert
- Median
- Min - Minimum

- Max - Maximum
- Unteres/Oberes Quartil
- Quartil-Abstand
- SD - Standardabweichung

Für rangskalierte und nominalskalierte Variablen (im Folgenden als „diskrete“ Variablen bezeichnet) wurde die Anzahl der Werte in jeder Kategorie und deren Anteil an der Gesamtzahl (in Prozent) berechnet.

3.3.3 Statistische Tests

- Zusammenhang zwischen stetigen Variablen bei abhängigen Untersuchungen (zum Beispiel Zusammenhang zwischen Unterlippenüberlappung in habitueller Okklusion sowie in Ruheschwebe): Spearman'scher Rang-Korrelationskoeffizient R.
- Unterschiede in den Mittelwerten stetiger Variablen bei abhängigen Untersuchungen (zum Beispiel Unterschied zwischen der Unterlippenüberlappung in habitueller Okklusion sowie in Ruheschwebe): Wilcoxon-Test für Paardifferenzen.
- Unterschiede in den Mittelwerten stetiger Variablen bei unabhängigen Stichproben (zum Beispiel Gruppen bis 98°/99 bis 105°/ über 105° hinsichtlich des Lebensalters: Varianzanalyse nach Kruskal und Wallis (H-Test). (Der H-Test ist eine Verallgemeinerung des U-Tests auf mehrere Stichproben).
- Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung diskreter Variablen (zum Beispiel Inklinatonsgruppen bei männlichen/weiblichen Probanden): Chi²-Test.

Als Signifikanzniveau jedes Tests wurde $p < 0,05$ festgelegt.

4 Ergebnisse

4.1 Alter und Geschlechtsverteilung der Probanden

Das Alter der Probanden reichte von 9 bis 17 Jahren bei einem Mittelwert von $12,5 \pm 1,7$ Jahren, Die Häufigkeitsverteilung der Altersangaben geht aus 9 hervor.

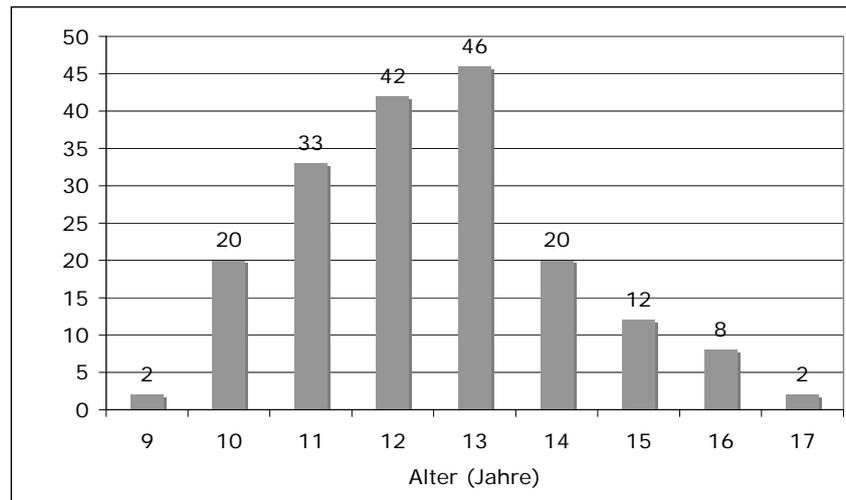


Abbildung 9: Häufigkeitsverteilung der Altersangaben

Es waren 106 Probanden weiblich (57,3%) und 79 männlich (42,7%).

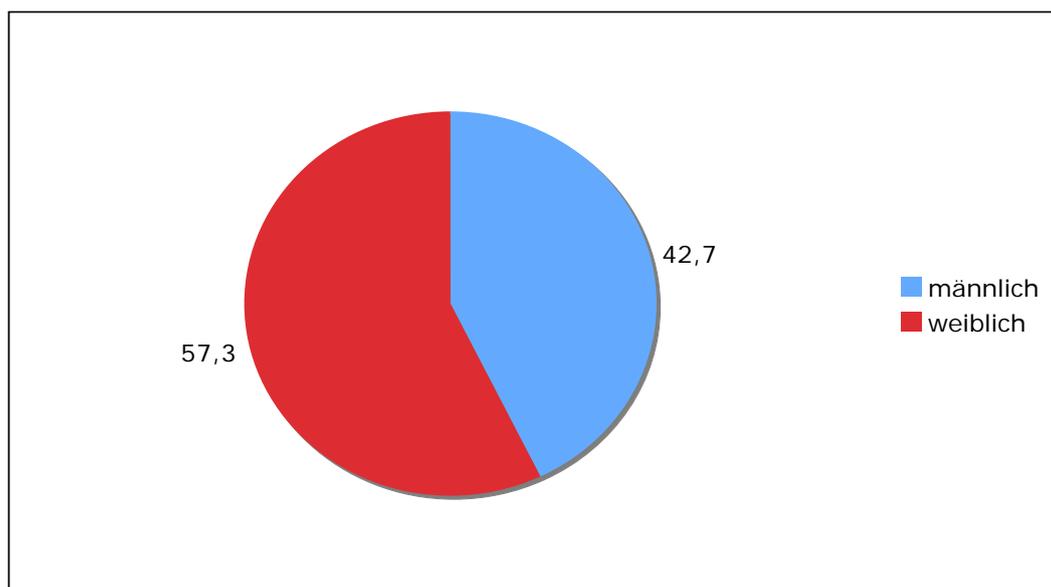


Abbildung 10: Geschlechtsverteilung der untersuchten Patienten

4.2 Deskriptive Darstellung der Daten aller Probanden

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten statistischen Kenngrößen der untersuchten stetigen Variablen zusammenfassend dargestellt. Für die stetigen Variablen wurden folgende Kenngrößen berechnet (Tabelle 2):

Tabelle 2: Deskriptive Statistik aller Variablen

	n	MW	Median	Min	Max	SD
OK 1er/SN (°)	185	100,9	102,0	80,0	123,0	7,8
Länge der klinischen Krone (mm)	185	9,6	9,5	7,5	11,8	0,9
Unterlippenüberlap- pfung in habitueller Okklusion (mm)	185	4,6	4,3	-0,7	12,5	2,3
Unterlippenüberlap- pfung in habitueller Okklusion (% der Kronenlänge)	185	47,5	45,3	-8,4	130,9	23,9
Unterlippenüberlap- pfung in Ruheschwebe (mm)	185	1,5	1,3	-5,2	8,7	2,4
Unterlippenüberlap- pfung in Ruheschwebe Okklusion (% der Kronenlänge)	185	15,7	13,2	-62,5	91,7	25,2
ML/SN (°)	185	34,5	34,5	15,5	51,0	5,1
NL/SN (°)	185	8,7	9,0	-3,5	18,0	3,0
ANB (°)	185	3,3	3,0	-2,0	9,0	2,0
Wits	185	0,6	1,0	-6,0	7,5	2,6
Gonion-Winkel (°)	185	125,7	125,0	110,0	142,0	6,3
Go1 (°)	185	52,5	53,0	37,0	63,0	4,5
Go2 (°)	185	73,2	73,0	62,0	88,0	4,6
Gonionindex	185	0,7	0,7	0,5	1,5	0,1
GHI	185	0,6	0,6	0,5	0,7	0,0
VGHI	185	0,5	0,5	0,4	0,7	0,0

	n	MW	Median	Min	Max	SD
VLI	185	0,3	0,3	0,3	0,6	0,0
OK 1er/NL (°)	185	109,8	110,0	89,0	135,0	7,7
LL	185	15,1	15,0	9,0	20,0	2,0

4.3 Häufigkeitsverteilung der drei Inklinationsgruppen

Eine Norminklination (OK 1er/SN 99° bis 105°) wiesen 68 Probanden (36,7%) auf. Bei 61 Probanden (33,0%) bestand eine Reklination (OK 1er/SN bis 98°) und bei 56 Probanden (30,3%) eine Proklination (OK 1er/SN über 105°).

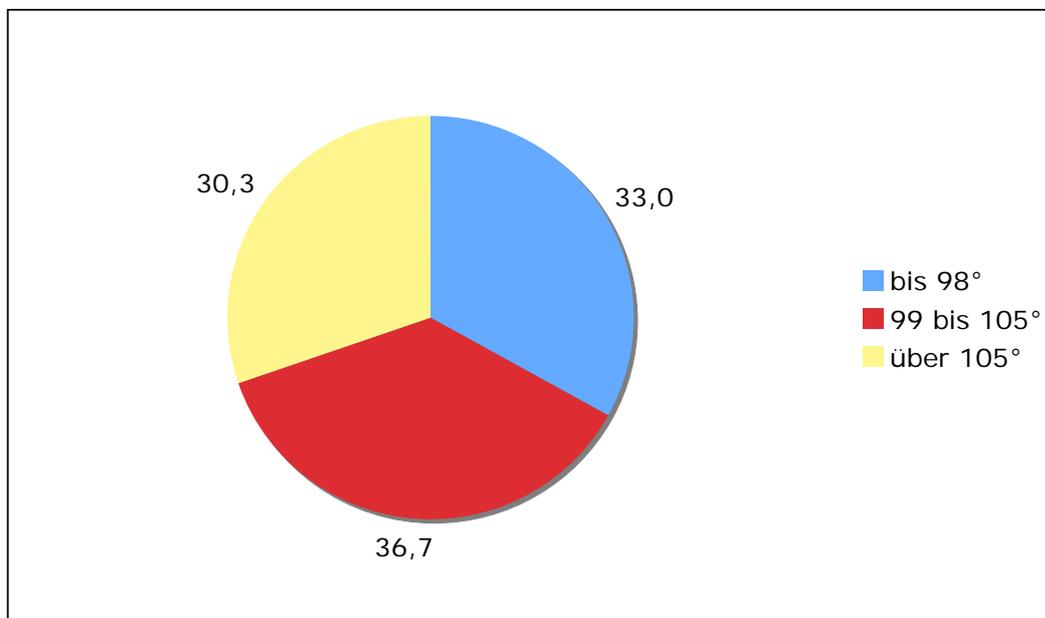


Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Probanden auf die drei Inklinationsgruppen

4.4 Vergleich der drei Inklinationsgruppen hinsichtlich der untersuchten Parameter

4.4.1 Alter und Geschlechtsverteilung

Die Altersverteilung innerhalb der drei Inklinationsgruppen war nicht statistisch signifikant unterschiedlich. Auch hinsichtlich der

Geschlechterverteilung bestand kein statistisch signifikanter Unterschied (Abbildung 12). Daher war eine Vergleichbarkeit der drei Gruppen gegeben.

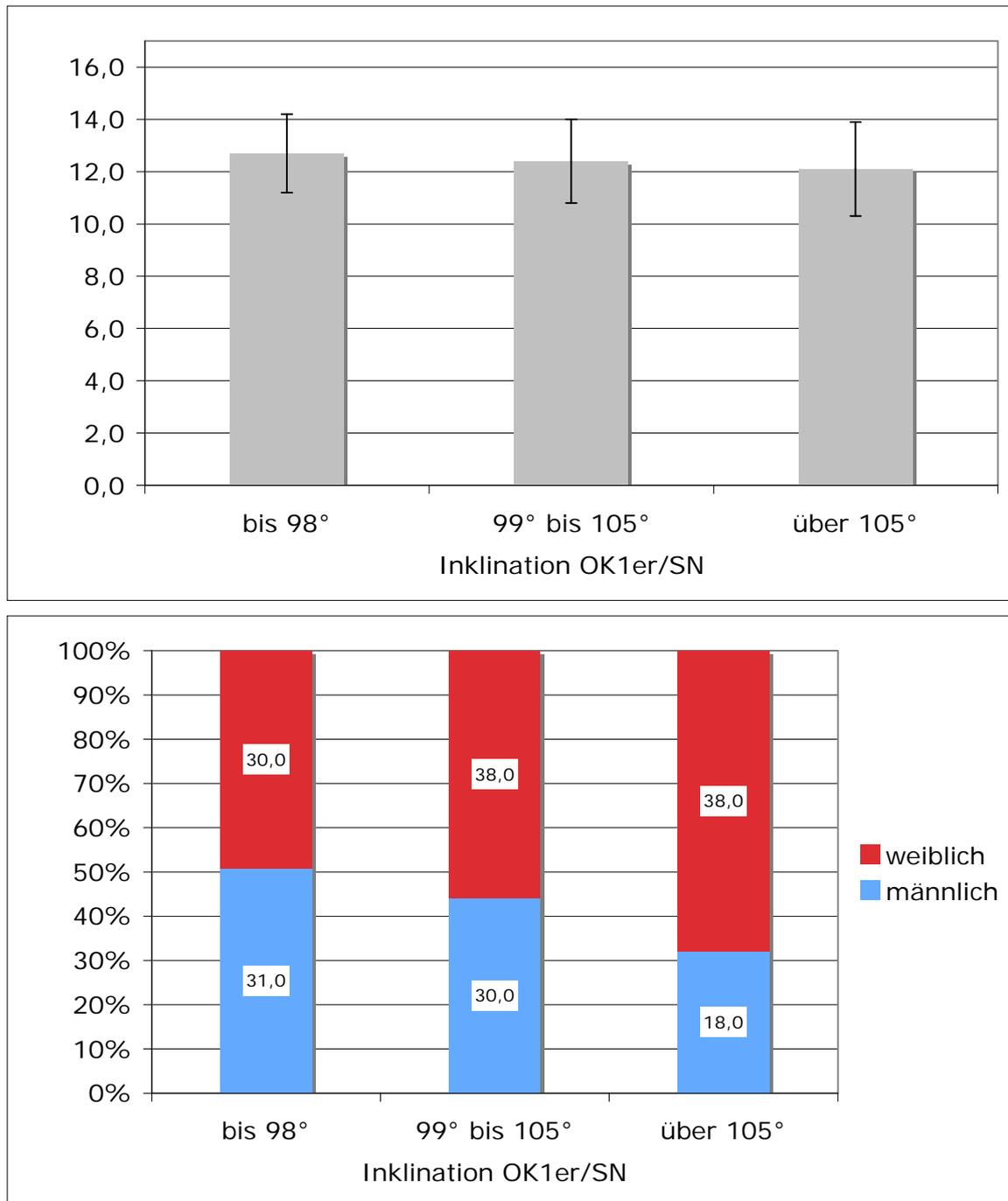


Abbildung 12: Mittleres Alter (links) und Geschlechterverteilung (rechts) in den drei Inklinationsgruppen

4.4.2 Inklination zur vorderen Schädelbasis (OK 1er/SN) und zur Oberkieferbasis (OK 1er/NL)

Die Inklination des OK1 zur Oberkieferbasis entsprach tendenziell den Werten der OK 1er/SN, die die Basis für die Einteilung in die drei Inklinationsgruppen darstellte. Die Mittelwerte jeder einzelnen Inklinationsgruppe unterschieden sich jeweils statistisch hoch signifikant von den Mittelwerten der jeweils zwei anderen Inklinationsgruppen. Dies gilt für beide Parameter OK 1er/SN und OK 1er/NL.

Tabelle 3: Inklination zur vorderen Schädelbasis (OK 1er/SN) und zur Oberkieferbasis (OK 1er/NL)

MW ± SD	OK 1er/SN (°)			OK 1er/NL (°)		
bis 98°	92,0 ± 4,7			103,4 ± 7,3		
99-105°	102,0 ± 2,0			110,0 ± 3,5		
über 105°	109,3 ± 3,2			116,6 ± 2,1		
Kruskal-Wallis p	bis 98°	99°-105°	> 105°	bis 98°	99°-105°	> 105°
bis 98°		<0,001	<0,001		<0,001	<0,001
99-105°	<0,001		<0,001	<0,001		<0,001
über 105°	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	

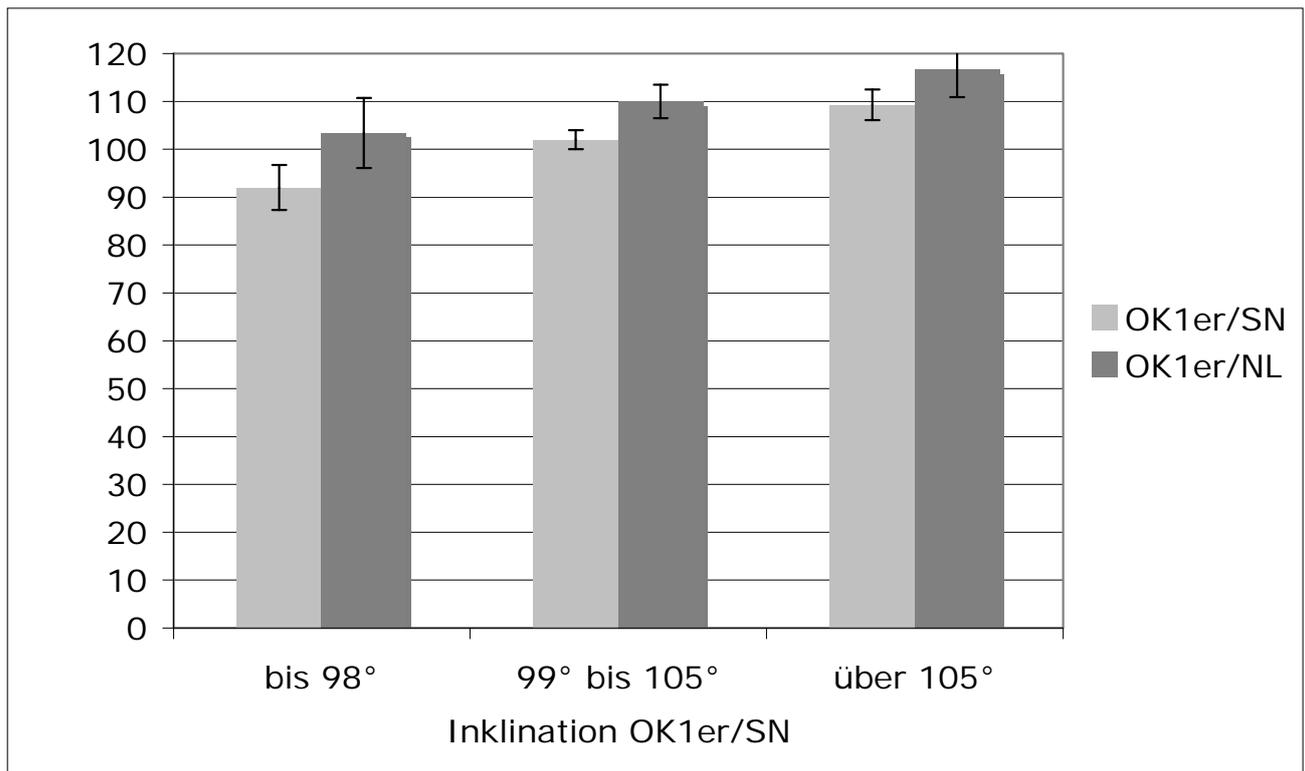


Abbildung 13: Inklination des OK1 zur vorderen Schädelbasis (SN) und zur Oberkieferbasis (NL)

4.4.3 Höhe der klinischen Krone

Die Mittelwerte der Inklinationsgruppen zeigten nur tendenzielle Unterschiede. Ein knapp nicht statistisch signifikanter Unterschied bestand zwischen den Gruppen Proklination und Norminklination sowie Proklination und Reklination, jedoch nicht zwischen den Gruppen Pro- und Reklination.

Tabelle 4: Höhe der klinischen Krone

MW \pm SD	Höhe der klinischen Krone (mm)		
bis 98°	9,5 \pm 0,9		
99-105°	9,8 \pm 0,8		
über 105°	9,5 \pm 0,9		
Kruskal-Wallis p	bis 98°	99°-105°	> 105°
bis 98°		0,06	1,0
99-105°	0,06		0,06
über 105°	1,0	0,06	

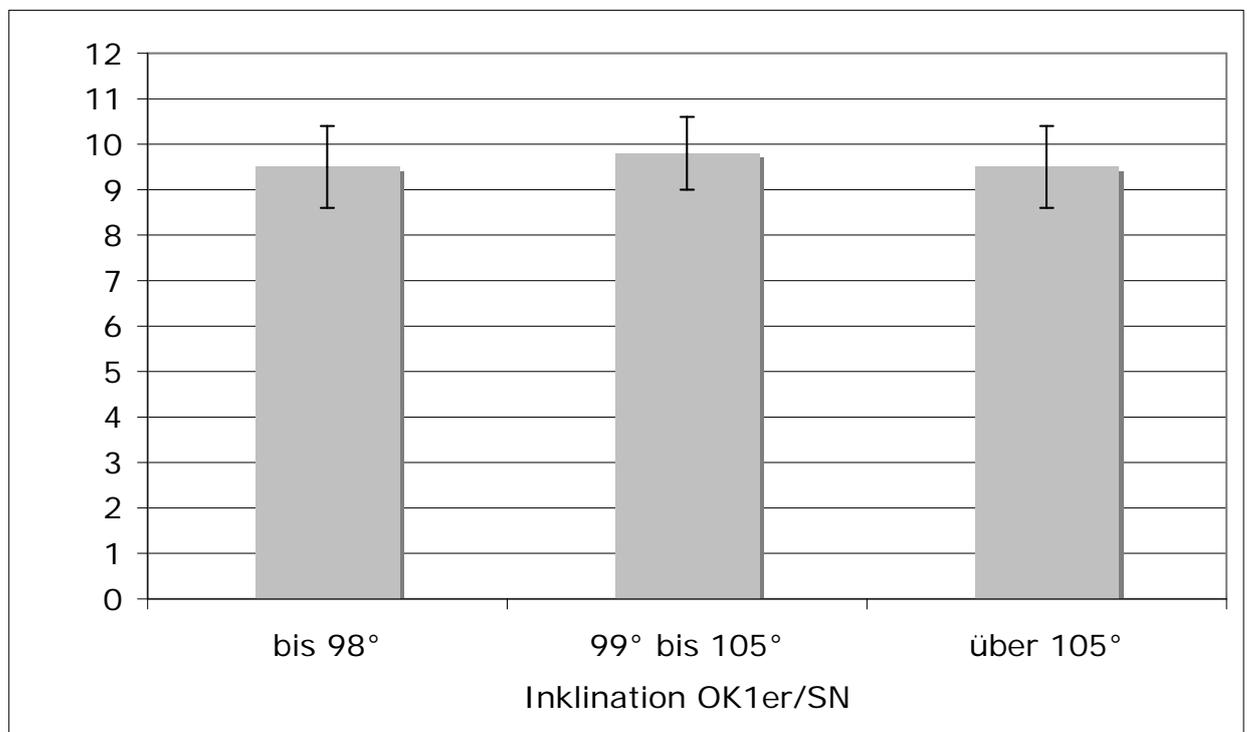


Abbildung 14: Länge der klinischen Krone in den drei Inklinationsgruppen

4.4.4 Vertikaler Lippenindex (VLI)

Der vertikale Lippenindex fiel zwischen den Gruppen Retro- und Norminklination statistisch signifikant unterschiedlich aus und war bei den Probanden mit einer Reklination höher.

Tabelle 5: Lippenlänge (mm) und vertikaler Lippenindex

MW ± SD	Vertikaler Lippenindex		
bis 98°	0,3 ± 0,04		
99-105°	0,3 ± 0,02		
über 105°	0,3 ± 0,02		
Kruskal-Wallis p	bis 98°	99°-105°	> 105°
bis 98°		<0,001	>0,05
99-105°	<0,001		>0,05
über 105°	>0,05	>0,05	

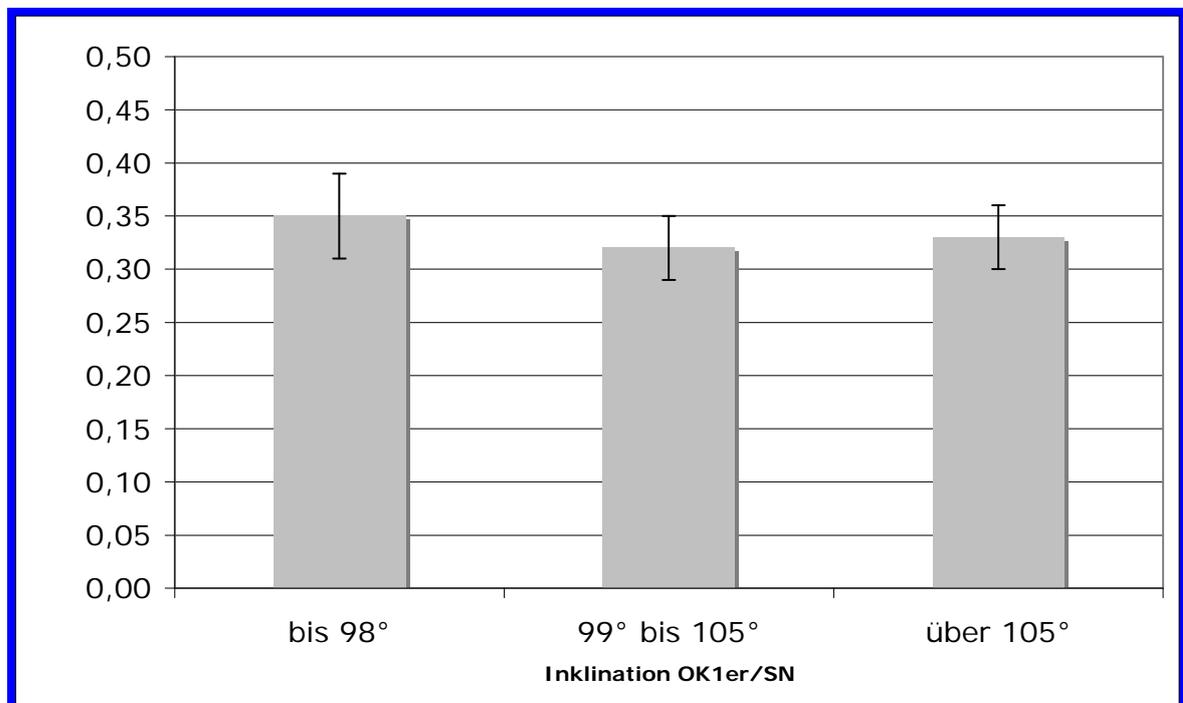


Abbildung 15: Vertikaler Lippenindex

4.4.5 Gesichtshöhenindex (GHI) und vorderer Gesichtshöhenindex (VGHI)

Der Gesichtshöhenindex und der vordere Gesichtshöhenindex fielen in den drei Inklinationsgruppen nicht statistisch signifikant unterschiedlich aus.

Tabelle 6: Gesichtshöhenindex (GHI) und vorderer Gesichtshöhenindex (VGHI)

MW \pm SD	GHI			VGHI		
bis 98°	0,6 \pm 0,04			0,5 \pm 0,02		
99-105°	0,6 \pm 0,03			0,5 \pm 0,03		
über 105°	0,6 \pm 0,03			0,5 \pm 0,01		
Kruskal-Wallis p	bis 98°	99°-105°	> 105°	bis 98°	99°-105°	> 105°
bis 98°		<0,05	<0,05		<0,05	<0,05
99-105°	<0,05		<0,05	<0,05		<0,05
über 105°	<0,05	<0,05		<0,05	<0,05	

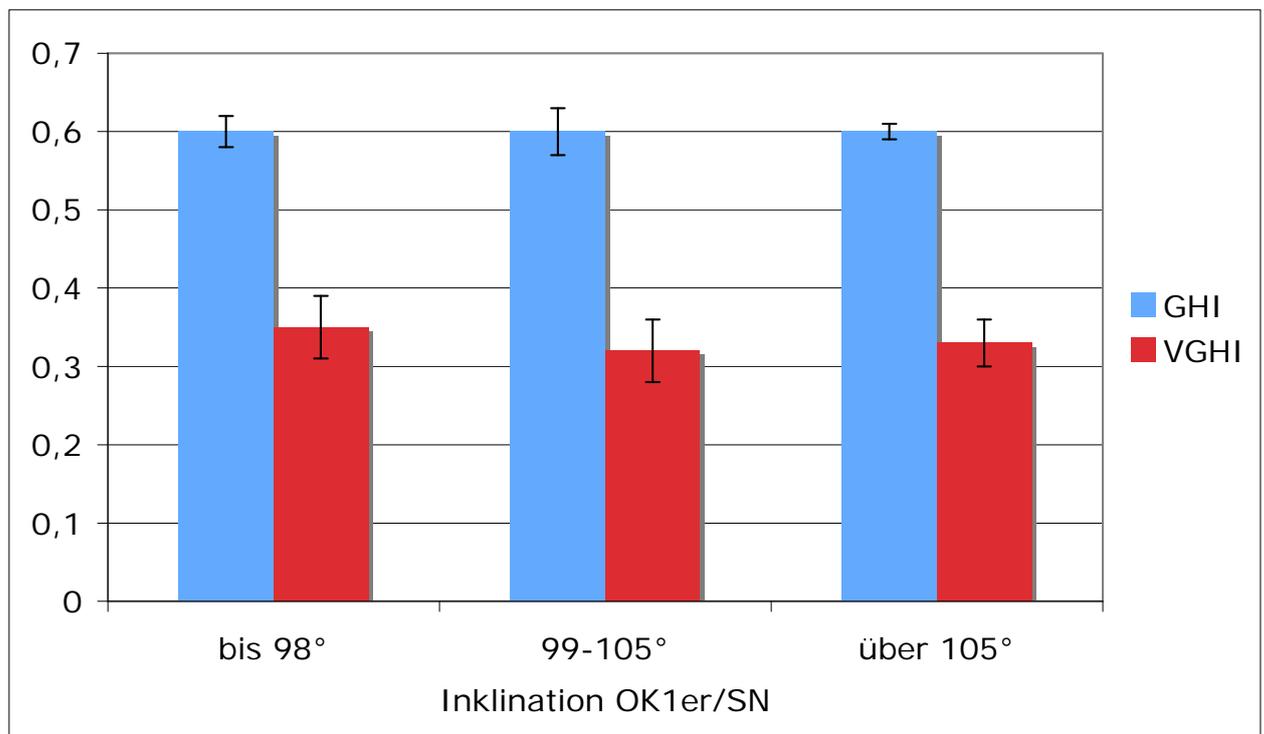


Abbildung 16: Gesichtshöhenindex (GHI) und vorderer Gesichtshöhenindex (VGHI)

4.4.6 Mandibularlinienwinkel (ML/SN)

Der Mandibularlinienwinkel fiel bei den Probanden mit einer Proklination statistisch signifikant kleiner aus als bei den Probanden mit einer Norminklination.

Tabelle 7: Mandibularlinienwinkel

MW \pm SD	Mandibularlinienwinkel (°)		
bis 98°	34,9 \pm 5,6		
99-105°	35,3 \pm 4,9		
über 105°	32,9 \pm 4,6		
Kruskal-Wallis p	bis 98°	99°-105°	> 105°
bis 98°		> 0,05	> 0,05
99-105°	> 0,05		< 0,05
über 105°	> 0,05	< 0,05	

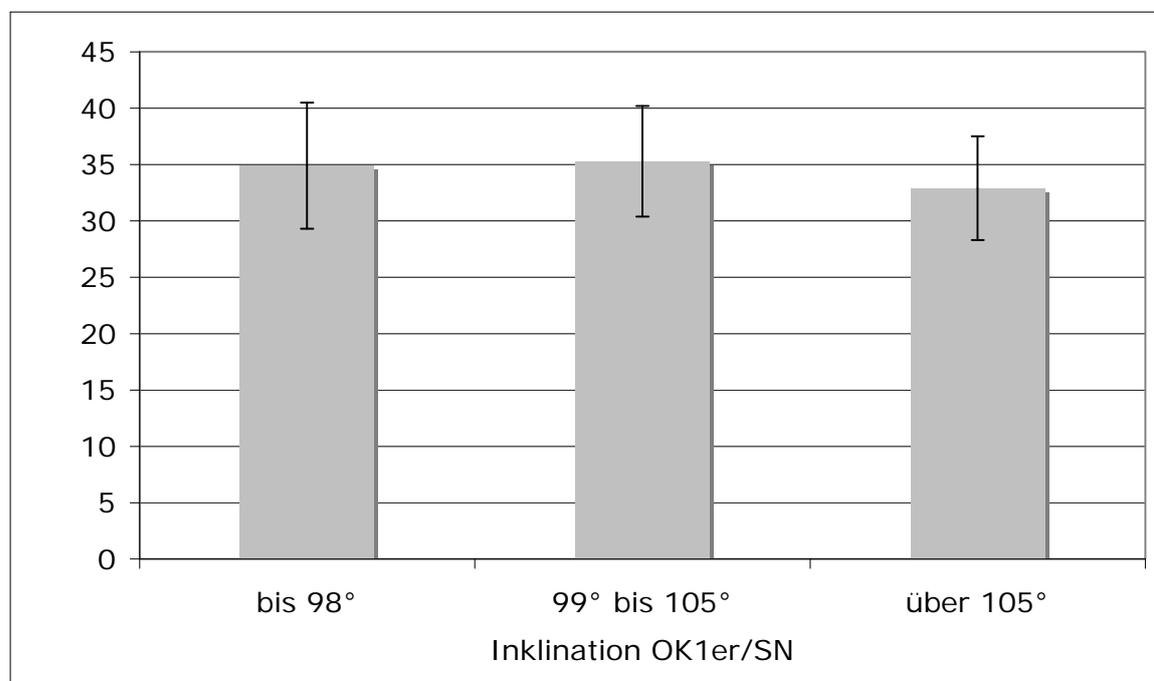


Abbildung 17: Mandibularlinienwinkel

4.4.7 Innenwinkel zwischen vorderer Schädelbasis und Oberkieferbasis (NL/SN) und Winkel ANB (Differenz SNA-SNB)

Der Innenwinkel zwischen vorderer Schädelbasis und Oberkieferbasis (NL/SN) war in der Gruppe Reklination statistisch signifikant größer als in den beiden übrigen Gruppen. Der Winkel ANB wies dagegen keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen auf.

Tabelle 8: Innenwinkel zwischen vorderer Schädelbasis und Oberkieferbasis (NL/SN) und Winkel ANB

MW ± SD	NL/SN			ANB		
bis 98°	10,6 ± 2,0			3,8 ± 1,8		
99-105°	7,9 ± 2,9			3,1 ± 2,0		
über 105°	7,5 ± 3,0			3,0 ± 2,2		
Kruskal-Wallis p	bis 98°	99°-105°	> 105°	bis 98°	99°-105°	> 105°
bis 98°		<0,001	<0,001		>0,05	>0,05
99-105°	<0,001		>0,05	>0,05		>0,05
über 105°	<0,001	>0,05		>0,05	>0,05	

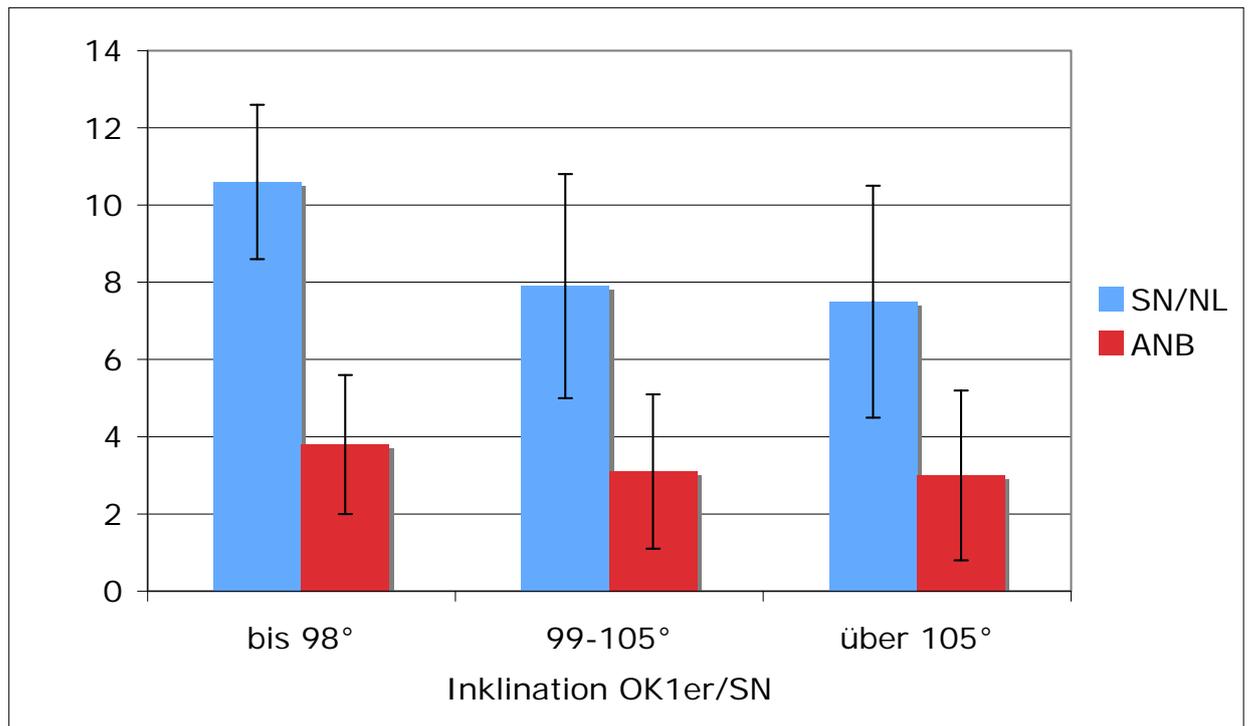


Abbildung 18: Innenwinkel zwischen vorderer Schädelbasis und Oberkieferbasis (NL/SN) und Winkel ANB

4.4.8 Gonionwinkel

4.4.8.1 Gonionwinkel

Bezüglich des Gonionwinkels waren keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen erkennbar.

Tabelle 9: Gonionwinkel

MW ± SD	Gonionwinkel		
bis 98°	125,1 ± 6,6		
99-105°	120,9 ± 6,3		
über 105°	124,9 ± 5,7		
Kruskal-Wallis p	bis 98°	99°-105°	> 105°
bis 98°		> 0,05	> 0,05
99-105°	> 0,05		> 0,05
über 105°	> 0,05	> 0,05	

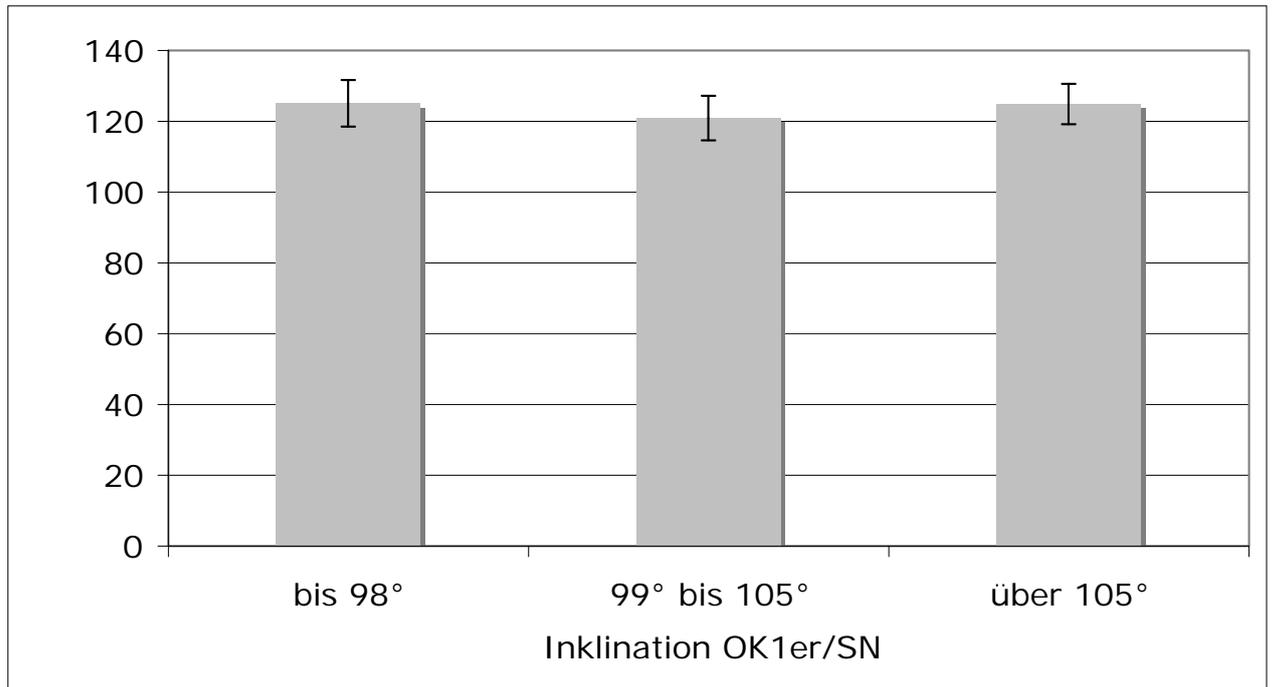


Abbildung 19: Gonionwinkel

4.4.8.2 Go1 und Go2, Gonionindex (Go1: Go2)

Auch bezüglich des oberen und unteren Gonionwinkels waren keine statistisch signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit von der Inklination OK 1er/SN zu verzeichnen, so dass auch der Gonionindex nicht statistisch signifikant unterschiedlich ausfiel.

Tabelle 10: Go1 und Go2 sowie Gonionindex

MW ± SD	Go1			Go2		
bis 98°	51,7 ± 4,1			73,1 ± 5,4		
99-105°	53,1 ± 4,6			73,9 ± 4,4		
über 105°	52,6 ± 4,7			72,3 ± 3,6		
Kruskal-Wallis p	bis 98°	99°-105°	> 105°	bis 98°	99°-105°	> 105°
bis 98°		>0,05	>0,05		>0,05	>0,05
99-105°	>0,05		>0,05	>0,05		>0,05
über 105°	>0,05	>0,05		>0,05	>0,05	
MW ± SD	Go1 : Go2					
bis 98°	0,7 ± 0,1					
99-105°	0,8 ± 0,1					
über 105°	0,7 ± 0,1					
Kruskal-Wallis p	bis 98°	99°-105°	> 105°			
bis 98°		>0,05	>0,05			
99-105°	>0,05		>0,05			
über 105°	>0,05	>0,05				

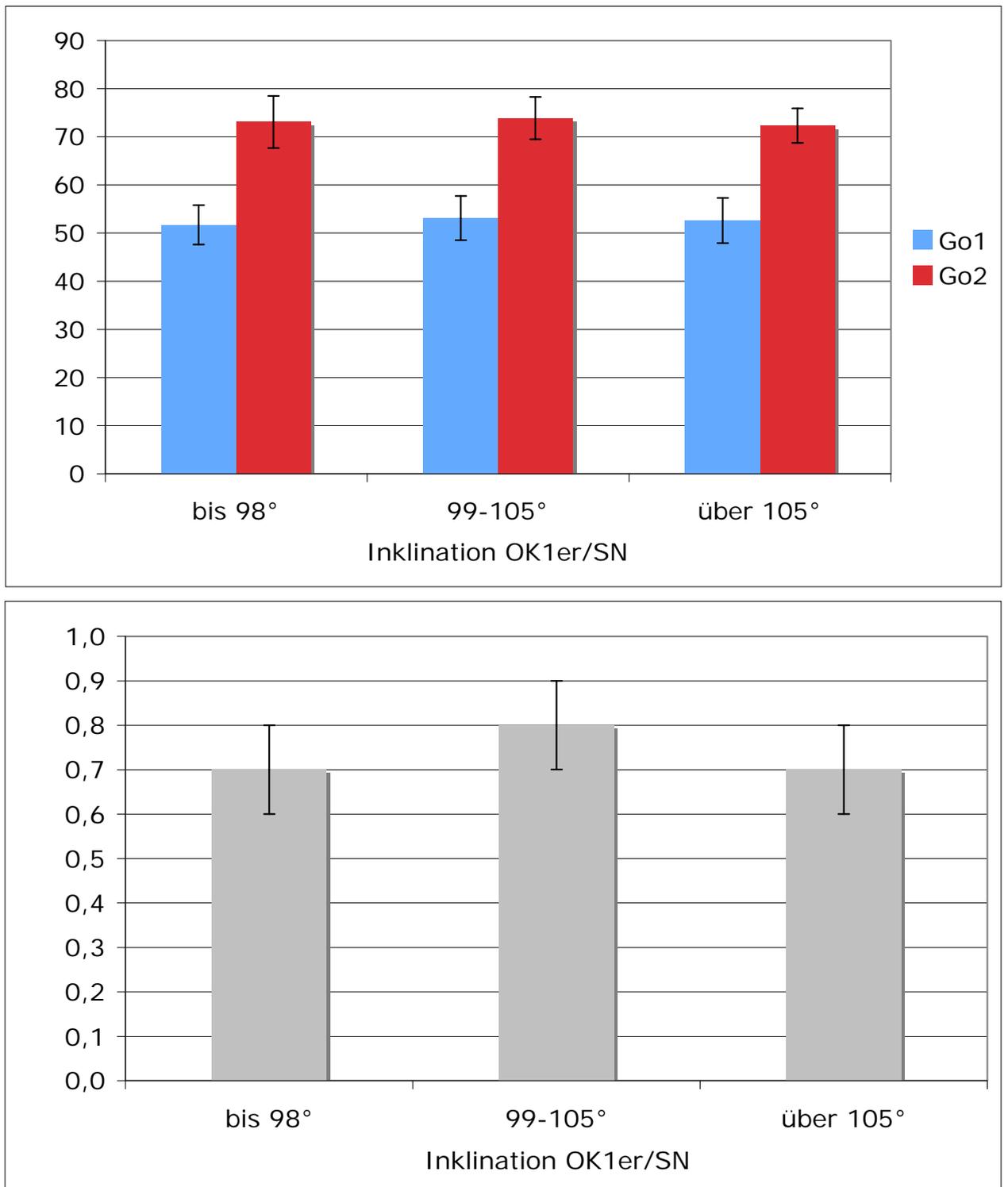


Abbildung 20: Winkel Go1 und Go2 (links) sowie Gonionindex (rechts)

4.4.9 Wits

Bei der Betrachtung der mittleren Wits-Werte zeigt sich eine Abnahme der Werte von der Reklination über die Norminklination bis hin zur Proklination. Auf Grund der hohen Streuung der Werte ist ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den drei Inklinationsgruppen allerdings nicht nachzuweisen.

Tabelle 11: Wits

MW \pm SD	Wits		
bis 98°	1,1 \pm 2,8		
99-105°	0,5 \pm 2,3		
über 105°	0,2 \pm 2,8		
Kruskal-Wallis p	bis 98°	99°-105°	> 105°
bis 98°		> 0,05	> 0,05
99-105°	> 0,05		> 0,05
über 105°	> 0,05	> 0,05	

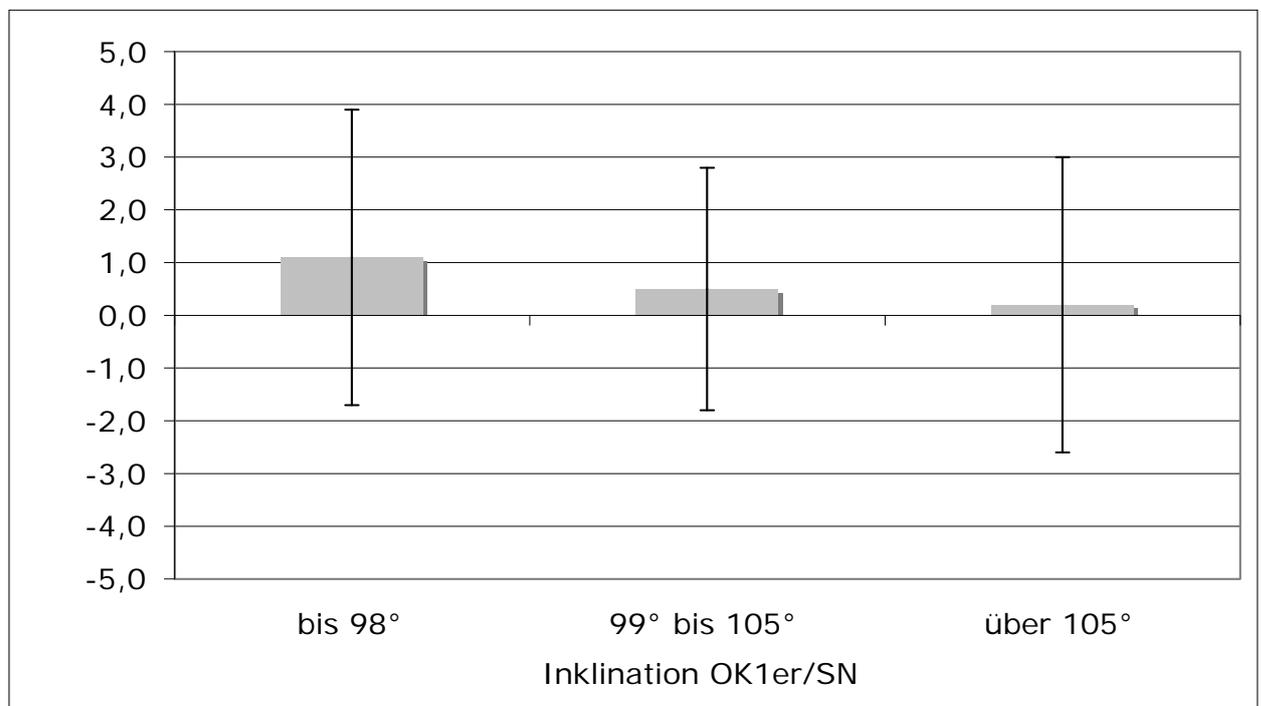


Abbildung 21: Wits-Werte

4.4.10 Unterlippenüberlappung in habitueller Okklusion und in Ruheschwebe

Die Unterlippenüberlappung nahm sowohl in habitueller Okklusion als auch in Ruheschwebe mit zunehmender Inklination stetig ab (Tabelle 12, Abb. 22). Bei den Probanden mit einer Proklination kam es in der Ruhelage häufig zu keiner Unterlippenüberlappung, so dass hier Werte im negativen Bereich auftraten. Die statistische Analyse zeigte signifikante Unterschiede zwischen allen drei Inklinationsgruppen in beiden Unterkieferpositionen (Tabelle 13), wobei der Unterschied zwischen normo- und prognathen Probanden weniger deutlich war als der Unterschied zwischen normo- und retrognathen sowie pro- und retrognathen.

Tabelle 12: Unterlippenüberlappung (mm) in habitueller Okklusion und Ruheschwebe in den drei Inklinationsgruppen

	Habituelle Okklusion	Ruheschwebe
bis 98°	6,6 ± 1,9	3,8 ± 1,9
99-105°	4,1 ± 1,5	1,0 ± 1,6
über 105°	2,8 ± 1,5	-0,4 ± 1,7

Tabelle 13: Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests für den Vergleich der Inklinationsgruppen hinsichtlich der Unterlippenüberlappung

	Habituelle Okklusion			Ruheschwebe		
	bis 98°	99-105°	über 105°	bis 98°	99-105°	über 105°
bis 98°		<0,001	<0,001		<0,001	<0,001
99-105°	<0,001		<0,01	<0,001		<0,05
über 105°	<0,001	<0,01		<0,001	<0,05	

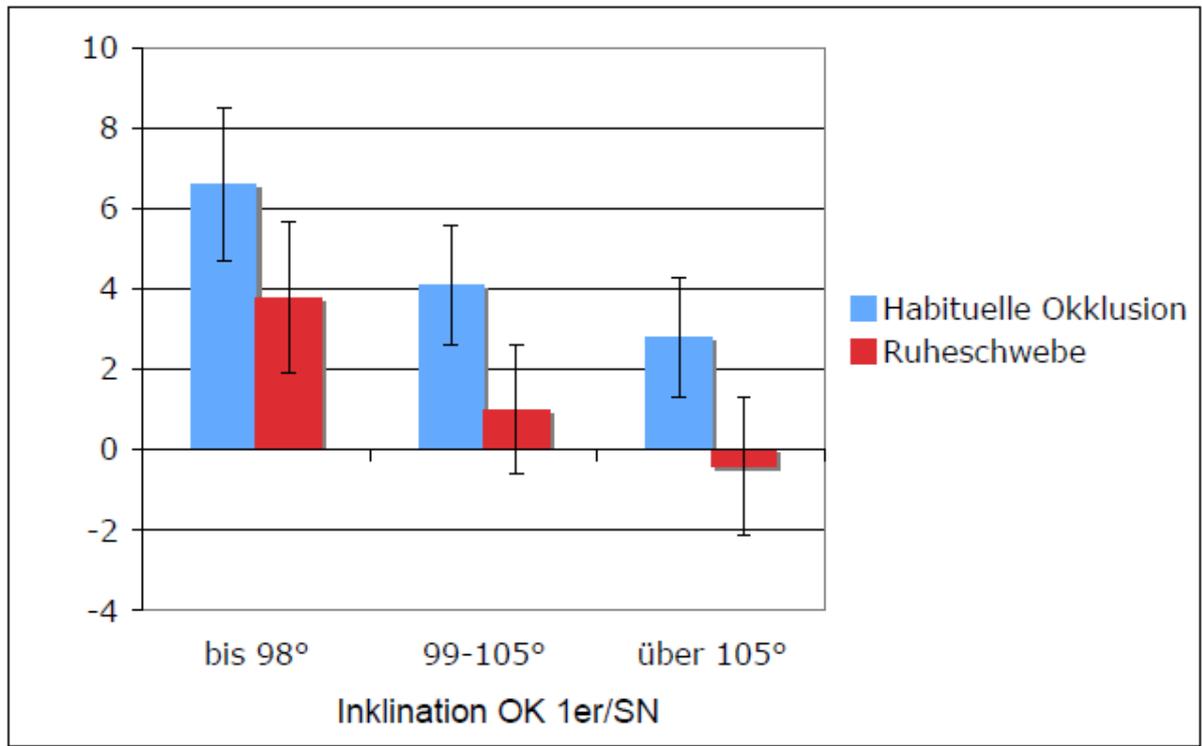


Abbildung 22: Unterlippenüberlappung (mm) in habitueller Okklusion und Ruheschwebe in den drei Inklinationsgruppen

Bei der Umrechnung der gemessenen Werte für die Unterlippenüberlappung in den prozentualen Anteil der Kronenlänge werden die oben beschriebenen Unterschiede noch deutlicher erkennbar (Tabelle 14, Abb. 23). Es treten besonders die Unterschiede zwischen normo- und prognather Gruppe gegenüber der retrognathen Gruppe in der habituelleren Okklusion und in Ruheschwebe noch markanter hervor (Tabelle 15).

Tabelle 14: Unterlippenüberlappung (in % der Kronenlänge) in habitueller Okklusion und Ruheschwebe in den drei Inklinationsgruppen

	Habituelle Okklusion	Ruheschwebe
bis 98°	70,8 ± 20,0	39,8 ± 20,2
99-105°	41,8 ± 14,2	10,5 ± 15,2
über 105°	29,2 ± 15,7	-4,1 ± 17,9

Tabelle 15: Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests für den Vergleich der Inklinationsgruppen hinsichtlich der Unterlippenüberlappung in % der Kronenlänge

	Habituelle Okklusion			Ruheschwebe		
	bis 98°	99-105°	über 105°	bis 98°	99-105°	über 105°
bis 98°		<0,001	<0,001		<0,001	<0,001
99-105°	<0,001		<0,01	<0,001		<0,001
über 105°	<0,001	<0,01		<0,001	<0,001	

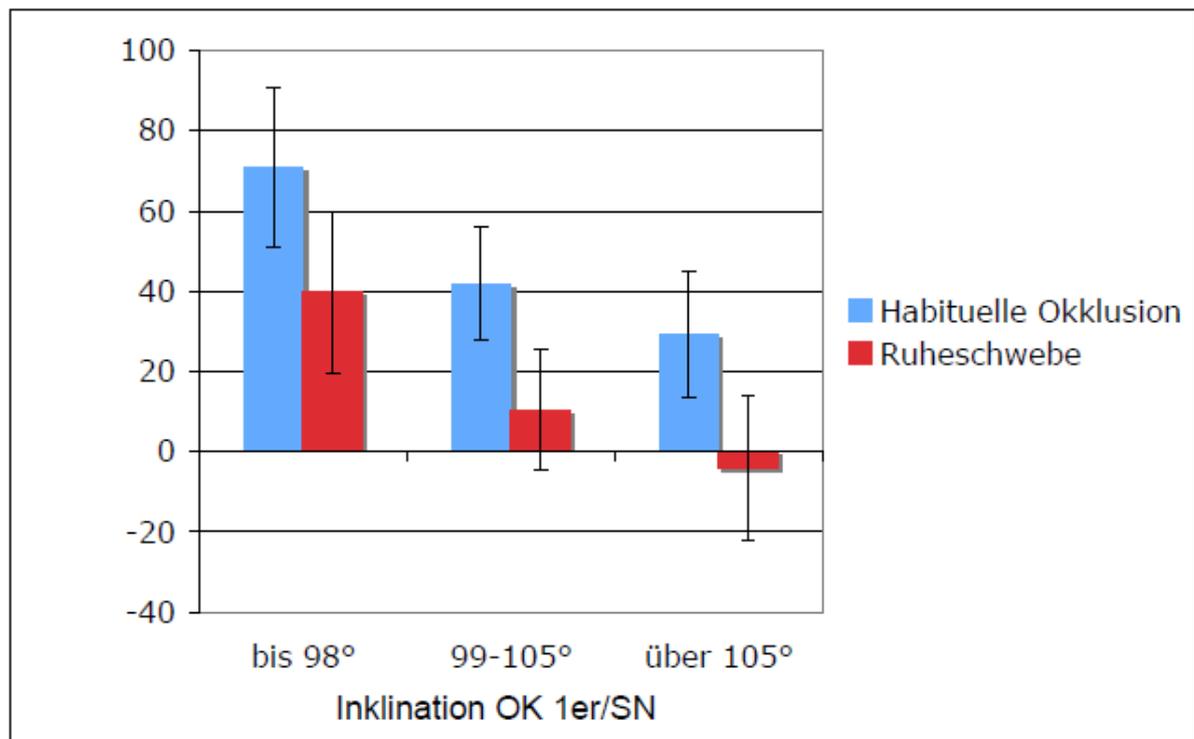


Abbildung 23: Unterlippenüberlappung (in % der Kronenlänge) in habitueller Okklusion und Ruheschwebe in den drei Inklinationsgruppen

5 Diskussion

5.1 Methodenkritik

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung wurden auf der Basis von Fernröntgenseitenbildern gewonnen. Auf die möglichen Fehlerquellen bei kephalometrischen Messungen wurde eingangs (s. S. 5f) hingewiesen. Radiographischen Fehlern wurde durch eine normierte Aufnahmetechnik entgegengewirkt. Interindividuelle Variationen der Messgenauigkeit können hier ausgeschlossen werden, da sämtliche Auswertungen durch einen einzigen, erfahrenen Untersucher durchgeführt wurden. Dem Problem intraindividuelle Schwankungen der Genauigkeit wurde durch dreifache Messwiederholung begegnet.

Als Bezugsebene zur Bestimmung des Inklinationswinkels wurde in der vorliegenden Untersuchung die SN-Linie gewählt, da diese Ebene häufig als Referenz für kephalometrische Untersuchungen und auch für den Vergleich zweier Fernröntgenseitenbilder verwendet wird (HASUND et al. 1976; SEGNER und HASUND 1998). Zudem waren die Messungen der Inklination mit den Referenzlinien SN-Linie, Frankfurter Horizontale und Mandibularebene deutlich miteinander korreliert (HOCEVAR und STEWART 1992; LEIGHTON und ADAMS 1986). Leider wird durch die alleinige Verwendung der SN-Linie als Referenz die Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen erschwert, wobei an dieser Stelle allerdings zu kritisieren ist, dass ein Vergleich der in der Fachliteratur publizierten Ergebnisse durch unterschiedliche Versuchsdesigns der Studien mit teilweise sehr geringen Fallzahlen, der Verwendung unterschiedlicher Altersgruppen, zahlreicher ethnischer Gruppen und differenzierender kieferorthopädischer Ausgangsdiagnosen a priori begrenzt ist.

Neben diesen grundsätzlichen Schwierigkeiten bestand ein fundamentales Problem bei der Bestimmung der Lippen-Inzisivi-Beziehung, da der Kontakt zwischen Ober- und Unterlippe bei geschlossenem Mund keinen Punkt, sondern eine Fläche darstellt und die Frontzahnüberlappung durch die Unterlippe daher schwierig zu quantifizieren ist (LAPATKI et al. 2006). LAPATKI et al. versuchten dieses Problem zu umgehen, indem sie den dorsalsten und ventralsten Punkt der Querschnittsfläche der Unterlippe

bestimmten und die senkrechten Abstände zwischen diesen beiden Punkten und der Schneidezahnkante des am meisten labial stehenden Inzisivus ermittelten. In der vorliegenden Untersuchung wurde stattdessen zur Bestimmung der Unterlippenüberlappung die Oberlippe weggehalten. Anschließend war die Unterlippenbegrenzung visuell erkennbar und die Strecke zwischen dem oberen Zahnfleischrand des OK1 und des an dieser Stelle höchsten Unterlippenrandes konnte unkompliziert gemessen werden. Diese Messungen wurden einmal in habitueller Okklusion und in Ruheschwebe durchgeführt. Durch die Messungen an einem einzelnen Zahn unter definierten Bedingungen sollte eine Wiederholbarkeit und Objektivierung der Ergebnisse erzielt werden. Ein abweichendes Resultat durch ein „Hochfedern“ der Unterlippe während der Untersuchung konnte vermieden werden, indem die Untersuchung insgesamt dreimal stattfand, und der Mittelwert dieser drei Messungen in Betracht gezogen wurde.

Die Neigung der Zahnlängsachse in labiolingualer Richtung wird durch die Inklination beschrieben. In Abhängigkeit von der Größe des Winkels zwischen der Zahnlängsachse und einer festgelegten Referenzebene wird der Zahn als re-, ortho- oder proinkliniert klassifiziert (ANDREWS 1972). Die im Jahr 1931 eingeführte Fernröntgenseitenaufnahme ermöglicht eine präzise Bestimmung der Frontzahninklination (BROADBENT 1931; HOFRATH 1931) und mit ihrer Hilfe konnten die genannten Autoren die Zahnlängsachse in der sagittalen Dimension bestimmen und die Neigung zu einer festgelegten Bezugslinie ermitteln. In der Folge beschäftigten sich weitere Studien mit der kephalometrischen Untersuchung der Zahnstellung in Bezug zum Gesichtsschädel, und es wurden verschiedene, teilweise abweichende Normwerte für die Frontzahninklination auf Fernröntgenseitenbildern vorgeschlagen (BALLARD 1956; BROADBENT et al. 1975; CHRISTIE 1977; DOWNS 1984; MACALLISTER und ROCK 1992; MCNAMARA und ELLIS 1988; RIOLO et al. 1973; STEINER 1953). Die Grazer Gruppe um Droschl gibt als Idealwert der Inklination für Mitteleuropäer 102° an (KINZEL et al. 2002). Vergleichbare Normwerte werden von weiteren Autoren genannt (HENNIES 2006; RAKOSI 1988; STEINER 1953).

Unter Einbeziehung einer Toleranzgrenze von $\pm 3^\circ$ wurden in der vorliegenden Untersuchung die Probanden drei Inklinationsgruppen zugewiesen:

Reklination: OK 1er/SN 98° und kleiner (n = 61; 33,0%)

Norminklination: OK 1er/SN 99°-105°(n = 68; 36,7%)

Proklination: OK 1er/SN 106° und größer (n = 56; 30,3%)

Bezüglich der Gruppengröße, sowie der Alters- und Geschlechtsverteilung bestanden zwischen diesen drei Gruppen keine statistisch signifikanten Unterschiede, so dass eine Vergleichbarkeit bezüglich der erhobenen Messparameter gegeben war.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

Der Einfluss des umgebenden Weichgewebes auf die Stellung der Zähne ist seit langem bekannt und ist bis heute Gegenstand zahlreicher Studien gewesen (FRAENKEL und FALK 1967, FREDERICK 1991, LUFFINGHAM 1982, PROFFIT 1978, WITT und SCHMIDT 1971). Die Zähne finden sich demnach im Gleichgewicht der extraoral und intraoral wirkenden Kräfte. Man unterscheidet passiv auftretende Kräfte von den aktiven, wie sie z.B. beim Schlucken, Sprechen und Kauen entstehen.

Der Einfluss der passiv wirkenden Kräfte soll dabei eine größere Rolle spielen als die Kräfte, die unter funktioneller Belastung einwirken. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Kräfte zwar kleiner sind, aber dafür annähernd konstant einwirken (PROFFIT 1978). Ein wichtiger Faktor, der die Stellung der Oberkieferfrontzähne beeinflusst, ist mit Sicherheit die Lage und Funktion der Lippen. In vielen Fällen der Klasse II/1 findet man eine Unterlippe, die sich hinter den beiden Inzisivi einlagert und somit diese protrudiert. Im Gegensatz dazu findet man bei der Klasse II/2 vermehrt eine hohe Lippenschlusslinie, die den Verdacht nahe legt, dass sie die Frontzähne durch den auf sie wirkenden Druck retroinkliniert (LUFFINGHAM 1982). Eine hohe Lippenschlusslinie findet sich jedoch nicht nur bei der Klasse II/2, sie ist vielmehr eine Variante, die bei allen Anomalieformen auftreten kann (NICOL 1963). Da sich die Höhe der Lippenschlusslinie als wesentlich für die Art der Druckverteilung herausstellte, soll hier näher darauf eingegangen werden.

In einer Studie von Luffingham (LUFFINGHAM 1982) befand sich die Lippenschlusslinie für die Klasse I im Bereich von min=0 bis max=9 mm bei SD= 2,9 mm und für die Klasse II/2 im Bereich von min=3 bis max=7,5 mm bei SD=2,3. In einer Studie an Kindern mit Klasse II/2 und extremem Tiefbiss (n=22) stellte Karlsen (KARLSEN 1994) eine Lippenschlusslinie von $7,76 \pm 1,51$ mm zu $3,47 \pm 1,04$ mm im Vergleichskollektiv (n=25) fest. Der niedrigste Wert für die Klasse II/2 lag bei 3,5 mm und macht es wahrscheinlich, dass ein charakteristisches Symptom der Klasse II/2 eine erhöhte Lippenschlusslinie ist. Die Werte für das Vergleichskollektiv von $2,7 \pm 1,03$ mm bzw. $3,47 \pm 1,04$ mm sind durchaus vergleichbar. In der gleichen Studie (KARLSEN 1994) wurden für den vertikalen Überbiss in der Gruppe mit der Klasse II/2 $9,67 \pm 1,2$ mm bzw. $3,07 \pm 0,69$ mm in der Kontrollgruppe gemessen.

In der vorliegenden Studie wurden die Patienten innerhalb der Angle-Klasse II, in Abhängigkeit von der Inklination der Frontzähne, in zwei Untergruppen unterschieden. Daher wurden die Probanden mit einer Proklination mit der Angle-Klasse II/1, diejenigen mit einer Reklination der Angle-Klasse II/2 gleichgesetzt.

5.2.1 Proklination – Angle-Klasse II/1

Von allen untersuchten Parametern unterschieden sich die Probanden der Proklinationsgruppe nur durch eine statistisch signifikant geringere Unterlippenüberlappung der Oberkieferinzisivi gegenüber den beiden übrigen Gruppen mit einer Norm- oder Reklination der OK1er. In habitueller Okklusionslage betrug die durchschnittliche Überlappung lediglich $2,8 \pm 1,5$ mm und lag damit deutlich unter den Mittelwerten der Gruppe Norminklination ($4,1 \pm 1,5$ mm) beziehungsweise Reklination ($6,6 \pm 1,9$ mm). Noch deutlicher traten die Gruppenunterschiede bei Berechnung der Unterlippenüberlappung in % der Länge der klinischen Krone des OK1er hervor: In der Gruppe Proklination betrug in habitueller Okklusion die Überlappung nur $29,2 \pm 15,7\%$, in der Gruppe Reklination dagegen $70,8 \pm 20,0\%$.

Der Terminus „Ruheschwebe“ oder „Ruhelage“ bezeichnet eine unbewusste Abstandshaltung des Unterkiefers vom Oberkiefer, bei der keine Okklusion besteht (KOECK und BIERWIRTH 1986). Bei unseren Patienten der Proklinationsgruppe bestand in der Ruhelage häufig kein Lippenkontakt, so dass der Mittelwert mit -0,4 mm im negativen Bereich lag. Im Vergleich fielen die Werte der beiden übrigen Gruppen wiederum statistisch signifikant höher aus (Norminklination: $1,0 \pm 1,6$ mm, Reklination: $3,8 \pm 0,9$ mm). Auch der Mittelwert der prozentualen Überlappung der klinischen Krone war mit -4,1% in der Proklinationsgruppe statistisch signifikant geringer (Retroinklination: 39,8%, Norminklination: 10,5%).

Es wurde diskutiert, ob eine Proklination einen Einfluss auf die Länge der klinischen Krone ausübt und festgestellt, dass die Länge der klinischen Krone bei den Angle-Klassen II/1 und III größer ausfällt als bei den Gruppen II/2 und I (RÖNNERMAN und LARSSON 1982). Als Ursache hierfür vermuteten die Autoren, dass in Klasse II/1 die oberen Inzisivi mehr prokliniert stehen. Auch in Klasse III ist eine deutlichere Proklination möglich. In der vorliegenden Untersuchung wurden in den drei Gruppen Pro-, Norm- und Retroinklination vergleichbare Längen der klinischen Krone ohne statistisch signifikante Gruppenunterschiede gemessen.

Die Unterteilung unserer Probanden in drei Inklinationsgruppen erbrachte keine weiteren statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich folgender Parameter: Lippenlänge, vertikaler Lippenindex, Gesichtshöhenindex und vorderer Gesichtshöhenindex, Winkel ANB sowie Gonionwinkel mit den abgeleiteten veränderlichen Größen Go1 und Go2 sowie Gonionindex.

Die Bisschwenkung nach vorn bei Patienten mit einer Proklination drückte sich auch in einem gegenüber der Gruppe Norminklination verringerten Mandibularebenenwinkel und einem geringen Wits-Appraisal von lediglich $0,2 \pm 2,8$ aus. Jedoch war bezüglich des Wits-Wertes ein Unterschied gegenüber den beiden übrigen Gruppen wegen der vergleichsweise hohen Schwankungsbreite der Einzelwerte nicht statistisch signifikant.

Pancherz et al. kommen zu dem Schluss, dass mit Ausnahme der Inklination der Inzisivi keine weiteren grundsätzlichen Unterschiede zu Klasse II/2 bestehen (PANCHERZ et al. 1997). Rosenblum argumentierte, dass besonders bei der horizontalen Analyse die Verwendung der SN-Linie als

Referenz über möglicherweise trotzdem vorhandene Unterschiede hinwegtäuschen könnte (ROSENBLUM 1995). Jedoch führten weitergehende kephalometrische Untersuchungen im Rahmen von zwei Dissertationen, die die Frankfurter Horizontale als Referenzebene nutzten, zu vergleichbaren Ergebnissen (HOYER 1995; ZIEBER 1995).

5.2.2 Reklination – Angle-Klasse II/2

Vergleichbar zu den Probanden der Proklinationsgruppen wiesen auch die Probanden mit einer Reklinationsstellung der oberen Frontzähne nur wenige Unterschiede zu den beiden korrespondierenden Gruppen auf. Am auffälligsten waren auch hier abweichende Werte der Überlappung der Oberkieferinzisivi durch die Unterlippe. In der Gruppe Retroklination betrug die Unterlippenüberlappung in habitueller Okklusion im Mittel 6,6 mm, in der Gruppe Norminklination dagegen nur 4,1 mm. Auch in Ruheschwebe war der Unterschied zwischen beiden Gruppen statistisch signifikant (Retroinklination: 3,8 mm, Norminklination: 1,0 mm). Die prozentuale Überlappung der klinischen Krone betrug bei Probanden mit einer Retroinklination durchschnittlich 70,8% in habitueller Okklusion und 39,8% in Ruheschwebe. Die Vergleichswerte der Probanden mit Norminklination fielen dagegen statistisch signifikant geringer aus (41,8%, beziehungsweise 10,5%).

Eine deutliche Überlappung der Oberkieferfrontzähne durch die Unterlippe wird in der Literatur auch als „hohe Lippenlinie“ bezeichnet (ANGLE 1907; BALLARD 1953, 1956; KARLSEN 1994; NICOL 1954, 1955; ROBERTSON und HILTON 1965; VAN DER LINDEN 1991). Sie soll besonders beim Deckbiss beziehungsweise der Angle-Klasse II/2 eine Rolle spielen, da sie mit der Ausprägung des Deckbisses korreliert (BINDA et al. 1994; FLETCHER 1975; KARLSEN 1994; KINZEL et al. 2002; LAPATKI et al. 2002; LUFFINGHAM 1982; SCHWEITZER und PANCHERZ 2001). Hieran soll besonders ein veränderter Lippendruck auf die Inzisivi beteiligt sein und vor allem ein erhöhter Lippendruck in Ruhe – und nicht der funktionale Druck – von Bedeutung sein (THÜER et al. 1999). Dagegen spielt die Zunge als Einflussfaktor auf die Zahnposition nur eine untergeordnete Rolle (THÜER et al. 1999).

Neben der hohen Lippenlinie wurde bei Deckbisspatienten auch eine Erhöhung des Lippendrucks – vor allem der Unterlippe – gezeigt. Bei einem Vergleich zweier Patientengruppen wiesen die 21 Patienten mit einer Angle-Klasse II/2 jeweils einen höheren Lippendruck auf als 21 Klasse-I-Probanden (LAPATKI et al. 2002). Der erhöhte Druck soll durch eine verstärkte Muskelaktivität und auch durch die hohe Lippenlinie selbst verursacht werden (KARLSEN 1994; LAPATKI et al. 2002; LUFFINGHAM 1982; MILLS 1973): Je höher die Lippenlinie liegt, desto höher werden auch der inzisal auf den Zahn wirkende Lippendruck und der lingual kippende Effekt auf die oberen Schneidezähne, während der zervikal auf den Zahn wirkende Lippendruck abnimmt (LAPATKI et al. 2002; MCINTYRE und MILLETT 2006).

Im Einzelnen muss die Gesamthöhe des Drucks auf die oberen Schneidezähne ansteigen, wenn sich die Kontaktfläche zwischen Unterlippe und Oberkieferinzisivi zum Nachteil der Kontaktfläche mit der Oberlippe vergrößert. Die hohe Lippenlinie resultiert nicht nur in einer Steigerung der Gesamthöhe des Drucks, sondern auch in einer Umverteilung der Drucks von der zervikalen auf die inzisale Fläche der Krone, wodurch lingual gerichtete Kräfte auf die Spitzen der oberen Schneidezähne einwirken (LAPATKI et al. 2002).

In einigen Studien wurde eine signifikante Korrelation zwischen Unterlippenüberlappung, Interinzisalwinkel und Overbite gefunden (MILLS 1973; VAN DER LINDEN und BOERSMA 1988). Man kann daher annehmen, dass die hoch angesetzte Unterlippe die oberen und unteren Schneidezähne rekliniert. Durch die nun fehlende inzisale Unterstützung können die Frontzähne ungehindert durchbrechen, und es entsteht ein Tiefbiss (SCHWEITZER und PANCHERZ 2001).

Klatt fand bei Deckbisspatienten keine Abweichungen der Lippenlänge im Vergleich zu Probanden mit einer physiologischen Frontzahnstellung. Jedoch war die Oberlippe statistisch signifikant verkürzt und die Lippenlinie statistisch signifikant erhöht (KLATT 2005). Nach den Ergebnissen von Klatt lässt sich die Deckbissausprägung zu 65% aus den Parametern Höhe der Lippenschlusslinie (erhöht), Länge der Oberlippe (verkürzt), Okklusion der mittleren Oberkieferfrontzähne (Supraokklusion), sagittale Kieferbasendiskrepanz (groß) und vordere untere Gesichtshöhe (niedrig) erklären. In der vorliegenden Untersuchung zeigten die Probanden der

Gruppe Reklination ebenfalls statistisch signifikant erhöhte Werte der Unterlippenüberlappung. Ergänzend zur Untersuchung von Klatt wiesen sie als weiteres Merkmal einen größeren Winkel NL/SN, d.h. einen größeren Innenwinkel zwischen vorderer Schädelbasis und Spinaplenum auf, als die Probanden der Gruppen Norminklination und Proklination. Hierin spiegelt sich eine Tendenz zu einer posterioren Neigung des Oberkiefers wieder.

5.3 Schlussfolgerungen

Die meisten Autoren sehen die Entstehung des Deckbisses in den perioralen Weichteilen verankert (FRAENKEL und FALK 1967, VAN DER LINDEN 1983, WITT und SCHMIDT 1971). Die Ursache kann sowohl funktionell im Sinne von Dyskinesien (FRAENKEL und FALK 1967), als auch in der Morphologie (VAN DER LINDEN 1983) liegen. Wie diese Studie zeigte, scheint dabei die Höhe der Lippenschlusslinie eine entscheidende pathogenetische Rolle bei der Entstehung einer Reklination der Inzisivi und somit der Klasse II/2 zu spielen. Dies unterstützt die Hypothese van der Lindens (VAN DER LINDEN 1983), der bei Deckbissfällen eine typische Lippenmorphologie feststellte, wobei die Oberlippe kurz und die Unterlippe lang ist. Dadurch unterliegen die oberen Frontzähne während des Zahndurchbruchs dem Einfluss der Unterlippe. Dies entspricht der Situation bei einer hohen Lippenschlusslinie. Unter dem Einfluss der Unterlippe kommt es zur Inversion der oberen Schneidezähne, dem typischen Symptom der Klasse II/2. Durch funktionelle Anpassungsmechanismen hat das Konsequenzen für die weitere Gebissentwicklung. Durch die Palatinalkipfung der oberen Inzisivi kommt es zu einer Verlängerung der invertierten Zähne (SCHULZE 1982), was wiederum eine Verstärkung des tiefen Bisses bzw. eine Erhöhung der Lippenschlusslinie zur Folge haben würde.

Eine Zunahme der Palatinalkipfung ist nur möglich, wenn eine inzisale Stufe besteht oder die Kontakt haltenden unteren Schneidezähne nach lingual ausweichen, was bei einer neutralen Bisslage ausgeprägter sein muss, als

bei einer Distalbisslage. So erklärt sich das gehäufte Auftreten des Deckbisses bei der Klasse II/2.

Die unterschiedliche Anordnung in der Stellung der oberen Inzisivi, wie sie oft bei der Klasse II/2 zu sehen ist, dürfte auch in Besonderheiten des Zahndurchbruchs begründet sein. Eine steile Keimlage, die von manchen Autoren für die Inversion der Inzisivi verantwortlich gemacht wird (KORKHAUS 1931), wurde von anderen Autoren eher angezweifelt. So sahen Fränkel und Falk (1967) keine Auffälligkeiten der Zahnkeime vor ihrem Durchbruch. Erst im Laufe des Durchbruchs schwenkten die Zahnkeime im Sinne einer Palatinalkipfung um. Dies könnte damit zusammenhängen, dass sie unter den funktionellen Einfluss der Weichgewebe gelangen. Fränkel sah den entscheidenden Faktor in Dyskinesien bzw. in einem hypervalenten Mentalis.

Die Ätiologie der Reklination der Inzisivi bei einer Klasse II/2 wirft diverse Fragen auf. Gegen eine rein genetisch determinierte Ursache der Anomalie spricht eine Studie an monozygoten Zwillingen. Einer der beiden Zwillinge hatte eine Klasse II/2, während der andere eine Klasse II/1 aufwies (RUF und PANCHERZ 1999). Die beiden Zwillinge unterschieden sich nicht hinsichtlich der Distalverzahnung, wohl aber in der Stellung der Frontzähne. Der Zwilling mit der Klasse II/2 hatte einen Overjet von 1 mm und einen Overbite von 7 mm, der mit der Klasse II/1 dagegen einen Overjet von 12 mm und einen Overbite von 5 mm. Die Lippenschlusslinie war absolut gesehen bei beiden gleich hoch. Betrachtet man die Lippenschlusslinie in Bezug auf die oberen Inzisivi hatte der Zwilling mit der Klasse II/2 eine bedeutend höhere Lippenschlusslinie. Dies bekräftigt noch einmal den hohen Stellenwert, den die Lippenschlusslinie für die Ausbildung der Klasse II/2 besitzt.

Durch das Auftreten der beiden verschiedenen Phänotypen bei den monozygoten Zwillingen scheint das Vorhandensein eines Umweltfaktors in der Genese von Anomalien bewiesen. Es ist somit sowohl eine genetische Disposition als auch ein Umweltfaktor für die Entstehung der Anomalie

verantwortlich. Zu klären ist noch, für welche Faktoren eine Vererbung vorhanden ist, wobei von einem polygenetischen Geschehen mit Schwellenwerteffekt auszugehen ist (SCHULZE 1982). Ebenso ist zu untersuchen, welche umweltbedingten Faktoren zur Entstehung der Klasse II/2 beitragen. Besonders bemerkenswert ist, dass der Zwilling mit der Klasse II/2 eine Lutschanamnese hatte und nicht, wie vielleicht zu erwarten wäre, derjenige mit der Klasse II/1.

Aus den Ergebnissen dieser Studie ergeben sich einige therapeutische Konsequenzen. Die vertikale Beziehung zwischen den oberen Frontzähnen und der Lippenchlusslinie ist ein bedeutender Faktor für die Entstehung und die posttherapeutische Stabilität der Klasse II/2 nach kieferorthopädischer Therapie. Bei der Behandlung der Klasse II/2 sollte neben der Beseitigung der oberen Schneidezahninversion und der Einstellung des Unterkiefers in den Regelbiss, der Korrektur des Tiefbisses besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Hebung des Tiefbisses sollte in Abhängigkeit zur Lippenchlusslinie geschehen. Das Ziel muss dabei sein, den hohen Druck der Unterlippe auf die Oberkieferfrontzähne auszuschalten. Auf Grund dieser morphologischen Beziehung und der daraus resultierenden besseren Langzeitprognose ist die isolierte Frontzahnintrusion indiziert, die außerdem keine negative Auswirkung auf die Unterkieferposition mit sich bringt (JONAS 1999). Falls dieser Aspekt bei der Behandlungsplanung nicht berücksichtigt wird, ist mit einer hohen Rezidivtendenz der oberen Frontzahnstellung nach Abschluss der kieferorthopädischen Therapie zu rechnen. Allerdings sollte bei dieser therapeutischen Anwendung nicht außer Acht gelassen werden, dass wegen den ästhetischen Anforderungen einer schönen Lachlinie selten eine „großzügige“ Intrusion der oberen Schneidezähne indiziert ist (SARVER 1997, SARVER und ACKERMANN 2000, ZACHRISSON 2007).

Außerdem ist im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung sowohl aus funktionellen als auch ästhetischen Gründen eine orthoinklinierte Frontzahnstellung anzustreben (SUI et al. 2006). Die Frontzahnneigung beeinflusst das Weichgewebeprofil, so dass beispielsweise bei proklinierten

Oberkieferinzisivi die Oberlippe stärker hervortritt (SCHLOSSER et al. 2005). So erklärt es sich, dass etwa retrudiert stehende Zähne als wenig ästhetisch und Gebisse mit orthoinklinierten Frontzähnen als attraktiver empfunden werden (RIEDEL 1957; SCHLOSSER et al. 2005). Die Frontzahnneigung trägt als wichtiger Faktor zu einer harmonischen Seitenzahnokklusion und zu einem stabilen Frontzahnüberbiss bei und hilft bei der Vermeidung einer unerwünschten Elongation der Frontzähne (ANDREWS 1972).

Aus funktioneller Sicht ist an eine Beeinflussung der Zahnbogenform durch die Frontzahnneigung zu denken. Zum Beispiel korreliert bei Patienten mit einer Angle-Klasse II/2 die Größe des Interinzisalwinkels mit dem Ausmaß des vertikalen Überbisses (HOUSTON 1989; LUDWIG 1967). Auch steigt der Radius des Zahnbogens im anterioren Bereich mit zunehmender Proklination der Frontzähne an (HUSSELS und NANDA 1987). Außerdem sind proklinierte Schneidezähne – besonders im Oberkiefer – überproportional häufig von dentalen Traumata betroffen (BRIN et al. 2000; KANIA et al. 1996; PETTI und TARSITANI 1996).

6 Zusammenfassung

Bei 185 kieferorthopädisch unbehandelten Probanden (57,3% weiblich, 42,7% männlich) im Alter zwischen 9 und 17 Jahren wurde die Unterlippenüberlappung der Oberkieferinzisivi in habitueller Okklusion und Ruheschwebe bei weggeklappter Oberlippe gemessen und zu Parametern in Beziehung gesetzt, die mittels Fernröntgenseitenbildern ermittelt wurden.

In Abhängigkeit von der Größe des Winkels OK1er/SN wurden die Probanden drei Gruppen zugeordnet: Norminklination (99-105°: n=68, 36,7%), Reklination (bis 98°: n=61, 33,0%) und Proklination (>105°: n=56, 30,3%). Die drei Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich der Alters- und Geschlechtsverteilung. Auch bezüglich folgender Parameter bestanden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen: Höhe der klinischen Krone, Lippenlänge, vertikaler Lippenindex, Gesichtshöhenindex und vorderer Gesichtshöhenindex, Winkel ANB, Wits-Appraisal sowie Gonionwinkel mit den abgeleiteten veränderlichen Größen Go1 und Go2, sowie Gonionindex.

Zwischen Probanden mit einer Pro- und Reklination bestanden statistisch hoch signifikante Unterschiede bezüglich der Unterlippenüberlappung der oberen Frontzähne: Sie fiel in habitueller Okklusion mit durchschnittlich $6,6 \pm 1,9$ mm in der Gruppe Reklination deutlich höher aus als in der Gruppe Proklination mit $2,8 \pm 1,5$ mm. Auch bei den Messungen in Ruheschwebe war die Überlappung mit $3,8 \pm 1,9$ mm in der Gruppe Reklination statistisch signifikant höher als in der Gruppe Proklination mit $-0,4 \pm 1,7$ mm. Die Messergebnisse der Probanden der Gruppe Norminklination nahmen jeweils eine Mittelstellung ein.

Identische Gruppenunterschiede zeigten sich auch bei Umrechnung der Werte in die prozentuale Überlappung, bezogen auf die Höhe der klinischen Krone. Hier waren beispielsweise in habitueller Okklusion bei reklinierten Inzisivi $70,8 \pm 20,0\%$ Überlappung zu verzeichnen, bei proklinierten Inzisivi dagegen nur $29,2 \pm 15,7\%$. Die entsprechenden Werte betragen für die Ruheschwebe $39,8 \pm 20,2\%$ (Reklination) und $-4,1 \pm 17,9\%$ (Proklination).

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass bei Patienten mit einer Proklination – entsprechend Angle-Klasse II/1 – ein nur geringer Lippendruck auf die Inzisivi

ausgeübt wird, während bei Patienten mit einer Reklination – entsprechend Angle-Klasse II/2 – die Zahnposition durch einen erhöhten Lippendruck beeinflusst wird. Daher ist bei der kieferorthopädischen Behandlung von Patienten mit einem Deckbiss die Herstellung einer physiologischen Beziehung zwischen den Oberkieferfrontzähnen und Unterlippe nicht nur aus ästhetischen Gründen, sondern vor allem auch zur Rezidivprophylaxe anzustreben.

7 Literaturverzeichnis

- [1] ADAMS CP, KERR WJ (1981): Overbite and face height in 44 male subjects with class I, class II/1 and class II/2 occlusion. *Eur J Orthod* 3, 125-129
- [2] ANDERSON DL, POPOVICH F (1983): Lower cranial height vs craniofacial dimensions in Angle Class II malocclusion. *Angle Orthod* 53, 253-260
- [3] ANDREWS LF (1972): The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod* 62, 296-309
- [4] ANDREWS LF (2004): Die Philosophie der Sechs Elemente in der Kieferorthopädie. *Inf Orthod Kieferorthop* 36, 83-90
- [5] ANGLE EH (1899): Classification of malocclusion. *Dent Cosmos*. 41: 248-64, 350-57
- [6] ANGLE EH. Treatment of malocclusion of the teeth: Angle's system. White Dental Manufacturing Co., Philadelphia 1907
- [7] BALLARD CF (1953): The significance of soft tissue morphology in diagnosis, prognosis, and treatment planning. *Trans Eur Orthod Soc* 19, 143-175
- [8] BALLARD CF (1956): Morphology and treatment of Class II, division 2 occlusions. *Trans Eur Orthod Soc* 32, 44-54
- [9] BALLARD CF (1965): Variations of posture and behavior of the lips and tongue which determine the position of the labial segments. *Trans Eur Orthod Soc* 67
- [10] BAUMRIND S, FRANTZ RC (1971): The reliability of head film measurements. I. Landmark identification. *Am J Orthod* 60, 111-120

- [11] BINDA SK, KUIJPERS-JAGTMAN AM, MAERTENS JK, VAN'T HOF MA (1994): A long-term cephalometric evaluation of treated Class II division 2 malocclusions. *Eur J Orthod* 16, 301-308
- [12] BISHARA SE, JAKOBSEN JR, VORHIES B, BAYATI P (1997): Changes in dentofacial structures in untreated Class II division 1 and normal subjects: a longitudinal study. *Angle Orthod* 67, 55-66
- [13] BJÖRK A (1969): Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod* 55, 585-599
- [14] BREZNIAK N, ARAD A, HELER M, WASSERSTEIN A (1998) : Class II Division 2 skeletal pattern. *Angle Orthod.* 68:104
- [15] BRIN I, BEN-BASSAT Y, HELING I, BREZNIAK N (2000): Profile of an orthodontic patient at risk of dental trauma. *Endod Dent Traumatol* 16, 111-115
- [16] BROADBENT BH (1931): A new technique and its application to orthodontics. *Angle Orthod* 1, 45
- [17] BROADBENT BHS, BROADBENT BHJ, GOLDEN WH. Bolton standards of dentofacial development growth. Mosby Year Book, St. Louis/USA 1975
- [18] BRUNELLE J, BHAT A, LIPTON JA (1996): Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991. *J Dent Res.* 75. Special issue: 706-13
- [19] BURSTONE CJ (1967): Lip posture and its significance in treatment planning. *Am J Orthod* 53, 262
- [20] BUSCHANG PH, LAPALME L, TANGUAY R, DEMIRJIAN A (1986): The technical reliability of superimposition on cranial base and mandibular structures. *Eur J Orthod* 8, 152-156

- [21] BUSCHANG PH, TANGUAY R, DEMIRJIAN A (1987): Cephalometric reliability. A full ANOVA model for the estimation of true and error variance. *Angle Orthod* 57, 168-175
- [22] CHRISTIANSEN-KOCH S (1981): Familien- und Sippenuntersuchungen zur Frage der Vererbung des Deckbisses. Diss. Berlin 1981
- [23] CHRISTIE TE (1977): Cephalometric patterns of adults with normal occlusion. *Angle Orthod* 47, 128-134
- [24] DEMISCH A, INGERVALL B, THUER U (1992): Mandibular displacement in Angle Class II, division 2 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 102: 509-18
- [25] DOWNS WB (1984): Variations in facial relationships: their significance in treatment and prognosis. *Am J Orthod* 34, 812-840
- [26] DRESCHER D. Fernröntgenanalyse. In: *Praxis der Zahnheilkunde*. Bd. Kieferorthopädie I. 4. Aufl.; hrsg. v. DIEDRICH P. Urban & Fischer, München 2000, 261-291
- [27] FLETCHER GG (1975): The retroclined upper incisor. *Br J Orthod* 2, 207-216
- [28] FRÄNKEL R (1964): Die Bedeutung der Weichteile für die Induktion und Formorientierung des Kieferwachstums unter Zugrundelegung der Behandlungsergebnisse mit Funktionsreglern. *Fortschr Kieferorthop* 25, 413-432
- [29] FRAENKEL R, FALK F (1967): Zahndurchbruch und Vererbung beim Deckbiss. *Fortschr Kieferorthop* 28, 175
- [30] FREDERICK S (1991): The perioral muscular phenomenon: Part I. *Aust Orthod J*. 12:3-9

- [31] FREISFELD M (1973): Fehlerquellen an Einzeichnungsserien kephalometrischer Bezugspunkte. Fortschr Kieferorthop 34, 296-299
- [32] HARRADINE NW, KIRSCHEN NH (1983): Lip and mentalis activity and its influence on incisor position- a quantitative electromyographic study. Br J Orthod. 10: 114-27
- [33] HASUND A, BÖE OE, JENATSCHKE F, NORDERVAL K, THUNOLD K, WHIST P. Klinische Kephalmetrie für die Bergen-Technik. Universitätsdruck Bergen, Bergen/Norwegen 1976
- [34] HENNIES MO (2006): Zur Korrelation von Werten der Frontzahninklination bestimmt am Modell und am Fernröntgenseitenbild. Diss. med. dent., Universität Tübingen.
- [35] HOCEVAR RA, STEWART MC (1992): A study of reference lines for mandibular plane angles. Am J Orthod Dentofacial Orthop 102, 519-526
- [36] HOFRATH H (1931): Die Bedeutung der Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien. Fortschr Kieferorthop 1, 232-258
- [37] HOUSTON WJ (1983): The analysis of error in orthodontic measurements. Am J Orthod 83, 382-385
- [38] HOUSTON WJ (1989): Incisor edge-centroid relationships and overbite depth. Eur J Orthod 11, 139-143
- [39] HOUSTON WJ, MAHER RE, MCELROY D, SHERRIFF M (1986): Sources of error in measurements from cephalometric radiographs. Eur J Orthod 8, 149-155
- [40] HOYER BU (1995): Die dentoskelettale Morphologie der Angle-Klasse II,1. Diss. med. dent, Universität Gießen.

- [41] HUSSELS W, NANDA RS (1987): Effect of maxillary incisor angulation and inclination on arch length. Am J Orthod Dentofacial Orthop 91, 233-239
- [42] JÄRVINEN S (1992): Evaluation of the correlation box (Segner) for characterization of the facial skeleton. Proc Finn Dent Soc 88, 39-48
- [43] JONAS I (1999): Therapie der Kl. II/2. In: P. Dietrich (ed.). Kieferorthopädische Therapie. Urban & Schwarzenberg, München, Jena: 316-327
- [44] KANIA MJ, KEELING SD, MCGORRAY SP, WHEELER TT, KING GJ (1996): Risk factors associated with incisor injury in elementary school children. Angle Orthod 66, 423-432
- [45] KARLSEN AT (1994): Craniofacial characteristics in children with Angle class II div. 2 malocclusion combined with extreme deep bite. Angle Orthod 64, 123-130
- [46] KINZEL J, ABERSCHEK P, MISCHAK I, DROSCHL H (2002): Study of the extent of torque, protrusion and intrusion of the incisors in the context of Class II, division 2 treatment in adults. J Orofac Orthop 63, 283-299
- [47] KLATT A (2005): Einfluss der Höhe der Lippenschlusslinie auf den Ausprägungsgrad und die Behandlungsstabilität des Deckbisses - eine röntgenkephalometrische Studie. Diss.med. dent., Universität Freiburg.,
- [48] KOECK B, BIERWIRTH JT (1986): Die Veränderung der Ruheschwebe des Unterkiefers in Abhängigkeit von Schwerkraft, Kopf- und Körperhaltung. Dtsch Zahnärztl Z 41, 1161
- [49] KORKHAUS G (1931): Aetiologie der Zahnstellungs- und Kieferanomalien. Fortschr Orthod 1:136-42

- [50] KORKHAUS G (1939): Aetiologie der Zahnstellungs- und Kieferanomalie. Fortschr. Orthod 1, 136
- [51] KORKHAUS G (1939): Biomechanische Gebiss- und Kieferorthopaedie (Orthodontie). In: Bruhn,C.:Handbuch der Zahnheilkunde, Band 4. J.F.Bergmann, Muenchen
- [52] LAPATKI BG, BAUSTERT D, SCHULTE-MONTING J, FRUCHT S, JONAS IE (2006): Lip-to-incisor relationship and postorthodontic long-term stability of cover-bite treatment. Angle Orthod 76, 942-949
- [53] LAPATKI BG, MAGER AS, SCHULTE-MOENTING J, JONAS IE (2002): The importance of the level of the lip line and resting lip pressure in class II, division 2 malocclusion. J Dent Res 81, 323-328
- [54] LAWRENCE TN, ELLIS E, MCNAMARA JA, JR. (1985): The frequency and distribution of skeletal and dental components in Class II orthognathic surgery patients. J Oral Maxillofac Surg 43, 24-34
- [55] LEIGHTON BC, ADAMS CP (1986): Incisor inclination in Class 2 division 2 malocclusions. Eur J Orthod 8, 98-105
- [56] LUDWIG M (1967): A cephalometric analysis of the relationship between facial pattern, interincisal angulation and anterior overbite changes. Angle Orthod 37,
- [57] LUFFINGHAM JK (1982): The lower lip and the maxillary central incisor. Eur J Orthod 3, 263-268
- [58] MASSLER M, FRAENKEL JM (1951): Prevalence malocclusion in children aged 14 to 18 years. Am J Orthod. 37: 751-68
- [59] MAYRHOFER B (1912): Lehrbuch der Zahnkrankheiten. 1. Aufl. G. Fischer Jena 1912

- [60] MACALLISTER MJ, ROCK WP (1992): The Eastman Standard incisor angulations: are they still appropriate? *Br J Orthod* 19, 55-58
- [61] MCINTYRE GT, MILLETT DT (2006): Lip shape and position in Class II division 2 malocclusion. *Angle Orthod* 76, 739-744
- [62] MCNAMARA JA, ELLIS E (1988): Cephalometric analysis of untreated adults with ideal facial and occlusal relationships. *Int J Adult Orthodont Orthognath Surg* 3, 221-231
- [63] MCNAMARA JA, JR. (1981): Components of class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod* 51, 177-202
- [64] MIETHKE RR (1989): Zur Lokalisationsgenauigkeit kephalometrischer Referenzpunkte. *Prakt Kieferorthop* 3, 107-111
- [65] MILLS JRE (1973): The problem of overbite in Class II, division 2 malocclusion. *Br J Orthod* 1, 34-48
- [66] MYLLARNIEMI S (1970): Malocclusion in Finish rural children. An epidemiological study of different stages of dental development. *Suom Hammaslaak Toim.* 66: 219-64
- [67] NICOL WA (1954): The morphology of the lips in relation to the incisor teeth. *Trans Br Soc Study Orthod*, 25-28
- [68] NICOL WA (1955): The relationship of the lip line to the incisor teeth. *Trans Br Soc Study Orthod*, 75-81
- [69] NICOL WA (1963): The lower lip and the upper incisor teeth in Angle's Class II division 2 malocclusion. *Dent Pract* 14, 179-182
- [70] NÖTZEL F, SCHULTZ C. Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik. Deutscher Zahnärzterverlag, Köln 2001
- [71] PANAGIOTIDIS G, WITT E (1977): Der individualisierte ANB-Winkel. *Fortschr Kieferorthop* 38, 408-416

- [72] PANCHERZ H, WINNEBERG A (1981): Reliability of EMG registrations. Aquantitative analysis of masseter muscle activity. *Elektromyogr Clin Neurophysiol.* 21: 67-81
- [73] PANCHERZ H, ZIEBER K, HOYER B (1997): Cephalometric characteristics of Class II division 1 and Class II division 2 malocclusions: a comparative study in children. *Angle Orthod* 67, 111-120
- [74] PECK S, PECK L, KATAJA M (1998): Class II Division 2 malocclusion: a heritable pattern of small teeth in well- developed jaws. *Angle Orthod.* 68: 9-20
- [75] PETTI S, TARSITANI G (1996): Traumatic injuries to anterior teeth in Italian schoolchildren: prevalence and risk factors. *Endod Dent Traumatol* 12, 294-297
- [76] POSEN AL (1972): The influence of maximum peroral and tongue force on the incisor teeth. *Angle Orthod* 42, 285-309
- [77] PROFFIT WR (1978): Equilibrium theory revisited: factors influencing position of the teeth. *Angle Orthod.* 48:175-86
- [78] RAKOSI T. Bedeutung der angulären und linearen Messungen in der dento-skelettalen Analyse. In: *Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse.*; hrsg. v. RAKOSI T. Carl Hanser Verlag, Wien 1988, 83-84
- [79] RAKOSI T, JONAS I. Kieferorthopädie/Diagnostik. In: *Farbatlant der Zahnmedizin, Band 8.*; hrsg. v. RATEISCHAK KH. Thieme, Stuttgart 1989.
- [80] RENFROE E (1948): Study of facial patterns associated with Class I, Class II Division 1 and Class II Division 2 malocclusions. *Angle Orthod* 18: 12-15

- [81] RIDLEY DR (1960): Some factors concerned with the reduction of excessive incisor overbite in Angle's Class II division 2 malocclusion. *Trans Br Soc Study Orthod*, 118-140
- [82] RIEDEL RA (1957): An analysis of dentofacial relationships. *Am J Orthod* 43, 103-119
- [83] RIOLO ML, MOYERS RE, MCNAMARA JA, HUNTER WS. Cephalometric standards from the University Growth School Study. In: *Craniofacial Growth Series, Monograph No. 2*; hrsg. v. CENTRE FOR HUMAN GROWTH AND DEVELOPMENT. Ann Arbor/USA 1973,
- [84] ROBERTSON NRE, HILTON R (1965): Feature of the upper central incisors in the Class II division 2. *Angle Orthod* 35, 51-53
- [85] RÖNNERMAN A, LARSSON E (1982): Clinical crown length of incisors in 13-year-old boys and girls with different malocclusions. *Swed Dent J Suppl* 15, 215-218
- [86] ROSENBLUM RE (1995): Class II malocclusion: mandibular retrusion or maxillary protrusion? *Angle Orthod* 65, 49-62
- [87] ROTHSTEIN T, YOON-TARLIE C (2000): Dental and facial skeletal characteristics and growth of males and females with class II, division 1 malocclusion between the ages of 10 and 14 (revisited)-part I: characteristics of size, form, and position. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 117, 320-332
- [88] RUF S , PANCHERZ H (1999): Class II Division 2 malocclusion: genetics or environment? A case report of monozygotic twins. *Angle Orthod.* 69: 321-4
- [89] SALONEN L, MOHLIN B, GOTZLINGER B, HELLDEN L (1992): Need and demand for orthodontic treatment in an adult Swedish population. *Eur J Orthod.* 14:359-68

- [90] SANDER FG, WEINREICH A, WICHELHAUS A (1990): Die Aluminiumblende - ein nützliches Zubehör für die Fernröntgenaufnahme zur Verbesserung der Bildqualität. *Prakt Kieferorthop* 4, 219-224
- [91] SARVER D (1998): *Esthetic Orthodontics and Orthognathic Surgery*. Chapter 4: 154, Mosby, St. Louis,USA
- [92] SARVER D, ACKERMANN J (2000): Orthodontics about face: The re-emergence of the esthetic paradigm. *Am J Orthod Dentof Orthop* 5:575-76
- [93] SCHLOSSER JB, PRESTON CB, LAMPASSO J (2005): The effects of computer-aided anterioposterior maxillary incisor movement on ratings of facial attractiveness. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 127, 17-24
- [94] SCHULZE C (1982): *Lehrbuch der Kieferorthopaedie-Band 3. Quintessenz*, Berlin 1982,280.
- [95] SCHWARZ AM. *Lehrgang der Gebissregelung. Band I*, 2. Aufl. Urban & Schwarzenberg, Wien 1951
- [96] SCHWEITZER M, PANCHERZ H (2001): The incisor-lip relationship in Herbst/multibracket appliance treatment of Class II, Division 2 malocclusions. *Angle Orthod* 71, 358-363
- [97] SEGNER D, HASUND A. *Individualisierte Kephalemtrie*. 3. Aufl. Eigenverlag, Hamburg 1998
- [98] SELWYN-BARNETT BJ (1991): Rationale of treatment for Class II division 2 malocclusion. *Br J Orthod* 18, 173-181
- [99] STEINER CC (1953): Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod* 39, 734-737

- [100] SUBTELNY JD, ROCHESTER NY (1959): A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defined in relation to underlying skeletal structures. *Am J Orthod* 45, 481-507
- [101] SUI Z, AGRAWAL KR, CORKE H, LUCAS PW (2006): Biting efficiency in relation to incisal angulation. *Arch Oral Biol* 51, 491-497
- [102] THUER U, INGERVALL B, BURGIN W, DEMISCH A (1992): No posterior mandibular displacement in Angle Class II, division 2 malocclusion as revealed with electromyography and sirognathography. *Eur J Orthod*. 14: 162-71
- [103] THÜER U, SIEBER R, INGERVALL B (1999): Cheek and tongue pressures in the molar areas and the atmospheric pressure in the palatal vault in young adults. *Eur J Orthod* 21, 299-309
- [104] TRIOULLIER H (1971): Etiology of Class II division 2 malocclusion. *Orthod. Fr.* 42: 373-8
- [105] VAN DER LINDEN F (1983): *Gebissentwicklung*. Quintessenz Verlag, Berlin
- [106] VAN DER LINDEN F. *Probleme und Vorgänge in der Kieferorthopädie*. Quintessenz, Berlin 1991
- [107] VAN DER LINDEN F, BOERSMA H. *Diagnose und Behandlungsplanung in der Kieferorthopädie*. Band 3. Quintessenz, Berlin 1988
- [108] WITT E (1966): Kraftmessung und Kraftanalyse beim Tragen der Vorhofplatte. *Schweiz Mschr Zahnmed* 76, 178
- [109] WITT E, SCHMIDT H (1971): Experimentelle Untersuchungen ueber die Funktion der Weichteile bei Zahnfehlstellungen. *Dtsch Stomatol.* 21:184-6

- [110] ZACHRISSON BU (2007): Facial esthetics: guide to tooth positioning and maxillary incisor display. World J Orthod 2007;8(3):308-14
- [111] ZIEBER K (1995): Die Morphologie des Deckbisses im Fernröntgenseitenbild. Diss. med. dent., Universität Gießen.

8 Summary

On 185 individuals, who had never been undergone any orthodontic treatment, the overlap of the lower lip on the upper incisors was measured, after rising patients upper lip. This measurement was taken both on habitual occlusion and with lower jaw at rest and was combined with all common skeletal and dental references of the lateral cephalogram of the skull which was made from each individual for this purpose.

In relation to the amount of the inclination of the upper central incisor the patients were separated in three groups: Norminclination ($99-105^\circ$: $n=68$, 36,7%), retroinclination ($<98^\circ$: $n=61$, 33,0%) and proclination ($>105^\circ$: $n=56$, 30,3%). These 3 groups faced no differences regarding the age and sex. Even dealing with parameters such as clinical crown length, lip length vertical lip-index, facial height index and lower facial height index, Wits appraisal and gonion-index, no statistical significant differences occurred.

Between the groups of proclination and retroinclination were found statistical significant differences for the measurement of the overlap of the lower lip on the upper incisor. In the group with retroinclination it was significantly higher comparing to the group with proclination in habitual occlusion ($6,6\pm 1,9\text{mm}$ vs. $2,8\pm 1,5\text{mm}$). As for the measurement with lower jaw at rest, the overlap of the lower lip was also significantly higher on the retroinclination-group comparing to the proclination-group ($3,8\pm 1,9\text{mm}$ vs. $-0,4\pm 1,7\text{mm}$). The results in the group of norminclination were in the middle of all the above mentioned ones.

Identical differences between the groups occurred considering the percentage of the incisors overlap from the lower lip. In this case it was observed that on habitual occlusion the amount of the overlap of the upper incisor was $70,8\pm 20,0\%$ in the retroinclination-group, compared to only $29,2\pm 15,7\%$ in the proclination-group. With lower jaw at rest the percentage of overlapping was $39,8\pm 20,2\%$ (Retroinclination-group) and $-4,1\pm 17,9\%$ (Proclination-group).

The results are leading us to the conclusion that in a situation where we are dealing with proclination, there is a slight pressure of the lower lip on the upper incisors, whereas in patients with retroinclination the position of the upper incisors is being affected by the high pressure of the lower lip. This is the reason why in patients who are in orthodontic treatment and have a deep overbite, it is necessary to create a physiological relationship between the upper incisors and the lower lip line, not only for esthetical reasons, but also for the prevention of relapse.

9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn Univ. Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Gernot Göz für die freundliche Überlassung des Themas bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Oberarzt Dr. med. Dr. med. dent. Arnim Godt für die Betreuung dieser Arbeit, die Hilfestellungen, die Anregungen und die investierte Zeit.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir mein Studium, meine Fachzahnarztweiterbildung, sowie meine Dissertation erst ermöglicht haben. Ohne ihre moralische Hilfe und Unterstützung wäre diese Arbeit sicher nicht zustande gekommen.

Meinen Eltern Vassilios und Dimitra, meinem Bruder Alexander sowie meiner Großmutter Alexandra, widme ich in Liebe diese Arbeit!

10 Lebenslauf**ALLGEMEINE DATEN:**

NAME: Exarchou
 VORNAME: Fotios
 GEBURTSTAG: 27.10.1977
 GEBURTSORT: Nürnberg
 STAATSANGEHÖRIGKEIT: griechisch

SCHULAUSBILDUNG / WEHRDIENST:

SCHULEN: 09/1983- Grundschule und Gymnasium in Nürnberg (Priv.
 05/1995: Volksschule der Republik Griechenland)
 06/1995: Abitur griechisches Gymnasium Nürnberg
 (Gesamtnote: 1,0)
 09/1995: Bestandene Aufnahme-Prüfung für die
 zahnmedizinische Fakultät der Aristoteles
 Universität Thessaloniki

WEHRDIENST: 11/2000- Wehrdienst beim griechischen Militär als
 05/2001: Militärzahnarzt

HOCHSCHULAUSBILDUNG:

STUDIUM: 10/1995- Studium der Zahnmedizin an der
 11/2000: Aristoteles Univ. von Thessaloniki
 (Griechenland)

EXAMINA: 22.11.2000: Staatsexamen der Zahnmedizin (D.D.S.)

WEITERBILDUNG: 09/2002- Weiterbildung zum FZA für
 11/2005: Kieferorthopädie
 30.11.2005: Fachzahnarztanerkennung

PROMOTION:	04/2005- 07/2009:	Promotion an der Abteilung für Kieferorthopädie Universität Tübingen
MASTERSTUDIEN GANG:	12/2008- heute:	Masterstudiengang „Funktionsdiagnostik und -therapie mit Computerunterstützung“ an der Universität Greifswald
ZWEITSTUDIUM:	03/2009- heute:	Studium der Humanmedizin (z.Zt. 6.Semester) an der Aristoteles Universität Thessaloniki

ZAHNÄRZTLICHE / KIEFERORTHOPÄDISCHE TÄTIGKEIT:

01.08.2001-31.08.2002:	Allgemeinzahnärztliches Jahr bei ZA Vassilios Exarchou in Nürnberg
01.09.2002-30.08.2004:	Fachspezifische Weiterbildung zum Zahnarzt für Kieferorthopädie bei Dr. Renate Walther in Albstadt/Ebingen
01.09.2004-30.11.2004:	Zahnärztliche Tätigkeit bei ZA Vassilios Exarchou in Nürnberg
01.12.2004-30.11.2005:	Klinikjahr im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Eberhard-Karls-Universität Tübingen bei Prof. Dr. Dr. Gernot Göz
01.12.2005-30.09.2006:	Zahnärztliche Tätigkeit bei ZA Vassilios Exarchou in Nürnberg
01.10.2006-31.03.2007:	Zahnärztliche Tätigkeit an der oralchirurgischen Praxis von Dr. Michael Müller in Nürnberg
Seit dem 01.09.2006:	Kieferorthopädische Tätigkeit in eigener Privatpraxis in Ioannina und Thessaloniki