

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
der Ludwig-Maximilians-Universität München
ehem. Direktorin: Prof. Dr. Ingrid Rudzki-Janson
Direktorin: Prof. Dr. Andrea Wichelhaus

**Evaluation der kephalometrischen Analyse nach A.M. Schwarz
unter besonderer Berücksichtigung der Sollproportionen am
Schädel**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Susanne Johanna Loserth
aus
Mühldorf am Inn
2008

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. dent. I. Rudzki-Janson

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Matthias Graw

Priv. Doz. Dr. Andreas Leunig

Prof. Dr. Dr. h. c. Reinhard Putz

Mitbetreuung durch den
akademischen Mitarbeiter:

Dr. med. dent. T. Sagner

Dekan:

Prof. Dr. med. Dr. h. c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung:

08.12.2008

Meinen Eltern und meinem Ehemann in Liebe und Dankbarkeit

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Literaturübersicht	1
1.1 Die Innovation der Fernröntgentechnik in der Kieferorthopädie	1
1.2 Historie der Kephalometrie.....	2
1.3 Normen und Proportionen in der Kieferorthopädie.....	5
2. Ziel der Arbeit	11
3. Material.....	12
3.1 Gesamtes Probandengut	12
3.2 Kinder.....	13
3.3 Erwachsene	13
4. Methode.....	15
4.1 Technische Daten des Fernröntgenseitenbildes	15
4.2 Computerunterstützte Kephalometrie.....	15
4.2.1 Durchzeichnung der Röntgenbilder	15
4.2.2 Digitalisierung der kephalometrischen Daten	16
4.3 Kephalometrische Analysen.....	17
4.3.1 Kephalometrische Analyse nach A.M. SCHWARZ	17
4.3.1.1 Kephalometrische Messpunkte.....	19
4.3.1.2 Kephalometrische Referenzlinien	23
4.3.1.3 Kephalometrische Winkel	25
4.3.1.4 Kephalometrische Streckenmessungen	28
4.3.1.5 Kephalometrische Profilvermessung	32
4.3.1.6 Sollgrößen-Proportionen am Fernröntgenseitenbild	34
4.3.1.7 Soll-Höhen-Proportionen der Alveolarfortsätze am Fernröntgen- seitenbild.....	35
4.3.2 Kephalometrische Analyse nach der Münchner Schule	36
4.3.2.1 Relevante kephalometrische Messpunkte	36
4.3.2.2 Relevante kephalometrische Referenzlinien	38
4.3.2.3 Relevante kephalometrische Messungen.....	40
4.4 Methodik der statistischen Datenauswertung.....	42
5. Ergebnisse.....	44
5.1 Deskriptive Statistik.....	44

Inhaltsverzeichnis

5.1.1 Werte der Analyse nach SCHWARZ	44
5.1.1.1 Auswertung der kephalometrischen Winkelmessungen: Kindergruppen-Erwachsene	44
5.1.1.2 Auswertung der kephalometrische Streckenmessungen: Kindergruppen-Erwachsene	48
5.1.1.3 Auswertung der kephalometrische Höhen-Proportionen der Alveolarfortsätze: Kindergruppen-Erwachsene	57
5.1.1.4 Reliabilitätsprüfung der kephalometrischen Sollgrößen-Proportionen der Kieferkörper: Erwachsene	61
5.1.2 Werte der Analyse nach der Münchner Schule	65
5.2 Gegenüberstellung einzelner Messungen nach SCHWARZ mit der Münchner Analyse	69
5.2.1 Sagittale Dimension.....	69
5.2.1.1 Kieferkörper Längenproportion nach SCHWARZ – ANB-Winkel.....	69
5.2.1.2 Fazialwinkel F nach SCHWARZ – ANB-Winkel.....	74
5.2.1.3 Fazialwinkel F nach SCHWARZ – SNA-Winkel.....	74
5.2.1.4 Apikaler Basenwinkel AB nach SCHWARZ – ANB-Winkel.....	74
5.2.1.5 Apikaler Basenwinkel MM nach SCHWARZ – ANB-Winkel	75
5.2.2 Vertikale Dimension.....	76
5.2.2.1 Basiswinkel B nach SCHWARZ – ML-NL-Winkel.....	76
5.2.2.2 Inklinationswinkel J nach SCHWARZ – NL-NSL	77
5.2.2.3 VKH/MG nach SCHWARZ – Index.....	77
5.2.2.4 Basiswinkel B nach SCHWARZ – Index.....	79
5. 3 Betrachtung der diagnostischen Aussagen der Analyse nach SCHWARZ	80
6. Diskussion	83
6.1 Material und Methode	83
6.2 Diskussion der Ergebnisse.....	86
6.2.1 Kephalemetrische Winkelmessungen nach SCHWARZ.....	86
6.2.2 Kephalemetrische Streckenmessungen nach SCHWARZ	91
6.2.3 Gegenüberstellende Betrachtung einzelner Messungen nach SCHWARZ – Messungen nach der Münchner Schule	98
6.2.4 Diskussion der diagnostischen Aussagen der Analyse nach SCHWARZ	101
7. Schlussfolgerung	104
8. Deutsche Zusammenfassung	105

Inhaltsverzeichnis

9. Englische Zusammenfassung.....	108
10. Literaturverzeichnis	111
11. Anhang	122
12. Danksagung	130
13. Lebenslauf	131

1. Einleitung und Literaturübersicht

1.1 Die Innovation der Fernröntgentechnik in der Kieferorthopädie

Im Zuge der zufälligen Entdeckung der Röntgenstrahlen im Jahre 1895 durch Wilhelm Conrad Röntgen erkannte die Wissenschaft sehr schnell das durchschlagende diagnostische Potential dieser, damals als X-Strahlen bezeichneten, Innovation [98], [31], [53]. Wurden 1896 noch in Selbstversuchen Schädelaufnahmen mit einer Expositionszeit von mehr als 30 Minuten durchgeführt [63], [110], [97], so konnte die Technik in den folgenden drei Jahrzehnten unter anderem von Pacini, Carrera, Mac Gowen, Simpson, Comte und Riesner verbessert werden [64].

„Könnte man doch das Gebiss im Schädel wie hinter Glas liegen sehen!“ [87].

Mit der Einführung der Fernröntgentechnik 1931 durch BROADBENT [14] in den USA und HOFRATH [44] in Deutschland hat sich dieser Traum für die Kieferorthopäden erfüllt [87], [49].

Für BROADBENT [16] zeigt sich als entscheidender Vorteil, nicht mehr auf Messungen an toten Kindern zurückgreifen zu müssen, da bei Todesfällen in der Kindheit eine Pathologie nicht ausgeschlossen werden kann [16], [52]. Des Weiteren begrüßt BROADBENT [14] die Objektivität der nun möglichen Messung von Hartgewebspunkten.

Durch eine standardisierte Einstelltechnik über Craniostaten bzw. dem Cephalometer, können bei einem Arbeitsaufwand von weniger als fünf Minuten, vergleichende, reproduzierbare Aufnahmen am selben Individuum erstellt werden [15]. Wesentliche Einblicke ergeben sich nach STEINER [100], [101] im Rahmen der Erforschung des Schädelwachstums, der Weichteilbetrachtung, sowie der Dokumentation therapeutischer Maßnahmen.

Die Möglichkeit neben der Kieferverbildung, die damit verknüpfte Gesichtsschädelverbildung schon während des Entstehungsverlaufes zu erfassen, eröffnet für KORKHAUS [49] neue Formen der Frühbehandlung und Prophylaxe. Ein tiefes Verständnis für die konstruktiven Gesetzmäßigkeiten von Gebissanomalien,

wie Genese, Funktion und begleitende Eigentümlichkeiten, wird durch die Diagnostik am Fernröntgenseitenbild erreicht.

HAUSSER [41] widmet sich intensiv dem Zusammenspiel zwischen knöchernem Profil und Weichgewebe am Fernröntgenseitenbild.

1.2 Historie der Kephalometrie

Seit der Einführung der standardisierten Röntgentechnik wurden über 100 Analyseverfahren zur kephalometrischen, also angulären und metrischen Vermessung des Schädels entwickelt, die nach verschiedenen Kriterien und Autoren klassifiziert und zusammengefasst werden können [64].

Bemerkenswert ist die, vor allem in den fünfziger Jahren unterschiedliche Entwicklung der Auswertungsverfahren im europäischen bzw. amerikanischen Raum [39]. Die augenscheinlichste Differenz besteht in der, von amerikanischen Autoren vernachlässigten Trennung innerhalb der Analysen, in einen craniometrischen und einen gnathometrischen Teil. Lediglich das DOWNS'sche Untersuchungsschema aus den USA verfolgt die Analyse des Fernröntgenseitenbildes in separaten Abschnitten [50], [25].

Der englische Biologe Huxley erkennt schon im Jahre 1876, dass die Schädel- und Gesichtsentwicklung voneinander unabhängig beeinflusst wird und verfolgt wie der Anthropologe Topinard (1830-1912) die Idee der getrennten Gesichts- und Schädelvermessung [30].

Als ein bedeutender Vertreter der europäischen Kieferorthopäden bestätigt KORKHAUS [50], den erstmalig 1935 von A.M. SCHWARZ getätigten Vorschlag der strengen Trennung zwischen Craniometrie und Gnathometrie. Da jede Fehlbildung des Gebisses mit jeder Spielart des natürlichen Schädelbaus vergesellschaftet sein kann, unterlaufen nach SCHWARZ [87], [86], [90], den über 40 Auswertungsverfahren amerikanischen Ursprungs, immer wieder Fehldiagnosen. Im europäischen Raum kann aus Arbeiten von Brückl, Hausser, Neumann sowie Schmuth-Tiegelkamp, die gesonderte Analyse von Gebiss- und Schädelbau als anerkanntes Vorgehen entnommen werden [86].

Die folgende Ausführung stellt in Form eines Überblicks die vielschichtige Entwicklung der kephalometrischen Analyseverfahren vor, welche innerhalb der ersten 50 Jahre nach Einführung der Fernröntgentechnik, stattgefunden hat.

Wylie beschreibt 1947 im Wesentlichen die Beurteilung anterior-posteriorer Dysplasien zwischen Mandibula und Maxilla [103]. Die Durchschnittswerte wurden durch Vermessung einer unbekannt Anzahl, im Mittel 11,5 Jahre alter, Mädchen und Jungen ermittelt [28].

Die Bjørk-Analyse (1947) umfasst insgesamt 90 verschiedene Messwerte, die anhand groß angelegter kephalometrischer Studien an 603 männlichen schwedischen Personen ermittelt wurden. Ein besonderes Merkmal ist die Verwendung des Bjørk-Polygons mit den Eckpunkten Nasion-Sella-Artikulare-Gonion-Gnathion, dessen anguläre und metrische Auswertung eine Aussage über die anteriore und posteriore Gesichtshöhe, sowie die Wachstumsrichtung des Untergesichts ermöglicht [28], [4].

1948 publiziert Downs die erste umfassende Analyse, um dentofaziale Beziehungen zu erfassen und eine profilorientierte Auswertung durchzuführen. Der Analyse liegt die Mittelwertgewinnung aus Idealkephalogrammen, von 20 Kindern, zwischen 12 und 17 Jahren, mit exzellenter Okklusion zugrunde [58].

RIEDEL [74] befasst sich in seiner 1952 veröffentlichten Analyse vor allem mit der Lagebeziehung der Maxilla zum Schädel und zur Mandibula. Die Ergebnisse beruhen auf der Untersuchung von 52 Erwachsenen und 24 Kindern mit exzellenter Okklusion [4]. Eine zentrale Bedeutung kommt dabei der Achsenstellung der oberen Inzisivi in Relation zur Sella-Nasion-Linie bzw. der Frankfurter Horizontalen zu [74].

Die STEINER-Analyse [100] (1953) ergibt sich aus der Zergliederung des Fallbeispiels eines weißen Probanden eugnather Okklusion und kann mit Hilfe des zugehörigen Formblattes, unter Berücksichtigung individueller kephalometrischer Daten, der Behandlungsplanung dienen. Als Synopse eigener und fremder Erkenntnisse, unter anderem von Thompson, Brodie, Wylie, Reidel und Ricketts, versucht STEINER [100], [101] anhand von praxisrelevanten Messungen eine

Analyse mit breiter klinischer Anwendbarkeit zu schaffen [102].

Den Kern der Analyse nach TWEED [108] (1954) bildet das so genannte, durch die Frankfurter Horizontale, der Längsachse der unteren Inzisivi und der Mandibularebene gebildete Tweed-Dreieck. Wesentliches Ziel, neben der Vorhersage von Behandlungsergebnissen, ist die Prognose der posttherapeutischen Position der unteren Inzisivi [28], [108].

Die SASSOUNI- oder Bogenanalyse (1955) stützt sich auf die Untersuchung von 100 kaukasischen Kindern im Alter zwischen sieben und 15 Jahren [4]. Anhand der Einzeichnung dreier Kreisbögen, einem Basalbogen, einem Mittelgesichtsbogen und einem anterioren Bogen, werden die Gesichtsproportionen beurteilt [28], [59].

Die Computeranalyse nach RICKETTS [72], [71], [70] basiert auf der Auswertung von 1000 Patientenfällen verschiedener orthodontischer Problemstellungen. Die untersuchten Individuen, sowohl männliche als auch weibliche, stammen aus verschiedenen Altersgruppen. 1960 als einfaches, lediglich sieben Messungen umfassendes Verfahren vorgestellt, entsteht durch zahlreiche Modifikationen eine detaillierte Analyse, die computergesteuert nach Eingabe von 100 Punkten, nebst einer Durchzeichnung, eine Wachstumsprognose über Vektoren erstellt [70], [64], [72], [71].

Die so genannte Bergentechnik wird 1974 von HASUND [38] vorgestellt. Mit Hilfe von 14 knöchernen Referenzpunkten und zwei Weichgewebspunkten ergeben sich neunzehn Messungen: 14 Winkelmessungen, fünf Streckenmessungen und ein Indexwert [112], [4].

In der Harmoniebox erfolgt anhand von fünf skelettalen Winkelwerten eine Klassifikation des Gesichtstyps (prognath-orthognath-retrognath bzw. harmonisch-disharmonisch). Nach einer Wachstumsprognose bezüglich der Rotations- und Translationstendenz der Mandibula rundet eine Frontzahnstellungs- und Weichteilprognose mittels Regressionsgleichungen die kephalometrische Diagnostik ab. Die Bergentechnik nach HASUND bedient sich, im Sinne der individualisierten Kephalmetrie, fließender Normen und wird somit den personenbezogenen Eigenheiten hinsichtlich der fazialen (Dis-)Harmonie gerecht. In den achtziger Jahren

gelangt sie im europäischen Raum zu breiter Anerkennung [92], [38], [112].

1.3 Normen und Proportionen in der Kieferorthopädie

Das Streben nach objektiven Beurteilungsmethoden kraniofazialer Beziehungen beschäftigt Wissenschaftler schon seit der Antike.

Fasziniert von der Idee des Idealen und bestrebt nach der Definition einer absoluten ästhetischen Körpernorm erkennt Polyklet schon im 5. Jahrhundert v. Chr., anhand von Messungen am menschlichen Körper, in der Proportionsschrift „Kanon“, „dass körperliche Schönheit auf der Proportioniertheit der Glieder beruht“ [84].

Neben der ebenfalls aus antiker Quelle stammenden Proportionslehre des römischen Künstlers Vitruvius (1. Jh. v. Chr.) erfährt in der Renaissance das Pythagoräische Prinzip des Goldenen Schnittes 1504 durch Luca Pacioli, in dem, von Leonardo da Vinci illustrierten Buch „Divina Proportione“ – göttliche Proportion – eine neue Blüte [84], [76].

Gesichter werden als schön empfunden, wenn sie einen hohen Grad an Ordnung und Proportionalität aufweisen. Ordnung und Proportionalität drückt sich durch Symmetrie aus und wird als harmonisch angesehen. Die asymmetrische Proportion des Goldenen Schnittes wird jedoch seit jeher als besonders schön empfunden: Hier entsteht die Harmonie nicht durch die Gleichheit der Teile, sondern durch die Gleichheit der Proportionen. Die Verhältnisse der Teile Minor zu Major und Major zum Ganzen sind immer gleich [104].

Ebenso auf da Vinci geht die vermutlich älteste dokumentierte laterale Analyse innerer Strukturen des sagittal geschnittenen Schädels zurück, bei der mittels einer speziellen Zeichentechnik detailgetreue, den heutigen Fernröntgenseitenaufnahmen entsprechende Darstellungen entstehen [57].

Dürer übernimmt von da Vinci gewisse Vorgaben zu den Idealproportionen [26]. Bedeutsam für die Orthodontie sind Albrecht Dürers, im Jahre 1528 erschienenen „Vier Bücher von menschlicher Proportion“, wonach das Gesicht in Quadranten eingeteilt und somit in seiner Harmonie beurteilt wird. Jahrhunderte später greifen

Coster und Moorees, die von Dürer entwickelte Analyse im Rahmen der Röntgenkephalometrie wieder auf [57].

„Proportioniertheit in diesem Sinne bedeutet also Verhältnismäßigkeit. Die Körperteile werden zueinander in Beziehung gesetzt, miteinander verglichen. Das erfordert kein absolutes Maß, keinen Normwert, sondern zielt darauf ab, die Harmonie als Summe der Einzelteile zu begreifen“ [84].

Die Proportionslehre ist nicht nur Teil kunsthistorischer Schriften, sondern begeistert Künstler und Mediziner gleichermaßen. Der Künstler und Anatom Peter Camper stellt selbst zwar noch keine Proportionslehre auf, befasst sich jedoch als Mitbegründer der Anthropometrie und Kranimetrie zwischen 1778 bis 1882 bevorzugt mit dieser Problematik. Nach GERLACH [32] stellt Camper fest, dass „ es in den Menschen keine durch Regeln bestimmbare Schönheit der Form, keine Schönheit giebt, die aus einer beständigen Proportion der Theile abgeleitet werden kann; sondern, dass die Schönheit erstlich von der Gewohnheit abhängt, [...] und mit der Zeit unverilgbar eingewurzelt ist“. Dennoch versucht Camper 1791, Schönheit mathematisch zu beschreiben und beeinflusst unter anderem durch den Camper'schen Gesichtswinkel die Fachliteratur [32].

HIXON [42] sieht Schwierigkeiten in den möglichen verschiedenen Bedeutungen des Begriffes „normal“ in der Zahnheilkunde. Er warnt davor, Normen ohne individuellen Zusammenhang, über ihren Anwendungsbereich hinaus, nämlich lediglich der Beschreibung von Abweichungen, zur Bewertung einer Anomalie einzusetzen. „Etwas ist groß“ entspricht der Beschreibung; „etwas ist zu groß“ beinhaltet eine Bewertung [42], [43].

SIMON [95] hält gerade die Erstellung von Normen für den Ausdruck der Tatsache, dass die Individualität nicht zu erfassen ist.

Als vehementer Gegner des Normkonzeptes propagiert H. SCHWARTZ [85], vor allem bei genetisch determinierten Anomalien bewusst nicht zum Ideal zu therapieren, um in kurzen Behandlungszeiten stabile Ergebnisse zu erreichen.

Dieser Grundidee folgend, entwickelten SEGNER [92], [93] und HASUND [92] den Begriff der individuellen bzw. fließenden Norm, anhand von Auswertungen Erwachsener [107]. Harmonie wird erreicht, wenn die Körperteile und damit die Messgrößen, unabhängig von der absoluten Größe, gut zusammenpassen. Die individuelle Norm des Patienten wird mit Hilfe von Regressionsgleichungen in Form des Erwartungswertes ermittelt [92], [93].

Bei der an der Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München gelehrten Münchner Schule handelt es sich um eine modifizierte Hasundanalyse. Die kephalometrische Auswertung erfolgt anhand einer systematischen Vermessung gemäß dem Formblatt der Münchner Schule (siehe Anhang). Das Prinzip der individualisierten Norm wird unter anderem in Form der Diagnose des Gesichtstyps mit Hilfe der Harmoniebox umgesetzt. So gibt es harmonische Kombinationen von Messgrößen, die auf gleicher Höhe in der Harmoniebox gefunden werden [92], [75].

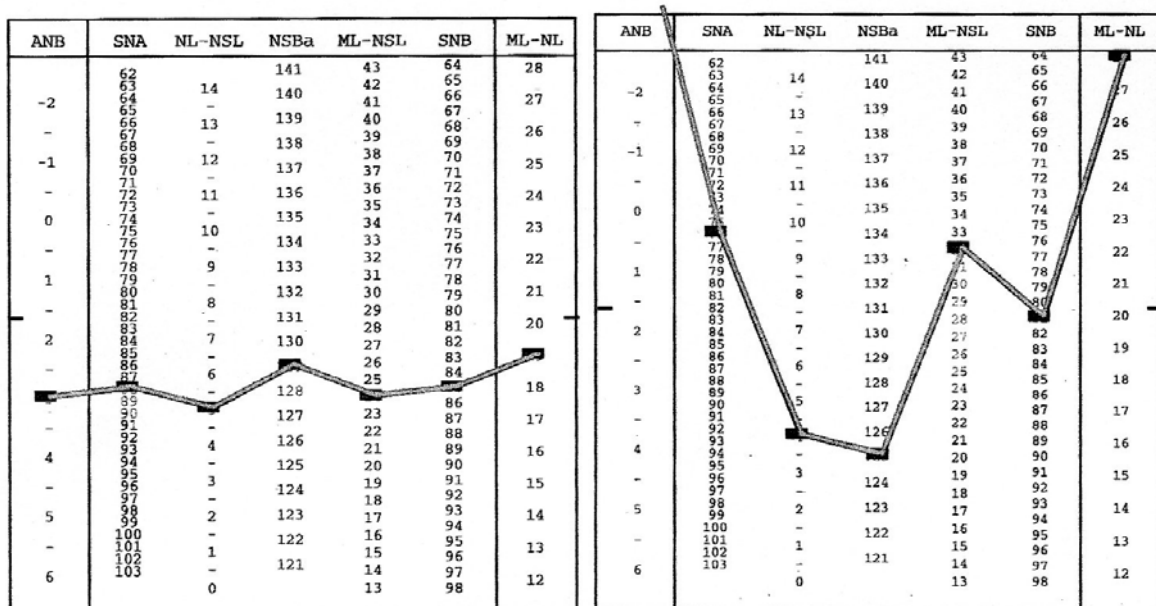


Abb. 1 Harmoniebox mit harmonischen (links) bzw. disharmonischen Werten (rechts)

Seit 1931 befasst sich SCHWARZ als einer der ersten, mit der, von ihm in Anlehnung an Simons Photo- bzw. Gnathostatik, als Röntgenostatik bezeichneten diagnostischen Zergliederung des Fernröntgenseitenbildes. Bis zu seinem Tode, im Jahre 1963 verbessert SCHWARZ diese Methode fortlaufend und erlangt damit Anerkennung im In- und Ausland [67].

A.M. SCHWARZ [87] führt den Vergleich von Ist- zu Soll-Beziehungen in die kieferorthopädische Diagnostik ein und entwickelt anhand kephalometrischer Untersuchungen ein Mittelwertgesicht. Die reine Annäherung an den Durchschnittswert oder das Sollprofil kann im Einzelfall fehlerhaft sein, weshalb sie nicht im Sinne von Behandlungsziel missverstanden werden darf [87]. SCHWARZ gibt Sollproportionen für den Gesichtsschädelaufbau an, welche zur Beurteilung von Kieferanomalien und Behandlungsplanung dienen sollen. Die im Untersuchungsblatt nach SCHWARZ [86] angegebenen Idealwerte basieren vorwiegend auf der eigenen Auswertung von über 1000 Fällen. Aus der Fachliteratur übernimmt SCHWARZ, neben den Werten des Fazial- und Interinzisalwinkels nach Downs und Donovan, das Längenverhältnis Oberkieferkörper zu Nasion-Sella-Gerade nach Schmuth-Tiegelkamp [87] sowie das Längenverhältnis des Unterkieferkörpers zu aufsteigendem Ast nach Korkhaus [86].

HAUSSER [40] untersucht 1956 den Schädelaufbau bei anatomisch korrekter Okklusion in vier verschiedenen Altersgruppen, vom Kind bis zum Erwachsenen. Die gefundenen Ergebnisse werden unter anderem mit den SCHWARZ'schen Normen verglichen. Neben dem Größenverhältnis des horizontalen Astes zum aufsteigenden Ast des Unterkiefers, welches altersabhängige Unterschiede aufweist, gibt HAUSSER Proportionen für die Kieferkörper in sagittaler und vertikaler Dimension an, die sich in allen Altersgruppen ähnlich verhalten.

NEUMANN [61] widmet 1957 ihre Untersuchung über Größe und Lage des Oberkiefers A.M. SCHWARZ zum 70. Geburtstag. An Kindern mit anatomisch korrekter Okklusion erfolgt eine Betrachtung der Längenverhältnisse des Oberkiefers zur Schädelbasis, wie sie auch SCHWARZ betreibt.

KÖNING [48] wie BIRKE [10] legt 1960 eine Betrachtung, von 100 Kindern anatomisch korrekter Okklusion vor, um die SCHWARZ'schen Normwerte und Proportionen zu prüfen.

1961 macht OETTINGER [62] Angaben zu Altersveränderungen und Geschlechtsunterschieden anhand der Vermessung von 184 orthognathen Kindern, unter anderem hinsichtlich der Relation Unterkieferkörperlänge zu

Unterkieferastlänge nach der Methode A.M. SCHWARZ.

SCHÖCK [83] untersucht 1971, wie auch SCHMID 1976 [79], die Fernröntgenseitenbilder von Kindern und Erwachsenen, mit anatomisch korrekter Okklusion, um die Entwicklung der Proportionen am Schädel zu beschreiben.

SCHWARZ [87] befasst sich intensiv mit Proportionen, da sich seiner Meinung nach die Längenverhältnisse während des Schädelwachstums nicht ändern und somit als besonders aufschlussreich gelten. Die Diagnose der relativen Unterentwicklung eines Kieferareals berechtigt den Versuch zur Wachstumsanregung während einer Behandlung.

Der Ist-Soll-Vergleich dient im Einzelfall der „Unterscheidung zwischen den Lageverschiedenheiten des Gebisses und, unabhängig davon, dem Entwicklungszustand der Kieferteile. Je größer der Unterschied zwischen Soll- und Ist-Länge eines Kieferteiles, desto wahrscheinlicher ist die Annahme, dass es sich [...], um eine wahre Über- oder Unterentwicklung des betreffenden Kieferteiles handelt“ [87]. Die Beurteilung der Ist-Soll-Differenz kann demnach auch wertvoll sein, bei der Entscheidung zur Extraktionstherapie [87].

Bei der Fallauswertung nach SCHWARZ erfolgt zunächst anhand des Kieferprofilfeldes eine, bis zur kephalometrischen Analyse als vorläufig anzusehende Betrachtung des Profilphotos, mit Zuordnung einer der neun typischen Gesichtsformen:

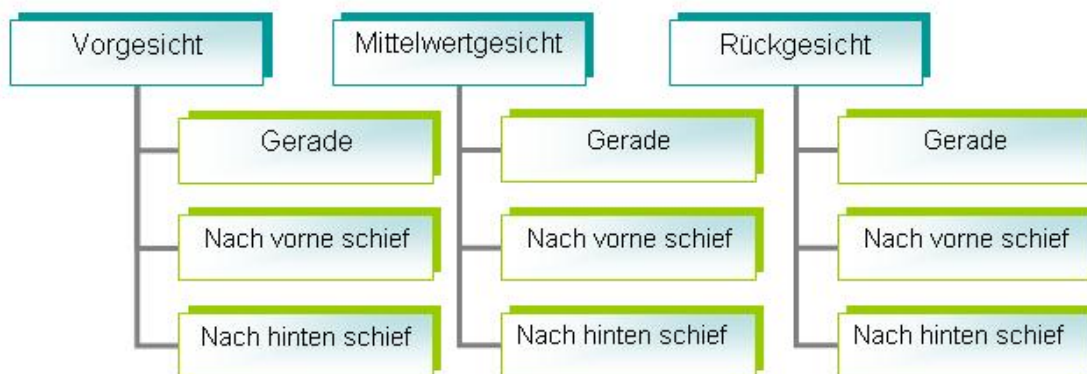


Abb. 2 Gesichtsformen nach A.M. SCHWARZ [87], [89]

Das gerade Vor- bzw. Rückgesicht verläuft parallel zum Mittelwertgesicht und ist als ästhetisch gleichwertig anzusehen. Demnach gibt es mehrere kosmetische Ziele und nicht eine absolute Norm.

Im Rahmen der kephalometrischen Analyse erfolgt die Auswertung des Patientenfalls streng unterteilt in einem craniometrischen (schädelbezüglichen) sowie einem gnathometrischen (kieferbezüglichen) Abschnitt, wobei SCHWARZ betont, dass gerade bei der gebissbezüglichen Untersuchung nur die für den Einzelfall relevanten Werte erhoben werden müssen [89], [87]. Dieses Prinzip wird mittels der Spina-Ebene, von SCHWARZ [87] als „Schlüssel der kephalometrischen Diagnostik“ im Sinne einer Grenzebene zwischen Mundhöhle bzw. Gebiss und dem übrigen Schädel, verwirklicht [3], [87].

Aufgabe der Craniometrie ist die Lagebestimmung des Gebisses im Ganzen, die Ermittlung des Schädelbaustils und des Sollprofils.

Unter Sollprofil versteht SCHWARZ, das dem Schädeltyp des Patienten von Natur aus, d. h. ohne Gebissverbildung, zukommende Profil. Die sich im Istprofil zeigende Abweichung vom Sollprofil ergibt somit den Anteil der gnathischen Fehlbildung und spiegelt sich im Teil Gnathometrie wider.

Im Rahmen der gnathometrischen Vermessung wird das Gebiss im Detail, unabhängig vom Schädelbau bzw. der Einlagerung im Schädel untersucht.

Die Betrachtung der Weichteilbedeckung, sowie der röntgenologischen Auffälligkeiten am Fernröntgenseitenbild, vervollständigt den Befund.

Abschließend erfolgt die Diagnosestellung, Behandlungsplanung und kosmetische Prognose [87].

2. Ziel der Arbeit

In Fachkreisen als eines der ersten, da umfassendes kephalometrisches Analyseverfahren, anerkannt, soll das, von A.M. SCHWARZ im Jahre 1935 vorgestellte und bis zum Jahre 1961 stetig weiterentwickelte Auswertungsverfahren von Fernröntgenseitenbildern untersucht werden.

Als Referenzanalyse dient die, an der Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München angewandte modifizierte Bergenanalyse.

Anhand von Messungen an unbehandelten Kindern, mit Behandlungsbedarf nach der Münchner Schule, soll festgestellt werden, in wie weit, insbesondere skelettale Anomalien mittels der Normproportionen nach SCHWARZ evaluiert werden können.

Die vorliegende Arbeit befasst sich dabei, mit jenen, am Fernröntgenseitenbild beurteilbaren Dimensionen, d. h. mit Abweichungen in sagittaler, sowie in vertikaler Richtung.

Mit Hilfe einer Kontrollgruppe Erwachsener, ohne Behandlungsbedarf gemäß der Münchner Schule, sollen die Ergebnisse abschließend beurteilt werden. Altersspezifische Differenzen der Sollproportionen nach SCHWARZ werden abgeklärt.

3. Material

Der vorliegenden Untersuchung liegen zwei Patientengruppen zu Grunde: Kinder und Erwachsene.

Bei den kindlichen Probanden handelt es sich um Patienten mit kieferorthopädischem Behandlungsbedarf, vor Beginn regulierender Maßnahmen. Die kindlichen Probanden werden entsprechend ihrer skelettalen Basenrelation ausgewählt und in folgende Untergruppen eingeteilt: mesial, neutral und distal.

Die Einstufung in die jeweilige Gruppe erfolgt nach den Richtlinien der Münchner Schule in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Ludwig-Maximilians-Universität München, einer modifizierten Bergenanalyse [75].

Abweichend von der, für Erwachsene gültigen Norm der neutralen Basenrelation, $0 \leq ANB \leq 4$, findet in der Kindergruppe, der Bereich $1 \leq ANB \leq 5$ als Abgrenzung zur mesialen bzw. distalen Basenrelation Verwendung.

Dies begründet sich mit der altersentsprechenden natürlichen Tendenz zur distalen Basenrelation.

Die erwachsenen Probanden dienen als Kontrollgruppe. Sie haben keinen Behandlungsbedarf und weisen sich durch eine skelettal harmonische Basenrelation aus.

3.1 Gesamtes Probandengut

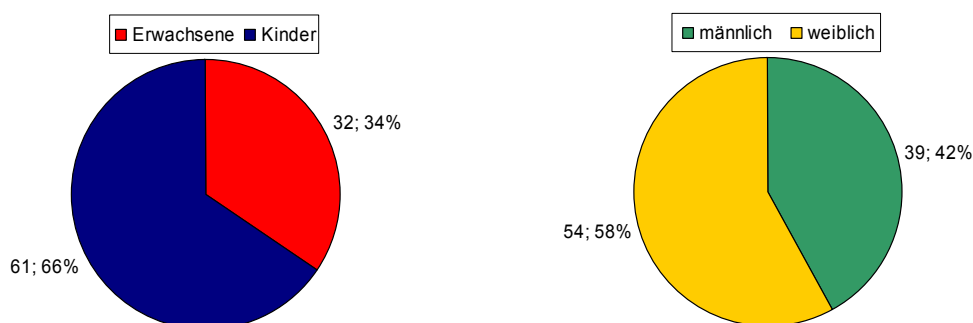


Abb. 3 Kreisdiagramm zur Darstellung der Zusammensetzung des gesamten Probandengutes

3.2 Kinder

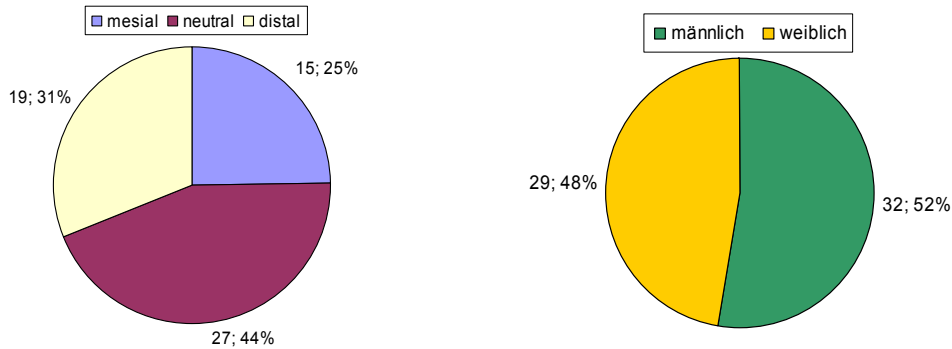


Abb. 4 Kreisdiagramme zur Darstellung der Zusammensetzung der Kindergruppen

61 Kinder in der Phase des mittleren bis späten Wechselgebisses,
 vor Beginn kieferorthopädischer Maßnahmen,
 Gesichtstyp orthognath (disharmonisch/harmonisch),
 im Alter von 8 J/10 M bis 12 J/9 M,
 davon 32 männlich und 29 weiblich

Entsprechend der sagittalen skelettalen Anomalien werden drei Untergruppen gebildet:

- skelettale Klasse-III: $ANB < 1$
 15 Kinder, davon fünf männlich, zehn weiblich
- skelettale Klasse-I: $1 \leq ANB \leq 5$
 27 Kinder, davon 14 männlich, 13 weiblich
- skelettale Klasse-II: $ANB > 5$
 19 Kinder, davon 13 männlich, sechs weiblich

3.3 Erwachsene

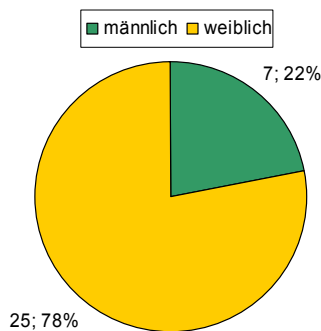


Abb. 5 Kreisdiagramm zur Darstellung der Geschlechterverteilung innerhalb der Erwachsenengruppe

32 Erwachsene ohne Anomalien,
nach Abschluss kieferorthopädischer Maßnahmen, bzw. ohne Behandlungsbedarf,
Gesichtstyp orthognath (harmonisch),
im Alter von 18 J/1 M bis 58 J/0 M),
davon 7 männlich, 25 weiblich,
skelettale Klasse-I: $0 \leq ANB \leq 4$,
vertikal neutral: Indexwert im neutralen Bereich

4. Methode

4.1 Technische Daten des Fernröntgenseitenbildes

Von jedem Probanden musste ein Fernröntgenseitenbild vorliegen. Die Aufnahmen erfolgten mittels einer kombinierten Orthopantomograph-Cephalostat-Apparatur (Orthoceph der Firma Siemens), mit folgenden technischen Daten:

- Aufnahmespannung: 80 kV
- Stromstärke: 15 mA
- Belichtungszeit: 1 s
- Abstand des Brennfleckes der Röntgenröhre zur Median-Sagittal-Ebene des Kopfes: 1,5 m
- Abstand der Median-Sagittal-Ebene des Kopfes zum Film: 18 cm
- Film: Cronex-Dupont
- Filmformat: 18 × 24 cm
- Verstärkerfolie (200er)
- Strahlengang des Zentralstrahls: durch linken und rechten äußeren Gehörgang dargestellt durch die Ohrlöcher des Cephalostat

4.2 Computerunterstützte Kephalemetrie

4.2.1 Durchzeichnung der Röntgenbilder

Von den zu digitalisierenden Fernröntgenseitenbildern wurden Durchzeichnungen auf Acetatfolie entsprechend der für das Kephalemetrie-Programm „Dentofacial Planner Plus“, Version 2.01, nötigen Digitalisierungspunkte (Punkte der Münchner Analyse und zusätzlich individualisierte Digitalisierungspunkte zur Analyse nach SCHWARZ) angefertigt.

Als Hilfsmittel dienen hierfür:

- Acetatfolie (18 × 24 cm) und Klebestreifen
- Leuchtkasten
- Abblendschablone
- Minenbleistift (0,35 mm, 2 H)
- Durchzeichenschablone (Tracing template der Firma 3M-Unitek)

Für die Durchzeichnung wird das Fernröntgenseitenbild zunächst mit dem Profil nach rechts auf dem Leuchtkasten orientiert. Auf der Acetatfolie ist eine zu ihrer Oberkante parallele Linie im Abstand von sieben Zentimetern einzuzeichnen. Auf dieser Linie erfolgt im Abstand von sechs Zentimetern vom rechten Folienrand eine Markierung, die auf den Referenzpunkt Nasion N positioniert wird und zur Ausrichtung der Geraden entlang der Nasion-Sella-Linie dient. Somit ist die Referenzlinie Nasion-Sella standardisiert eingezeichnet und die folgende Durchzeichnung reproduzierbar. (Für die Referenzlinie werden die Referenzpunkte der Münchner Schule verwendet)

4.2.2 Digitalisierung der kephalometrischen Daten

Zur Eingabe der Referenzpunkte kommt der Digitizer „Numonics Accu Grid 3030TL mit Lupenkreuz“ zum Einsatz. Die so markierten Punkte werden mittels Digitizer transformiert und dem Analyseprogramm in Form von Koordinatenpunkten zugeführt. Die Ausmessung und Auswertung der relevanten Strecken und Winkel erfolgt mittels des Kephalemtrie-Programms „Dentofacial Planner Plus“, Version 2.01. Um eine computerunterstützte Ermittlung der von SCHWARZ geforderten Werte zu ermöglichen, wird das Programm um die entsprechenden Funktionen erweitert. Über einen Datenexport im ASCII-Format stehen die erhobenen Messdaten zur weiteren Auswertung zur Verfügung.

4.3 Kephalometrische Analysen

4.3.1 Kephalometrische Analyse nach A.M. SCHWARZ

SCHWARZ [91] strebt danach, dass der angehende Kieferorthopäde Gesicht und Schädel verstehen lernt. In einer Vielzahl von Veröffentlichungen ist er darum bemüht, einen systematischen Untersuchungsgang, zur Erfassung kieferorthopädischer Befunde zu entwickeln. Neben Untersuchungsblättern zu Anamnese, klinischer Diagnostik und Modellvermessung, gibt SCHWARZ ein Untersuchungsblatt für das Fernröntgenseitenbild heraus [89].

SCHWARZ betont, dass zur Beurteilung einzelner Behandlungsfälle, v.a. im Bereich der Gnathometrie, selten alle Befunde aufgenommen werden müssen und beschränkt sich auf jene, für den jeweiligen Patienten aussagekräftigen Daten [87]. Der folgende Abschnitt stellt die im kephalometrischen Untersuchungsblatt nach A.M. SCHWARZ dokumentierbaren Befunde vor.

Im Ergebnisteil werden ausschließlich die, für die vorliegende Arbeit relevanten Werte, evaluiert.

Untersuchungsblatt für das Fern-Röntgenseitenbild

(nach A.M. Schwarz, Wien)

Name: Geboren am: Nr.:

Klinische Diagnose: 1 2 3 4 5 6

Gesicht von vorne: breit, mittel, schmal. Form

FRS-Bild angefertigt am: Untersucher:

I. Craniometrie:

Einzeichnungen: NSe, H, SpP, Pn, Po, NA*)
 *)craniometrische Richtigestellung von A erforderlich?
 Winkelmessungen zwischen:
 NSe-NA - F \angle (85°): Befund: ante..... retro, keine
 Pn-SpP - J \angle (85°): ante..... retro, keine
 Pn-H - H \angle (90°): tief..... hoch, durchschnittlich
 Abstand N-Se:
 Soll-Profil: Gesicht: Mittelwert-, Vor-, Rück-
 Kiefer: durchschnittlich, schief vor, schief zurück,

II. Gnathometrie

Einzeichnungen: MP, MT₁, MT₂, OeP, A-B, A-pgo, Achsen von 1, 3, 4 1, 3
 Messungen:
 Kauebene a) Pn-OeP \angle bei 1-6 (77°): bei 1-7 (75°):
 b) SpP-OeP \angle bei 1-6 (8°): bei 1-7 (10°):
 Unterkiefergrundebene Pn-MP \angle (65°):
 OeP-MP \angle bei 1-6 (12°): bei 1-7 (10°):
 Grundebenenwinkel = SpP-MP \angle = B \angle (20°):
 Gonionwinkel = MT₁-MT₂ \angle (123°):
 Unterkieferkörper (UK), Soll-Länge (NSe+3mm): Ist-Länge:
 Unterkieferast, Soll-Länge (UK.Ast = 7:5): Ist-Länge:
 Oberkiefer, Soll-Länge (2/3 UK): Ist-Länge:
 Höhenverhältnisse: $\frac{6}{1} : \frac{6}{1}$ (2:3): $\frac{6}{1} : \frac{6}{1}$ (2:3):
 $\frac{1}{1} : \frac{6}{1}$ (5:4): $\frac{1}{1} : \frac{6}{1}$ (5:4):
 $\frac{1}{1} : \frac{7}{1}$ (3:2 bis 4:3): $\frac{1}{1} : \frac{7}{1}$ (5:4):
 Verhalten der Wurzelspitzen zur SpP: 6 unter, an, über, 7 unter, an, über
 Zahnachsenwinkel: $\frac{1}{1}$ (70°): $\frac{4}{3}$ (90°):
 $\frac{1}{1}$ (85-90°): $\frac{3}{3}$ (90°):
 Internisalswinkel = ii \angle (140°):
 Abstand der 1 Kante von AB (3-4 mm):
 Verhalten der apicalen Basen
 a) zu den Zähnen OK: UK:
 b) zueinander A₁B-SpP \angle = AB \angle (90°): A₁pgo-SpP \angle = MM \angle (90°):

Besonderheiten des Zahnbestandes und der Keime:

Befund:

III. Profil:

Einzeichnung: sn-pg (Mundtangente)

Messungen:
 Nasendrittel: Kieferdrittel: KPF-Breite (15):
 Weichteildicke (Mittelwerte bei Aufnahme aus 2 m Entfernung):
 Nasion (6): sn-NA (Kinder 12-14, Erwachsene 15-17):
 Oberlippe (12): Unterlippe (12):
 Kinnpolster (10): Gnathion (6):
 Abstand Pn-sn (+ vor, - hinter Pn): Pn-pg:
 Knöchernes Kinn:
 Befund: Abweichungen des Istprofils vom Sollprofil
 Gesicht:
 Kiefer:
 Mund: Oberlippe: positiv, richtig, negativ
 Unterlippe: positiv, richtig, negativ
 Stim: gerade, steil, flach

IV. Röntgenologische Besonderheiten:

Nasenboden und Gaumenverlauf:
 Rachitische Anzeichen:
 Nase und Nebenhöhlen:
 Rachen (Adenoide?):
 Mundhöhle (Zunge, Tonsillen, Drüsen):
 Anderes:

V. Auswertung:

a) Diagnose:
 b) Röntgenologisch angezeigte Behandlung:
 c) Kosmetische Prognose:

Abb. 6 Untersuchungsblatt für das Fern-Röntgenseitenbild nach A.M. SCHWARZ von 1958 [87]

4.3.1.1 Kephalometrische Messpunkte

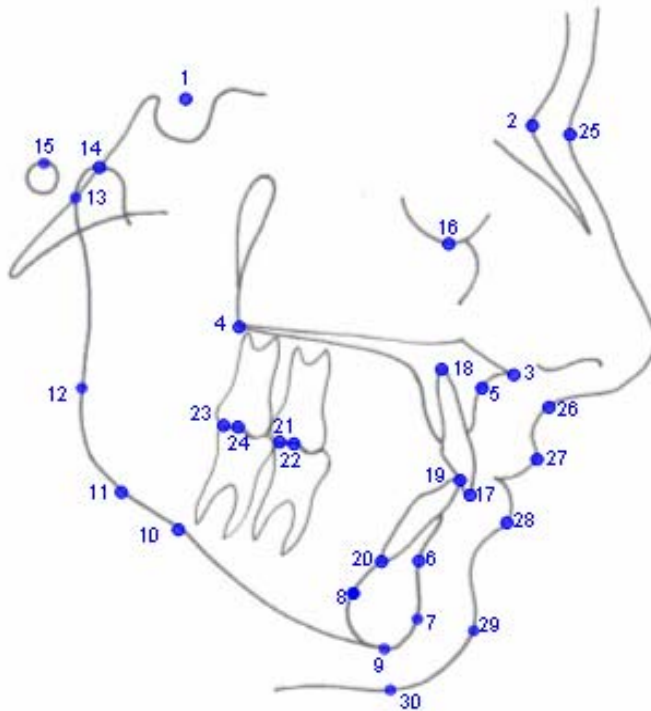


Abb. 7 Referenzpunkte nach A.M. SCHWARZ [87], [89]

1. Sella (Se)
Ein konstruierter Punkt auf der Mitte der Verbindungslinie zwischen Processus clinoides posterior und vorderen Eingang der Sella turcica
Unabhängig von der Sellatiefe wird der Punkt in Höhe des Planum sphenoidale aufgesucht.

2. Nasion (N)
Der anteriorste, kranialste Punkt der Sutura nasofrontalis
Bei einer nach vorne offenen V-Form der Sutur wird der anteriorste Punkt des Os nasale im Bereich der Sutur gewählt.

3. Spina nasalis anterior (Ans)
Der am weitesten anterior gelegene Punkt der knöchernen Spina nasalis anterior

4. Spina nasalis posterior (Pns)
Der im seitlichen Fernröntgenbild erscheinende Schnittpunkt der Kontur des weichen Gaumens mit dem knöchernen Nasenboden
Der Punkt Pns wird in antero-posteriorer Richtung definiert durch die kaudalen Knochenschatten der Fossae pterygopalatinae und dem Vorderrand des Proceccus pterygoideus.
5. A-Punkt (A)
Der am weitesten posterior gelegene Punkt der anterioren Kontur des Oberkiefer-Alveolarfortsatzes in der Median-Sagittal-Ebene
6. B-Punkt (B)
Der am weitesten posterior gelegene Punkt der anterioren Kontur des Unterkiefer-Alveolarfortsatzes in der Median-Sagittal-Ebene
7. Pogonion (Pg)
Der am weitesten anterior gelegene Punkt des knöchernen Kinns in der Median-Sagittal-Ebene
8. Spina mentalis (Sm)
Punkt auf der dorsalen Kompaktakontur der knöchernen Unterkiefersymphyse, gekennzeichnet durch einen helleren Kern spongiösen Knochens
9. Gnathion (Gn)
Der am weitesten kaudal gelegene Punkt der Unterkiefersymphyse in der Median-Sagittal-Ebene
10. Antegonial (Ant)
Punkt der tiefsten Einziehung am Unterrand des Corpus mandibulae vor der Protuberantia masseterica
11. Inferior Gonion (InfG)
Punkt der prominentesten Wölbung der Protuberantia masseterica

12. Pos Gonion (PosG)
Punkt der prominentesten Auswölbung der dorsalen Kieferwinkelstruktur
13. Dorsaler Kiefergelenkspunkt (Cod)
Der am weitesten dorsal gelegene Punkt der distalen Kontur des Caput mandibulae
14. Condylion (Cok)
Der am weitesten kranial gelegene Punkt der Kontur des Caput mandibulae
15. Porus = Ohrpunkt (P)
Der am weitesten kranial gelegene Punkt des Porus acusticus externus
16. Orbitale = Augpunkt (O)
Der am weitesten kaudal gelegene Punkt des Infraorbitalrandes
17. Inzision superius (Iss)
Der am weitesten inzisal gelegene Punkt des anteriorsten oberen mittleren Schneidezahnes
18. Apex des Oberkiefer-Schneidezahnes (Isa)
Der am weitesten apikal gelegene Punkt der Wurzel des anteriorsten oberen mittleren Schneidezahnes
19. Inzision inferius (Iis)
Der am weitesten inzisal gelegene Punkt des anteriorsten unteren mittleren Schneidezahnes
20. Apex des Unterkiefer-Schneidezahnes (Iia)
Der am weitesten apikal gelegene Punkt der Wurzel des anteriorsten mittleren unteren Schneidezahnes
21. Distale Höckerspitze oberer Sechsjahrmolar (Is-6)

22. Distale Höckerspitze unterer Sechsjahrmolar (li-6)
23. Distale Höckerspitze oberer Zwölfjahrmolar (Is-12)
24. Distale Höckerspitze unterer Zwölfjahrmolar (li-12)
25. Hautnasion (N`)
Der am weitesten posterior gelegene Punkt der Konkavität im Bereich der Nasenwurzel in der Median-Sagittal-Ebene
26. Subnasale (SN`)
Punkt des geringsten Kurvenradius am Übergang des Nasenstegs in die Oberlippe
27. Labrale superius (UL`)
Grenze zwischen Lippenrot und Lippenweiß der Oberlippe
28. Labrale inferius (LL`)
Grenze zwischen Lippenrot und Lippenweiß der Unterlippe
29. Weichteilpogonion (Pg`)
Der am weitesten anterior liegende Punkt des Weichteil-Kinnprofils
30. Weichteilgnathion (Gn`)
Der am weitesten kaudal gelegene Punkt der Weichteilkinnkontur

4.3.1.2 Kephalometrische Referenzlinien

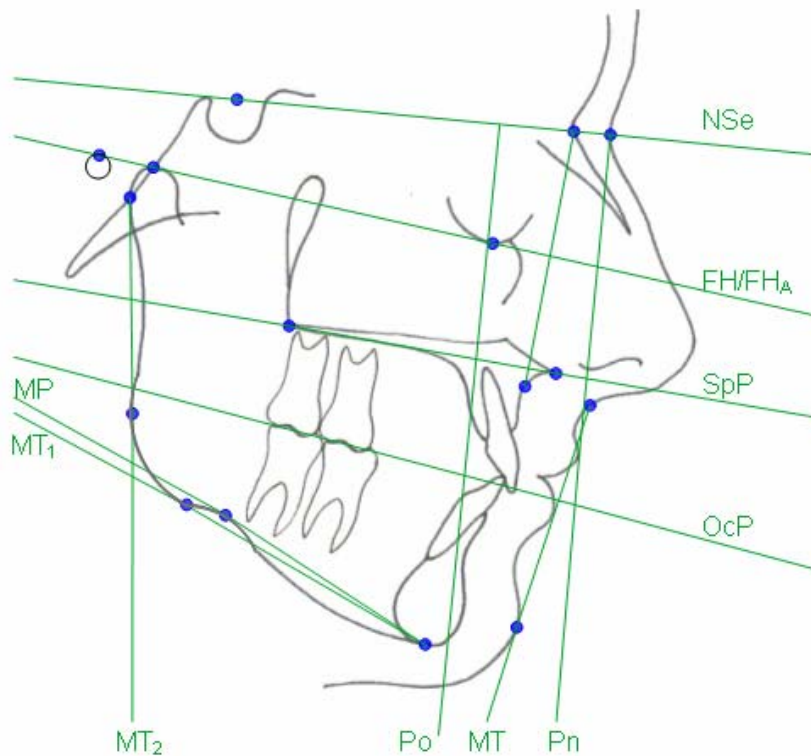


Abb. 8 Referenzlinien nach A.M SCHWARZ [87], [89]

1. Nasion-Sella-Gerade (NSe)
Verbindungsgerade zwischen Nasion und Sella
2. Frankfurter Horizontale nach SCHWARZ (FH)
Schädelhorizontale, definiert durch die Gerade von Condylion zu Orbitale
3. Frankfurter Horizontale_{alternativ} nach SCHWARZ (FH_A)
Gerade vom Oberrand des Porus acusticus externus zu Orbitale
Alternative Definition der Frankfurter Horizontalen von SCHWARZ, welche nur zum Einsatz kommt, falls die Struktur Condylion am FRS nicht ausreichend dargestellt ist. Sie kann auch zur Ausrichtung des Schädels im Cephalostaten dienen, da nach SCHWARZ, das Porion die durchschnittliche Lage des Kiefergelenks anzeigt.

4. Spina-Ebene (SpP)
Verbindungsgerade zwischen Spina nasalis posterior und Spina nasalis anterior
5. Occlusal Planum (OcP)
Kauebene, definiert durch die Halbierung des vertikalen Überbisses der zentralen Inzisivi und der distalsten, schon in Okklusion stehenden Molaren
6. Stirn-Kiefer-Linie (NA)
Verbindungsgerade zwischen Nasion und A-Punkt
7. Mandibular-Planum (MP)
Unterkiefergrundebene, definiert durch die Verbindungsgerade zwischen Gnathion und Antegonial
8. Untere Tangente des Unterkieferkörpers (MT_1)
Tangente vom Punkt Gnathion an die Protuberantia masseterica
9. Hintere Tangente des Unterkieferkörpers (MT_2)
Tangente vom dorsalen Kiefergelenkspunkt an die distale Kieferwinkelkontur
10. Orbitalsenkrechte (Po)
Auch als Orbital-Perpendiculare bezeichnetes Lot zur Nasion-Sella-Geraden durch den Punkt Orbitale
11. Nasionsenkrechte (Pn)
Auch als Nasion-Perpendiculare bezeichnetes Lot zur Nasion-Sella-Geraden durch den Hautnasionpunkt
12. Mundtangente (MT)
Verbindungsgerade von Subnasale zu Hautpogonion

4.3.1.3 Kephalometrische Winkel

(von SCHWARZ angegebener Idealwert der Messung)

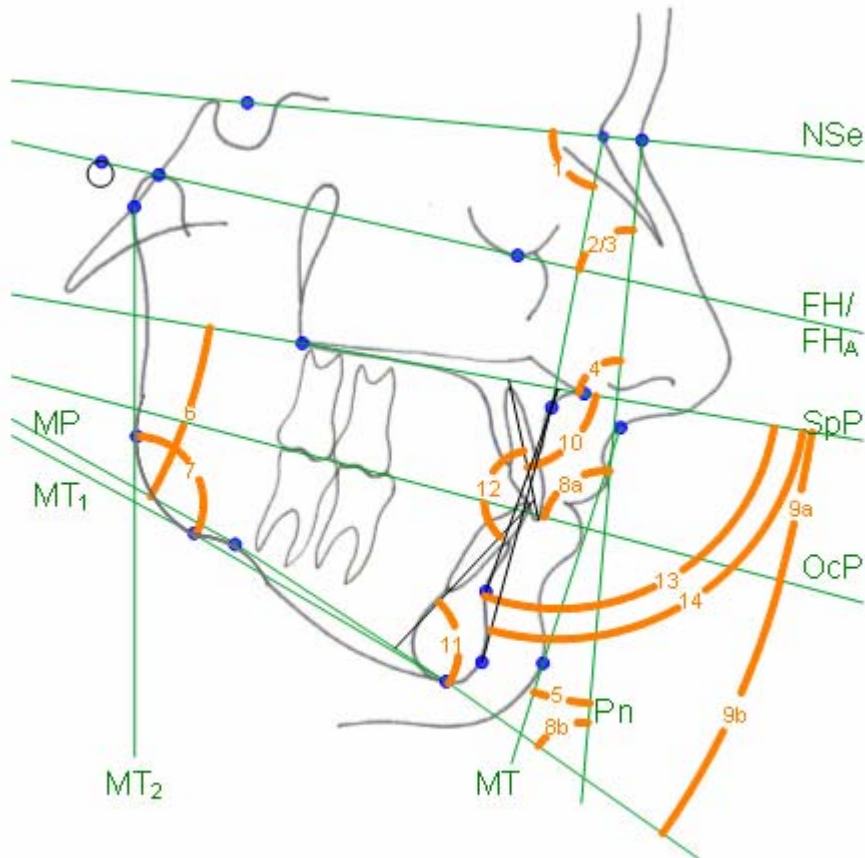


Abb. 9 Winkelmessungen nach A.M. SCHWARZ [87], [89]

1	Fazialwinkel F (85°)	8b	Pn-MP (65°)
2	Horizontalwinkel H (90°)	9a	SpP-OcP (1-6: 8° 1-7: 10°)
3	Horizontalwinkel H _A (90°)	9b	OcP-MP (1-6: 12° 1-7: 10°)
4	Inklinationswinkel J (85°)	10	Zahnachsenwinkel $\underline{1}$ (70°)
5	Profilwinkel T (10°)	11	Zahnachsenwinkel $\bar{1}$ (85-90°)
6	Basiswinkel B (20°)	12	Interinzisalwinkel ii (140°)
7	Gonionwinkel G (123°)	13	Basenwinkel AB (90°)
8a	Pn-OcP (1-6: 77° 1-7: 75°)	14	Basenwinkel MM (90°)

1. Fazialwinkel α_F (85°)
Der dorso-kaudal gemessene Winkel zwischen der Nasion-Sella-Geraden NSe und der Stirn-Kiefer-Linie NA
2. Horizontalwinkel α_H (90°)
Der zwischen der Nasionsenkrechten Pn und Frankfurter Horizontale FH nach dorso-kraniel eingeschlossene Winkel
3. Horizontalwinkel_A α_{H_A} (90°)
Der zwischen der Nasionsenkrechten Pn und der Frankfurter Horizontalen_{alternativ} FH_A nach dorso-kraniel eingeschlossene Winkel
4. Inklinationswinkel α_J (85°)
Der dorso-kraniel gemessene Winkel zwischen der Nasionsenkrechten Pn und der Spina-Ebene
5. Profilwinkel α_T (10°)
Winkel zwischen der Nasionsenkrechten Pn und der Mundtangente MT
6. Basiswinkel α_B (20°)
Der von den Kiefergrundebenen Mandibular-Planum MP und Spina-Ebene SpP eingeschlossene Winkel
7. Gonionwinkel α_G (123°)
Der von den Unterkiefertangenten MT₁ und MT₂ eingeschlossene Kieferwinkel
8. Craniometrische Kauebene Winkel
 - a. α_{Pn-OcP} (1-6: 77° bzw. 1-7: 75°)
Der nach dorso-kraniel eingezeichnete Winkel zwischen der Nasionsenkrechten Pn und der Kauebene OcP

- b. \angle Pn-MP (1-6: 65°)
Der nach dorso-kränial eingezeichnete Winkel zwischen der Nasionsenkrechten Pn und der Unterkiefergrundebene MP
9. Gnathometrische Kauebenenwinkel
- a. \angle SpP-OcP (1-6: 8° bzw. 1-7: 10°)
Der von der Oberkiefergrundebene SpP mit der Kauebene OcP eingeschlossene Winkel
- b. \angle OcP-MP (1-6: 12° bzw. 1-7: 10°)
Der von der Unterkiefergrundebene MP mit der Kauebene OcP eingeschlossene Winkel
10. Zahnachsenwinkel des oberen zentralen Inzisivus \angle 1 (70°)
Der nach ventro-kaudal zu messende Winkel zwischen der Zahnachse des oberen zentralen Inzisivus und der Oberkiefergrundebene SpP
11. Zahnachsenwinkel des unteren zentralen Inzisivus \angle 1 (85-90°)
Der nach ventro-kränial zu messende Winkel zwischen der Zahnachse des unteren zentralen Inzisivus und der Unterkiefergrundebene MP
12. Interinzisalwinkel \angle ii (140°)
Von der Zahnachsen des oberen mit der des unteren zentralen Inzisivus eingeschlossener Winkel
13. Winkel der apikalen Basen-AB \angle AB (90°)
Der nach ventro-kaudal zu messende Winkel zwischen der Verbindungsgeraden der Punkte A und B und der Oberkiefergrundebene SpP
14. Winkel der apikalen Basen-APg \angle MM (90°)
Der nach ventro-kaudal zu messende Winkel zwischen der Verbindungsgeraden der Punkte A und Pg und der Oberkiefergrundebene SpP

4.3.1.4 Kephalometrische Streckenmessungen

1. Abstand N-Se [mm]
Strecke vom Punkt Nasion zum Punkt Sella
2. Länge des Unterkieferkörpers [mm]
Strecke entlang der Gerade MT_1 , zwischen, dem auf MT_1 projizierten Pogonion (vordere Begrenzung des UK-Körpers) und dem Scheitelpunkt des Gonionwinkels (hintere Begrenzung des UK-Körpers)
3. Länge des aufsteigendes Unterkieferastes [mm]
Strecke entlang der Gerade MT_2 , zwischen, dem Schnittpunkt der Gerade MT_2 mit $FH/(FH_A)$ (oberes Ende aufsteigender Ast) und dem Scheitelpunkt des Gonionwinkels (unteres Ende aufsteigender Ast)
4. Breite des aufsteigenden Unterkieferastes [mm]
Abstand der Schnittpunkte einer zur SpP parallelen Gerade mit der Kontur des aufsteigenden Astes, konstruiert im Bereich der maximalen Parallelität von Vorder- und Hinterrand des aufsteigenden Astes oberhalb des Kieferwinkels
5. Länge des Oberkieferkörpers [mm]
Strecke entlang der Oberkiefergrundebene SpP, zwischen, dem auf die SpP projizierten A-Punkt (vorderes Ende Oberkieferkörper) und der Spina nasalis posterior Pns (hinteres Ende Oberkieferkörper)

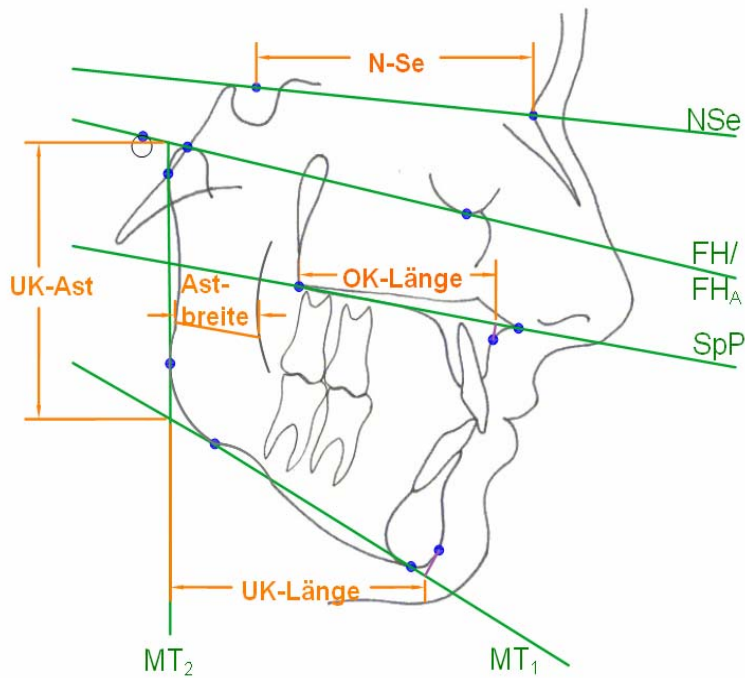


Abb. 10 Streckenmessungen nach A.M. SCHWARZ in der Horizontalebene [87], [89]

6. Kieferhöhe Oberkieferfront [mm]
Streckenlänge des Lotes vom Inzispunkt des oberen zentralen Inzisivus I_{sa} auf die Oberkiefergrundebene SpP
7. Kieferhöhe Unterkieferfront [mm]
Streckenlänge des Lotes vom Inzispunkt des unteren zentralen Inzisivus I_{is} auf die Unterkiefergrundebene MP
8. Kieferhöhe Sechsjahrmolar Oberkiefer [mm]
Streckenlänge des Lotes von der distalen Höckerspitze des oberen Sechsjahrmolaren I_{s-6} auf die Oberkiefergrundebene SpP
9. Kieferhöhe Sechsjahrmolar Unterkiefer [mm]
Streckenlänge des Lotes von der distalen Höckerspitze des unteren Sechsjahrmolaren I_{i-6} auf die Unterkiefergrundebene MP

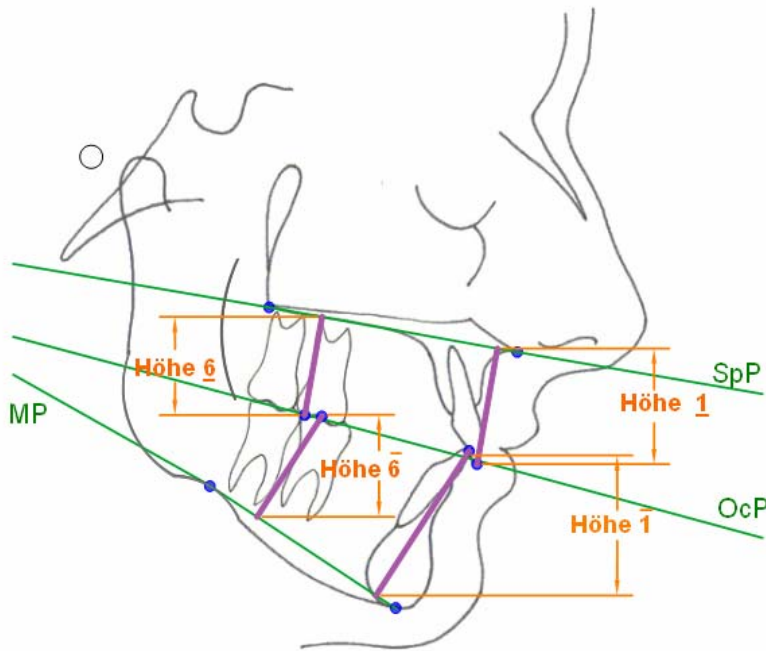


Abb. 11 Streckenmessungen nach A.M. SCHWARZ in der Vertikalebene 1 [87], [89]

10. Kieferhöhe Zwölfjahrmolar Oberkiefer [mm]
Streckenlänge des Lotes von der distalen Höckerspitze des oberen Zwölfjahrmolaren Is-12 auf die Oberkiefergrundebene SpP
11. Kieferhöhe Zwölfjahrmolar Unterkiefer [mm]
Streckenlänge des Lotes von der distalen Höckerspitze des unteren Zwölfjahrmolaren li-12 auf die Unterkiefergrundebene MP
12. Abstand Inzisalkante 1 zur Geraden AB [mm]
13. Knöcherne Mittelgesichtshöhe [mm]
Auch als knöchernes Nasendrittel bezeichnete Streckenlänge des Abstandes zwischen der Nasion-Sella-Geraden NSe und der Oberkiefergrundebene SpP, entlang der Stirn-Kiefer-Linie NA
14. Vordere Kieferhöhe [mm]
Streckenlänge des Abstandes zwischen der Oberkiefergrundebene SpP und der Unterkiefergrundebene MP entlang der Stirn-Kiefer-Linie NA.

15. Hintere Kieferhöhe [mm]

Streckenlänge, des Abstandes zwischen der Oberkiefergrundebene SpP und der Unterkiefergrundebene MP, zu messen, entlang einer, zur Messstrecke der vorderen Kieferhöhe parallelen Gerade durch den Punkt Spina nasalis posterior

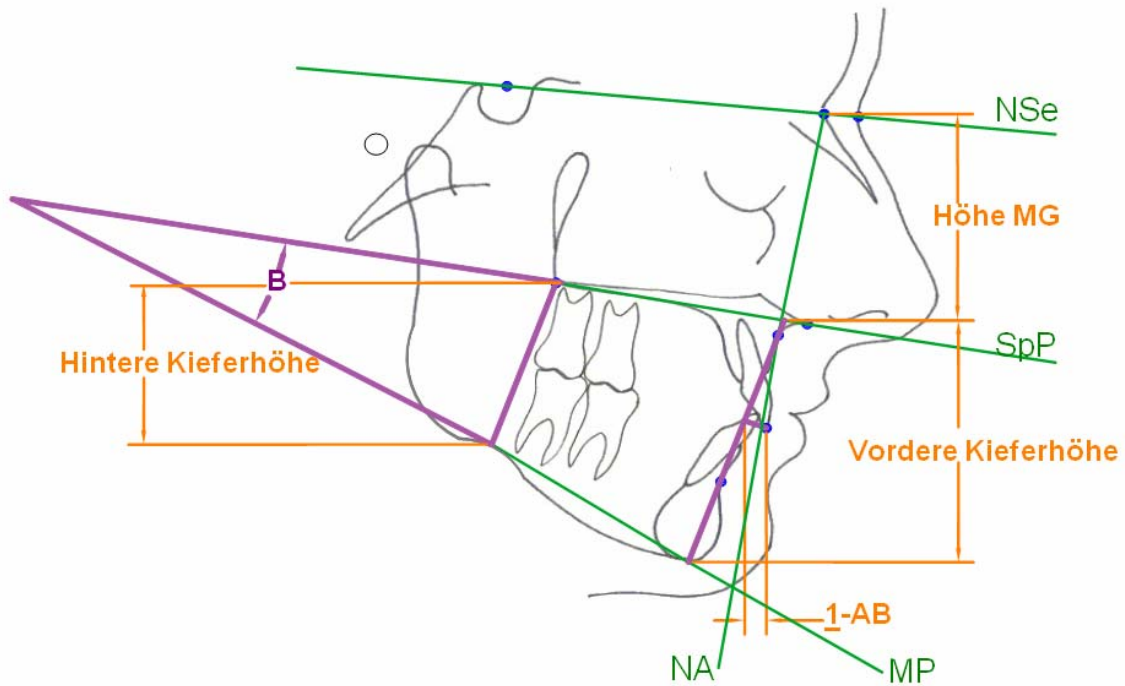


Abb. 12 Streckenmessungen nach A.M. SCHWARZ in der Vertikalebene 2 [87], [89]

4.3.1.5 Kephalometrische Profilvermessung

(von SCHWARZ angegebener Idealwert der Messung)

A.M. SCHWARZ betont die Fehleranfälligkeit der Profilbeurteilung am Profildfoto. Hierbei unterlaufen dem Behandler unter Umständen Fehldiagnosen am Kieferprofilfeld, da die Schädelhorizontale, definiert durch die Weichteilpunkte Augpunkt und Ohrpunkt, den Gelenkstand nicht berücksichtigt. So sollte die Beurteilung des Profils am Foto nur eine vorläufige sein, jene am Fernröntgenseitenbild ist die gültige. Hierbei werden Nasionsenkrechte und Orbitalsenkrechte als Lot auf die Nasion-Sella-Strecke, als zuverlässige Bezugsebene, ermittelt.

1. Kieferprofilfeld (13-14 mm)
Strecke zwischen der Nasionsenkrechten P_n und der Orbitalsenkrechten P_o , zu messen entlang der Geraden FH/FH_A
2. Profilnasendrittel [mm]
Strecke zwischen Punkt Weichteilnasion N' und, dem auf die Nasionsenkrechte P_n projizierten Weichteilpunkt Subnasale S_n'
3. Profilmunddrittel [mm]
Strecke zwischen den, auf die Nasionsenkrechte projizierten Weichteilpunkten Subnasale S_n' und Gnathion G_n'
4. Weichteildicke Nasion (8 mm)
5. Weichteildicke Subnasale (12 mm)
6. Weichteildicke Oberlippe (12 mm)

7. Weichteildicke Unterlippe (12 mm)

8. Weichteildicke Pogonion (10 mm)

9. Weichteildicke Gnathion (6 mm)

10. Querschnitt des knöchernen Kinns (11,5 mm)

11. Abstand Pn-SN` [mm]

Streckenlänge des Lotes vom Weichteilpunkt Subnasale SN` auf die Nasionsenkrechte Pn,

beschreibt die Lage des Punktes Subnasale Sn` im Kieferprofilfeld:

positive Werte: Sn` liegt vor der Nasionsenkrechten Pn (Vorgesicht)

negative Werte: Sn` liegt hinter der Pn (Rückgesicht)

Wert Null: Sn` liegt auf der Pn (Durchschnittsgesicht)

12. Abstand Pn-Pg` [mm]

Streckenlänge des Lotes vom Weichteilpunkt Pg` auf die Nasionsenkrechte Pn, beschreibt die Lage des Punktes Pg` im Kieferprofilfeld:

positive Werte: Pg` liegt vor der Pn (Vorgesicht)

negative Werte: Pg` liegt hinter der Pn (Rückgesicht)

Wert Null: Pg` liegt auf der Pn (Durchschnittsgesicht), [87], [89]

4.3.1.6 Sollgrößen-Proportionen am Fernröntgenseitenbild

Zur Berechnung der für den einzelnen Patienten idealen Proportionen im Bereich der Kieferkörper gibt SCHWARZ [87], [89] folgende Formeln an:

1. Soll-Länge des Unterkieferkörpers [mm]

$$\begin{aligned} \text{UK}_{\text{Soll}} [\text{mm}] &= 21/20 \cdot \text{NSe} [\text{mm}] \\ &= \text{NSe} [\text{mm}] + 3\text{mm} \end{aligned}$$

2. Soll-Länge aufsteigender Unterkieferast [mm]

$$\text{UK-Ast}_{\text{Soll}} [\text{mm}] = 5/7 \cdot \text{UK}_{\text{Soll}} [\text{mm}]$$

3. Soll-Breite aufsteigender Unterkieferast [mm]

$$\text{Astbreite}_{\text{Soll}} [\text{mm}] = 2/5 \cdot \text{UK}_{\text{Soll}} [\text{mm}]$$

4. Soll-Länge des Oberkieferkörpers [mm]

$$\begin{aligned} \text{OK}_{\text{Soll}} [\text{mm}] &= 7/10 \cdot \text{NSe} [\text{mm}] \\ &= 2/3 \cdot \text{UK}_{\text{Soll}} [\text{mm}] \end{aligned}$$

4.3.1.7 Soll-Höhen-Proportionen der Alveolarfortsätze am Fernröntgen- seitenbild

Zur Beurteilung der Höhenverhältnisse im Bereich der Alveolarfortsätze gibt SCHWARZ [87], [89] Soll-Proportionen für die vertikale Dimension an. Die Höhen der verschiedenen Regionen werden als Abstand der entsprechenden Höckerspitze bzw. Inzisalkante zur Grundebene des jeweiligen Kiefers (SpP bzw. MP) ermittelt.

1. Verhältnis Oberkieferfront zu Unterkieferfront

$$\underline{1}\text{-SpP} : \bar{1}\text{-MP} = 2 : 3$$

2. Verhältnis Oberkiefer- zu Unterkiefer-Sechsjahrmolar

$$\underline{6}\text{-SpP} : \bar{6}\text{-MP} = 2 : 3$$

3. Verhältnis Oberkieferfront zu Oberkiefer-Sechsjahrmolar

$$\underline{1}\text{-SpP} : \underline{6}\text{-SpP} = 5 : 4$$

4. Verhältnis Unterkieferfront zu Unterkiefer-Sechsjahrmolar

$$\bar{1}\text{-MP} : \bar{6}\text{-MP} = 5 : 4$$

4.3.2 Kephalometrische Analyse nach der Münchner Schule

Im Rahmen der Untersuchung der Aussagekraft der Analyse nach SCHWARZ [87], [89] kommt die Analyse nach der Münchner Schule als Referenzanalyse zum Einsatz [75]. Die nicht im Auswertungsverfahren nach SCHWARZ vorkommenden, für diese Arbeit jedoch relevanten Punkte, Linien und Strecken sollen im folgenden Abschnitt vorgestellt werden.

4.3.2.1 Relevante kephalometrische Messpunkte

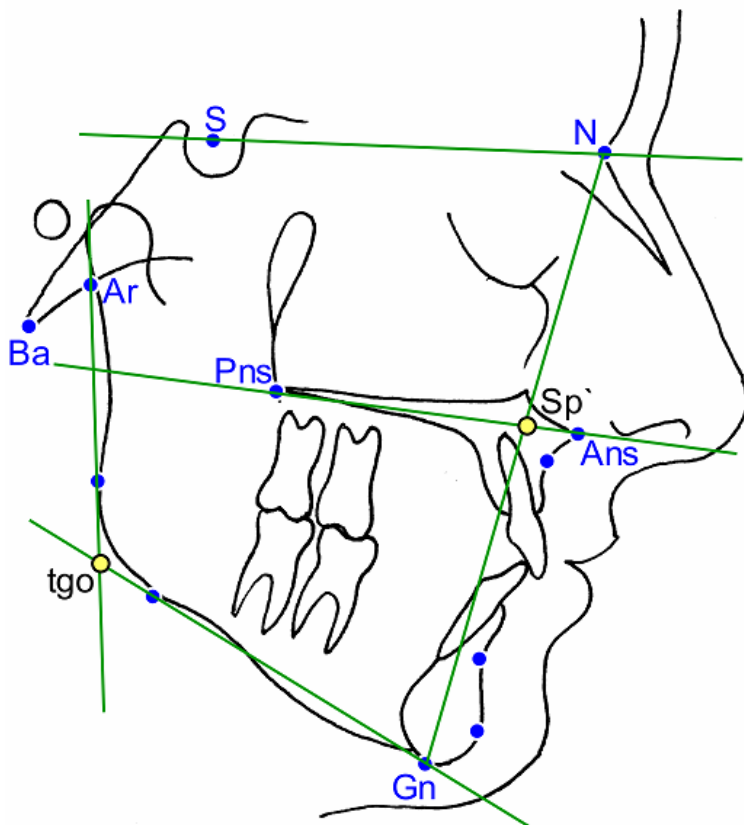


Abb. 13 Relevante kephalometrische Messpunkte nach der Münchner Schule

1. Sella (S)
Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica in der Median-Sagittal-Ebene
Der konstruierte Punkt ergibt sich als Halbierung des größten Durchmessers der Sella turcica

2. Basion (Ba)
Der am weitesten posterior und kaudal gelegene Punkt des Clivus in der Median-Sagittal-Ebene
3. Articulare (Ar)
Schnittpunkt des Unterrandes der Schädelbasis mit der dorsalen Kontur des Collum mandibulae in der Median-Sagittal-Ebene
4. Spina Strich (Sp`)
Der konstruierte Punkt ergibt sich als Schnittpunkt der Linie Nasion-Gnathion mit der Nasallinie NL in der Median-Sagittal-Ebene
5. Gonion-Tangentenpunkt (tgo)
Der konstruierte Punkt ergibt sich als Schnittpunkt der Ramuslinie RL mit der Mandibularlinie ML = MT_1 nach SCHWARZ

4.3.2.2 Relevante kephalometrische Referenzlinien

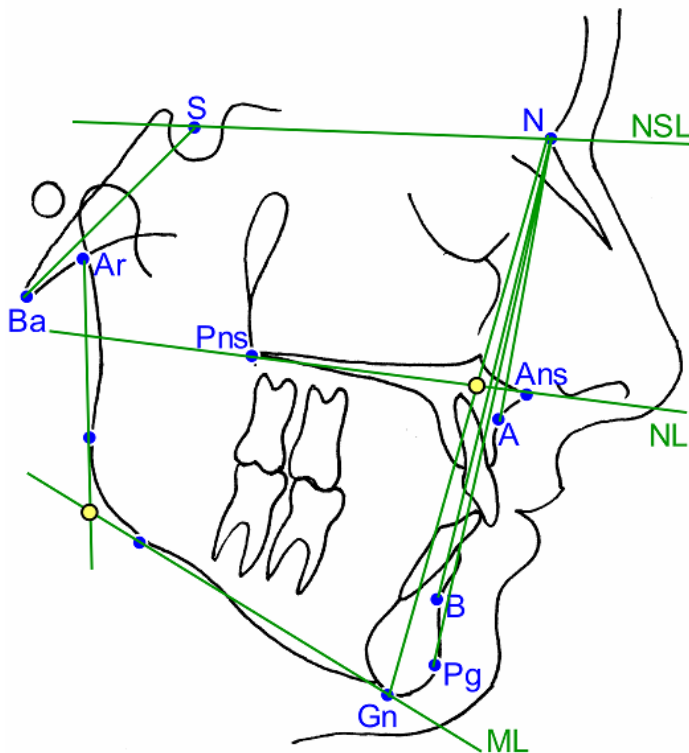


Abb. 14 Relevante kephalometrische Messpunkte nach der Münchner Schule [75]

1. Nasion-Sella-Linie (NSL)
Gerade durch die Punkte Sella S und Nasion N
2. Nasallinie (NL)
Gerade durch die Punkte Spina nasalis anterior Ans und der Spina nasalis posterior Pns, entspricht der Spina-Ebene SpP nach SCHWARZ [87], [89]
3. Mandibularlinie (ML)
Gerade durch die Punkte Gnathion Gn und den Gonion-Tangentenpunkt tgo, entspricht der unteren Tangente des Unterkieferkörpers MT_1 nach SCHWARZ [87], [89]
4. NA-Linie (NA)
Gerade vom Punkt Nasion N durch den A-Punkt, entspricht der Stirn-Kiefer-

Linie nach SCHWARZ [87], [89]

5. NB-Linie (NB)

Gerade vom Punkt Nasion N durch den B-Punkt

6. NPg-Linie (NPg)

Gerade vom Punkt Nasion N durch den Punkt Pogonion Pg

7. Nasion-Gnathion-Linie (NGn)

Verbindungsgerade zwischen den Punkten Nasion N und Gnathion Gn

8. Sella-Basion-Linie (SBa)

Verbindungsgerade zwischen den Punkten Sella S und Basion Ba

4.3.2.3 Relevante kephalometrische Messungen (Idealwert der Messung)

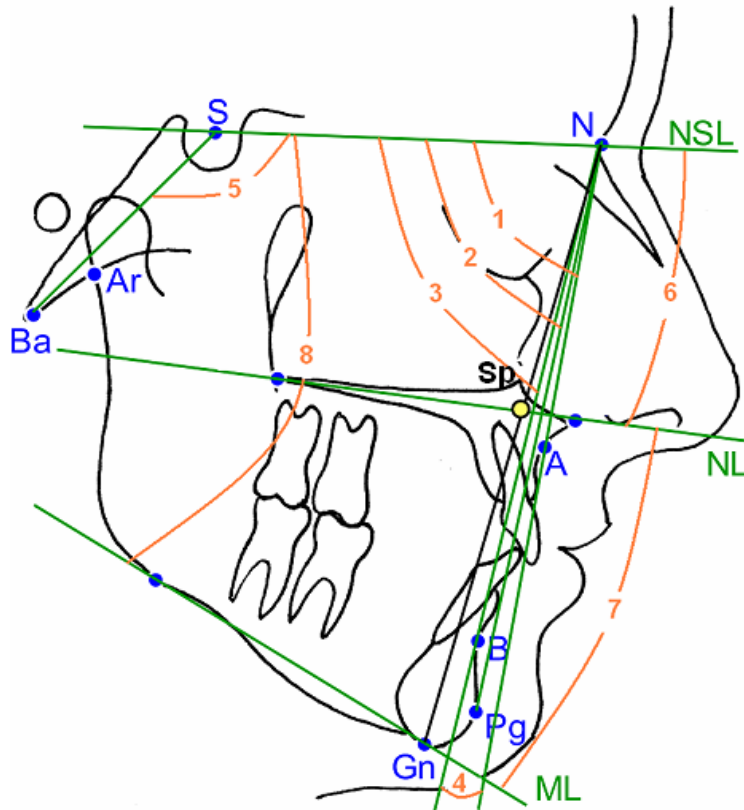


Abb. 15 Relevante kephalometrische Winkelmessungen nach der Münchner Schule [75]

1	SNA-Winkel (82°)	5	Schädelbasiswinkel (131°)
2	SNPg-Winkel (81°)	6	NL-NSL-Winkel (7,5°)
3	SNB-Winkel (80,5°)	7	ML-NL-Winkel (20,5°)
4	ANB-Winkel (1,5°)	8	ML-NSL-Winkel (28°)

1. SNA-Winkel \neq SNA (82°)

Winkel zwischen der Nasion-Sella-Linie NSL und der NA-Linie NA (= Stirn-Kiefer-Linie nach SCHWARZ) [87], [89]

2. SNPg-Winkel \sphericalangle SNPg (81°)
Winkel zwischen der Nasion-Sella-Linie NSL und der NPg-Linie NPg
3. SNB-Winkel \sphericalangle SNB (80,5°)
Winkel zwischen der Nasion-Sella-Linie NSL und der NB-Linie NB
4. ANB-Winkel \sphericalangle ANB (1,5°)
Winkel zwischen der NA-Linie NA und der NB-Linie NB
5. Schädelbasiswinkel \sphericalangle NSBa (131°)
Winkel zwischen der Nasion-Sella-Linie NSL und der Sella-Basion-Linie SBa
6. NL-NSL-Winkel \sphericalangle NL-NSL (7,5°)
Winkel zwischen der Nasallinie NL (= Spina-Ebene SpP nach SCHWARZ) [87], [89] und der Nasion-Sella-Linie NSL
7. ML-NL-Winkel \sphericalangle ML-NL (20,5°)
Winkel zwischen der Mandibularlinie ML und der Nasallinie NL
8. ML-NSL-Winkel \sphericalangle ML-NSL (28°)
Winkel zwischen der Mandibularlinie ML und der Nasion-Sella-Linie NSL
9. Index (79%)
Quotient aus den Strecken N-Sp` und Sp`-Gn, ausgedrückt als Prozentzahl
Index < 71% → Diagnose: O offen
Index 71% bis 89% → Diagnose: N neutral
Index > 89% → Diagnose: T tief

4.4 Methodik der statistischen Datenauswertung

Die zur Auswertung relevanten Daten wurden in das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel XP übertragen und tabelliert.

Zur Erhebung der Statistik kamen das Programm SPSS Version 10.0 für Windows nach BÜHL und ZÖFEL [18], bzw. das Programm R Version 2.0.1., eine freie, nicht kommerzielle Statistik-Software, unter Windows XP, zum Einsatz [99].

Im Abschnitt der deskriptiven Statistik erfolgte die Untersuchung von 29 Messwerten (22 Werte nach SCHWARZ, sieben Werte nach der Münchner Schule), unterschieden nach dem Kriterium Kindergruppen – Erwachsene durch den T-Test für voneinander unabhängige Stichproben.

Des Weiteren wurde zu fünf der untersuchten Werte nach SCHWARZ, die diagnostische Aussage in Form einer Soll-Ist-Differenz analysiert.

Folgende statistische Parameter wurden in der Gruppenstatistik erhoben:

- Arithmetischer Mittelwert (MW)
- Standardabweichung (STA)
- Standardfehler des Mittelwertes (STF)
- Mittlere Mittelwertdifferenz zwischen Kind und Erwachsenen (MWD)
- Signifikanz der MWD

Zugrunde liegt ein Signifikanzniveau von 5%:

- $p < 0,05$ = signifikanter Unterschied
- $p < 0,01$ = hoch signifikanter Unterschied
- $p < 0,001$ = höchst signifikanter Unterschied

Der Abschnitt „Reliabilität“ soll mittels der Statistik gepaarter Stichproben der Betrachtung der Verlässlichkeit der SCHWARZ'schen Diagnoseaussagen dienen. Untersucht wird die Kontrollgruppe harmonischer Erwachsener.

Im Abschnitt der vergleichenden Statistik wurden T-Tests, Korrelationsberechnungen (Korrelationsfaktor, Signifikanz der Korrelation) und Mittelwertdifferenzen bei gepaarten Stichproben, unterschieden nach dem Kriterium Kind – Erwachsener, erhoben. Eine sichere Korrelation kann bei Werten des Korrelationsfaktors von $> 0,6$ bzw. $< -0,6$ angenommen werden.

Um die Anwendbarkeit der Analysen altersbezogen zu testen, erfolgte eine Gegenüberstellung der Werte der Kindergruppe_{gesamt} mit der Erwachsenengruppe.

Durch den Vergleich der Kindergruppen untereinander (neutral-mesial, neutral-distal, mesial-distal) sollen die Charakteristika der einzelnen skelettalen Fehlentwicklungen herausgearbeitet werden.

5. Ergebnisse

5.1 Deskriptive Statistik

5.1.1 Werte der Analyse nach SCHWARZ

5.1.1.1 Auswertung der kephalometrischen Winkelmessungen: Kindergruppen-Erwachsene

1. Fazialwinkel \sphericalangle F (85°)

In der Erwachsenenengruppe werden mit hoher Signifikanz ($p = 0,007$), um $1,73^\circ$ größerer Werte für den Fazialwinkel gemessen, als in der Kindergruppe_{gesamt}. Die arithmetischen Mittelwerte liegen sowohl in der Erwachsenenengruppe mit $86,48^\circ$, als auch in der Kindergruppe_{gesamt} mit $84,75^\circ$ nahe an dem von SCHWARZ geforderten Normwert von 85° .

Der Vergleich der Kindergruppen untereinander (neutral-mesial, neutral-distal, mesial-distal) ergibt keine signifikanten Mittelwertdifferenzen für den Fazialwinkel. Die Mittelwertmessungen ergeben altersspezifisch ein inverses Verhalten bezüglich der Abweichung vom Normwert: Sämtliche Kindergruppen weisen kleinere F-Winkel als der Normwert auf. Die Erwachsenen zeigen hingegen größere F-Winkel.

Tab. 1 Normabweichung Fazialwinkel F

Subgruppe	N	Norm [°]	MW [°]	Abweichung von Norm [°]	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	85	84,75	0,25	0,3
Erwachsene	32	85	86,48	1,48	1,7
Kind I	27	85	84,93	0,07	0,1
Kind II	19	85	84,85	0,15	0,2
Kind III	15	85	84,29	0,71	0,8

2. Inklinationswinkel α_J (85°)

Es liegen keine signifikanten altersspezifischen Unterschiede für den Inklinationswinkel vor.

Die arithmetischen Mittelwerte liegen sowohl in der Erwachsenenengruppe mit 86,35°, als auch in der Kindergruppe_{gesamt} mit 87,28° nahe an dem von SCHWARZ geforderten Normwert von 85°. Die Messung unterliegt in beiden Altersgruppen geringen Schwankungen ($STA_{\text{Kind}}: 2,81^\circ / STA_{\text{Erw}}: 2,02^\circ$).

Die beiden Kindergruppen neutral-distal zeigen keine signifikanten Mittelwertdifferenzen für den Inklinationswinkel. Beim Vergleich der Kindergruppen mesial-distal ($p = 0,024$) sowie neutral-mesial ($p = 0,046$) ergeben sich Mittelwertdifferenzen mit Signifikanz.

Tab. 2 Normabweichung Inklinationswinkel J

Subgruppe	N	Norm [°]	MW [°]	Abweichung von Norm [°]	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	85	87,28	2,28	2,7
Erwachsene	32	85	86,35	1,35	1,6
Kind I	27	85	87,10	2,10	2,5
Kind II	19	85	86,43	1,43	1,7
Kind III	15	85	88,68	3,68	4,3

3. Basiswinkel α_B (20°)

In der Erwachsenenengruppe werden mit höchster Signifikanz ($p < 0,001$), um 4,37° kleinere Werte gemessen, als in der Kindergruppe_{gesamt}. Mit einer Standardabweichung von 5,65° zeigt die Messung in der Kindergruppe_{gesamt} ein ähnliches Streuverhalten wie in der Erwachsenenengruppe.

Die Messung innerhalb der Erwachsenenengruppe zeigt eine etwas geringere Standardabweichung ($STA_{\text{Erw}}: 4,34^\circ$) und eine deutlichere Annäherung an den Normwert nach SCHWARZ von 20°.

Ergebnisse

Tab. 3 Normabweichung Basiswinkel B

Subgruppe	N	Norm [°]	MW [°]	Abweichung von Norm [°]	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	20	26,52	6,52	32,6
Erwachsene	32	20	22,14	2,14	10,7
Kind I	27	20	25,76	5,76	28,8
Kind II	19	20	27,48	7,48	37,4
Kind III	15	20	26,65	6,65	33,3

Die Messung des Basiswinkels B ergibt in allen Untergruppen Mittelwerte deutlich über dem empfohlenen Normwert.

Der Vergleich der Kindergruppen untereinander (neutral-mesial, neutral-distal, mesial-distal) ergibt keine signifikanten Mittelwertdifferenzen für den Basiswinkel.

4. Winkel der apikalen Basen-AB \nrightarrow AB (90°)

In der Erwachsenengruppe werden mit höchster Signifikanz ($p < 0,001$), um $4,21^\circ$ kleinere Werte gemessen, als in der Kindergruppe_{gesamt}. Mit einer Standardabweichung von $6,01^\circ$ zeigt die Messung in der Kindergruppe_{gesamt} einen größeren mittleren Fehler als bei den Erwachsenen.

Die Messung innerhalb der Erwachsenengruppe zeigt neben einer geringeren Standardabweichung ($STA_{EW}: 2,54^\circ$) und eine deutlichere Annäherung an den Normwert nach SCHWARZ von 90° .

In allen Untergruppen sind Mittelwerte deutlich über dem empfohlenen Normwert zu messen:

Tab. 4 Normabweichung apikaler Basenwinkel AB

Subgruppe	N	Norm [°]	MW [°]	Abweichung von Norm [°]	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	90	100,94	10,94	12,2
Erwachsene	32	90	96,73	6,73	7,5
Kind I	27	90	99,90	9,90	11,0
Kind II	19	90	108,02	18,02	20,0
Kind III	15	90	93,83	3,83	4,3

Der Vergleich der Kindergruppen untereinander (neutral-mesial: $p < 0,001$, neutral-distal: $p < 0,001$, mesial-distal: $p < 0,001$) ergibt jeweils höchstsignifikanten Mittelwertdifferenzen für den Basenwinkel AB.

5. Winkel der apikalen Basen-APg \nrightarrow MM (90°)

In der Erwachsenenengruppe werden mit höchster Signifikanz ($p < 0,001$), um $5,21^\circ$ kleinere Werte gemessen, als in der Kindergruppe_{gesamt}. Mit einer Standardabweichung von $5,05^\circ$ zeigt die Messung in der Kindergruppe_{gesamt} einen größeren mittleren Fehler als bei den Erwachsenen.

Die Messung innerhalb der Erwachsenenengruppe zeigt neben einer geringeren Standardabweichung (STA_{Erw} : $3,2^\circ$) und eine deutlichere Annäherung an den Normwert nach SCHWARZ von 90° .

Die erwachsenen Probanden weisen im arithmetischen Mittel die gleichen Winkelwerte wie die Kinder der Klasse-III auf.

In allen Untergruppen sind Mittelwerte deutlich über dem empfohlenen Normwert zu messen:

Tab. 5 Normabweichung apikaler Basenwinkel MM

Subgruppe	N	Norm [°]	MW [°]	Abweichung von Norm [°]	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	90	97,98	7,98	8,9
Erwachsene	32	90	92,77	2,77	3,1
Kind I	27	90	96,90	6,90	7,7
Kind II	19	90	103,62	13,62	15,1
Kind III	15	90	92,77	2,77	3,1

Der Vergleich der Kindergruppen untereinander (neutral-mesial: $p < 0,001$, neutral-distal: $p < 0,001$, mesial-distal: $p < 0,001$) ergibt jeweils höchstsignifikanten Mittelwertdifferenzen für den Basenwinkel MM.

5.1.1.2 Auswertung der kephalometrischen Streckenmessungen: Kindergruppen-Erwachsene

1. Abstand N-Se [mm]

Es kann ein hochsignifikanter Unterschied ($p = 0,001$) zwischen der Kindergruppe_{gesamt} und der Erwachsenenengruppe festgestellt werden. Mit einer MWD von 3,02 mm werden beim Erwachsenen größere Nasion-Sella-Strecken gemessen.

Kindergruppe _{gesamt} :	MW: 71,96 mm	STA: 3,46
Erwachsenengruppe:	MW: 74,98 mm	STA: 4,78
Kinder-Klasse-I:	MW: 72,96 mm	STA: 3,50
Kinder-Klasse-II:	MW: 72,37 mm	STA: 3,10
Kinder-Klasse-III:	MW: 69,64 mm	STA: 2,87

Auffallend sind die im arithmetischen Mittel kürzeren Nasion-Sella-Strecken bei den Kinder mit mesialer Basenrelation: Sie zeigen signifikante MWD ($p = 0,013$) im Vergleich zu den Klasse-II-Kindern und hochsignifikante Abweichungen ($p = 0,003$) zu jenen, mit neutraler Basenrelation. Der Vergleich neutral-distal ergibt keine signifikanten Mittelwertdifferenzen.

2. Länge des Unterkieferkörpers [mm]

Länge des Unterkieferkörpers-Ist [mm]

Höchstsignifikant ($p < 0,001$) zeigen sich beim Erwachsenen mit einer MWD von 6,71 mm längere Unterkieferkörper in der Sagittalen als bei der Kindergruppe_{gesamt}. Die Auswertungen ergeben eine hochsignifikante MWD zwischen den Kindergruppen neutral und distal ($p = 0,002$). Der Vergleich der Gruppen mesial und distal zeigt eine signifikante MWD ($p = 0,012$). Die Gruppe neutral-mesial ergibt keine signifikante Mittelwertdifferenz ($p = 0,936$).

Ergebnisse

Kindergruppe _{gesamt} :	MW: 76,45 mm	STA: 4,58
Erwachsenengruppe:	MW: 83,16 mm	STA: 5,30
Kinder-Klasse-I:	MW: 77,68 mm	STA: 3,89
Kinder-Klasse-II:	MW: 73,66 mm	STA: 4,43
Kinder-Klasse-III:	MW: 77,79 mm	STA: 4,62

UK-Körperlänge Ist-Soll-Differenz [mm]

Höchstsignifikant ($p < 0,001$) zeigen sich beim Erwachsenen mit einer MWD von 3,69 mm größere Differenzen zwischen den gefundenen Unterkieferkörper-Ist-Längen und den von SCHWARZ geforderten Soll-Längen in der Sagittalen, als in der Kindergruppe_{gesamt}.

Die Werte der Kindergruppe_{gesamt} unterliegen neben einer etwas geringeren Standardabweichung auch einem geringeren Stichprobenfehler.

Die Betrachtung der Ist-Soll-Differenz der Kindergruppen (neutral-distal: $p = 0,004$ /MWD = 3,42 mm, mesial-distal: $p < 0,001$ /MWD = 6,852, neutral-mesial: $p = 0,003$ /MWD = 3,43) ergibt hoch- bzw. höchstsignifikante Mittelwertdifferenzen.

Die Ergebnisse der UK-Soll-Längenberechnung der von SCHWARZ vorgeschlagenen modifizierten Formel ($UK_{Soll} = NSe + 3mm$) sind kursiv dargestellt und dienen als Grundlage weiterer Berechnungen.

Kindergruppe _{gesamt} :	0,89 mm (1,2%) <i>1,49 mm (2,0%)</i> größere UK-Ist-Längen als Soll-Längen
Erwachsenengruppe:	4,43 mm (5,6%) <i>5,18 mm (6,6%)</i> größere UK-Ist-Längen als Soll-Längen
Kinder-Klasse-I:	1,07 mm (1,4%) <i>1,72 mm (2,3%)</i> größere UK-Ist-Längen als Soll-Längen
Kinder-Klasse-II:	2,33 mm (3,1%) <i>1,71 mm (2,3%)</i> kleinere UK-Ist-Längen als Soll-Längen
Kinder-Klasse-III:	4,67 mm (6,4%) <i>5,15 mm (7,1%)</i> größere UK-Ist-Längen als Soll-Längen

3. Länge des aufsteigenden Unterkieferastes [mm]

Länge aufsteigender Unterkieferast Ra-asc-Ist [mm]

In der Erwachsenenengruppe werden mit höchster Signifikanz ($p < 0,001$), um 11,69 mm größere Werte gemessen, als in der Kindergruppe_{gesamt}. Bei einer Standardabweichung von 4,90 mm in der Kindergruppe_{gesamt} und 5,16 mm bei den Erwachsenen, weist die Messung in der Kindergruppe_{gesamt} einen geringeren mittleren Fehler auf.

Der Vergleich der Kindergruppen untereinander (neutral-mesial, neutral-distal, mesial-distal) ergibt keine signifikanten Mittelwertdifferenzen für die Länge des aufsteigenden Unterkieferastes.

Kindergruppe _{gesamt} :	MW: 58,00 mm	STA: 4,90
Erwachsenengruppe:	MW: 69,69 mm	STA: 5,16
Kinder-Klasse-I:	MW: 59,34 mm	STA: 5,40
Kinder-Klasse-II:	MW: 57,18 mm	STA: 3,79
Kinder-Klasse-III:	MW: 56,64 mm	STA: 4,92

Länge aufsteigender Unterkieferast Ra-asc-Ist-Soll-Differenz [mm]

In allen Gruppen lassen sich im arithmetischen Mittel größere Ist-Längen als Soll-Längen für den aufsteigenden Unterkieferast ermitteln:

(Δ Ist – Soll)

Kindergruppe _{gesamt} :	4,03 mm (7,5%) bzw. 4,46 mm (8,3%) größere Ra-asc-Ist-Länge als die Soll-Länge
Erwachsenengruppe:	13,45 mm (23,9%) bzw. 13,99 mm (25,1%) größere Ra-asc-Ist-Länge als die Soll-Länge
Kinder-Klasse-I:	4,62 mm (8,4%) bzw. 5,08 mm (9,4%) größere Ra-asc-Ist-Länge als die Soll-Länge
Kinder-Klasse-II:	2,90 mm (5,3%) bzw. 3,34 mm (6,2%) größere Ra-asc-Ist-Länge als die Soll-Länge
Kinder-Klasse-III:	4,41 mm (8,4%) bzw. 4,75 mm (9,2%) größere Ra-asc-Ist-Länge als die Soll-Länge

4. Breite des aufsteigenden Unterkieferastes [mm]

Breite des aufsteigenden Unterkieferastes Ra-asc-Breite-Ist [mm]

Es liegen keine signifikanten ($p = 0,396$) altersspezifischen Unterschiede bezüglich der Breite des aufsteigenden Unterkieferastes vor (MWD: 0,42 mm). Auch zwischen den Kindergruppen ($p_{\text{neutral-distal}} = 0,745$, $p_{\text{mesial-distal}} = 0,720$, $p_{\text{neutral-mesial}} = 0,118$) zeigen sich keine signifikanten Mittelwertdifferenzen.

Bei einer Standardabweichung von 2,04 mm in der Kindergruppe_{gesamt} und 2,63 mm bei den Erwachsenen, weist sich die Messung in der Kindergruppe_{gesamt} durch einen geringeren mittleren Fehler aus.

Kindergruppe _{gesamt} :	MW: 32,15 mm	STA: 2,04
Erwachsenengruppe:	MW: 31,73 mm	STA: 2,63
Kinder-Klasse-I:	MW: 32,27 mm	STA: 1,84
Kinder-Klasse-II:	MW: 32,06 mm	STA: 2,53
Kinder-Klasse-III:	MW: 32,02 mm	STA: 1,80

Breite des aufsteigenden Unterkieferastes Ra-asc-Breite-Ist-Soll-Differenz [mm]

Die verschiedenen Kindergruppen weisen untereinander keine signifikanten Mittelwertdifferenzen auf.

Mit hoher Signifikanz ($p = 0,001$) zeigen sich bei den Kindern_{gesamt}, mit einer MWD von 1,63 mm, größere Differenzen zwischen den gefundenen Unterkieferast-Ist-Breiten und den von SCHWARZ geforderten Soll-Breiten, als in der Erwachsenenengruppe. Beide Altersgruppen verhalten sich bezüglich der Standardabweichung ähnlich ($STA_{\text{Kind}}: 2,08/STA_{\text{Erw}}: 2,45$).

In allen Altersgruppen finden sich im arithmetischen Mittel größere Ist-Breiten als Soll-Breiten:

(Δ Ist – Soll)

Kindergruppe _{gesamt} :	1,93 mm (6,4%) bzw. 2,17 mm (7,2%) größere Ra-asc-Ist-Breite als die Soll-Breite
Erwachsenengruppe:	0,24 mm (0,8%) bzw. 0,54 mm (1,7%) größere Ra-asc-Ist-Breite als die Soll-Breite
Kinder-Klasse-I:	1,63 mm (5,3%) bzw. 1,89 mm (6,2%) größere Ra-asc-Ist-Breite als die Soll-Breite

Kinder-Klasse-II:	1,66 mm (5,5%) bzw. 1,91 mm (6,3%) größere Ra-asc-Ist-Breite als die Soll-Breite
Kinder-Klasse-III:	2,77 mm (9,5%) bzw. 2,96 mm (9,3%) größere Ra-asc-Ist-Breite als die Soll-Breite

5. Länge des Oberkieferkörpers [mm]

Streckenlänge der Oberkiefergrundebene SpP [mm]

Länge des Oberkieferkörpers-Ist [mm]

Sowohl die Länge der SpP (MWD: 3,29 mm/p < 0,001), als auch die Länge des Oberkieferkörpers (MWD: 2,70mm/p < 0,001) ergeben beim Erwachsenen mit höchster Signifikanz größere Werte als bei der Kindergruppe_{gesamt}.

Der altersspezifische Unterschied zeigt sich jedoch nicht so deutlich wie bei der Unterkiefermessung.

Die Längenmessung der Oberkiefergrundebene SpP, mit den Referenzpunkten Spina nasalis anterior und Spina nasalis posterior, zeigt dabei in beiden Altersgruppen einen größeren mittleren Fehler als die Oberkieferkörpermessung, bei der nach SCHWARZ, der auf die SpP projizierte A-Punkt, das vordere Ende des Oberkieferkörpers definiert.

Dies äußert sich in Form eines größeren Standardfehlers, wie auch in einer größeren Standardabweichung.

Länge der Oberkiefergrundebene SpP [mm]:

Kindergruppe _{gesamt} :	MW: 54,15 mm	STA: 3,23
Erwachsenengruppe:	MW: 57,44 mm	STA: 4,14
Kinder-Klasse-I:	MW: 55,60 mm	STA: 2,71
Kinder-Klasse-II:	MW: 54,84 mm	STA: 2,54
Kinder-Klasse-III:	MW: 50,67 mm	STA: 2,30

Länge des Oberkieferkörpers-Ist:

Kindergruppe _{gesamt} :	MW: 48,51 mm	STA: 2,79
Erwachsenengruppe:	MW: 51,22 mm	STA: 3,85
Kinder-Klasse-I:	MW: 49,47 mm	STA: 2,07

Ergebnisse

Kinder-Klasse-II:	MW: 49,43 mm	STA: 2,50
Kinder-Klasse-III:	MW: 45,62 mm	STA: 2,34

Die vergleichende Betrachtung der Kinderuntergruppen ergibt keine signifikante MWD ($p = 0,944$) der Oberkieferkörperlänge für die Gruppe neutral-distal.

Die Gruppen mesial-distal und neutral-mesial zeigen höchstsignifikante Differenzen ($p < 0,001$) des Mittelwertes.

OK-Körperlänge Ist-Soll-Differenz [mm]

Altersspezifische Auffälligkeiten bezüglich der Mittelwertdifferenzen liegen nicht vor. Beide Altersgruppen verhalten sich bezüglich der Standardabweichung ähnlich ($STA_{\text{Kind}}: 2,23/STA_{\text{Erw}}: 2,80$).

In sämtlichen Altersgruppen finden sich im arithmetischen Mittel kleinere Ist-Längen der Oberkieferkörper in der Sagittalen, als die von SCHWARZ angegebenen Soll-Längen.

Differenzen der Mittelwerte können für die Untergruppe mesial-distal mit höchster Signifikanz ($p = 0,007/MWD = 1,90\text{mm}$), für die Gruppe neutral-mesial mit Signifikanz ($p = 0,029/MWD = 1,53\text{ mm}$) festgestellt werden.

Berechnungsgrundlage der Soll-Längen des Oberkieferkörpers ist die von SCHWARZ vorgeschlagene modifizierte Formel: $OK_{\text{Soll}} = 7/10 \cdot NSe$ [mm]

Zur Evaluierung der Anwendbarkeit der Formel sind die Ergebnisse der ursprünglichen Formel $OK_{\text{Soll}} = 2/3 \cdot UK_{\text{Soll}}$ [mm] kursiv gegenübergestellt. UK_{Soll} wird als $NSe + 3\text{ mm}$ berechnet.

Die Version der Formel mit $UK_{\text{Soll}} = 21/20 \cdot NSe$ [mm] entspricht mathematisch exakt der Formel $OK_{\text{Soll}} = 7/10 \cdot NSe$ [mm] und liefert somit die gleichen Ergebnisse.

Kindergruppe _{gesamt} :	1,86 mm (3,7%) <i>1,46 mm (2,9%)</i> kleinere Ist-Längen als Soll-Längen
Erwachsenengruppe:	1,27 mm (2,4%) <i>0,77 mm (1,5%)</i> kleinere Ist-Längen als Soll-Längen
Kinder-Klasse-I:	1,60 mm (3,1%) <i>1,17 mm (2,3%)</i> kleinere Ist-Längen als Soll-Längen
Kinder-Klasse-II:	1,23 mm (2,4%) <i>0,82 mm (1,6%)</i> kleinere Ist-Längen als Soll-Längen

Ergebnisse

Kinder-Klasse-III: 3,13 mm (6,4%)
 2,81 mm (5,8%) kleinere Ist-Längen als Soll-Längen

6. Kieferhöhenmessungen im Bereich der Alveolarfortsätze [mm]

Kieferhöhe Oberkieferfront H OK1 [mm]: 1-SpP

Kieferhöhe Oberkiefer Sechsjahrmolar H OK6 [mm]: 6-SpP

Kieferhöhe Unterkieferfront H UK1 [mm]: 1̄-MP

Kieferhöhe Sechsjahrmolar Unterkiefer H UK6 [mm]: 6̄-MP

Tab. 6 deskriptive Auswertung Kieferhöhenmessung Front/Sechsjahrmolar

		T-Test Gruppenstatistik				T-Test für die Mittelwertgleichheit	
		N	MW	STA	STF	Signifikanz (2-seitig)	MWD
H OK1 [mm]	Kind _{gesamt}	61	28,33	2,74	0,351	0,000	-2,461
	Erwachsener	32	30,79	2,23	0,395		
	Kind I	27	28,59	2,66	0,512		
	Kind II	19	29,45	2,58	0,591		
	Kind III	15	26,46	2,22	0,574		
H OK 6 [mm]	Kind _{gesamt}	61	18,39	2,10	0,269	0,000	-6,701
	Erwachsener	32	25,09	2,29	0,406		
	Kind I	27	18,78	2,29	0,440		
	Kind II	19	17,81	1,70	0,390		
	Kind III	15	18,41	2,19	0,566		
H UK1 [mm]	Kind _{gesamt}	61	39,11	2,84	0,36	0,000	-5,05
	Erwachsener	32	44,17	2,87	0,51		
	Kind I	27	39,31	2,89	0,56		
	Kind II	19	40,25	2,52	0,58		
	Kind III	15	37,31	2,37	0,61		
H UK6 [mm]	Kind _{gesamt}	61	28,88	2,19	0,280	0,000	-5,323
	Erwachsener	32	34,20	2,52	0,445		
	Kind I	27	29,07	2,25	0,433		
	Kind II	19	29,25	1,96	0,449		
	Kind III	15	28,06	2,30	0,594		

Alle Messungen bezüglich der Kieferhöhen zeigen mit höchster Signifikanz einen altersspezifischen Unterschied (s. Tab. 6).

Die geringste Mittelwertdifferenz zeigt die Messung der Kieferhöhe im Oberkieferfrontbereich, die höchste, die Messung der Kieferhöhe im Bereich der oberen Sechsjahrmolaren (s. Tab. 6).

Die Standardabweichungen liegen im Bereich zwischen 2,10 mm bis 2,87 mm. Aussagekräftige Mittelwertdifferenzen zwischen den Kinderuntergruppen liegen nicht vor.

7. Knöcherne Mittelgesichtshöhe MG [mm]

In der Erwachsenenengruppe werden mit höchster Signifikanz ($p < 0,001$), um 4,60 mm größere Werte gemessen, als in der Kindergruppe_{gesamt}. Mit einer Standardabweichung von 3,04 mm in der Kindergruppe_{gesamt} und 2,65 mm bei den Erwachsenen zeigt die Messung in den beiden Altersgruppen ein ähnliches Streuverhalten.

Die Messungen in den Kinderuntergruppen zeigen keine signifikanten Mittelwertdifferenzen.

8. Vordere Kieferhöhe VKH [mm]

In der Erwachsenenengruppe werden mit höchster Signifikanz ($p < 0,001$), bei einer Standardabweichung von 5,72 mm bei den Erwachsenen und von 6,45 mm in der Kindergruppe_{gesamt}, um 7,19 mm größere Werte gemessen, als in der Kindergruppe_{gesamt}.

Die Messungen in den Kinderuntergruppen zeigen keine aussagekräftigen Mittelwertdifferenzen.

9. Verhältnis VKH/MG []

Es liegen keine signifikanten altersspezifischen Unterschiede für das Verhältnis der vorderen Kieferhöhe zu knöchernen Mittelgesichtshöhe vor ($p = 0,4$).

In beiden Altersgruppen nähern sich die arithmetischen Mittelwerte des Quotienten ($MW_{\text{Kind}}: 1,32/MW_{\text{Erw}}: 1,34$) stark dem, nach SCHWARZ für Kinder im anzuwendenden Normwert von 1,33.

Ergebnisse

Tab. 7 Normabweichung Verhältnis VKH/MG

Subgruppe	N	Norm []	MW []	Abweichung von Norm []	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	1,33	1,32	0,01	0,8
Erwachsene	32	1,2	1,34	0,14	11,7
Kind I	27	1,33	1,30	0,03	2,3
Kind II	19	1,33	1,36	0,03	2,3
Kind III	15	1,33	1,29	0,04	3,0

SCHWARZ empfiehlt das Verhältnis VKH/MG = 4:3 (1,33) im Wechselgebiss, sowie 6:5 (1,2) für Erwachsene [89].

Bei Verwendung des Kindernormwertes auch für die erwachsenen Probanden ergibt sich eine Differenz von 0,01. Dies entspricht mit 0,8% der Abweichung der Kindergruppe_{gesamt} vom Normwert.

VKH/MG Ist-Soll-Differenz:

Höchstsignifikant ($p < 0,001$) sind beim Erwachsenen mit einer MWD von 0,15 größere Differenzen zwischen den ermittelten Verhältnissen VKH/MG und den geforderten Sollproportionen nach SCHWARZ, als in der Kindergruppe_{gesamt}, zu finden.

5.1.1.3 Auswertung der kephalometrische Höhen-Proportionen der Alveolarfortsätze: Kindergruppen-Erwachsene

Betrachtet werden die, von SCHWARZ [89], [87] vorgeschlagenen Soll-Höhen-Proportionen der Alveolarfortsätze:

1. Oberkieferfront zu Unterkieferfront H OK1-H UK1 []:
 $\underline{1}$ -SpP : $\bar{1}$ -MP = 2 : 3
2. Oberkiefer- zu Unterkiefer-Sechsjahrmolar H OK6-H UK6 []:
 $\underline{6}$ -SpP : $\bar{6}$ -MP = 2 : 3
3. Oberkieferfront zu Oberkiefer-Sechsjahrmolar H OK1-H OK6 []:
 $\underline{1}$ -SpP : $\underline{6}$ -SpP = 5 : 4
4. Unterkieferfront zu Unterkiefer-Sechsjahrmolar H UK1-H UK6 []:
 $\bar{1}$ -MP : $\bar{6}$ -MP = 5 : 4

Tab. 8 deskriptive Auswertung der Kieferhöhenproportionen

		T-Test Gruppenstatistik				T-Test für die Mittelwertgleichheit	
		N	MW	STA	STF	Signifikanz (2-seitig)	MWD
H OK1 H UK1	Kind _{gesamt}	61	0,7246	0,05088	0,006514	0,028	0,02559
	Erwachsener	32	0,6990	0,05580	0,009864		
H OK6 H UK6	Kind _{gesamt}	61	0,6385	0,07288	0,009332	0,000	-0,097819
	Erwachsener	32	0,7363	0,07992	0,01413		
H OK1 H OK6	Kind _{gesamt}	61	1,5513	0,1575	0,02016	0,000	0,3182
	Erwachsener	32	1,2331	0,09818	0,01736		
H UK1 H UK6	Kind _{gesamt}	61	1,3576	0,08549	0,01095	0,000	0,06360
	Erwachsener	32	1,2940	0,07008	0,01239		

Alle Messwerte der erhobenen Quotienten zeigen signifikante bzw. meist höchst signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen Kind_{gesamt}-Erwachsene.

Ergebnisse

Standardabweichung, Standardfehler und Mittelwertdifferenz der beiden Altersgruppen Kindergruppe_{gesamt}-Erwachsene erreichen dabei vorwiegend kleine Werte.

Oberkieferfront zu Unterkieferfront H OK1-H UK1 []: 1-SpP : $\bar{1}$ -MP

In allen Gruppen liegen die arithmetischen Mittelwerte des Quotienten oberhalb, des von SCHWARZ geforderten Normverhältnisses von 2 : 3 ($0,\bar{6}$), was einer Überentwicklung der Oberkieferfront, bzw. einer Unterentwicklung der Unterkieferfront in der Vertikalebene entsprechen kann.

Tab. 9 Normabweichung Verhältnis Oberkieferfront zu Unterkieferfront

Subgruppe	N	Norm []	MW []	Abweichung von Norm []	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	$0,\bar{6}$	0,7246	$5,79 \cdot 10^{-2}$	8,7
Erwachsene	32	$0,\bar{6}$	0,6990	$3,23 \cdot 10^{-2}$	4,9
Kind I	27	$0,\bar{6}$	0,7276	$6,09 \cdot 10^{-2}$	9,1
Kind II	19	$0,\bar{6}$	0,7321	$6,54 \cdot 10^{-2}$	9,8
Kind III	15	$0,\bar{6}$	0,7098	$4,31 \cdot 10^{-2}$	6,5

Oberkiefer- zu Unterkiefer-Sechsjahrmolar H OK6-H UK6 []: $\bar{6}$ -SpP : $\bar{6}$ -MP

Die arithmetischen Mittelwerte des Quotienten der Kindergruppen liegen unterhalb, des von SCHWARZ geforderten Normverhältnisses von 2 : 3 ($0,\bar{6}$), was einer Überentwicklung des Unterkiefer-Molarenbereichs in vertikaler Dimension, bzw. einer Unterentwicklung dieser Region im Oberkiefer entsprechen kann.

Die arithmetischen Mittelwerte der erwachsenen Probanden liegen oberhalb des Normwertes, was einer Überentwicklung der Oberkiefermolarenregion, bzw. einer Unterentwicklung der Unterkiefermolarenregion entsprechen kann.

Tab. 10 Normabweichung Verhältnis Oberkiefer- zu Unterkiefer-Sechsjahrmolar

Subgruppe	N	Norm []	MW []	Abweichung von Norm []	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	$0,\bar{6}$	0,6385	$2,82 \cdot 10^{-2}$	4,2
Erwachsene	32	$0,\bar{6}$	0,7363	$6,96 \cdot 10^{-2}$	10,4
Kind I	27	$0,\bar{6}$	0,6478	$1,89 \cdot 10^{-2}$	2,8
Kind II	19	$0,\bar{6}$	0,6097	$5,70 \cdot 10^{-2}$	8,6
Kind III	15	$0,\bar{6}$	0,6583	$8,37 \cdot 10^{-3}$	1,3

Ergebnisse

Oberkieferfront zu Oberkiefer-Sechsjahrmolar H OK1-H OK6 []: $\bar{1}$ -SpP : $\bar{6}$ -SpP

Die arithmetischen Mittelwerte des Quotienten der Kindergruppen liegen oberhalb des Normwertes, was einer Überentwicklung der Oberkieferfront in der Vertikalen, bzw. einer Unterentwicklung der Oberkiefermolarenregion entsprechen kann.

Die arithmetischen Mittelwerte des Quotienten der erwachsenen Probanden liegen geringfügig unterhalb des von SCHWARZ geforderten Normverhältnisses von 5 : 4 (1,25), was einer Überentwicklung des Oberkiefermolarenbereichs in der Vertikalen, bzw. einer Unterentwicklung der Oberkieferfront entsprechen kann.

Tab. 11 Normabweichung Verhältnis Oberkieferfront zu Oberkiefer-Sechsjahrmolar

Subgruppe	N	Norm []	MW []	Abweichung von Norm []	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	1,25	1,5513	$30,13 \cdot 10^{-2}$	24,1
Erwachsene	32	1,25	1,2331	$1,69 \cdot 10^{-2}$	1,4
Kind I	27	1,25	1,5299	$27,99 \cdot 10^{-2}$	22,4
Kind II	19	1,25	1,6623	$41,23 \cdot 10^{-2}$	33,0
Kind III	15	1,25	1,4491	$19,91 \cdot 10^{-2}$	15,9

Unterkieferfront zu Unterkiefer-Sechsjahrmolar H UK1-H UK6 []: $\bar{1}$ -MP : $\bar{6}$ -MP

Die arithmetischen Mittelwerte aller Altersgruppen liegen oberhalb des, von SCHWARZ geforderten Normverhältnisses von 5 : 4, was einer Überentwicklung der Unterkieferfront in der Vertikalebene, bzw. einer Unterentwicklung der Unterkiefermolarenregion entsprechen kann.

Tab. 12 Normabweichung Verhältnis Unterkieferfront zu Unterkiefer-Sechsjahrmolar

Subgruppe	N	Norm []	MW []	Abweichung von Norm []	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	1,25	1,3576	$10,76 \cdot 10^{-2}$	8,6
Erwachsene	32	1,25	1,2940	$4,40 \cdot 10^{-2}$	3,5
Kind I	27	1,25	1,3561	$10,61 \cdot 10^{-2}$	8,4
Kind II	19	1,25	1,3788	$12,88 \cdot 10^{-2}$	10,3
Kind III	15	1,25	1,3333	$8,33 \cdot 10^{-2}$	6,7

Die vergleichende Betrachtung der Kinderuntergruppen neutral-distal, mesial-distal und neutral-distal ergibt weder für die vertikalen Proportionen der Alveolarfortsätze von Oberkiefer zu Unterkiefer, noch innerhalb der einzelnen Kiefer (Front- zu Molarenregion), aussagekräftigen Mittelwertdifferenzen.

Ergebnisse

Korrelationsuntersuchungen der Zusammenhänge von den vertikalen Höhenproportionen der Kiefer zum sagittalen Verhältnis Oberkieferkörperlänge/Unterkieferkörperlänge konnten keine Korrelation nachweisen (s. Anhang) .

5.1.1.4 Reliabilitätsprüfung der kephalometrischen Sollgrößen-Proportionen der Kieferkörper: Erwachsene

Untersucht wird die Kontrollgruppe harmonischer Erwachsener, um die Reliabilität der Sollgrößen bzw. Normproportionen nach SCHWARZ zu prüfen.

Es werden sowohl vertikale, als auch sagittale Dimensionen betrachtet.

Die statistische Untersuchung der gepaarten Stichproben umfasst den T-Test, Mittelwertdifferenz- und Korrelationsbetrachtungen.

1. Länge des Unterkieferkörpers [mm]

Die gemessenen Unterkiefer-Ist-Längen zeigen mit höchster Signifikanz ($p < 0,001$) größere Werte, als die von SCHWARZ empfohlenen Unterkiefer-Soll-Längen. Es besteht eine Mittelwertdifferenz von 5,18 mm.

(6,6% größere Ist-Werte als der Soll-Wert nach SCHWARZ)

Eine schwache Korrelation zwischen den gemessenen und den empfohlenen Werten besteht mit hoher Signifikanz.

Durch die Berechnung von $UK_{Soll} = 21/20 \cdot N_{Se}$ würden sich, um 4,43 mm (5,6%) größere UK-Ist-Längen ergeben.

Tab. 13 Darstellung der Zusammenhänge zwischen Soll- und Ist-Unterkieferlängen der Erwachsenen

	T-Test bei gepaarten Stichproben				Mittelwertdifferenz bei gepaarten Stichproben		Korrelation bei gepaarten Stichproben	
	N	MW	STA	STF	Signifikanz (2-seitig)	MWD	Korrelation	Signifikanz
UK Soll	32	77,984	4,779	0,845	0,000	5,178	0,565	0,001
UK Ist	32	83,163	5,303	0,937				

2. Länge des aufsteigenden Unterkieferastes [mm]

Die gefundenen Ist-Längen des aufsteigenden Astes ergeben mit höchster Signifikanz ($p < 0,001$) größere Werte, als die von SCHWARZ gewünschten Sollwerte.

Tab. 14 Darstellung der Zusammenhänge zwischen den Soll- und Ist-Längen des aufsteigenden Unterkieferastes

	T-Test bei gepaarten Stichproben				Mittelwertdifferenz bei gepaarten Stichproben		Korrelation bei gepaarten Stichproben	
	N	MW	STA	STF	Signifikanz (2-seitig)	MWD	Korrelation	Signifikanz
Ramus asc Soll	32	55,703	3,413	0,603	0,000	13,988	0,358	0,044
Ramus asc Ist	32	69,69	5,16	0,91				

Es besteht eine Mittelwertdifferenz von 13,99 mm bei der Berechnung der Soll-Länge nach der Formel $UK-Ast_{Soll} = 5/7 \cdot (NSe + 3mm)$.

Die Formel $UK-Ast_{Soll} = 5/7 \cdot 21/20 \cdot NSe$ würde eine Mittelwertdifferenz von 13,45 mm ausgeben.

Eine Korrelation zwischen den Ist- und Sollwerten besteht nicht.

3. Breite des aufsteigenden Unterkieferastes [mm]

Die gemessenen Ist-Breiten des aufsteigenden Unterkieferastes zeigen keine signifikanten Unterschiede zu den, von SCHWARZ empfohlenen Soll-Breiten. (0,54 mm bzw. 1,7% größere Ist-Werte als der Soll-Wert nach SCHWARZ)

Eine nennenswerte Korrelation zwischen den gemessenen und den empfohlenen Werten besteht nicht.

Die Soll-Berechnung über $Astbreite_{Soll} = 2/5 \cdot 21/20 \cdot NSe$ ergibt um 0,24 mm bzw. 0,8% größere Ist-Werte als Soll-Werte.

Ergebnisse

Tab. 15 Darstellung der Zusammenhänge zwischen Soll- und Ist-Breiten des aufsteigenden Unterkieferastes der Erwachsenen

	T-Test bei gepaarten Stichproben				Mittelwertdifferenz bei gepaarten Stichproben		Korrelation bei gepaarten Stichproben	
	N	MW	STA	STF	Signifikanz (2-seitig)	MWD	Korrelation	Signifikanz
Ramus asc Breite Soll	32	31,1938	1,9115	0,3379	0,229	0,5312	0,457	0,009
Ramus asc Breite Ist	32	31,725	2,633	0,465				

4. Länge des Oberkieferkörpers [mm]

Die gemessenen Oberkiefer-Ist-Längen zeigen mit Signifikanz ($p = 0,015$) kleinere Werte, als die von SCHWARZ empfohlenen Oberkiefer-Soll-Längen.

Tab. 16 Darstellung der Zusammenhänge zwischen Soll- und Ist-Oberkieferlängen der Erwachsenen

	T-Test bei gepaarten Stichproben				Mittelwertdifferenz bei gepaarten Stichproben		Korrelation bei gepaarten Stichproben	
	N	MW	STA	STF	Signifikanz (2-seitig)	MWD	Korrelation	Signifikanz
OK Soll	32	52,4891	3,3452	0,5913	0,015	1,2734	0,705	0,000
OK Ist	32	51,216	3,853	0,681				

Es besteht eine Mittelwertdifferenz von 1,27 mm.

(1,27 mm bzw. 2,4% kleinere Ist-Werte als der Soll-Wert nach SCHWARZ)

Eine sichere Korrelation zwischen den gemessenen und den empfohlenen Werten besteht mit höchster Signifikanz.

Die Berechnung von $OK_{Soll} = 2/3 \cdot (N_{Se} + 3mm)$ erzeugt um 0,77 mm bzw. 1,5% kleinere Ist-Längen als Soll-Längen.

5. Verhalten der Kieferkörper zueinander

Die Längenmessungen zeigen sehr konstante sagittale Proportionen der beiden Kiefer zueinander, mit sehr kleinen Werten bezüglich Standardabweichung und Standardfehler des Mittelwertes.

Die Ist-Verhältnisse weichen dabei mit höchster Signifikanz ($p < 0,001$) von den Soll-Proportionen Oberkiefer zu Unterkieferlänge (2 : 3) ab.

Die Mittelwertdifferenz beträgt dabei $5,04 \cdot 10^{-2}$.

(0,08% Abweichung der Mittelwerte der Ist-Verhältnisse von den Normproportionen)

Mit höchster Signifikanz ist festzustellen, dass keine Korrelation zwischen den Ist-Verhältnissen und den geforderten Soll-Verhältnissen nach SCHWARZ besteht.

Tab. 17 Darstellung der Zusammenhänge der Kieferlängenverhältnisse Oberkiefer zu Unterkiefer der Erwachsenen

	T-Test bei gepaarten Stichproben				Mittelwertdifferenz bei gepaarten Stichproben		Korrelation bei gepaarten Stichproben	
	N	MW	STA	STF	Signifikanz (2-seitig)	MWD	Korrelation	Signifikanz
OK Soll/ UK Soll	32	0,6667	0,0000	0,0000	0,000	0,050408	0,0000	0,0000
OK Ist/ UK Ist	32	0,6163	0,03386	0,005985				

5.1.2 Werte der Analyse nach der Münchner Schule

Die deskriptive Auswertung unterscheidet die Kindergruppe_{gesamt}, die Erwachsenen und die einzelnen Kindergruppen. Betrachtet werden jene Messungen der Münchner Schule, die in ähnlicher Form in der Analyse nach A.M. SCHWARZ zu finden sind.

1. SNA-Winkel [°]

Es können signifikante ($p = 0,019$) altersspezifische Mittelwertdifferenzen festgestellt werden. Die SNA-Werte der Kinder_{gesamt} erweisen sich dabei im arithmetischen Mittel um $1,41^\circ$ kleiner, als die der Erwachsenen ($MW_{\text{Kind}}: 81,04^\circ/MW_{\text{Erw}}: 82,45^\circ$).

Tab. 18 Normabweichung SNA-Winkel

Subgruppe	N	Norm [°]	MW [°]	Abweichung von Norm [°]	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	82	81,04	0,96	1,2
Erwachsene	32	82	82,45	0,45	0,5
Kind I	27	82	81,33	0,67	0,8
Kind II	19	82	81,19	0,81	1,0
Kind III	15	82	80,32	1,68	2,1

2. SNPg-Winkel [°]

Es können höchstsignifikante ($p < 0,001$) altersspezifische Mittelwertdifferenzen festgestellt werden. Die SNPg-Werte der Kinder_{gesamt} erweisen sich dabei im arithmetischen Mittel um $2,62^\circ$ kleiner, als die der Erwachsenen ($MW_{\text{Kind}}: 78,42^\circ/MW_{\text{Erw}}: 81,04^\circ$).

Tab. 19 Normabweichung SNPg-Winkel

Subgruppe	N	Norm [°]	MW [°]	Abweichung von Norm [°]	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	81	78,42	2,58	3,2
Erwachsene	32	81	81,04	0,04	0,05
Kind I	27	81	79,05	1,95	2,4
Kind II	19	81	75,43	5,57	6,9
Kind III	15	81	81,07	0,07	0,09

3. SNB-Winkel [°]

Es können hochsignifikante ($p = 0,003$) altersspezifische Mittelwertdifferenzen festgestellt werden. Die SNB-Werte der Kinder_{gesamt} erweisen sich dabei im arithmetischen Mittel um $2,03^\circ$ kleiner, als die der Erwachsenen ($MW_{\text{Kind}}: 77,71^\circ/MW_{\text{Erw}}: 79,74^\circ$).

Tab. 20 Normabweichung SNB-Winkel

Subgruppe	N	Norm [°]	MW [°]	Abweichung von Norm [°]	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	80,5	77,71	2,79	3,5
Erwachsene	32	80,5	79,74	0,76	0,9
Kind I	27	80,5	78,30	2,20	2,7
Kind II	19	80,5	74,66	5,84	7,3
Kind III	15	80,5	80,51	0,01	0,01

4. ANB-Winkel [°]

Bei den Kindern_{gesamt} können im arithmetischen Mittel, um $0,61^\circ$ größere ANB-Werte gemessen werden, als in der Erwachsenenengruppe ($MW_{\text{Kind}}: 3,32^\circ/MW_{\text{Erw}}: 2,71^\circ$). Signifikante altersspezifische Mittelwertdifferenzen bestehen jedoch nicht.

Tab. 21 Normabweichung ANB-Winkel

Subgruppe	N	Norm [°]	MW [°]	Abweichung von Norm [°]	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	1,5	3,32	1,82	121,3
Erwachsene	32	1,5	2,71	1,21	80,7
Kind I	27	1,5	3,01	1,51	100,7
Kind II	19	1,5	6,52	5,02	334,7
Kind III	15	1,5	-0,17	1,67	111,3

5. NL-NSL-Winkel [°]

Es können signifikante ($p = 0,035$) altersspezifische Mittelwertdifferenzen festgestellt werden. Die NL-NSL-Werte der Kinder_{gesamt} erweisen sich dabei im arithmetischen Mittel um $1,10^\circ$ kleiner, als die der Erwachsenen ($MW_{\text{Kind}}: 6,47^\circ / MW_{\text{Erw}}: 7,58^\circ$).

Tab. 22 Normabweichung NL-NSL-Winkel

Subgruppe	N	Norm [°]	MW [°]	Abweichung von Norm [°]	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	7,5	6,47	1,03	13,7
Erwachsene	32	7,5	7,58	0,08	1,1
Kind I	27	7,5	6,57	0,93	12,4
Kind II	19	7,5	7,19	0,31	4,1
Kind III	15	7,5	5,39	2,11	28,1

6. ML-NL-Winkel [°]

Es können hochsignifikante ($p = 0,001$) altersspezifische Mittelwertdifferenzen festgestellt werden. Die ML-NL-Werte der Kinder_{gesamt} erweisen sich dabei im arithmetischen Mittel um $3,71^\circ$ größer, als die der Erwachsenen ($MW_{\text{Kind}}: 25,16^\circ / MW_{\text{Erw}}: 21,45^\circ$). Gruppenunabhängig werden im arithmetischen Mittel Winkelwerte über dem Normwert ermittelt.

Tab. 23 Normabweichung ML-NL-Winkel

Subgruppe	N	Norm [°]	MW [°]	Abweichung von Norm [°]	Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	20,5	25,16	4,66	22,7
Erwachsene	32	20,5	21,45	0,95	4,6
Kind I	27	20,5	24,56	4,06	19,8
Kind II	19	20,5	25,94	5,44	26,5
Kind III	15	20,5	25,24	4,74	23,1

7. Index [%]

Bei den Kindern_{gesamt} können im arithmetischen Mittel, um 2,42 größere Indexwerte gemessen werden, als in der Erwachsenenengruppe ($MW_{\text{Kind}}: 82,27\%/MW_{\text{Erw}}: 79,84\%$).

Signifikante altersspezifische Mittelwertdifferenzen bestehen jedoch nicht.

Gruppenunabhängig sind im arithmetischen Mittel Indexwerte über dem Normwert von 79% zu finden.

Tab. 24 Normabweichung Index

Subgruppe	N	Norm [%]	MW [%]	Abweichung von Norm [%]	Prozentuale Abweichung von Norm [%]
Kinder Gesamt	61	79	82,27	3,27	4,1
Erwachsene	32	79	79,84	0,84	1,1
Kind I	27	79	83,63	4,63	5,9
Kind II	19	79	81,80	2,80	3,5
Kind III	15	79	80,41	1,41	1,8

5.2 Gegenüberstellung einzelner Messungen nach SCHWARZ mit der Münchner Analyse

5.2.1 Sagittale Dimension

5.2.1.1 Kieferkörper Längenproportion nach SCHWARZ – ANB-Winkel

Geprüft werden soll, ob sich eine skelettale Anomalie in Form einer skelettalen Klasse-II- bzw. Klasse-III-Relation nach der Münchner Schule in Form einer sagittalen Disproportioniertheit der Kiefer nach A.M. SCHWARZ widerspiegelt.

Länge Unterkieferkörper – ANB:

Zu erwarten wäre eine negative Korrelation zwischen der Länge des Unterkieferkörpers und dem ANB-Winkel.

Diese zeigt sich lediglich schwach für die Kindergruppe_{gesamt} (KF: -0,33) sowie für die Kinder der Klasse-III (KF: -0,31).

Insgesamt lässt sich kein deutlicher Zusammenhang zwischen den gemessenen ANB-Werten und den Unterkieferlängen nach A.M. SCHWARZ erkennen.

Länge Oberkieferkörper – ANB:

Per definitionem sollte eine positive Korrelation zwischen der Länge des Oberkieferkörpers und dem ANB-Winkel zu erwarten sein.

Alle untersuchten Gruppen zeigen positive Korrelationswerte. Lediglich die Kinder der Klasse-III zeichnen sich durch den Korrelationsfaktor KF: 0,00 aus.

Insgesamt handelt es sich um schwache Korrelationen, jedoch besteht ein deutlicherer Zusammenhang der ANB-Werte zu den Oberkieferlängen als zu den Unterkieferlängen.

UK-Körperlänge-Soll – UK-Körperlänge-Ist:

Die geglätteten Kurven zeigen schwache positive Korrelationen zwischen den UK-Körper-Soll- und den UK-Körper-Ist-Längen. Für die Klasse-III-Kinder zeigt sich ein Korrelationsfaktor KF: 0,82.

Dies erlaubt die Annahme, dass eine Berechnung nach SCHWARZ für die UK-Körperlänge-Soll über die Streckenlänge NSe nach der Formel

$$UK_{Soll} [mm] = NSe [mm] + 3mm$$

möglich ist.

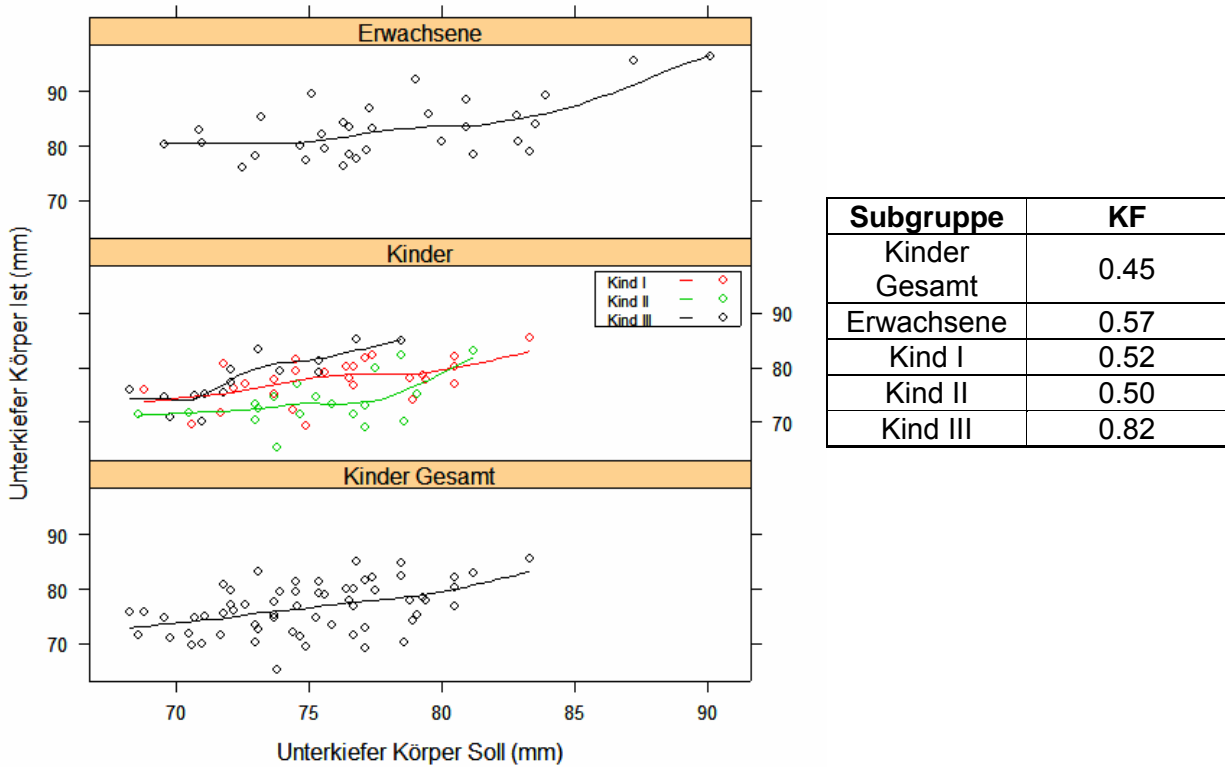


Abb. 16 Plot des Zusammenhangs UK-Körper-Soll-Länge - UK-Körper-Ist-Länge

Ergebnisse

OK-Körperlänge-Soll – OK-Körperlänge-Ist:

Sämtliche Gruppen zeigen eine positive Korrelation. Wie auch für die Unterkiefer-Soll-Längen-Berechnung können die besten Korrelationswerte in der Gruppe der Kinder mit Klasse-III-Basenrelation ermittelt werden.

$$OK_{Soll} \text{ [mm]} = 7/10 \cdot NSe \text{ [mm]}$$

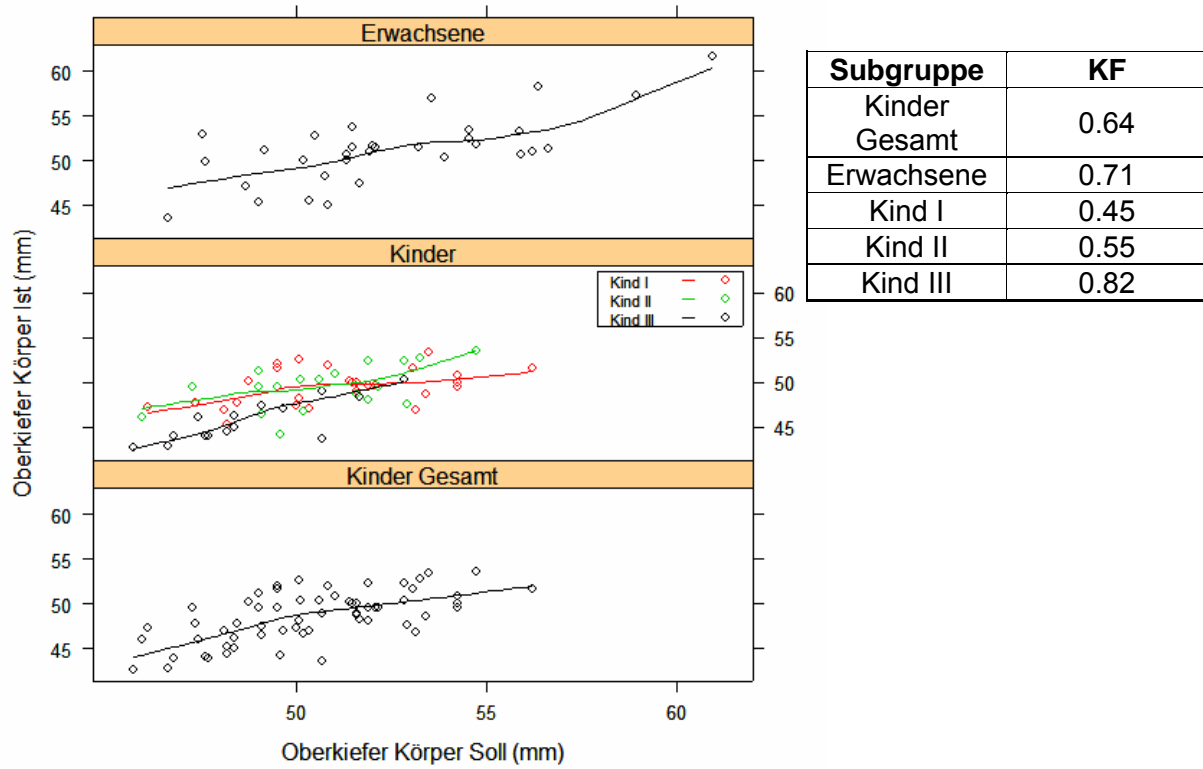


Abb. 17 Plot des Zusammenhangs OK-Körper-Soll-Länge - OK-Körper-Ist-Länge

Ergebnisse

Längenproportion UK-Körper-Ist-Länge/OK-Körper-Ist-Länge – ANB:

Als ideale Längenproportionen gibt SCHWARZ das Verhältnis

UK-Körperlänge/OK-Körperlänge = 3/2 an.

Anhand der eingezeichneten Ideallinie wird deutlich, dass SCHWARZ sich als Idealproportion deutlich kürzere Unterkiefer- bzw. längere Oberkieferkörper wünscht.

Auch in der Gruppe der harmonischen Erwachsenen zeigt sich die Abweichung vom Normverhältnis 3/2.

Lediglich die Kinder mit distaler Basenrelation entsprechen relativ gut der SCHWARZ'schen Forderung.

Tab. 25 deskriptive Auswertung Proportion UK-Körper-Ist-Länge/OK-Körper-Ist-Länge

Subgruppe	N	MW	STA	MWD	MWD in %
Kinder Gesamt	61.00	1.58	0.11	0,08	5,3
Erwachsene	32.00	1.63	0.09	0,13	8,7
Kind I	27.00	1.57	0.08	0,07	4,7
Kind II	19.00	1.49	0.06	0,01	0,7
Kind III	15.00	1.71	0.08	0,21	14

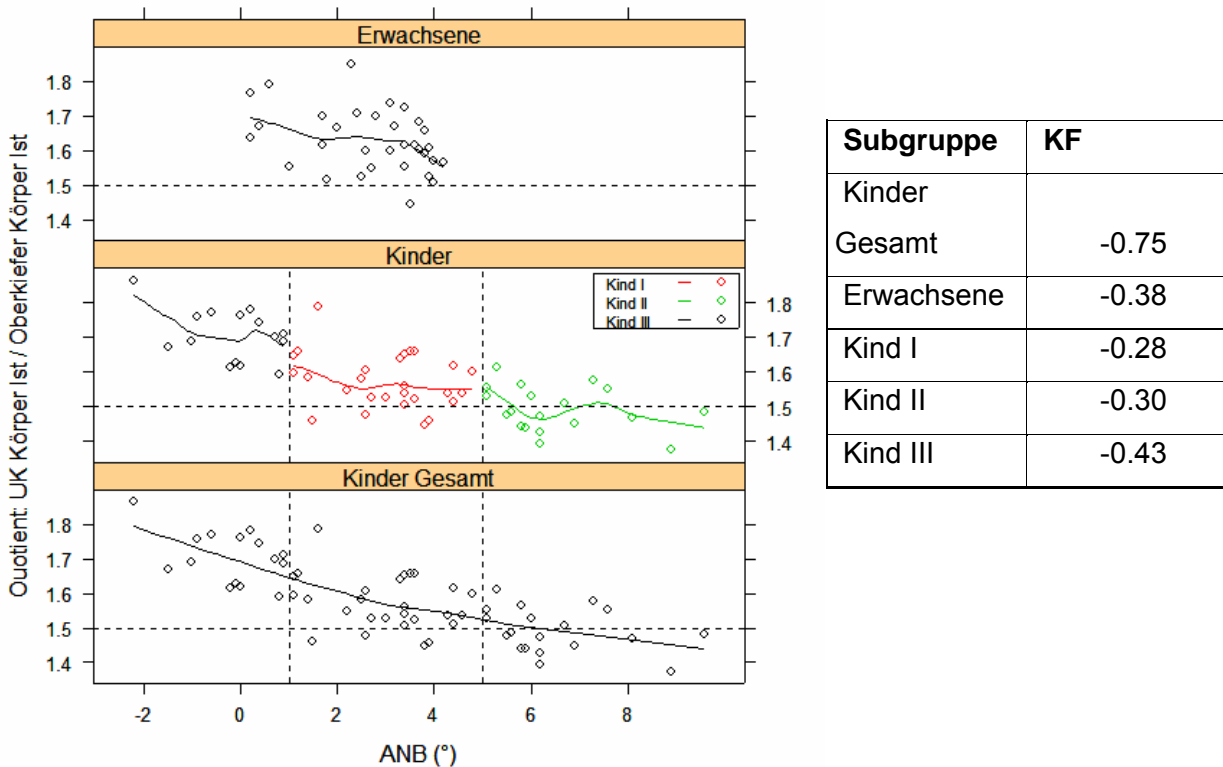


Abb. 18 Plot des Zusammenhangs Proportion UK-Körper-Ist-Länge/OK-Körper-Ist-Länge – ANB

Längenproportion UK-Körper-Soll-Länge/OK-Körper-Soll-Länge – ANB:

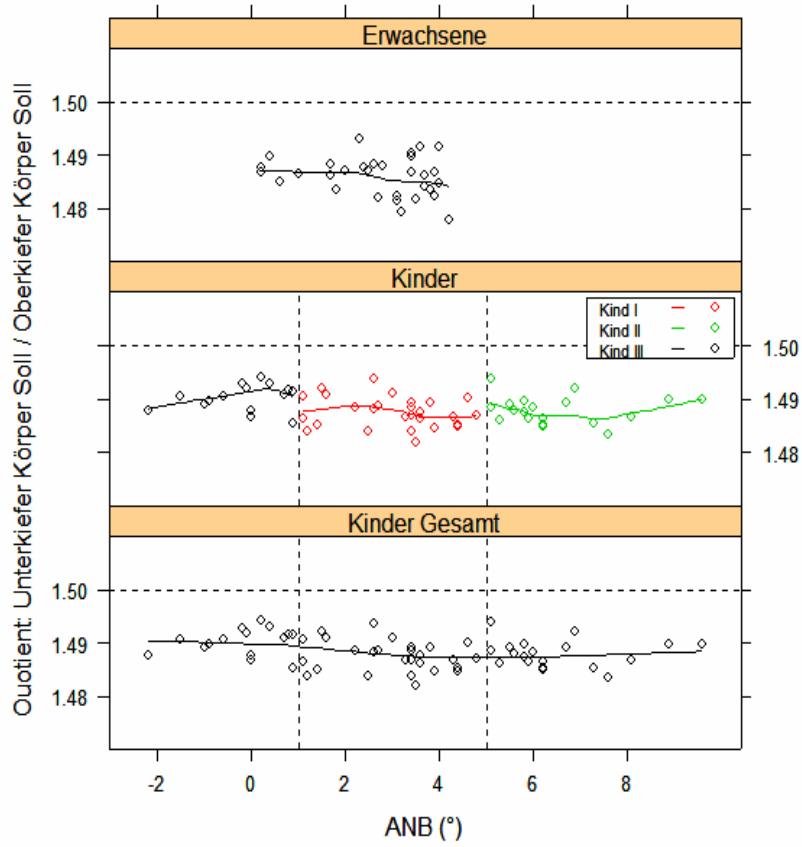


Abb. 19 Plot des Zusammenhangs Längenproportion UK-Körper-Soll-Länge/OK-Körper-Soll-Länge – ANB bei Verwendung der Formeln $UK_{Soll} = NSe + 3mm$ und $OK_{Soll} = 7/10 \cdot NSe$

5.2.1.2 Fazialwinkel F nach SCHWARZ – ANB-Winkel

Geprüft werden soll, ob sich eine Anomalie in Form einer skelettalen Klasse-II- bzw. Klasse-III-Relation nach der Münchner Schule, im Sinne einer sagittalen Retro- bzw. Anteposition der Maxilla nach A.M. SCHWARZ widerspiegelt.

Die statistische Auswertung zeigt deutlich, dass keine Korrelation zwischen dem Fazialwinkel nach SCHWARZ und dem ANB-Winkel der Münchner Schule besteht. Signifikante Mittelwertdifferenzen zwischen den Kindergruppen bestehen nicht.

Der von SCHWARZ angegebene Normwert des Fazialwinkels von 85° zeigt sich, insbesondere für die Kindergruppe_{gesamt} als durchaus akzeptabel.

5.2.1.3 Fazialwinkel F nach SCHWARZ – SNA-Winkel

Die beiden Winkelmessungen unterscheiden sich geometrisch lediglich in der Definition des Punktes Sella, den SCHWARZ nicht als Mittelpunkt der knöchernen Sella turcica, sondern als konstruierten Punkt auf der Mitte der Verbindungslinie zwischen dem Processus clinoideus posterior und dem vorderen Eingang der Sella turcica, aufsucht. Entsprechend der Normangaben der Analysen ist eine Mittelwertdifferenz von 3° zu erwarten (Fazialwinkel 85°/SNA-Winkel 82°).

Die Messungen dieser Studie zeigen höchstsignifikant eine durchschnittliche Mittelwertdifferenz der beiden Winkelmessungen von 3,9° ($p < 0,001$).

5.2.1.4 Apikaler Basenwinkel AB nach SCHWARZ – ANB-Winkel

Für die Kindergruppe_{gesamt}, die Kinder der Klasse-I, als auch für die Erwachsenengruppe, zeigen sich mit höchster Signifikanz akzeptable lineare Zusammenhänge zwischen dem apikalen Basenwinkel nach SCHWARZ und dem ANB-Winkel.

Insgesamt wird deutlich, dass SCHWARZ kleinere, als die gemessenen AB-Winkel, für idealer erachtet.

Der angegebene Normwert von 90° scheint deutlich zu niedrig angesetzt, da, unabhängig von der Gruppeneinteilung, 92 von 93 Probanden größere AB-Winkel aufweisen, und somit unter einem alveolären Rückbiss leiden würden.

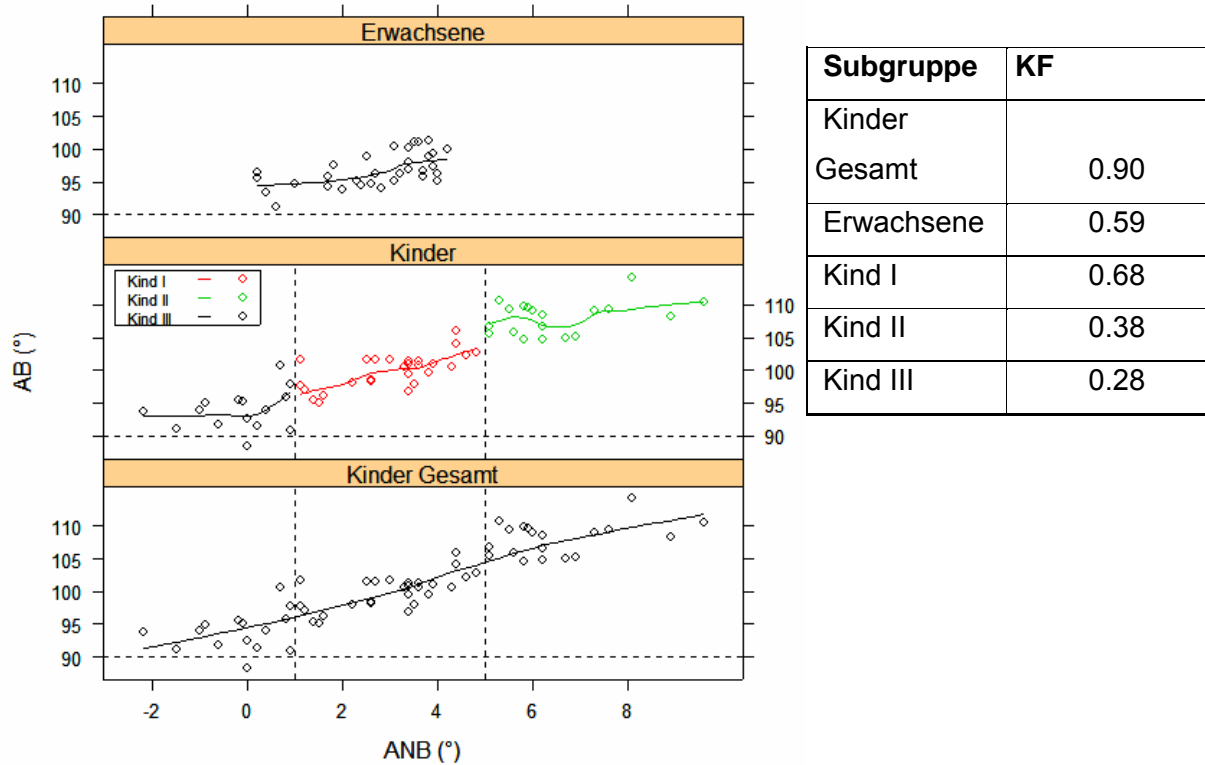


Abb. 20 Plot des Zusammenhangs apikaler Basenwinkel AB nach SCHWARZ – ANB-Winkel

5.2.1.5 Apikaler Basenwinkel MM nach SCHWARZ – ANB-Winkel

Wie schon beim apikalen Basenwinkel AB festgestellt, ist der Normwert des apikalen Basenwinkels MM von 90°, ebenso als zu gering angesetzt. Laut SCHWARZ zeigen 90,3 % der Probanden einen skelettalen Rückbiss. Eine eindeutige Korrelation zwischen den beiden Winkeln besteht nicht.

5.2.2 Vertikale Dimension

5.2.2.1 Basiswinkel B nach SCHWARZ – ML-NL-Winkel

Beide Winkelmessungen ergeben für die Kindergruppen deutlich größere Werte als die Normwerte.

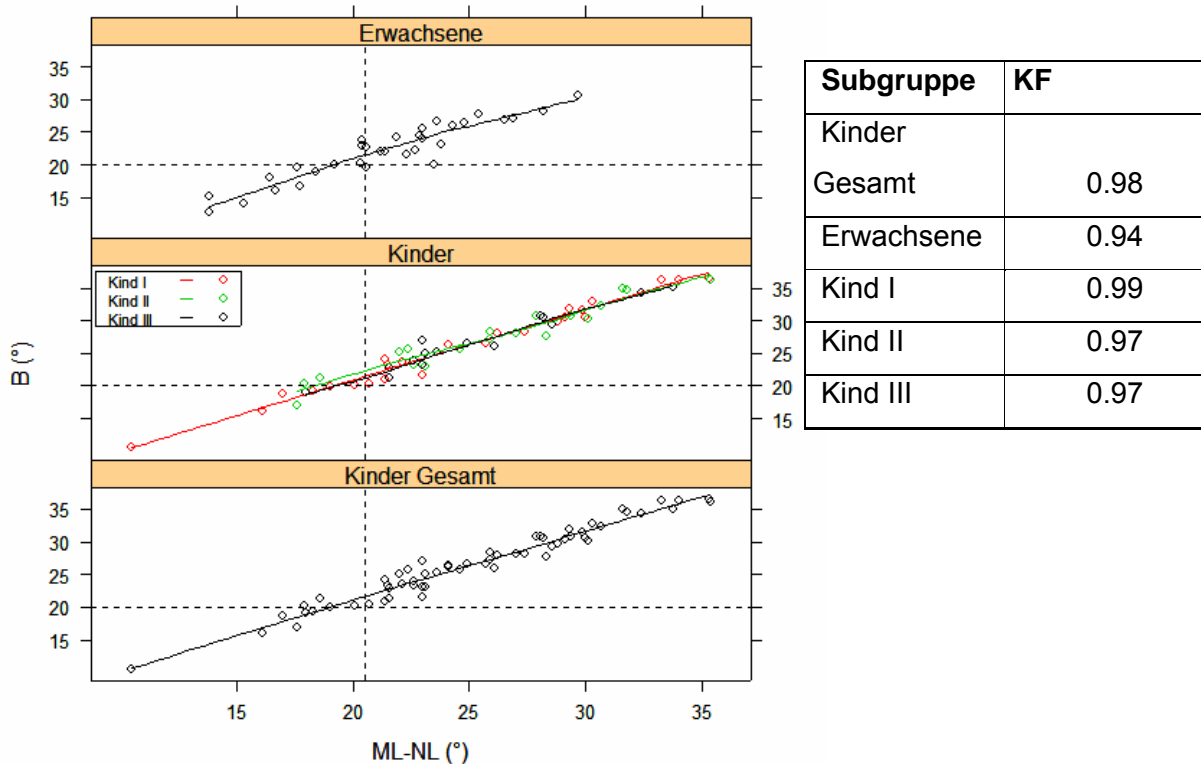


Abb. 21 Plot des Zusammenhangs Basiswinkel B nach SCHWARZ – ML-NL-Winkel.

Die Normwertangaben für den Basiswinkel können für die Erwachsenen angewendet werden, für die Kinder muss von größeren Werten ausgegangen werden.

Die Aussage der Messungen ist als äquivalent anzusehen, sie unterscheiden sich lediglich in der Definition der Unterkiefergrundebene. Dies spiegelt sich gruppenunabhängig in den hohen Werten der Korrelationsfaktoren wider.

Zu erwarten wäre per Definition eine Mittelwertdifferenz der Winkel von $0,5^\circ$.

Zu finden sind etwas größere Mittelwertdifferenzen

($MWD_{Erw}: 0,697^\circ / MWD_{Kind}: 1,359^\circ$).

5.2.2.2 Inklinationswinkel J nach SCHWARZ – NL-NSL

Beide Winkelmessungen ergeben für die Erwachsenen eine gute Annäherung an die Normwerte. Unabhängig von den Untergruppen, weisen im arithmetischen Mittel, alle kindlichen Probanden größere Werte für den Inklinationswinkel nach SCHWARZ, sowie kleinere Werte für den NL-NSL-Winkel nach der Münchner Schule, vor.

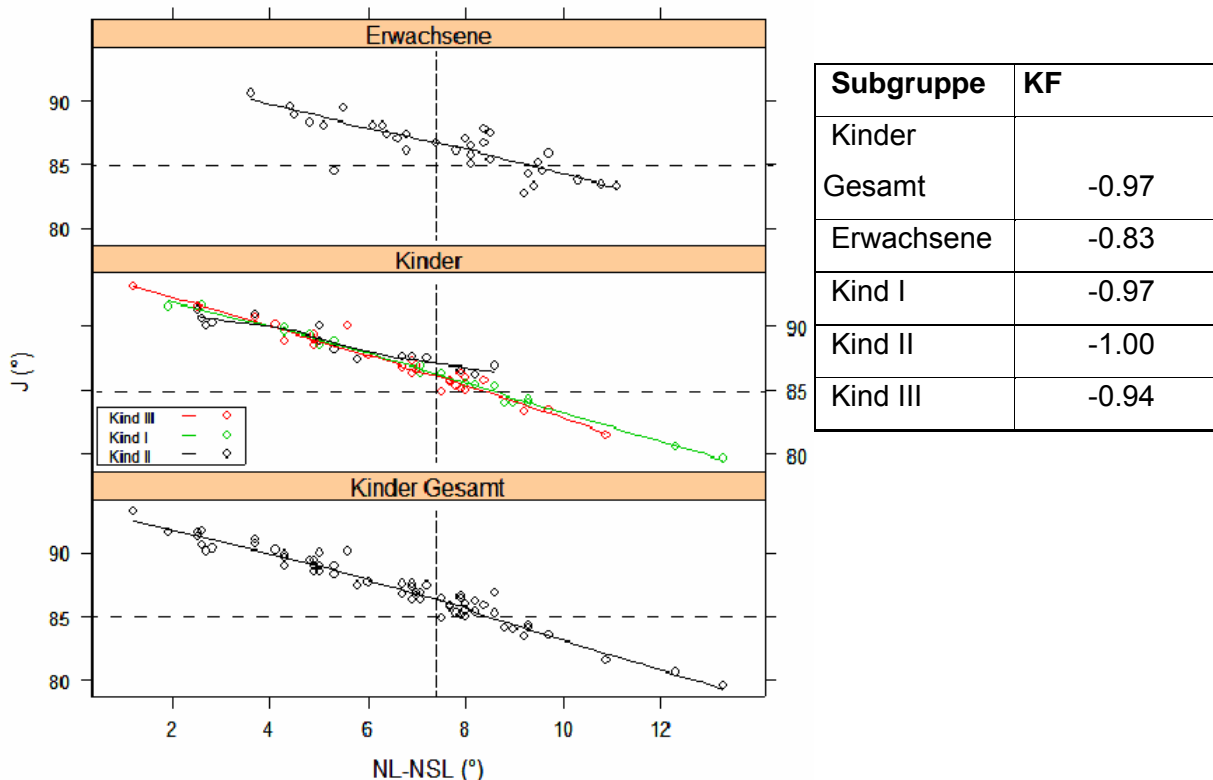


Abb. 22 Plot des Zusammenhangs Inklinationswinkel J nach SCHWARZ – NL-NSL-Winkel

5.2.2.3 VKH/MG nach SCHWARZ – Index

Beide Messungen sind in ihrer Aussage vergleichbar. Es zeigt sich eine deutlich negative Korrelation. Auffällig ist, dass die, nach der Münchner Schule als neutral eingestuft Erwachsenen (Index-MW: 79,84%), von dem, für die Erwachsenen vorgeschlagenen Normwert des Quotienten VKH/MG = 1,2 abweichen.

Ergebnisse

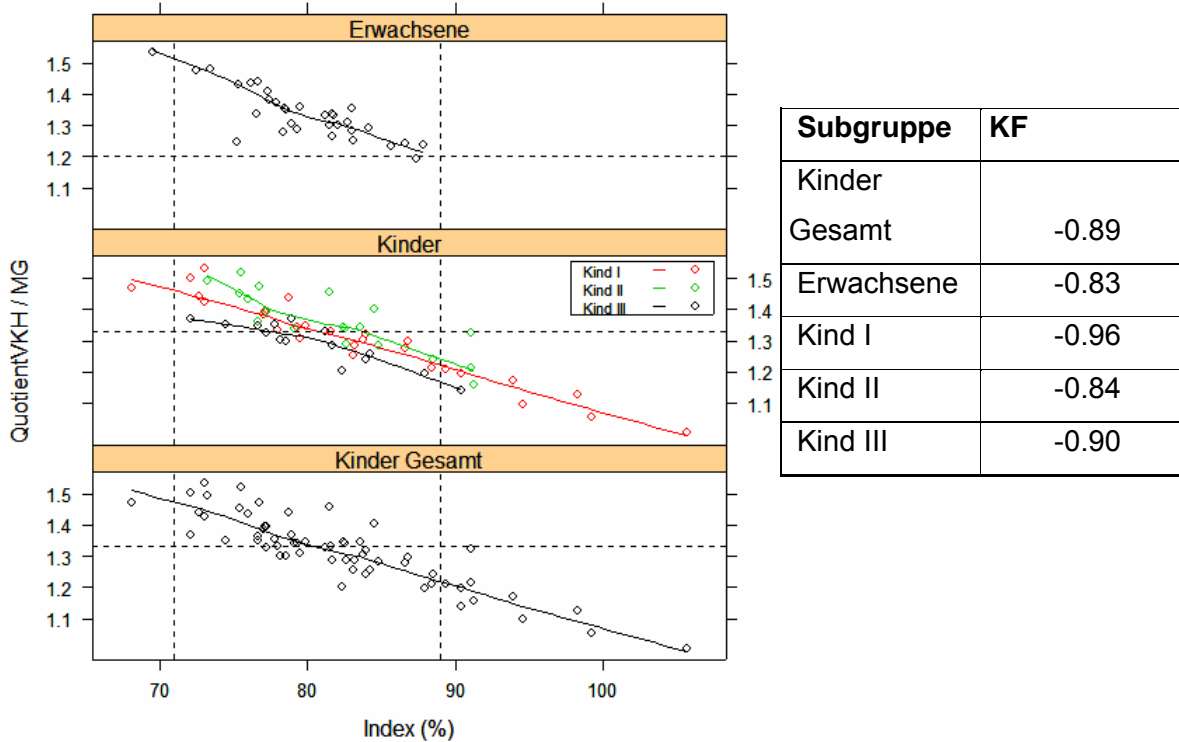


Abb. 23 Plot des Zusammenhangs VKH/MG nach SCHWARZ – Index

Bezüglich der Einstufung nach dem Index erreichen relativ viele Kinder der Klasse-I große Werte und damit eine Einstufung in die Kategorie „Tief“. Diese Tendenz offenbart sich ebenfalls in den gefundenen Werten des Quotienten VKH/MG ($VKH/MG-MW_{\text{Kind}}: 1,30$).

Die diagnostischen Aussagen der beiden Analysen unterscheiden sich deutlich:

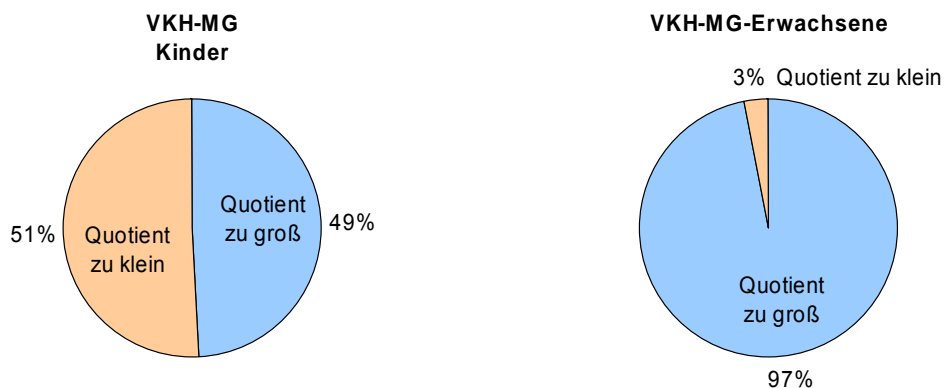


Abb. 24 Grafische Darstellung der Diagnosehäufigkeiten VKH-MG nach SCHWARZ

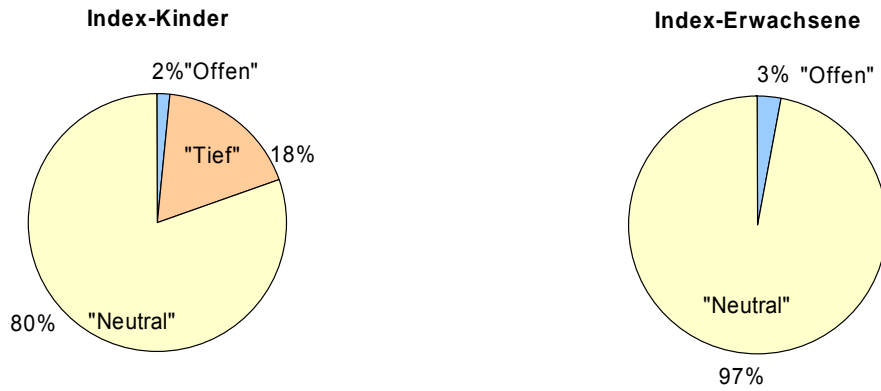


Abb. 25 Grafische Darstellung der Diagnosehäufigkeiten Index nach der Münchner Schule

5.2.2.4 Basiswinkel B nach SCHWARZ – Index

Eine negative Korrelation zwischen dem Basiswinkel B nach SCHWARZ und dem Indexwert der Münchner Schule kann herausgearbeitet werden:

Tab. 26 Korrelation Basiswinkel B nach SCHWARZ - Index

Subgruppe	KF
Kinder	
Gesamt	-0.78
Erwachsene	-0.52
Kind I	-0.82
Kind II	-0.77
Kind III	-0.71

5. 3 Betrachtung der diagnostischen Aussagen der Analyse nach SCHWARZ

Der Vergleich der Analysen erfolgt in der Form, dass die Häufigkeitsverteilung von 14 diagnostischen Aussagen nach A.M. SCHWARZ (z.B. korrekt – zu klein – zu groß) in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit nach der Münchner Schule, betrachtet wird. Die Werte sind im Folgenden als nominal skaliert anzusehen. Für die Diagnose der Winkelmessungen nach A.M. SCHWARZ wird eine Toleranz von $\pm 1,5^\circ$, für die Diagnosen von Längenmessungen 1,5 mm, zugelassen.

Die diagnostische Bewertung von Verhältnissen erfolgt ohne Toleranz.

Tab. 27 Übersicht der Diagnosehäufigkeiten nach A.M. SCHWARZ (Toleranz)

	Kind I		Kind II		Kind III		Erwachsene		Kinder Gesamt	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
UK-Länge-Diagnose										
korrekt	8	29,6	5	26,3	2	13,3	4	12,5	15	24,6
zu lang	14	51,9	5	26,3	13	86,7	25	78,1	32	52,5
zu kurz	5	18,5	9	47,4	0	0	3	9,4	14	23
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100
OK-Länge-Diagnose										
korrekt	10	37	10	52,6	1	6,7	9	28,1	21	34,4
zu lang	3	11,1	2	10,5	0	0	7	21,9	5	8,2
zu kurz	14	51,9	7	36,8	14	93,3	16	50	35	57,4
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100
F-Winkel-Diagnose										
Retroposition	8	29,6	8	42,1	5	33,3	6	18,8	21	34,4
Normposition	13	48,1	6	31,6	7	46,7	8	25	26	42,6
Anteposition	6	22,2	5	26,3	3	20	18	56,3	14	23
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100
AB-Winkel-Diagnose										
alveolärer Vorbiss	0	0	0	0	1	6,7	0	0	1	1,6
alveolärer Rückbiss	27	100	19	100	11	73,3	31	96,9	57	93,4
korrekt	0	0	0	0	3	20	1	3,1	3	4,9
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100

Ergebnisse

	Kind I		Kind II		Kind III		Erwachsene		Kinder Gesamt	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
MM-Winkel-Diagnose										
skelettale Klasse-III	0	0	0	0	1	6,7	2	6,3	1	1,6
skelettale-Klasse-I	0	0	0	0	3	20	8	25	3	4,9
skelettale-Klasse-II	27	100	19	100	11	73,3	22	68,8	57	93,4
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100
B-Winkel-Diagnose										
korrekt	6	22,2	2	10,5	2	13,3	6	18,8	10	16,4
tief	2	7,4	1	5,3	0	0	6	18,8	3	4,9
offen	19	70,4	16	84,2	13	86,7	20	62,5	48	78,7
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100
J-Winkel-Diagnose										
Norminklination	11	40,7	9	47,4	1	6,7	12	37,5	21	34,4
Anteinklination	14	51,9	8	42,1	14	93,3	16	50	36	59
Retroinklination	2	7,4	2	10,5	0	0	4	12,5	4	6,6
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100
VKH-MG-Diagnose										
korrekt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zu groß	12	44,4	13	68,4	5	33,3	31	96,9	30	49,2
zu klein	15	55,6	6	31,6	10	66,7	1	3,1	31	50,8
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100
Ra-asc-Diagnose										
zu kurz	1	3,7	1	5,3	1	6,7	0	0	3	4,9
zu lang	19	70,4	12	63,2	13	86,7	32	100	44	72,1
korrekt	7	25,9	6	31,6	1	6,7	0	0	14	23,0
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100
Ra-asc-Breite-Diagnose										
zu schmal	3	11,1	5	26,3	1	6,7	16	50	9	14,8
zu breit	24	88,9	14	73,7	14	93,3	16	50	52	85,2
korrekt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100
OK1-UK1-Diagnose										
unterentwickelt	3	11,1	3	15,8	4	26,7	10	31,3	10	16,4
überentwickelt	24	88,9	16	84,2	11	73,3	22	68,8	51	83,6
korrekt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100

Ergebnisse

	Kind I		Kind II		Kind III		Erwachsene		Kinder Gesamt	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
OK6-UK6-Diagnose										
unterentwickelt	17	63	17	89,5	7	46,7	5	15,6	41	67,2
überentwickelt	10	37	2	10,5	8	53,3	27	84,4	20	32,8
korrekt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100
OK1-OK6-Diagnose										
unterentwickelt	0	0	0	0	0	0	19	59,4	0	0
überentwickelt	27	100	19	100	15	100	13	40,6	61	100
korrekt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100
UK1-UK6-Diagnose										
unterentwickelt	2	7,4	0	0	1	6,7	9	28,1	3	4,9
überentwickelt	24	88,9	19	100	14	93,3	23	71,9	57	93,4
korrekt	1	3,7	0	0	0	0	0	0	1	1,6
gesamt	27	100	19	100	15	100	32	100	61	100

6. Diskussion

6.1 Material und Methode

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektiv angelegte Beobachtungsstudie. Die statistische Datenauswertung erfolgt explorativ-descriptiv. Zur Kontrolle der Ergebnisse dient eine Probandengruppe Erwachsener, die per definitionem die Gruppe der skelettal harmonischen Personen, ohne Behandlungsbedarf, darstellt. Die Fernröntgenseitenaufnahmen der erwachsenen Personen konnten aus dem umfangreichen Patientenarchiv der Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München entnommen werden.

Kritisch anzumerken ist, dass zur Beurteilung der Aussagekraft der kephalometrischen Analyse nach A.M. SCHWARZ keine Kontrollgruppe von, aus kieferorthopädischer Sicht gesunden Kindern, vorliegt. Ideal zur Überprüfung der von SCHWARZ vorgeschlagenen Normproportionen, auf ihre Anwendbarkeit am kindlichen Schädel, wären Untersuchungen, am optimal entwickelten Kind [6]. Dies verbietet sich in der heutigen Zeit aus ethischer Sicht, da von Kindern keine Röntgenaufnahmen ohne Indikation angefertigt werden dürfen. SCHWARZ gibt zu bedenken, dass die Berechnung der Kiefer-Soll-Längen, nach ihrem Verhältnis zur NSe-Strecke, „genau genommen, nur für das häufigste Behandlungsalter, vom vollzogenen Schneidezahnwechsel bis zum jungen bleibenden Gebiss, gelten. [...] Die Ist-Werte der Kieferlängen sind beim Neugeborenen kleiner, beim Vollerwachsenen größer als die Soll-Werte. Rechnerisch ergibt sich für Oberkiefer- und Unterkieferkörper vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen ein Übergang von rund minus 6 zu plus 3 mm, für den Ast von minus 9 bis plus 5 mm“ [89]. Das Alter der kindlichen Probanden dieser Arbeit entspricht der Übergangszeit von den Minus- zu den Pluswerten.

In den sechziger und siebziger Jahren wurde mit der Thematik Strahlenbelastung noch leichtfertiger umgegangen. In der Literatur sind daher aus diesem Zeitraum Arbeiten mit Auswertungen an ausschließlich zu diesem Zwecke angefertigten FRS-Aufnahmen von gesunden Kindern zu finden, deren Ergebnisse zu Diskussion herangezogen werden. 1960 untersucht KÖNING [48] 100 Kinder im Alter von sechs

bis neun Jahren, BIRKE [10] die gleiche Anzahl von Neun- bis Zwölfjährigen, mit anatomisch korrekter Okklusion, zur Überprüfung der SCHWARZ'schen Normwerte. 1961 wird die Vermessung von Fernröntgenseitenbildern 184 orthognather Kindern nach der Methode SCHWARZ von OETTINGER [62] vorgelegt. Zehn Jahre später folgt eine kephalometrische Untersuchung durch SCHÖCK [83] an 180 Probanden mit anatomisch korrekter Okklusion (123 Kinder bzw. Jugendliche, 57 Personen mit 18 Jahren oder älter), unter anderem zur Beurteilung der Längenproportionen nach SCHWARZ. 1976 fertigt SCHMID [79] von 91 Kindern und 45 Erwachsenen ohne Behandlungsbedarf eigens für die fernröntgenologische Untersuchung des Gesichtschädelaufbaus Röntgenbilder an.

Bei der Auswertung von Streckenmessungen sind die unterschiedlichen Film-Fokus-Abstände der Studien zu beachten. SCHWARZ empfiehlt seine Werte beim Film-Fokus-Abstand von zwei Metern, die weitere Einstellung des, auf einer Stütze ruhenden Kopfes, erfolgt nach dem Augenmaß [87]. Genaue Angaben zum Abstand Kopfmitte-Film macht SCHWARZ nicht, „der Kopf kommt knapp neben dem Filmhalter zu stehen, [...], dass der Kopf die Filmkassette eben berührt, ohne sich aber an ihr anzulehnen“ [89]. Den Abbildungen zufolge ist ein Abstand von 12 cm wahrscheinlich. Nach SCHWARZ „spielen bei dem hier entwickelten Vermessungsverfahren auch stärkere Ungenauigkeiten bei der Kopfeinstellung für bloß diagnostische Zwecke keine Rolle“ [89].

Da in dieser Arbeit auf bereits bestehende Röntgenbildern zurückgegriffen wird, handelt es sich um, den an der Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München üblichen Film-Fokus-Abstand von 1,5 Metern (Abstand Kopfmitte-Film 18 cm).

Um geometrische Abbildungsfehler bei Streckenmessungen rechnerisch zu eliminieren, muss nach der Formel

$$\text{Vergrößerungsfaktor } V[\%] = \frac{\text{Kopfmitte} - \text{Film}[\text{cm}]}{\text{Focus} - \text{Film}[\text{cm}] - \text{Kopfmitte} - \text{Film}[\text{cm}]} \times 100$$

vorgegangen werden [92], [31]. SCHWARZ ermittelt somit vermutlich um 6,4% vergrößerte Strecken in der Median-Sagittal-Ebene. Die Werte nach der Aufnahmetechnik der LMU München unterliegen einem Faktor V von 13,6%.

Um fehlerhafte Aussagen aufgrund minimaler Abweichungen in der Aufnahmetechnik zu vermeiden, soll das Hauptaugenmerk den Betrachtungen von Proportionen und Winkeln gelten. Diese unterliegen keinen Schwankungen durch den Vergrößerungsfaktor [10], [87], [60], [8], [105].

6.2 Diskussion der Ergebnisse

6.2.1 Kephalometrische Winkelmessungen nach SCHWARZ

Fazialwinkel α_F

Der Winkel beschreibt nach SCHWARZ die Position des Oberkiefers: Werte kleiner dem Normwert von 85° nach SCHWARZ entsprechen einer Retroposition des Oberkiefers, größere Werte kommen einer Anteposition gleich. Unsere Messungen ergaben für die Erwachsenen eine Anteposition von $1,48^\circ$, für alle Kindergruppen eine leichte Retroposition, mit der größten Abweichung vom Normwert in der Gruppe der Klasse-III-Kinder von $0,71^\circ$. Deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Kindergruppen sind nicht festzustellen (keine signifikanten MW-Differenzen), was vermuten lässt, dass Abweichungen des ANB-Winkels wenig von der Position des A-Punktes beeinflusst werden. Wie schon unter 5.2.1.2 erwähnt, gibt es keine Korrelation zwischen dem Prognathiegrad des Oberkiefers und dem ANB-Winkel. Trotz der Gebissfehlbildungen unserer Kinder, erscheint der Fazialwinkel als relativ konstanter Wert. Wird für die Diagnosen des Fazialwinkels eine Toleranz von $\pm 1,5^\circ$ zugelassen, so zeigt sich erneut, dass dieser Winkel keine eindeutige Aussage über die skelettale Basenrelation zulässt.

Unser minimaler Wert des Fazialwinkels von $78,3^\circ$ bzw. der maximale Wert von $91,9^\circ$, kann von KÖNING [48] und BIRKE [10] mit ähnlichen Werten bestätigt werden. Ebenso finden sie im Mittel für die Kinder mit anatomisch korrekter Okklusion eine Retroposition des Oberkiefers nach A.M SCHWARZ, die bei den Sechs- bis Neunjährigen noch deutlicher ausgeprägt ist. [48], [10].

Der von SCHWARZ angegebene Normwert erscheint unabhängig von Gebissverbildungen als akzeptabel für Kinder in der späten Phase des Wechselgebisses. Für Erwachsenen sollte altersbedingt ein größerer Wert zu erwarten sein ($MWD_{\text{Erw-Kind}} = 1,73^\circ$, $p = 0,007$). HAUSSER [40] bestätigt eine Größenzunahme des Winkels mit zunehmendem Alter. OETTINGER [62] findet bei der Untersuchung von 184 orthognathen Kindern zwischen dem vierten und zwölften

Diskussion

Lebensjahr keine altersspezifischen Differenzen für den Fazialwinkel.

Tab. 28 Vergleichende Übersicht der Mittelwerte eigener Messungen – Messergebnisse nach KÖNIG [48], BIRKE [10], OETTINGER [62], SCHÖCK [83]

Messung	Kinder Gesamt	Erw.	Kind KI-I	Kind KI-II	Kind KI-III	Werte (6-9J) [48]	Werte (9-12J) [10]	Werte (4-12J) [62]	Werte (6-10J) [83]	Werte (11-13J) [83]
✧F (85°)	84,75	86,47	84,93	84,85	84,29	83,02	84,24	82,1-81,5	-	-
✧J (85°)	87,28	86,35	87,10	86,43	88,68	84,53	84,17	-	-	-
✧H (90°)	85,3	86,8	84,7	85,1	86,7	86,05	86,7	-	-	-
✧B (20°)	26,52	22,14	25,76	27,48	26,65	28,35	26,69	-	-	-
✧Pn-OcP (77°)	75,2	79,7	75,3	73,4	77,3	72,52	74,28			
✧Pn-MP (65°)	60,8	64,2	61,3	59,0	62,0	56,03	57,52			
✧SpP-OcP (8°)	12,1	6,6	11,8	13,0	11,4	11,87	9,84			
✧OcP-MP (12°)	14,4	15,5	14,0	14,4	15,2	16,7	16,87			
✧G (123°)	125,2	122,9	125,4	126,0	123,9	126,7 2	128,55	-	-	-
✧1 (70°)	72,1	71,0	72,2	74,8	68,5	74,9	65,79	-	-	-
✧1 (85-90°)	88,4	84,9	88,9	84,0	93,2	90,52	87,42	-	-	-
✧ii (140°)	134,1	133,7	135,3	131,4	135,1	137,7 7	128,71	-	-	-
✧AB (90°)	100,94	96,73	99,9	108,0 2	93,83	80,0	85,46	-	-	-
✧MM (90°)	97,98	92,77	96,90	103,6 2	92,77	81,55	-	-	-	-
UK-NSe (21:20)	21: 19,77	21: 18,93	21: 19,72	21: 20,63	21: 18,80	21: 21,3	21: 20,04	-	20: 19	21: 20
UK-Ast (7:5)	7: 5,31	7: 5,87	7: 5,35	7: 5,43	7: 5,10	7: 5,08	-	7:4 bis 7:4,5	7: 5,7	7: 5,8
OK-UK (2:3)	2: 3,15	2: 3,25	2: 3,14	2: 2,98	2: 3,41	2: 2,87	2: 2,95	-	2: 3	2: 3,1
OK-NSe (7:10)	7: 10,38	7: 10,25	7: 10,32	7: 10,25	7: 10,69	7: 10,15	7: 9,85	-	6,5: 10	6,7: 10
OK1-UK1 (2:3)	2: 2,76	2: 2,87	2: 2,75	2: 2,73	2: 2,82	2: 2,8	2: 2,8	-	-	-
OK1-OK6 (5:4)	5: 3,25	5: 4,07	5: 3,28	5: 3,02	5: 3,48	5: 3,3	5: 3,7	-	-	-
UK1-UK6 (5:4)	5: 3,69	5: 3,87	5: 3,70	5: 3,63	5: 3,76	5: 3,7	5: 3,7	-	-	-

Inklinationswinkel ↯J

Der Inklinationswinkel gibt eine Diagnoseaussage über die Schwenkung des Oberkiefers. Größere Werte als der Normwert von 85° sprechen für eine Anteinklination, kleinere für eine Retroinklination. Altersunabhängig werden in dieser Studie für alle Gruppen im Mittel größere Inklinationswinkel, und somit die Diagnose Anteinklination, ermittelt. KÖNIG [48] und BIRKE [10] können dies an Kindern mit korrekter Okklusion nicht bestätigen und erhalten einer Rückwärtsschwenkung des Oberkiefers entsprechende Werte ($MW_{\text{KÖNIG}}: 84,53^\circ$, $MW_{\text{BIRKE}}: 84,17^\circ$).

Mögliche Ursache der inversen Messergebnisse, könnte die schwierige Lokalisation der, für die Winkelkonstruktion nötigen Referenzpunkte sein. Neben projektionsbedingten Messfehlern oder Fehlern bei der Weiterverarbeitung von Daten, stellt der Messfehler durch Abweichungen bei der Lokalisation von Referenzpunkten die häufigste Fehlerquelle dar [13], [43], [77], [69], [68], [19], [7], [94], [36], [54], [23], [22]. ANTHANASIOU [4] hält die eindeutige, präzise Definition der Referenzpunkte für die entscheidende Möglichkeit zur Erhöhung der Zuverlässigkeit kephalometrischer Auswertungen. In den Ausführungen von A.M. SCHWARZ ist diese Voraussetzung oftmals nur bedingt gegeben.

Ferner fehlen exakte Angaben zum Auffinden der Weichteilpunkte. Stattdessen wird auf ebenso nicht eindeutige Abbildungen verwiesen. Zur Konstruktion der Nasionsenkrechten P_n , die einen Schenkel des Inklinationswinkels bildet, wird auf den Weichteilpunkt Nasion zurückgegriffen.

Die ausgeprägte Anteinklination der Klasse-III-Kinder und geringste Anteinklination der Klasse-II-Kinder, weist darauf hin, dass eine skelettale Basenrelation nach dem ANB-Winkel zusammenhängt mit einer Schwenkung der Oberkieferbasis.

Basiswinkel ↯B

Der Grundebenen- bzw. kurz als Basiswinkel B bezeichnete Wert, gibt eine Aussage über die gnathometrische Beziehung der Oberkiefergrundebene SpP zur Unterkiefergrundebene MP, und somit über die Entwicklung des eingeschlossenen Kauorgans. SCHWARZ [87], [89] hält eine Spielbreite des Winkels, welcher

maßgeblich von den Höhenverhältnissen der Alveolarfortsätze im Front- und Molarenbereich, sowie vom Interinzisalwinkel beeinflusst wird, von $\pm 5^\circ$ für akzeptabel. Bei der Vermessung der harmonischen Kindern nach KÖNIG [48], konnte die von SCHWARZ geforderten Abhängigkeit des Basiswinkels B zu den Alveolarfortsatzhöhen, nur zu 55%, die des Basiswinkel B zum Interinzisalwinkel nur zu 35% der Fälle, bestätigt werden. Die Mittelwerte des Winkels lagen, wie bei der eigenen Untersuchung der Kinder, gruppenunabhängig deutlich über dem Normwert ($MW_{KÖNIG}$: $28,35^\circ$). Ebenso findet BIRKE [10] größere B-Winkel (MW_{BIRKE} : $26,69^\circ$). Die eigene Untersuchung kommt zu entsprechenden Ergebnissen: Lediglich für die Gruppe der Erwachsenen kann eine akzeptable Annäherung an den Normwert gefunden werden. Alle Probanden, mit Fehlbildungen oder harmonisch, zeigen im Mittel eine deutlich stärkere Streuung des Winkels von circa $\pm 10^\circ$ [48], [10]. Der Winkel zeigt eine hohe individuelle Variationsbreite [81]: Auch HAUSSER [40] ermittelt bei anatomisch korrekter Okklusion einen Durchschnittswert des B-Winkels von 25° mit einer Variationsbreite von $\pm 10^\circ$.

Die sagittale skelettale Basenrelation scheint mit dem Basiswinkel B nicht im Zusammenhang zu stehen.

Winkel der apikalen Basen $\angle AB$ und $\angle MM$

Diese beiden Winkel sollen die Aussage ermöglichen, ob ein Missverhältnis in der Lagerung der Kieferteile zueinander vorliegt. Der AB-Winkel ermöglicht die Diagnose eines alveolär bedingten, der MM-Winkel die Diagnose eines gnathisch bedingten Vor- bzw. Rückbisses. Im Normgesicht erwartet SCHWARZ für beide Winkel den Wert von 90° , was bedeutet, dass die Punkte A, B, Pg auf einer Linie zu finden sein sollten [89]. Für beide Winkel ergeben sich bei der Kindergruppe_{gesamt} deutlich größere Werte als bei den Erwachsenen, die sich durch den altersbedingten Rückstand der Unterkieferentwicklung erklären lassen.

Der angegebene Normwert wird von den harmonischen Erwachsenen jeweils überschritten und scheint als zu niedrig angesetzt. Ebenso zeigen die harmonischen Erwachsenen eine Mittelwertdifferenz der beiden Winkel von $3,96^\circ$, was deutlich macht, dass die Punkte A, B, Pg, nur äußerst selten auf einer Linie zu finden sind.

Die Einteilung der Kinder nach der Münchner Schule mittels des ANB-Winkels, spiegelt sich in den Ergebnissen der apikalen Basenwinkel-AB wider. Es fällt auf, dass der alveoläre Basenwinkel AB nach SCHWARZ deutlicher der skelettalen Gruppeneinteilung nach der Münchner Schule folgt, als der gnathische Basenwinkel MM, der in den Einzelgruppen keine Korrelation aufweist. Kritisch anzumerken ist, dass die Bewertung der relativen Position von Oberkiefer zu Unterkiefer allein über den ANB-Winkel wenig Aussage, über die aktuelle sagittale Relation der beiden Kiefer zueinander, liefert [4], [47]. Darüber hinaus gehören, die in diesem Zusammenhang verwendeten Referenzpunkte, zu den Punkten, die häufig der Fehllokalisierung des Untersuchers unterliegen: Der Punkt A weist die geringste, der Punkt Pg eine mittlere, und der Punkt B die höchste Fehlerquote auf [4], [56]. Des Weiteren ist zu beachten, dass auch bei okklusal akzeptablen Verhältnissen, dass Messungen des ANB-Winkel geschlechtsabhängig statistisch signifikante Unterschiede zeigen können [5].

Die diagnostische Aussagekraft des MM-Winkels bezüglich der skelettalen Basenrelation ist stark in Frage zu stellen, da auch mit einer Toleranz von $\pm 1,5^\circ$ nur für ein Kind der Gruppe Klasse III, auch nach SCHWARZ ein skelettaler Vorbiss festgestellt wird. 93,4 % aller kindlichen Probanden würden in die Kategorie „skelettaler Rückbiss“ nach SCHWARZ fallen.

Die Kinderuntergruppen zeigen mit höchster Signifikanz, sowohl für den AB-Winkel als auch für den MM-Winkel Mittelwertdifferenzen, die die Gruppeneinteilung nach dem ANB-Winkel widerspiegeln und somit unabhängig vom SCHWARZ'schen Normwert die Lagerrelation der Kiefer durchaus beschreiben können. Der AB-Winkel ist dem MM-Winkel vorzuziehen.

6.2.2 Kephalometrische Streckenmessungen nach SCHWARZ

Abgesehen von der Breitenmessung des aufsteigenden Astes, zeigen alle Streckenmessungen altersspezifische Unterschiede: Bei den erwachsenen Probanden können größere Streckenwerte ermittelt werden.

Die Tatsache, keine altersspezifische Differenz bei der Breitenmessung des aufsteigenden Astes zu finden, mag ihre Ursache in der Resorption von Knochen an der mesialen Kante des aufsteigenden Astes haben: Zur Einstellung der Zuwachszahnung verlängert sich durch diesen Vorgang beim Heranwachsenden die Zahnleiste nach hinten, wodurch die Eruption der zweiten und dritten Molaren möglich wird [83].

Nasion-Sella-Strecke:

SCHWARZ verwendet als Basis seiner Soll-Längenberechnungen der Kieferkörper die Referenzstrecke Nasion-Sella NSe, deren Länge nach unseren Messungen deutlich altersspezifische Unterschiede zeigt ($p = 0,001$, $MWD_{\text{Erw-Kind}}=3,02$ mm). SCHMID bestätigt die Zunahme der Schädelbasislänge bei steigendem chronologischem Alter [79]. Die Verwendung der Nasion-Sella-Strecke als Grundlage zur Berechnung der Kieferkörperlängen scheint durchaus sinnvoll zu sein, da deren Längenentwicklung in einen prozentualen Zusammenhang mit der sagittalen Entwicklung der Kieferkörper zu bringen ist [83], [79].

Zur Bewertung der SCHWARZ'schen Sollberechnungen wird das Hauptaugenmerk auf Streckenverhältnisse und nicht auf deren Absolutgröße gelegt. Somit können abbildungsbedingte Fehler weitgehend eliminiert werden. Gerade beim Vergleich von kephalometrischen Streckendaten unterschiedlicher Quellen würden nicht vernachlässigbar große Abweichungen unbeachtet bleiben [24].

Da sich die SCHWARZ'sche Hauptreferenzstrecke NSe im Mittelgesicht befindet, könnte als Ursache einer disharmonischen skelettalen Basenrelation die Fehlentwicklung desselben diskutiert werden. Einer skelettalen Klasse-III-Basenrelation entspricht somit die Unterentwicklung des Mittelgesichtes in der Sagittalen. Diese Annahme zeigt sich bestätigt, da statistisch bei den Klasse-III-

Kindern, keine auffallend verlängerten Unterkieferkörper, jedoch sowohl hochsignifikant kürzere NSe-Strecken, als auch höchstsignifikant kürzere Oberkieferkörper, gefunden werden.

Auch NEUMANN [61] findet bei progenen Zwangsbiss sowohl für die NSe-Strecke, als auch für die Spina-Ebene, Werte unter der Norm und beschreibt dieses Phänomen als Unterentwicklung des Oberkiefers. WILLIAMS [111] und ANDERSEN [111] bestätigen das gehäufte Vorkommen einer verkürzten anterioren Schädelbasis, sowie einer verkürzten Oberkieferlänge, als ätiologische Faktoren bei der Entstehung einer skelettalen Klasse-III-Relation.

Vermessungen der apikalen Kieferbasen können bestätigen, dass der Unterkiefer weniger Einfluss auf die Entwicklung der Klasse-III-Anomalie zeigt, als die Größe und Lage des Oberkiefers [113].

Der Unterkieferkörper:

Die deutliche Differenz der Unterkieferlängen zwischen den Erwachsenen und der Kindergruppe_{gesamt} erklärt sich mit Hilfe des noch ausstehenden pubertären Unterkieferwachstums bei den Kindern. Der Unterkieferkörper verlängert sich deutlich während des Heranwachsens, wie auch anhand weiterer Studien bestätigt werden kann [83], [79], [51].

Die von SCHWARZ [89] vorgeschlagene Modifikation der Normwerte für den Erwachsenen, der Unterkieferkörperlänge 3 mm zu addieren, scheint das zusätzliche Längenwachstum zu unterschätzen. Unter Berücksichtigung des aufnahmebedingten Vergrößerungsfaktors würden sich somit bei unseren Erwachsenen um 3,2 mm längere Unterkieferkörper, als bei den Kindern ergeben. Die vorliegende Studie findet jedoch deutlich längere Unterkieferkörper beim Erwachsenen ($MWD_{\text{Erw-Kindgesamt}} = 6,71 \text{ mm}$).

SCHWARZ bevorzugt insgesamt, unabhängig vom Alter der untersuchten Personen, kleinere Unterkieferlängen. Lediglich bei den Kindern mit deutlicher skelettaler Klasse-II-Relation, hält er eine Nachentwicklung des Unterkiefers in der Sagittalen für wünschenswert.

Gesetzmäßige Beziehungen zwischen der Länge des Unterkieferkörpers und des Ausmaßes der skelettalen Distalbisslage können in dieser Studie, wie auch nach

TIEGELKAMP [106], nicht ermittelt werden.

Die Soll-Länge nach SCHWARZ sollte, durch den zu erwartenden Wachstumsschub des Unterkiefers in der Pubertät, vermutlich auch in dieser Gruppe auf natürlichem Wege zu erreichen sein.

Der aufsteigende Ast:

Die gefundenen, deutlich längeren aufsteigenden Unterkieferäste der Erwachsenen können durch das allgemeine Unterkieferwachstum in der Pubertät, sowie die bei den Kindern noch ausstehende vertikale Bisshebung, u. a. durch die Eruption der Zuwachszähne 12-Jahr-Molar und Weisheitszahn, begründet werden. Anzumerken ist, dass die Länge des aufsteigenden Astes einer deutlich größeren Zuwachsrate unterliegt als die Länge des Unterkieferkörpers. Neben anderen Autoren untermauert SCHMID [79] diese Beobachtung unter Angabe einer Zuwachsrate des aufsteigenden Astes von 40% [40], [62], [83].

Ebenso wie die Unterkieferlänge soll nach SCHWARZ [89] der aufsteigende Ast des Erwachsenen länger sein, als beim Kind: SCHWARZ [89] addiert 5 mm. Unter Berücksichtigung des Vergrößerungsfaktors ergibt sich eine zu erwartende $MWD_{\text{Erw-Kind}} = 5,36$ mm. Erneut scheint SCHWARZ die Zuwachsrate zu unterschätzen: Ermittelt wurden bei den Erwachsenen um 11,68 mm längere aufsteigende Äste als in der Kindergruppe_{gesamt}.

SCHWARZ wünscht sich in allen Altersgruppen für eine optimale skelettale Proportion kürzere aufsteigende Unterkieferäste. Die geringste Abweichung zur Soll-Länge zeigt sich in der Kindergruppe mit distaler Basenrelation.

Die Berechnung der Soll-Länge des aufsteigenden Astes ist äußerst kritisch zu bewerten: Sie zeigt selbst in der Kontrollgruppe der harmonischen Erwachsenen keinerlei Korrelation zu den tatsächlich gemessenen Astlängen und fällt auf durch eine ausgeprägte Ist-Soll-Mittelwertdifferenz.

SCHWARZ präferiert alters- und gruppenunabhängig schmalere aufsteigende Äste, als sie bei den Probanden gemessen wurden. Es fällt auf, dass die Sollberechnung nach SCHWARZ für die Kinder der Klasse-III hochsignifikant kleinere Ra-asc-Soll-Breiten ergibt, als für die Kinder der Klasse-I. Diese Tatsache resultiert aus der Soll-

Breiten-Berechnung für den aufsteigenden Ast über die NSe-Strecke. Da diese bei den Klasse-III-Kindern hochsignifikant kürzer ausfiel, ergeben sich für alle Sollberechnungen über diese Strecke entsprechende Missverhältnisse.

Der Oberkieferkörper:

Die weniger ausgeprägten altersbedingten Unterschiede bei der Oberkieferlängenmessung sind nachvollziehbar, da das Wachstum des Oberkiefers im Alter der kindlichen Probanden schon größtenteils vollzogen ist. SCHWARZ [89] gibt zur Korrektur des noch ausstehenden pubertären Wachstums, den gleichen Wert für Unterkiefer bzw. Oberkiefer an. Dieser Wert unterschätzt die Unterkieferzuwachsrate und weist sich durch eine bessere Gültigkeit zur Prognose der Oberkieferlänge aus.

Deutlich fällt die Unterentwicklung der Oberkieferlänge in der Gruppe der Klasse-III-Kinder auf. Bei der Entwicklung der mesialen Basenrelation scheint die Oberkieferunterentwicklung eine wichtige Rolle zu spielen. Im Gegensatz dazu, ist die Manifestation einer distalen Basenrelation, nicht vergesellschaftet mit einer Fehlentwicklung des Oberkiefers bezüglich der Länge.

SCHWARZ bevorzugt entsprechend der Formel zur Oberkieferkörper-Soll-Längen-Berechnung ($OK_{Soll} [mm] = 7/10 \cdot NSe [mm]$) in allen Gruppen längere Oberkieferkörper, als die ermittelten Längen. Ebenso kann die Version der Formel $OK_{Soll} [mm] = 2/3 \cdot UK_{Soll} [mm]$; ($UK_{Soll} = 21/20 \cdot NSe$) Verwendung finden, da sie mathematisch die gleiche Aussage in sich birgt.

Bei der Längenbeurteilung des Oberkieferkörpers müssen Schwierigkeiten beim Auffinden des hinteren Bezugspunktes, der Spina nasalis posterior, kritisch in Betracht gezogen werden [88], [13].

Positiv anzumerken ist, dass SCHWARZ schon sehr früh erkannt hat, dass nicht zu vernachlässigende altersspezifische Unterschiede bezüglich der Längen der Kieferkörper und des aufsteigenden Astes bestehen. Dies versucht er mit Hilfe der Korrekturwerte zu berücksichtigen. Außer Acht lässt SCHWARZ jedoch, dass neben

dem Alter idealerweise auch das Geschlecht der Probanden beachtet werden sollte. Der Wachstumsschub bei Jungen setzt etwas später ein, hält dann über einen längeren Zeitraum an und erreicht ein größeres Gesamtausmaß als bei Mädchen [21], [51]. In der gleichen Altersgruppe sind kephalometrischen Strecken bei Knaben in der Regel um 5 bis 9% größer als bei den Mädchen [65], [109].

Möglicherweise verzichtet SCHWARZ auf eine geschlechtsspezifische Betrachtung, da ausgeprägte kephalometrische Unterschiede erst jenseits des häufigsten Behandlungsalters, nach dem Erreichen des zwölften Lebensjahres, zu Tage treten [27], [33], [17]. Des Weiteren vergleicht SCHWARZ keine skelettalen Absolutgrößen, sondern entweder Sollgrößen, welche aus für den Patienten individuellen Werten, ermittelt werden oder Proportionen.

Die Betrachtung der Längenrelationen eliminiert geschlechtsspezifische Unterschiede weitgehend [83].

Längenproportionen:

Die Untersuchung von SCHÖCK [83] zeigt auf, dass die Längenrelationen bei Individuen mit anatomisch korrekter Okklusion keine geschlechtsspezifischen Unterschiede ergeben.

Die vorliegende Arbeit unterscheidet nicht in Geschlechter, betrachtet aber die altersspezifischen Unterschiede.

SCHWARZ fordert als Idealproportion folgendes Verhältnis: UK : NSe = 21 : 20.

Eigene (Erwachsene: UK : NSe = 21 : 18,93) und fremde Messungen ergeben, dass der Wert des Quotienten mit zunehmendem Alter der Probanden ansteigt [48], [10], [62], [83]. Somit scheint der Unterkiefer prozentual während des Heranwachsens stärker an Länge zuzunehmen als die Nasion-Sella-Strecke. Für Kinder mit anatomisch korrekter Okklusion sind in der Literatur akzeptable Annäherungen an die Normproportion für das Alter von neun bis 13 Jahren zu finden [10], [83].

Die eigene Untersuchung ergibt die beste Annäherung an die Normproportionen bei den Klasse-I-Kindern (21 : 19,72). Das Verhältnis der Klasse-II-Kinder mit 21 : 20,63 spiegelt die Unterentwicklung der Unterkiefer wider, jenes der Klasse-III-Kinder von 21 : 18,80 macht die Unterentwicklung der Schädelbasis dieser Kinder deutlich.

Diese Schlussfolgerungen können lediglich anhand der deskriptiven Statistik gezogen werden. Kritisch anzumerken ist, dass eine isolierte Betrachtung des Verhältnisses keinen Rückschluss auf die Ursache eines abweichenden Quotienten zulässt.

Als Ideal erachtet SCHWARZ für das Verhältnis des horizontalen Unterkieferastes zum aufsteigenden Ast folgende Proportion: UK : Ast = 7 : 5.

Es wird deutlich, dass eine altersspezifische Veränderung des Quotienten stattfindet. Erwachsene (7 : 5,87) zeichnen sich durch verhältnismäßig längere aufsteigende Unterkieferäste als Kinder (7 : 5,10 bis 7 : 5,43) aus. Die Literatur bestätigt die Veränderung der Proportion mit zunehmenden Alter und findet für Erwachsene Verhältnisse bis 7 : 6,5 [40].

Hausser gibt für Sechs- bis Neunjährige das Verhältnis von 7 : 5,5 an [40]. Die Untersuchung Vier- bis Zwölfjähriger ermittelt Verhältnisse von 7 : 4 bis 7 : 4,5.

Die Soll-Proportion des Oberkieferkörpers zur Nasion-Sella-Strecke wird von SCHWARZ wie folgt angegeben: OK : NSe = 7 : 10.

Die eigene Beobachtung, dass das Verhältnis sich mit zunehmenden Alter der untersuchten Personen zugunsten einer verstärkten Oberkieferentwicklung verändert, findet in der Literatur seine Bestätigung [48], [10], [62], [83]. Das Normverhältnis von 7 : 10 zeigt für ausgewachsene Personen die beste Gültigkeit [83].

Nach SCHWARZ verhalten sich die Längen der Kieferkörper im Normgesicht wie folgt: OK : UK = 2 : 3.

Diese Normrelation kann für das typische Behandlungsalter als relativ praktikabel angesehen werden. Die ermittelten Quotienten spiegeln die skelettale sagittale Klassifikation nach der Münchner Schule wider:

Klasse-I- Kinder (neutral): OK : UK = 2 : 3,14

Klasse-II-Kinder (distal): OK : UK = 2 : 2,98

Klasse-III-Kinder (mesial): OK : UK = 2 : 3,41

Eine Korrelation zwischen den Kieferkörperproportionen und der sagittalen Einteilung nach der Münchner Schule über den ANB-Winkel konnte statistisch jedoch nicht nachgewiesen werden.

Ein verändertes Verhältnis macht darüber hinaus erneut keine eindeutige Angabe zum ursächlichen Kiefer möglich. Zu beachten ist ferner, dass sich das Verhältnis im Laufe des Alters zugunsten einer verstärkten Unterkieferentwicklung verändert.

Kieferhöhen-Proportionen im Bereich der Alveolarfortsätze:

Gemessen wird der Abstand der Zahnkanten zu ihrer Grundebene: Im Oberkiefer zur SpP, im Unterkiefer zur MP. Mit Hilfe der Höhenmessung des Alveolarfortsatzes eines Kiefers kann nach SCHWARZ über die Sollproportionen der Entwicklungszustand des anderen Kiefers beurteilt werden. Des Weiteren soll eine Aussage über das Verhältnis der Entwicklung der Schneidezahngegend zur Molarenregion möglich sein.

Geprüft werden soll, ob sich eine Fehlentwicklung der Kiefer nach SCHWARZ in der sagittalen auch in der vertikalen Dimension widerspiegelt.

Festzustellen ist, dass die angegebenen Normproportionen nach SCHWARZ die beste Anwendbarkeit für die Gruppe der Erwachsenen liefert (s. Tab. 28).

Sowohl die Absolutgrößen als auch die Größenverhältnisse der Alveolarfortsätze in der vertikalen Dimension zeigen altersspezifische Unterschiede.

Für die Kinder zeigt sich gruppenunabhängig im arithmetischen Mittel eine Tendenz zur Unterentwicklung des Unterkiefers bzw. eine Überentwicklung des Oberkiefers im Frontzahnbereich:

Das von SCHWARZ als ideal erachtete Verhältnis von $\underline{OK1-UK1 = 2 : 3}$ wird für keine der untersuchten Gruppen gefunden (Werte zwischen $2 : 2,73$ und $2 : 2,87$). Bei der Betrachtung des Verhältnisses Front- zu Molarengebiet desselben Kiefers ergibt sich, sowohl für das Ober- wie auch das Unterkiefer aller Kindergruppen, eine Abweichung von der Norm ($\underline{OK1-OK6 = 5 : 4 / UK1-UK6 = 5 : 4}$) zugunsten einer Unterentwicklung des Molarengebiets bzw. einer zu starken Entwicklung im Bereich der Frontzähne. Die statistische Auswertung gibt nicht eindeutig Aufschluss über die für das Missverhältnis ursächliche Kieferregion.

Zu aussagegleichen Ergebnissen kommen auch die Untersuchungen an Kindern mit optimalen Gebissverhältnissen nach KÖNIG [48] und BIRKE [10].

Obwohl die Normangaben für das häufigste Behandlungsalter gültig sein sollen, scheinen die SCHWARZ'schen Normproportionen zur Messung der Höhenverhältnisse im Bereich der Alveolarfortsätze bei den Kindern die noch ausstehende Bisshebung im Rahmen der vollständigen Molareneruption außer Acht zu lassen: Dies wird nochmals bestätigt durch die gefundene Abweichung des Basiswinkels B in allen Kindergruppen, mit der gehäuften Diagnose eines offenen Bisses.

Die Verhältnisse verändern sich zugunsten einer stärkeren Zuwachsrates des Unterkiefers während des Heranwachsens.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass kein eindeutiger Zusammenhang besteht zwischen den Höhenproportionen im Bereich der Alveolarfortsätze und den Längenverhältnissen der Kieferkörper zueinander. Die sagittale Relation der Kieferkörperlängen nach SCHWARZ steht nicht in Zusammenhang mit den vertikalen Proportionen im Bereich der Alveolarfortsätze. Unter- oder Überentwicklung einer Kieferregion betrifft demnach nicht zwingend sowohl die vertikale als auch die sagittale Dimension.

6.2.3 Gegenüberstellende Betrachtung einzelner Messungen nach SCHWARZ – Messungen nach der Münchner Schule

Gegenüberstellung einzelner Messungen nach SCHWARZ – ANB-Einteilung nach der Münchner Schule (sagittale Dimension)

Zunächst wurde geprüft, ob sich eine skelettale Anomalie in Form einer skelettalen Klasse-II- bzw. Klasse-III-Relation nach der Münchner Schule als sagittale Disproportioniertheit der Kiefer nach A.M. SCHWARZ äußert:

Es konnten weder für die Unterkieferlängenmessung, noch für die Oberkieferlängenmessung eindeutige Wechselbeziehungen zur Gruppeneinteilung nach dem ANB-Winkel eruiert werden.

Die Berechnungen der Korrelationsfaktoren machen deutlich, dass weder zwischen der Längenproportion UK-Körper-Soll-Länge/OK-Körper-Soll-Länge – ANB noch zwischen der Längenproportion UK-Körper-Ist-Länge/OK-Körper-Ist-Länge – ANB, eine Korrelation besteht.

Insgesamt fordert SCHWARZ unabhängig von der Gruppeneinteilung nach dem ANB-Wert längere Oberkieferkörper als die gemessenen Werte. Die Unterkieferlängen bevorzugt er für alle Gruppen, außer der der Klasse-II-Kinder, kürzer. Insbesondere die Erwachsenen und die Kinder der Klasse-III sollten kürzere Unterkieferlängen aufweisen.

Die Ergebnisse bei den Kindern distaler Basenrelation von 2,98/2 entsprechen den SCHWARZ`schen Idealproportionen von 3/2 am besten.

Anhand des Fazialwinkels F nach SCHWARZ sollte geprüft werden, ob ein Zusammenhang besteht zwischen der ANB-Einteilung nach der Münchner Schule und einer Retro- bzw. Anteposition der Maxilla nach SCHWARZ:

Eine Korrelation war nicht feststellbar.

Es fällt auf, dass insbesondere die Kinder der Klasse-III die kleinsten Fazialwinkel aufweisen. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen der Oberkieferlängenmessung nach SCHWARZ, der vor allem für die Kinder der Klasse-III deutlich längere Oberkieferkörper fordert.

Ferner zeigen die apikalen Basenwinkel AB bzw. MM keine eindeutige Korrelation zur skelettalen Basenrelation nach der Münchner Schule.

Gegenüberstellende Betrachtung einzelner Messungen nach SCHWARZ – Münchner Schule in der vertikalen Dimension

Zwischen dem Basenwinkel B nach SCHWARZ und dem ML-NL-Winkel der Münchner Schule besteht eine eindeutige Korrelation (KF von 0,94 bis 0,98). Da die Winkelmessung sich nur in der Definition eines Schenkels leicht unterscheidet, ist die Messung aussagegleich zu verwenden.

Zum Indexwert der Münchner Schule besteht eine deutliche negative Korrelation (KF von -0,52 bis -0,82).

Der Inklinationswinkel J nach SCHWARZ und der NL-NSL-Winkel nach der Bergentechnik beinhalten beide die Information über die Schwenkung der Oberkiefergrundebene im Schädel. Die Winkelmessungen weisen eine eindeutige negative Korrelation für alle Probandengruppen auf.

(KF von -1,00 bis -0,83)

Zur Beurteilung der vertikalen Schädelproportionen verwendet SCHWARZ das Verhältnis der vorderen Kieferhöhe zur Mittelgesichtshöhe. Eine entsprechende Messung bietet die Münchner Schule in Form des Indexwertes. In allen Probandengruppen korrelieren (KF von -0,83 bis -0,96) das Verhältnis VKH/MG und der Indexwert mit höchster Signifikanz ($p < 0,001$), die Verlässlichkeit der Werte ist annähernd gleich. Sie sind inhaltlich aussagegleich zu verwenden, jedoch unterscheiden sich die Diagnosen anhand der Referenzwerte der beiden Analysen sehr deutlich: SCHWARZ kommt lediglich bei zwölf Kindern (19,7%) und einem der Erwachsenen (3,1%) zur selben diagnostischen Aussage, wie bei Anwendung des Indexwertes.

Die von SCHWARZ empfohlene Unterscheidung der Normwerte für Kinder (1,33) und Erwachsene (1,2) für das Verhältnis VKH-MG scheint wenig Sinn zu machen. Die neutralen Erwachsenen weichen deutlich von der Erwachsenennorm ab und zeigen im arithmetischen Mittel eine sehr gute Annäherung an den Kindernormwert von 1,33. Generell scheint ein Absolutwert ohne Toleranzen für die Klassifizierung des vertikalen Gesichtstyps wenig hilfreich zu sein.

6.2.4 Diskussion der diagnostischen Aussagen der Analyse nach SCHWARZ

Bei der Betrachtung der Längendiagnose von Oberkiefer und Unterkiefer unabhängig voneinander, fällt auf, dass SCHWARZ sowohl für die Kinder der Klasse-I, als auch für die skelettal harmonischen Erwachsenen als häufigste Diagnose „Unterkiefer zu lang“ und „Oberkiefer zu kurz“ stellt.

Für die Position des Oberkiefers findet SCHWARZ für die Kinder der Klasse-I und III am häufigsten die Normposition. Die Klasse-II-Kinder zeigen überwiegend eine Rückverlagerung, die Erwachsenen eine Vorverlagerung des Oberkiefers.

In den einzelnen Gruppen ermittelt SCHWARZ jeweils bei circa der Hälfte der Probanden eine Schwenkung (Inklination) des Oberkiefers nach vorne. Insbesondere die Kinder der Klasse-III zeigen die Anteinklination sogar bei 93,3%. Dies lässt die Vermutung zu, dass eine skelettale-Klasse-III stark mitverursacht wird, durch eine pathologische Oberkieferschwenkung.

Zur diagnostische Bewertung der sagittalen Bisslage alveolär über den AB-Winkel, bzw. skelettal über den MM-Winkel ist der SCHWARZ`sche Normwert äußerst kritisch zu beurteilen, da den SCHWARZ`schen Normangaben zufolge, gruppenunabhängig für nahezu alle Probanden die Diagnose „alveolärer Rückbiss“ bzw. „skelettale Klasse-II“, abzuleiten wäre.

Ähnliches gilt für den Basiswinkel B, der gruppenunabhängig am häufigsten die Diagnose „offen“ zeigt. Der Normwert des Basiswinkels ist in Frage zu stellen, da auch die skelettal harmonischen Erwachsenen mit einer vertikal neutralen Relation nach der Münchner Schule, zu 62,5% in die Kategorie „offen“ einzuordnen wären.

Die Beurteilung der vertikalen Verhältnisse am Schädel über das Verhältnis VKH-MG anhand der Normangaben zeigt ein ähnliches Problem: Trotz der Einstufung „Neutral“ nach der Münchner Schule beurteilt SCHWARZ keinen der Erwachsenen als korrekt. 96,9% liegen über dem Normwert, was dessen Anwendbarkeit v.a. bei den Erwachsenen, fraglich erscheinen lässt.

Auch keines der Kinder wird über den Quotienten als korrekt eingestuft. Diese Diagnose sollte demnach individuell, unter Berücksichtigung der Ausprägung der Abweichung von der Norm, beurteilt werden.

Die Dimensionen des aufsteigenden Astes präferiert SCHWARZ gruppenunabhängig kürzer und in allen Kindergruppen vorwiegend schmaler. Obwohl sich zwischen den Kindergruppen keine signifikanten Mittelwertdifferenzen bei den Astbreiten ergeben, zeigt sich doch im Gruppenvergleich, bei den Kindern der Klasse-II am häufigsten die Diagnose „Ast zu schmal“, bzw. bei den Kindern der Klasse-III die Diagnose „Ast zu breit“. Dies wäre ein Hinweis, dass die skelettale Basenrelation unter anderem mitverursacht wird durch eine Fehlentwicklung des Ramus ascendens in der Sagittalen. Auch BJØRK [12] findet diese Wechselwirkung zwischen dem Wachstumsmusters im Bereich des aufsteigenden Astes und der Gesamtform des Unterkiefers.

Die Erwachsenen erhalten jeweils zu 50% die Diagnose „zu schmal“ bzw. „zu breit“. Vor allem die Astlänge sollte nicht überbewertet werden, da das Durchzeichnen der Strukturen im Bereich des Kiefergelenks am FRS auf Grund von Hälftenungleichheiten des Schädels oder leichten Abweichungen bei der Kopfeinstellung erschwert wird. Diese Problematik ergibt sich immer bei Punkten, die nicht auf der Median-Sagittal-Ebene liegen [87].

Dies wird bestätigt durch Studien über Lokalisationsgenauigkeit kephalometrischer Referenzpunkte: Gerade das Auffinden von Strukturen im Bereich der Kondylen bereitet auffallend große Schwierigkeiten [56], [1], [34].

Die Diagnose der Höhenverhältnisse der Kiefer im alveolären Bereich kann nach SCHWARZ unabhängig vom Alter erfolgen, da sich die Verhältnisse im Laufe der Entwicklung nicht merklich ändern sollen. Dies lässt sich anhand dieser Studie nicht bestätigen. Die SCHWARZ`schen Sollverhältnisse findet man am besten erfüllt durch die erwachsenen Probanden. Auch bei anatomisch korrekter Okklusion treffen die vorgeschlagenen Werte von SCHWARZ im kindlichen Behandlungsalter nicht zu und unterliegen durchaus einer Veränderung während des Heranreifens des Kindes [48], [10], [11], [83]. Nach HAUSSER [40] zeigt die Oberkieferhöhe zur Unterkieferhöhe altersunabhängig, bei korrekter Okklusion, sowohl im Bereich der Schneidezähne, als auch im Molarenbereich ein konstantes Verhalten von 2:2,9. Die Proportion der

Schneidezahnhöhe zur Molarenregion im gleichen Kiefer erfährt hingegen eine Größenzunahme: Das durchschnittliche Verhältnis aller, von Hausser untersuchten Altersgruppen, beträgt 5:3,9.

Welcher Kiefer für eine Verschiebung der Verhältnisse ursächlich ist, muss am einzelnen Behandlungsfall geprüft werden.

7. Schlussfolgerung

Im Rahmen der untersuchten Fragestellung können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

1. Die kephalometrische Auswertung von Fernröntgenseitenbildern nach der Methode von A.M. SCHWARZ birgt für den unerfahrenen Behandler, aufgrund der Komplexität der Analyse, Schwierigkeiten bei der Findung der diagnostischen Konsequenz.
2. Der theoretische Umfang einer vollständigen kephalometrischen Analyse pro Behandlungsfall macht eine Individualisierung der Auswertung notwendig. Dies setzt erneut die Erfahrung des Behandlers bezüglich der Gewichtung der Befunde voraus.
3. Die These, dass die skelettalen Normproportionen im harmonischen Gebiss altersunabhängig zu finden sind, kann nicht bestätigt werden.
4. Die These, dass die angegebenen Normproportionen für das häufigste Behandlungsalter die beste Gültigkeit haben, kann nicht bestätigt werden.
5. Die Einteilung der skelettalen Basenrelation nach der Münchner Schule korreliert nicht mit den Kieferkörper-Proportionen nach SCHWARZ
6. Abweichungen der skelettalen Proportionen von den Sollberechnungen können lediglich als Anhaltspunkt dienen, machen jedoch eine allein darauf gestützte therapeutische Konsequenz unmöglich.

8. Deutsche Zusammenfassung

Die Anwendung kephalometrischer Analyseverfahren zur Auswertung und Planung kieferorthopädischer Behandlungsverfahren gehört heutzutage zum wissenschaftlichen Standard. Die Diagnostik wird erleichtert durch das systematische Abgleichen des Behandlungsfalls mit empfohlenen Normangaben.

A.M. SCHWARZ entwickelte seine Analyse im Sinne einer praktischen Analyse, d.h. sie ist primär für die Lösung alltäglicher Fälle in der Praxis gedacht.

Die vorliegende Arbeit soll anhand der Untersuchung ausgewählter Messungen nach A.M. SCHWARZ klären, ob sich diese Vorgabe erfüllt.

Durch Untergliederung des Untersuchungsmaterials von 61 Kindern nach der, an der Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU angewandten modifizierten Bergentechnik, in die skelettalen Klassen I, II und III, wird ein besonderes Augenmerk auf das Verhalten der skelettalen Proportionen in den verschiedenen Befundklassen gelegt. Die Überprüfung der Reliabilität der SCHWARZ'schen Normproportionen erfolgt mittels der Auswertung 32 erwachsener harmonischer Probanden.

Abgesehen vom Inklinationswinkel J, zeigen alle untersuchten Winkelmessungen nach SCHWARZ altersspezifische Unterschiede. Erwachsene weisen einen größeren Fazialwinkel F, einen kleineren Basiswinkel B, sowie kleinere Basenwinkel AB bzw. MM als die Kinder auf.

Die gemessenen Fazialwinkel ergeben bei den Erwachsenen vorwiegend die Diagnose „Anteposition“. Die Kinder, v.a. die der Klasse-III neigen zur Retroposition des Oberkiefers. Äquivalente Ergebnisse zeigen Untersuchungen an Kindern mit harmonischer Okklusion [48], [10].

Bei der Betrachtung des Inklinationswinkels neigen alle Probandengruppen zu größeren Werten als der Norm und somit einer Gebisschwenkung des Oberkiefers nach vorne. Insbesondere bei den Kindern der Klasse-III wird diese Diagnose für 93,3% der untersuchten Individuen gestellt.

Schwierig erscheint die Diagnostik mittels der Basenwinkel AB und MM. Unabhängig von ihrer Einteilung nach der skelettalen Basenrelation nach der Münchner Schule imponieren Winkelwerte über der Norm und somit gruppenunabhängig die Diagnosen „alveolärer Rückbiss“ bzw. „skelettale Klasse-II“.

Die Längenmessungen ergeben alle signifikante altersspezifische Unterschiede, die SCHWARZ mit Korrekturwerten auszugleichen versucht.

Die SCHWARZ'schen Normproportionen weichen von unseren Ergebnissen ab:

Er fordert auch in der Gruppe der harmonischen Erwachsenen kürzere Unterkieferkörper, kürzere und schmalere aufsteigende Äste, sowie längere Oberkieferkörper. Die Ist-Proportionen der Kieferkörper zueinander weichen in der Referenzgruppe mit höchster Signifikanz von den gewünschten Sollproportionen ab. Eine Korrelation zwischen den Ist- und den Soll-Proportionen ist nicht zu ermitteln.

Korrelationen zwischen der ANB-Einteilung nach der Münchner Schule und den Proportionen der Kiefer sind nicht feststellbar. Ebenso besteht keine Korrelation zwischen den Längenproportionen der Kiefer in der Sagittalen und den Proportionen im Bereich der Alveolarfortsätze.

Die Berechnung der Proportionen im Bereich der Alveolarfortsätze ergibt altersspezifische Unterschiede. Die Ergebnisse dieser Studie, wie auch die Ergebnisse von KÖNING [48] und BIRKE [10], zeigen gleichsinnige Abweichungen der Höhenverhältnisse von den SCHWARZ'schen Sollproportionen.

Die Beurteilung der vertikalen Schädelproportion, mittels des Verhältnisses VKH/MG erscheint als nicht empfehlenswert. Die Anwendung verschiedener Normwerte für Kinder und Erwachsene macht wenig Sinn, da diese Berechnung keine altersspezifischen Differenzen ergibt.

SCHWARZ versucht als einer der ersten Kieferorthopäden, die Komplexität der Craniometrie und Gnathometrie mit Hilfe eines Analyseverfahrens zu erfassen. Sein Ziel war es, die Vielzahl der möglichen kieferorthopädisch relevanten Verbildungen anhand des Fernröntgenseitenbildes aufzuschlüsseln. Seiner Ansicht nach ergibt sich die Art der kieferorthopädischen Verbildung in Form der Abweichung des Ist-Zustandes vom Soll-Zustand.

Trotz stetiger Weiterentwicklung des Auswertungsverfahrens Zeit seines Lebens [66], [82], können noch deutliche Defizite festgestellt werden. Intensive Einarbeitung und Erfahrung mögen manche Schwierigkeit der Analyse eliminieren, jedoch bestätigen auch mit dem Verfahren lange vertraute Behandler, gewisse Unzulänglichkeiten [55]. An Universitäten, die die Analyse nach SCHWARZ lehren, konnten Diskrepanzen zwischen den empfohlenen Normwerten der Analyse und eigenen Befunden festgestellt werden. Die geforderte Übereinstimmung von Soll- und Istprofil bei Regelbissen war nach KÖNING [48] nur in 30%, nach BIRKE [10] nur in 23% der Fälle, zu finden. Von 200 Kindern ohne Verbildung erhielten lediglich vier die Ist-Diagnose „Mittelwertsgesicht ohne Gebisschwenkung“ [48], [10].

Grundsätzlich ist die individuelle Ermittlung von Ist-Soll-Vergleichen, wie sie von SCHWARZ eingeführt wurde, zu begrüßen, da sie die Bewertung der individuellen Verbildung, unabhängig von starren Normen ermöglicht [45], [46].

Neben anderen Autoren betont SCHWARZ [87] immer wieder, dass nicht die reine Annäherung der Messwerte an die Durchschnittswerte als oberstes Behandlungsziel anzusehen ist [35], [17]. Der moderne Kieferorthopäde sollte sich vielmehr der Vielzahl normaler Variationen bewusst sein und ein, in diesem Rahmen, optimales ästhetisches Ergebnis mit stabiler Funktion anstreben [2], [9], [20], [29], [78]. Erstrebenswert wäre die Etablierung alters- und geschlechtsabhängiger kephalometrischer Standards, welche aber in den wenigsten Studien Beachtung findet [37], [45], [73], [80], [33]. Darüber hinaus sollte bei der Verwendung jeglicher kephalometrischer Normen, die Möglichkeit einer ethnisch bedingten Variation, beachtet werden [96].

9. Englische Zusammenfassung

The appliance of cephalometric analytical methods for the evaluation and planning of orthodontic treatment is the scientific standard today. To ease diagnostics it is useful to synchronize the treated case systematically with recommended norms.

A.M. SCHWARZ developed his technique in terms of a practical analysis:

It is primarily designed for the solution of everyday cases in clinical practice. The in hand paper tries, on the basis of studying several selected measurements by A.M. SCHWARZ to find out, whether this condition is fulfilled or not.

Subdividing the 61 infantile probands into the skeletal classes I, II and III by the modified Bergen-technique (used at the Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München) helps to examine primarily the conduct of the skeletal proportion in the different groups. The review of the reliability of the norm proportions recommended by A.M. SCHWARZ results from the evaluation of 32 harmonic grown-ups.

Apart from the angle of inclination J, all the angle measurements based on A.M. SCHWARZ, show age-related differences. The adults exhibit a larger facial-angle F, a smaller base-plane-angle B and smaller apical-basis-angles AB and MM than the children do.

The measured facial-angle F for the adults shows in most of the cases the diagnosis "ante-position".

The children, especially those of the class-III, tend to a "retro-position" of the upper jaw. Studies on children with a harmonic occlusion show equivalent results. [48], [10]. The examination of the angle of inclination J demonstrates the drift to larger data for every proband group than the norm and thus a forward-inclination of the upper jaw ("ante-inclination"). In particular the class-III-children present this diagnose in 93,3% of the cases.

Diagnostics using the apical-basis-angles AB and MM seems to be similarly complex. Independent of the skeletal classes by the modified Bergen-technique, predominantly

measured values larger than the norm and thereby the diagnoses “alveolar-retroocclusion” or rather “gnathic-class-II” is found.

The measurement of all distances show significant age-related differences, which SCHWARZ tries to equalize by using correction-values.

The norm proportions by SCHWARZ deviate from our results:

SCHWARZ demands a shorter lower-jaw-body, a shorter narrower ascending ramus and a longer upper-jaw-body even for the group of the harmonic adults. The as-is-proportion of the jaws to each other differs in the reference group with high-level significance from the desired norm-proportion. A correlation between the as-is-proportion and the norm-proportion can not be found.

Correlations between the ANB-classification by the modified Bergen-technique and the proportion of the jaws to each other can not be established. Also there is no correlation between the proportion of the jaws sagittal length and the proportion in the range of the alveolar processes.

The calculation of the proportion in the range of the alveolar processes presents age-related differences. The results of this study, such as the findings from KÖNING [48] and BIRKE [10], similarly show height-relation-aberrances from the norm-height-proportion postulated by SCHWARZ.

The appraisal of the vertical skull proportion using the relation VKH/MG doesn't seem to be advisable. The utilization of different norms for the children and the adults doesn't make much sense, as the mode of this calculation doesn't show age-related differences.

As one of the first orthodontists, SCHWARZ tried to acquire the complexity of craniometry and gnathometry with the aid of an analytical method.

It was his aim to itemize the multitude of possible orthodontic malformations with the aid of the lateral x-ray head film. In his opinion the mode of orthodontic malformation arises in the form of deviation between the as-is-state and the norm-state.

Despite of constant enhancements of Schwarz's cephalometric method during his lifetime [66], noteworthy deficits still can be discovered. Intensive practice and experience may zero out some of the analysis' inconsistencies, but nevertheless

even therapists who are very familiar with the method affirm certain demerits [55]. Universities, who teach the analysis by SCHWARZ, verify discrepancies between the recommended norms and their own findings. The, for norm-occlusion, claimed accordance between the norm- and the as-is-profile, only can be found in 30% of the cases by KÖNING [48] and in 23% of the cases by BIRKE [10]. Only four out of two hundred children without any malformation gained the as-is-diagnosis “average face without jaw-slanting” [48], [10].

In principle, the individual comparison of the as-is state with the ought-to-be state established by SCHWARZ, is very profitable, due to the evaluation of the individual anomaly independent of rigid norms [45], [46].

Beside other scientists, SCHWARZ [87] underlines consistently, not only to aim for the achievement of the norm [100], [101]. In fact, the modern orthodontist should be aware of the infinite variety that can be called normal. The optimum aesthetic result consistent with stable function has to be aspired [2], [9], [20] [29], [78].

The establishment of age- and sex-related cephalometric standards would be desirable. Unfortunately scarcely anybody pays attention to this demand [37], [45], [73], [80], [33]. Furthermore, the application of cephalometric norms shouldn't take place without considering the possibility of an ethnical variation [96].

10. Literaturverzeichnis

- [1] *Adenwalla, S.T., Kronman, J.H., Attarzadeh, F.A.:* Porion and condyle as cephalometric landmarks – An error study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 94, 5 (1988), S. 411-415
- [2] *Altemus, L.A.:* A comparison of cephalofacial relationships. *Angle Orthod* 30, 4 (1960), S. 223-240
- [3] *Ascher, F.:* Die rekonstruierte Bisshöhe im Anwendungsbereich der kieferorthopädischen Prothetik und der chirurgischen Kieferorthopädie. *Fortschr Kieferorthop* 36, (1975), S. 98-123
- [4] *Athanasiou, A.E.:* Orthodontic cephalometry. Mosby-Wolfe, London 1995
- [5] *Aydemir S., Çeylan I., Eröz Ü.B.:* Longitudinal cephalometric changes in the maxilla, mandible and maxillary-mandibular relationship between 10 and 14 years of age. *Aust Orthod J* 15, 5 (1999), S. 284-288
- [6] *Baum, A.T.:* A cephalometric evaluation of the normal skeletal and dental pattern of children with excellent occlusions. *Angle Orthod* 21, 2 (1951), S. 96-103
- [7] *Baumrind, A., Frantz, R.:* The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. *Am J Orthod* 60, 2 (1971), S. 111-127
- [8] *Baumrind, S., Frantz, R.:* The reliability of head film measurements. 2. Conventional angular and linear measurements. *Am J Orthod* 60, 5 (1971), S. 505-517
- [9] *Bergman, R.T.:* Cephalometric soft tissue facial analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 116, 4 (1999), S. 373-389

- [10] *Birke, P.:* Fernröntgenologische Untersuchungen über Kiefer-Gesichts-Beziehungen an Kindern mit anatomisch korrekter Okklusion im Alter von 9 bis 12 Jahren nach A.M. SCHWARZ. Zahnmed Diss, Halle/Saale 1960
- [11] *Björk, A., Skielle, V.:* Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric studies over a period of 25 years. Eur J Orthod 5, 1 (1983), S. 1-46
- [12] *Björk, A.:* Cranial base development. Am J Orthod 41, 3 (1955), S. 198-225
- [13] *Björk, A.:* The face in profile. Sven Tandlak Tidskr 40, 5B (1947), S. 1-29
- [14] *Broadbent, B.H.:* A new x-ray technique and its application to orthodontia. Angle Orthod 1, 2 (1931), S. 45-66
- [15] *Broadbent, B.H.:* Bolton standards and technique in orthodontic practice. Angle Orthod 7, 4 (1937), S. 209-233
- [16] *Broadbent, B.H.:* The face of the normal child. Angle Orthod 7, 4 (1937), S. 183-208
- [17] *Brodie, A.G.:* Wie wir den Gesichtsschädel erforschten. Fortschr Kieferorthop 20, 2 (1959), S. 105-117
- [18] *Bühl, A., Zöfel, P.:* SPSS Version 10: Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 7. Auflage, Addison Wesley Verlag, München 2000
- [19] *Carlsson, G.E.:* Error in X-ray cephalometry. Odontol Tidskr 75, 2 (1967), S. 99-129
- [20] *Champagne, M.:* Cephalometrics vs. esthetics. J Gen Orthod 12, 3 (2001), S. 5
- [21] *Christie, T.:* Cephalometric patterns of adults with normal occlusion. Angle Orthod 47, 2 (1977), S. 128-135

- [22] *Cohen, A.M., Linney, A.D.*: A preliminary study of computer recognition and identification of skeletal landmarks as a new method of cephalometric analysis. *Br J Orthod* 11, 3 (1984), S. 143-154
- [23] *Cohen, A.M.*: Uncertainty in cephalometrics. *Br J Orthod* 11, 1 (1984), S. 44-48
- [24] *Dibbets, J., Nolte, K.*: Effect of magnification on lateral cephalometric studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 122, 2 (2002), S. 196-201
- [25] *Downs, W.B.*: Analysis of the dentofacial profile. *Angle Orthod* 26, 4 (1956), S. 191-212
- [26] *Edler, R.J.*: Background considerations to facial aesthetics. *J Orthod* 28, 2 (2001), S. 159-168
- [27] *El-Batouti, A., Øgaard, B., Bishara, S.E.*: Longitudinal cephalometric standards for Norwegians between the ages of 6 and 18 years. *Eur J Orthod* 16, 6 (1994), S. 501-509
- [28] *Enlow, D.H.*: Handbook of facial growth. 2nd Ed, Saunders, Philadelphia 1982
- [29] *Ferrario, V.F., Sforza, C., Miani, A., D'Addona, A., Todisco, M.*: Cephalometrics and facial shape: new thresholds by an overall approach to classic standards. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 6, 4 (1991), S. 261-269
- [30] *Finlay, L.M.*: Craniometry and cephalometry: A history prior to the advent of radiography. *Angle Orthod* 50, 4 (1980), S. 312-321
- [31] *Franklin, J.B.*: Certain factors of aberration to be considered in clinical roentgenographic cephalometry. *Am J Orthod* 38, 5 (1952), S. 351-368
- [32] *Gerlach, P.*: Proportion. Körper. Leben. Quellen, Entwürfe und Thesen. Apex Verlag, Köln 1990

- [33] *Gianelly, A.A.*: Age and sex cephalometric norms? Am J Orthod 57, 5 (1970), S. 497-501
- [34] *Graber, T.M.*: Problems and limitations of cephalometric analysis in orthodontics. J Am Dent Assoc 53, 4 (1956), S. 439-454
- [35] *Graf, H., Koch, E.-M.*: Alters- und geschlechtsspezifische Analyse von Zahn-, Kiefer- und Gesichtsmaßen bei Kindern mit regelrechten und nicht regelrechten Gebissbefunden. Stomatol DDR 31, 7 (1981), S. 487-491
- [36] *Gravelly J.F., Benzies, P.M.*: The clinical significance of tracing error in cephalometry. Br J Orthod 1, 3 (1974), S. 95-101
- [37] *Haavikko, K., Rahkamo, A.*: Age and skeletal type-related changes of some cephalometric parameters in finnish girls. Eur J Orthod 11, 3 (1989), S. 283-289
- [38] *Hasund, A.*: Klinische Kephalmetrie für die Bergen-Technik. Kieferorthopädische Abteilung des Zahnärztlichen Instituts der Universität Bergen, Bergen 1974
- [39] *Hausser, E.*: Die Bedeutung der Kiefer-Gesichts-Schädel-Beziehungen im Fernröntgenbild als diagnostisches Hilfsmittel. Fortschr Kieferorthop 37, 4 (1976), S. 413-427
- [40] *Hausser, E.*: Schädelaufbau bei anatomisch korrekter Okklusion. Fortschr Kieferorthop 17, 3 (1956), S. 175-185
- [41] *Hausser, E.*: Weichteilprofil und knöchernes Profil bei anatomisch korrekter Okklusion. Fortschr Kieferorthop 16, 1 (1955), S. 32-41
- [42] *Hixon, E.H.*: Cephalometrics: A perspective. Angle Orthod 42, 3 (1972), S. 200-211
- [43] *Hixon, E.H.*: The norm concept and cephalometrics. Am J Orthod 42, 12 (1956), S. 898-906

- [44] *Hofrath, H.:* Die Bedeutung der Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien. *Fortschr Kieferorthop* 1, 2 (1931), S. 232-258
- [45] *Hollmann, K.:* Zur Analyse der dentofacialen Strukturen mit dem graphischen Ist-Soll-Vergleich (ISV). *Inf Orthod Kieferorthop IOK* 16, 4 (1984), S. 407-416
- [46] *Hollmann, K.:* Zur Bewertung des kephalometrischen Befundes in der kieferorthopädischen Behandlung. *Österr Z Stomatol* 77, 11 (1980), S. 395-399
- [47] *Hussels, W., Nanda, R.:* Analysis of factors affecting angle ANB. *Am J Orthod* 85, (1984), S. 411-423
- [48] *Köning, K.:* Fernröntgenologische Untersuchungen nach A.M. SCHWARZ an Kindern mit anatomisch korrekter Okklusion im Alter von 6 bis 9 Jahren. Zahnmed Diss, Halle/Saale 1960
- [49] *Korkhaus, G.:* Die Auswertung des Fernröntgenbildes in der Kieferorthopädie. *Fortschr Orthodontik u Kinderzahnheilk.*
In: *Dtsch Zahn-, Mund- u Kieferheilk* 3, 11 (1936), S. 715-729
- [50] *Korkhaus, G.:* Die Bedeutung des Fernröntgenbildes für die kieferorthopädische Praxis. *Fortschr Kieferorthop* 20, 1 (1959), S. 1-21
- [51] *Lewis, A.B., Roche, A.F., Wagner, B.:* Growth of the mandible during pubescence. *Angle Orthod* 52, 4 (1982), S. 325-342
- [52] *Lewis, A.B.:* The impact of cephalometry on orthodontic concepts. *Angle Orthod* 20, 2 (1950), S. 67-73
- [53] *Lutze, K.:* Die Entdeckung der X-Strahlen. *Zahnärztl Mitt* 12, (2007), S. 96-100
- [54] *Midtgård, J., Björk, G. Linder-Aronson, S.:* Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurement of cephalometric cranial distances. *Angle Orthod* 44, (1974), S. 56-61

- [55] *Miethke, R.-R.*: Possibilities and limitations of various cephalometric variables and analyses. In: Anthanasiou A.E., ed. Orthodontic Cephalometry, Mosby-Wolfe, London 1995, S. 63-104
- [56] *Miethke, R.-R.*: Zur Lokalisationsgenauigkeit kephalometrischer Referenzpunkte. Prakt Kieferorthop 3, (1989), S. 107-122
- [57] *Mischke, K.L.*: FRS-Analyse – Historische Events. Online im Internet (2000): http://medweb.uni-muenster.de/institute/zmk/einrichtungen/kfo/lehre/bildung/analysen/frs/geschichte/index_dyn.html, 25.04.2003
- [58] *Moore, A.*: Cephalometrics as a diagnostic tool. J of the American dental Assoc 82, (1971), S. 775-781
- [59] *Nanda, N.K., Sassouni, V.*: Planes of reference in roentgenographic cephalometry. Angle Orthod 35, 4 (1965), S. 311-319
- [60] *Nawrath, K.*: Über die Maß- und Winkeltreue der Fern-Röntgen-Aufnahmen des Schädels. Vortrag, gehalten auf der Jahrestagung der Deutschen Ges. f. K. O., Düsseldorf 1957
- [61] *Neumann, D.*: Die fernröntgenologische Auswertung der Größe und Lage des Oberkiefers. Fortschr Kieferorthop 18, 1 (1957), S. 77-82
- [62] *Oettinger, W.*: Untersuchungen an Röntgenaufnahmen über Altersveränderungen und Geschlechtsunterschiede am Unterkiefer und seine Beziehung zum Gesichtsskelett unter besonderer Berücksichtigung der Methode Schwarz. Zahnmed Diss, München 1961
- [63] *Price, C.*: Oral radiology in Canada. J Can Dent Assoc 56, 3 (1990), S. 227-230
- [64] *Rakosi, T.*: Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse. 2. Auflage, Hanser, München/Wien 1988

- [65] *Reich, U., Dannhauer, K.-H.:* Zur kraniofazialen Morphologie kieferorthopädisch un behandelter Patienten aus dem Raum Sachsen. Fortschr Kieferorthop 57, 4 (1996), S. 246-258
- [66] *Reichenbach, E., Barth, J.A.:* A.M. Schwarz zum 75. Geburtstag am 16. Mai 1962. Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl Gesamte 37, 5-10 (1962), S. 432
- [67] *Reichenbach, E., Barth, J.A.:* Im 77. Lebensjahr verschied Universitäts-Professor Dr. A.M. Schwarz. Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl Gesamte 40, 3-4 (1963), S. 176
- [68] *Richardson, A.:* A comparison of traditional and computerized methods of cephalometric analysis. Eur J Orthod 3, 1 (1981), S. 15-20
- [69] *Richardson, A.:* An investigation into the reproducibility of some points, planes and lines used in cephalometric analysis. Am J Orthod 52, 9 (1966), S. 637-651
- [70] *Ricketts, R.M.:* Die Notwendigkeit der Kephalmetrie in der klinischen Kieferorthopädie von heute. Inf Orthod Kieferorthop 3, (1975), S. 195-217
- [71] *Ricketts, R.M.:* Perspectives in the clinical application of cephalometrics. Angle Orthod 51, 2 (1981), S. 105-150
- [72] *Ricketts, R.M.:* The influence of orthodontic treatment on facial growth and development. Angle Orthod 30, 3 (1960), S. 103-133
- [73] *Ricketts, R.M.:* The value of cephalometrics and computerized technology. Angle Orthod 42, 3 (1972), S. 179-199
- [74] *Riedel, R.A.:* The relation of maxillary structures to cranium in malocclusion and in normal occlusion. Angle Orthod 22, 3 (1952), S. 142-145
- [75] *Rudzki-Janson, I., Lederer, B.:* Kieferorthopädische Journalblätter. München 1988-2000

- [76] *Rufenacht, C.R.:* Ästhetik in der Zahnheilkunde - Grundlagen und Realisierung. Quintessenz, Berlin 1990
- [77] *Savara B.S, Tracy, W.E., Miller, P.A.:* Analysis of errors in cephalometric measurements of three-dimensional distances on the human mandible. Arch Oral Biol 11, (1966), S. 209-217
- [78] *Scheidemann, G.B., Bell, W.H., Legan, H.L., Finn, R.A., Reisch, J.S.:* Cephalometric analysis of dentofacial normals. Am J Orthod 78, 4 (1980), S. 404-420
- [79] *Schmid, G.:* Gesichtsschädelaufbau bei anatomisch korrekter Okklusion – Eine fernröntgenologische Untersuchung an 91 Kindern und 45 Erwachsenen. Zahnmed Diss, Tübingen 1976
- [80] *Schmuth, G.P.F., Chow, K.W., Drescher, D.:* Comparison of cephalometric mean values. Eur J Orthod 10, 1 (1988), S. 68-71
- [81] *Schmuth, G.P.F.:* Methodische Schwierigkeiten bei der Anwendung der Röntgenkephalometrie in der Kieferorthopädie. Fortschr Kieferorthop 32, 2 (1971), S. 317-325
- [82] *Schmutz, A.:* A.M. SCHWARZ – Ein großer österreichischer Wissenschaftler und „Praktiker“ der Zahn- Mund- und Kieferheilkunde. Zahnmed Diss, Bonn 1988
- [83] *Schöck, W.:* Die Längenproportion der Schädelbasis zu der Oberkieferbasis, der Unterkieferbasis und dem aufsteigenden Ast des Unterkiefers. Zahnmed Diss, Hamburg 1971
- [84] *Schuster, U.:* Proportionslehre. Online im Internet:
<http://www.lpg.musin.de/kusem/lk/prop/prop.htm> 13.02.2004
- [85] *Schwartz, H.:* The norm concept – its use and abuse. Angle Orthod 23, 3 (1953), S. 138-141

- [86] *Schwarz, A.M.*: Die Bedeutung des Fernröntgenbildes für die kieferorthopädische Praxis Fortschr Kieferorthop 20, 1 (1959), S. 22-38
- [87] *Schwarz, A.M.*: Die Röntgenostatik. Urban & Schwarzenberg, Wien, 1958
- [88] *Schwarz, A.M.*: Gebisswinkel und Profil.
Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd 2, 8 (1935), S. 488-508
- [89] *Schwarz, A.M.*: Lehrgang der Gebissregelung-Untersuchungsgang.
Bd. I, 3. Auflage, Urban&Schwarzenberg, Wien/Innsbruck 1961
- [90] *Schwarz, A.M.*: Über die senkrechten Fehlbildungen des Gebisses.
Fortschr Kieferorthop 21, 3 (1960), S. 358-381
- [91] *Schwarz, A.M.*: Wie der angehende Kieferorthopäde Gesicht und Schädel verstehen lernt. I. Auflage, Urban&Schwarzenberg, Wien/Innsbruck 1955
- [92] *Segner, D., Hasund, A.*: Individualisierte Kephalemetrie. 3. Auflage, Segner, Hamburg 1988
- [93] *Segner, D.*: Floating norms as a means to describe individual skeletal patterns. Eur J Orthod 11, 3 (1989), S. 214-220
- [94] *Sekiguchi T., Savara, B.S.*: Variability of cephalometric landmarks used for face growth studies. Am J Orthod 61, 6 (1972), S.: 603-618
- [95] *Simon, P.W.*: Über den Normbegriff in der Orthodontie. In: Sammlung Meusser: Abhandlungen aus dem Gebiete der Zahnheilkunde 18, Meusser, Berlin 1951
- [96] *Slavicek, R., Schadlbauer, E.*: Untersuchungen zu kephalometrischen Messwerten unter Berücksichtigung regionaler Aspekte. Inf Orthod Kieferorthop 13, 4 (1981), S. 311-372
- [97] *Sonnabend, E., Benz, C.*: Röntgentechnik in der Zahnheilkunde. 3. Auflage, Urban&Schwarzenberg, München/Wien/Baltimore 1997

- [98] *Spitzer, W., Rücker, M.*: Zahnärztliche Röntgenologie. In: Schwenzer, N., Ehrenfeld, M. (Hrsg.): Allgemeine Chirurgie, Bd. 1, Thieme, Stuttgart 2000
- [99] *Steffek, S.*: The r project for statistical computing. Online im Internet (2006): <http://www.r-project.org>; 28.11.2006
- [100] *Steiner, C.*: Cephalometrics for you and for me. Am J Orthod 39, 10 (1953), S. 729-755
- [101] *Steiner, C.*: Cephalometrics in clinical practice Angle Orthod 29, 1 (1959), S. 8-29
- [102] *Steiner, C.*: The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment. Am J Orthod 46, 10 (1960), S. 721-735
- [103] *Steinvorth, C.J.*: Methods employed in the analysis of malocclusion in the department of orthodontia at the University of Illinois. Angle Orthod 23, 1 (1953), S. 46-55
- [104] *Stelzner, R.*: Der Goldene Schnitt. Das Mysterium der Schönheit. Universität Witten/Herdecke 2003
- [105] *Thurrow, R.C.*: Cephalometric methods in research and private practice. Angle Orthod 21, 2 (1951), S. 104-116
- [106] *Tiegelkamp, K.H.*: Beziehungen zwischen Oberkiefer- und Unterkieferlänge bei Distalbißfällen. Fortschr Kieferorthop 22, 2 (1961), S.211-219
- [107] *Tollaro, I., Baccetti, T., Franchi, L.*: Floating norms for the assessment of craniofacial pattern in the deciduous dentition. Eur J Orthod 18, 1 (1996), S. 359-365
- [108] *Tweed, C.H.*: The Frankfort mandibular incisor angle (FMIA) in orthodontic diagnosis, treatment planning and prognosis. Angle Orthod 24, 3 (1954), S. 121-169

- [109] *Weber, U., Trotman, C.-A., McNamara, J.A., Behrents, R.:* Sexual dimorphism in normal craniofacial growth. *Angle Orthod* 63, 1 (1993), S. 47-56
- [110] *Welcker, H.:* Das Profil des menschlichen Schädels mit Röntgenstrahlen am Lebenden dargestellt. *Correspondenz Blatt Deutsche Gesellschaft für Anthropologie* 27, (1896), S. 38-39
- [111] *Williams, S., Andersen, C.E.:* The morphology of the potential class III skeletal pattern in the growing child. *Am J Orthod* 89, 4 (1986), S. 302-311
- [112] *Wingberg, J.-P.:* Computerunterstützte Kephalemetrie nach der Bergentechnik. *Zahnmed Diss, Hamburg* 1984
- [113] *Zentner, A., Doll, G.M.:* Größendiskrepanz der apikalen Kieferbasen und der Behandlungserfolg der Angle-Klasse-III-Anomalie. *Fortschr Kieferorthop* 62, 2 (2001), S. 97-106

11. Anhang

Formblatt Münchner Schule

POLIKLINIK FÜR KIEFERORTHOPÄDIE DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN			Jahr	7 Seite
Name	Vorname	Geburtsdatum	KO - -	

Messungen:	Datum	A	B	C	D	E
Normwerte - Gerades Ges. Erwachsener	Alter					
SNio	63					
IoNA	19					
SNA	82					
SNB	80.5					
ANB	1.5					
SNPg	81					
PgNB	0.5					
NSBa	131					
Gn-Igo-Ar	123					
N-Winkel	58					
H-Winkel	8					
PO-NSL	7					
NL-NSL	7.5					
ML-NSL	28					
ML-NL	20.5					
D-Winkel	45					
N-Sp' (mm)						
Sp'-Gn (mm)						
N-Sp' / Sp'-Gn	100 (%)	79				
Sp'-Gn untere Ges. schräglänge	N-Gn	= 56 %				
I-Sp (mm)	30					
T-Gn (mm)	44 46					
I-T (Grad)	131					
I-NA (Grad)	22					
T-NB (Grad)	25					
I-NA (mm)	4					
T-NB (mm)	4					
T-NPg (mm)						
Pg-NB (mm)	2					
Nasolabial-Winkel						

	SNA	NL-NSL	NSBa	ML-NSL	SNB	ML-NL	D
	62		141	43	54		
	63		140	42	55	28	
	64	14		41	56		
	65		139	40	57	27	47
	66	13		39	58		
	67		138	38	59	26	
	68		137	37	60		46
	69	12		36	61		
	70		136	35	62	25	
	71		135	34	63	24	
	72	11		33	64		
	73		134	32	65	23	45
	74		133	31	66		
	75	10		30	67	22	
	76		132	29	68		
	77	9		28	69	21	
	78		131	27	70		44
	79		130	26	71	20	
	80	8		25	72		
	81		129	24	73	19	
	82		128	23	74		43
	83	7		22	75	18	
	84		127	21	76		
	85	6		20	77	17	
	86		126	19	78		42
	87	5		18	79	16	
	88		125	17	80		
	89		124	16	81	15	
	90	4		15	82		41
	91		123	14	83	14	
	92		122	13	84		
	93	3		12	85	13	
	94		121	11	86		
	95		120	10	87	12	
	96	2		9	88		
	97		119	8	89		
	98		118	7	90		
	99		117	6	91		
	100		116	5	92		
	101	1		4	93		
	102		115	3	94		
	103		114	2	95		
		0		1	96		
			113	0	97		
			112		98		

KEPHALOMETRIE

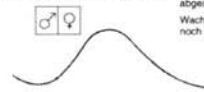
I. Gesichtstyp

II. Basaler Trend der Anomalie

sagittal:

vertikal:

III. Wachstumsanalyse



Körpergröße

Vater	cm
Mutter	cm
Patient	cm
Prognose	cm

	+	-	
1. Form der Kondylen			50 %
2. Canalis mandibularis			36 %
3. Unterrand der Mandibula mit Symphyse			4,5 %
4. Neigung der Symphyse			9,5 %
5. Anteriore Untergesichtshöhe			
6. Kieferwinkel			
Prognose von:			
Wachstum	KFO		
ANB = " ▶ "			
N-Winkel = " ▶ "			
PgNB = " ▶ "			
SNPg = " ▶ "			
ML-NL = " ▶ "			
Summe:			
Total:			
1 und 6:			
D-Winkel = 0,2 · ANB + 0,58 · (ML - NL) + 31,74			
Kasus	Prognose	Prognose	Prognose

IV. Weichteilanalyse

$$H\text{-Winkel} = 1,06 \cdot ANB - 0,25 \cdot SNPg + 25,67$$

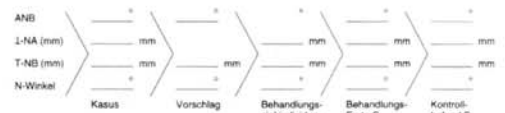
V. Zahnstellungsanalyse

$$T\text{-NB (mm)} = 0,47 \cdot ANB + 0,11 \cdot (ML - NL) + 0,06 \cdot (N\text{-Winkel}) - 2,40$$

$$T\text{-NB (mm)} = 0,47 \cdot ANB + 0,11 \cdot (ML - NL) + 0,06 \cdot (N\text{-Winkel}) - 2,40$$

$$T\text{-NB (mm)} = 0,47 \cdot ANB + 0,11 \cdot (ML - NL) + 0,09 \cdot (N\text{-Winkel}) - 4,21$$

$$I\text{-NA (mm)} = 0,93 \cdot ANB + 0,09 \cdot (ML - NL) + 0,08 \cdot (N\text{-Winkel}) + 0,43$$



VI. Platzanalyse des Unterkiefers

Platzbedarf:	+	-
Platzverhältnisse		
Korrektur der Speeschen Kurve		
Fächerform der Front		
Retrusion T		
Total:		

Platzquellen:	+	-
Protrusion T		
Lateral-Expansion		
Distalisierung		
Aufrichtung von 6		
Bottom Diskrepanz (Nur nach Abschließen im UK)		
Extraktion		
Total:		

VII. Konsequenz der kephalometrischen Analyse für die kieferorthopädische Behandlungsplanung:

Anhang

Deskriptive statistische Auswertung Fazialwinkel F

Subgruppe	N	MW	STA	Min	Median	Max
Kinder Ges.	61.00	84.75	2.67	80.10	84.50	90.60
Erwachsene	32.00	86.47	3.20	78.30	87.10	91.90
Kind I	27.00	84.93	2.86	80.10	85.10	90.60
Kind II	19.00	84.85	2.74	80.60	84.60	90.30
Kind III	15.00	84.29	2.34	80.40	84.10	88.20

Deskriptive statistische Auswertung Inklinationswinkel J

Subgruppe	N	MW	STA	Min	Median	Max
Kinder Ges.	61.00	87.28	2.81	79.60	86.90	93.20
Erwachsene	32.00	86.35	2.02	82.70	86.50	90.60
Kind I	27.00	87.10	2.68	81.50	86.60	93.20
Kind II	19.00	86.43	3.34	79.60	86.30	91.70
Kind III	15.00	88.68	1.72	86.20	88.20	91.30

Deskriptive statistische Auswertung Basiswinkel B

Subgruppe	N	MW	STA	Min	Median	Max
Kinder Ges.	61.00	26.52	5.65	10.50	26.30	36.50
Erwachsene	32.00	22.14	4.34	12.80	22.45	30.50
Kind I	27.00	25.76	6.50	10.50	26.20	36.50
Kind II	19.00	27.48	5.19	17.00	27.70	36.20
Kind III	15.00	26.65	4.61	19.00	26.00	35.10

Deskriptive Auswertung Basenwinkel AB

Subgruppe	N	MW	STA	Min	Median	Max
Kinder Ges.	61.00	100,94	6,01	88,30	100,90	114,20
Erwachsene	32.00	96,73	2,53	91,10	96,25	101,20
Kind I	27.00	99,90	2,62	95,00	100,60	105,90
Kind II	19.00	108,02	2,56	104,60	108,50	114,20
Kind III	15.00	98,83	3,06	88,30	93,90	100,70

Deskriptive statistische Auswertung Basenwinkel MM

Subgruppe	N	MW	STA	Min	Median	Max
Kinder Ges.	61.00	97.98	5.05	86.70	98.00	107.50
Erwachsene	32.00	92.77	3.20	86.10	92.55	99.40
Kind I	27.00	96.90	3.21	91.60	97.70	101.90
Kind II	19.00	103.62	2.36	99.10	103.00	107.50
Kind III	15.00	92.77	2.96	86.70	92.80	97.40

Anhang

Deskriptive Auswertung Nasion-Sella-Strecke

Subgruppe	N	MW	STA	Min	Median	Max
Kinder Ges.	61.00	71.96	3.46	65.30	71.70	80.30
Erwachsene	32.00	74.98	4.78	66.60	74.00	87.10
Kind I	27.00	72.96	3.50	65.80	73.40	80.30
Kind II	19.00	72.37	3.10	65.60	72.30	78.20
Kind III	15.00	69.64	2.87	65.30	69.10	75.50

Deskriptive Auswertung Länge Unterkieferkörper

Subgruppe	N	MW	STA	Min	Median	Max
Kinder Ges.	61.00	76.45	4.58	65.20	76.80	85.50
Erwachsene	32.00	83.16	5.30	76.00	82.60	96.40
Kind I	27.00	77.68	3.89	69.40	78.00	85.50
Kind II	19.00	73.66	4.43	65.20	72.90	83.00
Kind III	15.00	77.79	4.62	70.00	77.20	85.10

Deskriptive statistische Auswertung Länge aufsteigender Unterkieferast

Subgruppe	N	MW	STA	Min	Median	Max
Kinder Ges.	61.00	58.00	4.90	44.50	57.80	70.00
Erwachsene	32.00	69.69	5.16	60.40	69.25	85.10
Kind I	27.00	59.34	5.40	48.60	58.60	70.00
Kind II	19.00	57.18	3.79	49.60	56.80	62.30
Kind III	15.00	56.64	4.92	44.50	56.60	64.70

Deskriptive statistische Auswertung Breite aufsteigender Unterkieferast

Subgruppe	N	MW	STA	STF
Kinder Ges.	61.00	32,15	2,04	0,261
Erwachsene	32.00	31,73	2,63	0,465
Kind I	27.00	32,27	1,84	0,354
Kind II	19.00	32,06	2,53	0,581
Kind III	15.00	32,02	1,80	0,466

Deskriptive statistische Auswertung Länge Oberkieferkörper

Subgruppe	N	MW	STA	Min	Median	Max
Kinder Ges.	61.00	48.51	2.79	42.60	48.90	53.50
Erwachsene	32.00	51.22	3.85	43.50	51.25	61.60
Kind I	27.00	49.47	2.07	45.20	49.60	53.40
Kind II	19.00	49.43	2.50	44.20	49.50	53.50
Kind III	15.00	45.62	2.34	42.60	45.00	50.30

Anhang

Deskriptive statistische Auswertung Höhe des Mittelgesichts

Subgruppe	N	MW	STA	STF
Kinder Ges.	61.00	51,66	3,04	0,389
Erwachsene	32.00	56,26	2,65	0,469
Kind I	27.00	52,24	3,11	0,598
Kind II	19.00	51,88	3,10	0,710
Kind III	15.00	50,34	2,58	0,665

Deskriptive statistische Auswertung Vordere Kieferhöhe VKH

Subgruppe	N	MW	STA	STF
Kinder Ges.	61.00	67,93	6,45	0,825
Erwachsene	32.00	75,13	5,72	1,011
Kind I	27.00	67,64	6,36	1,224
Kind II	19.00	70,66	6,89	1,580
Kind III	15.00	65,00	2,58	0,665

Deskriptive statistische Auswertung Verhältnis VKH/MG

Subgruppe	N	MW	STA	Min	Median	Max
Kinder Ges.	61.00	1.32	0.11	1.00	1.33	1.53
Erwachsene	32.00	1.34	0.08	1.19	1.33	1.53
Kind I	27.00	1.30	0.13	1.00	1.31	1.53
Kind II	19.00	1.36	0.10	1.16	1.35	1.52
Kind III	15.00	1.29	0.07	1.14	1.30	1.37

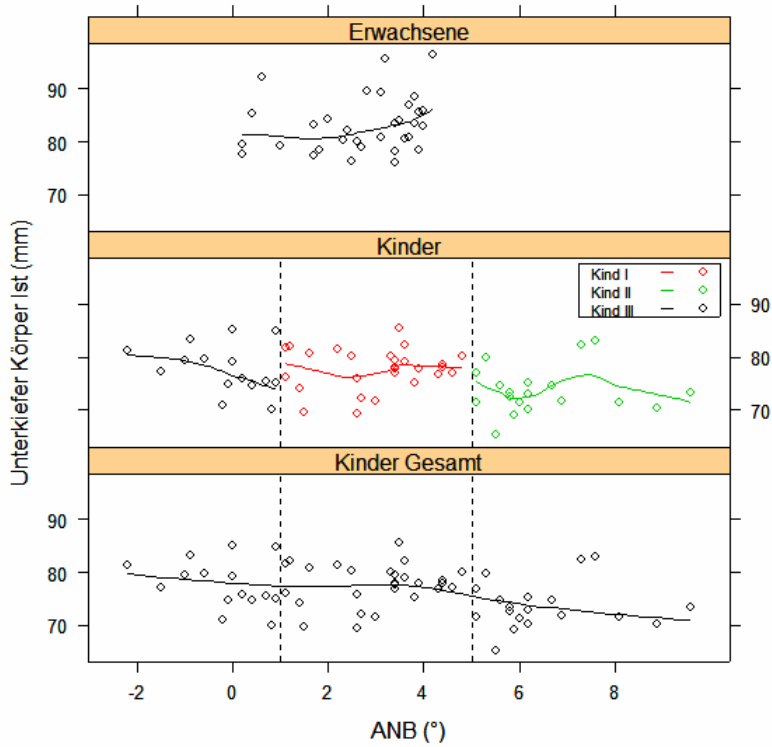
Korrelationsberechnung H OK1/H UK1 vs. OK-Körper-Ist/UK-Körper-Ist

Subgruppe	KF
Kinder Ges.	0.05
Erwachsene	0.07
Kind I	0.06
Kind II	-0.33
Kind III	-0.15

Korrelationsberechnung H OK6/H UK6 vs. OK-Körper-Ist/UK-Körper-Ist

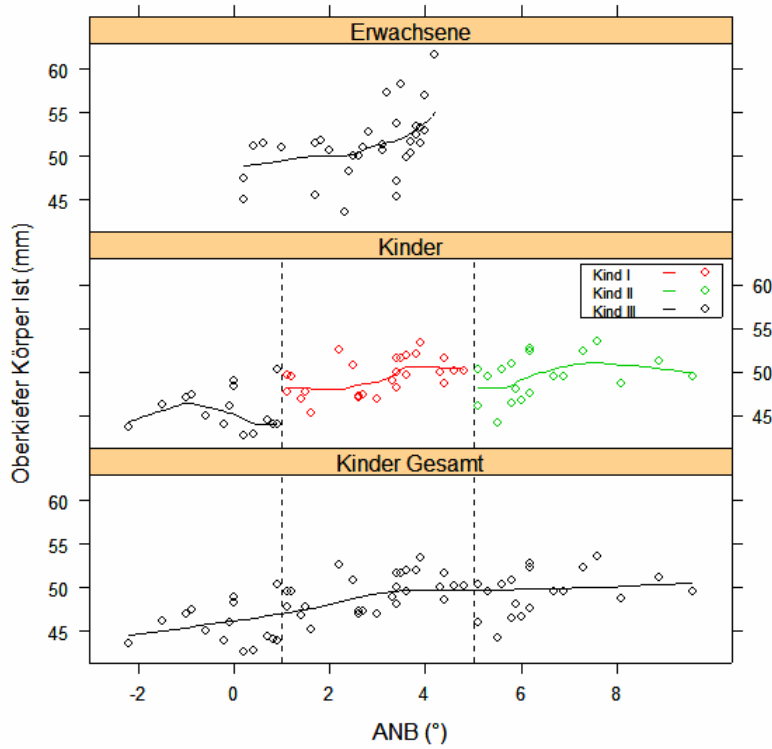
Subgruppe	KF
Kinder Ges.	-0.14
Erwachsene	-0.17
Kind I	0.11
Kind II	0.03
Kind III	0.00

Zusammenhang Unterkiefer-Körper-Länge – ANB-Winkel



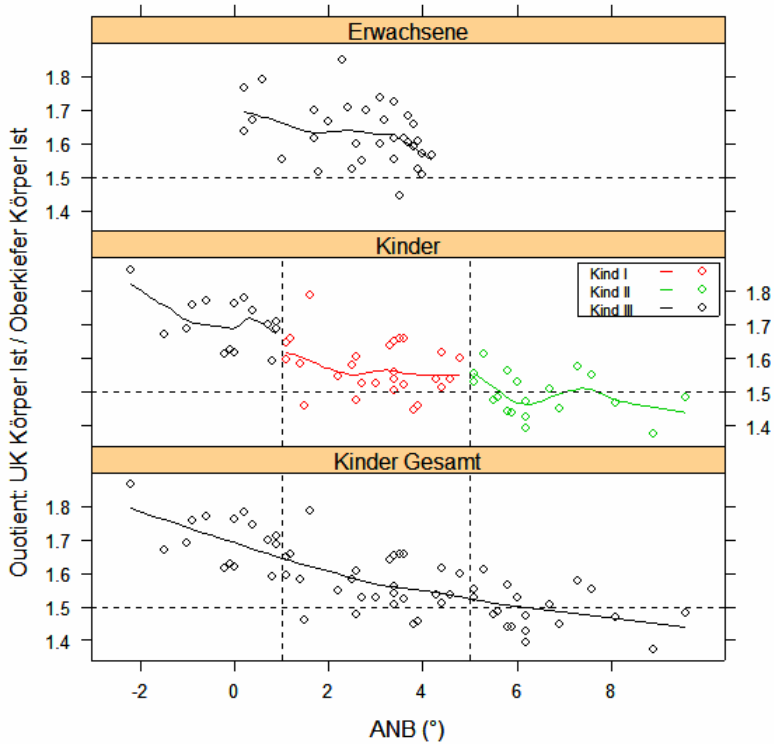
Subgruppe	KF
Kinder Gesamt	-0.33
Erwachsene	0.22
Kind I	0.11
Kind II	0.09
Kind III	-0.31

Zusammenhang Oberkiefer-Körper-Länge – ANB-Winkel



Subgruppe	KF
Kinder Gesamt	0.54
Erwachsene	0.47
Kind I	0.47
Kind II	0.35
Kind III	0.00

Zusammenhang Unterkiefer-Körper-Ist/Oberkiefer-Körper-Ist - ANB-Winkel

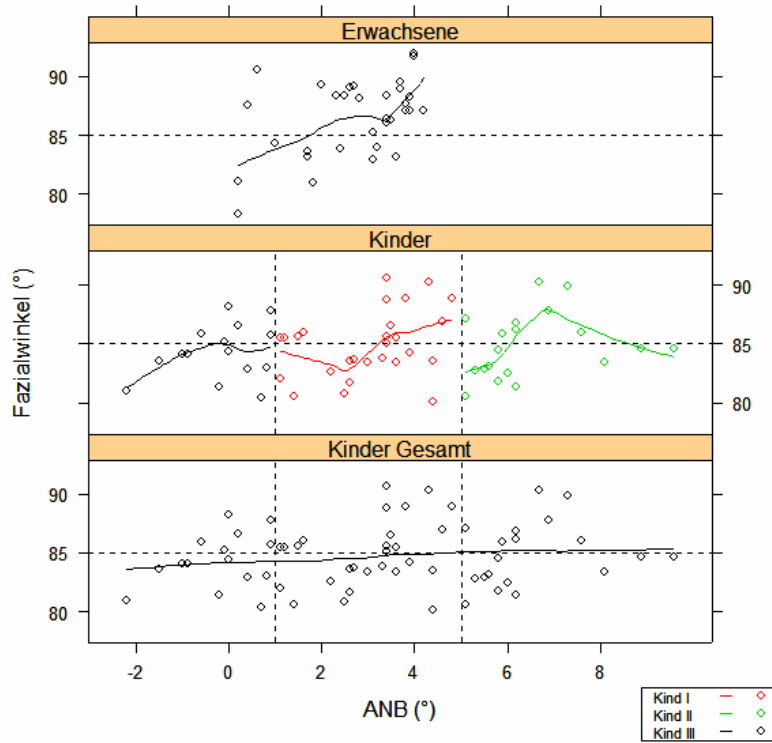


Subgruppe	KF
Kinder Gesamt	-0.75
Erwachsene	-0.38
Kind I	-0.28
Kind II	-0.30
Kind III	-0.43

Zusammenhang Unterkiefer-Körper-Soll/Oberkiefer-Körper-Soll – ANB-Winkel

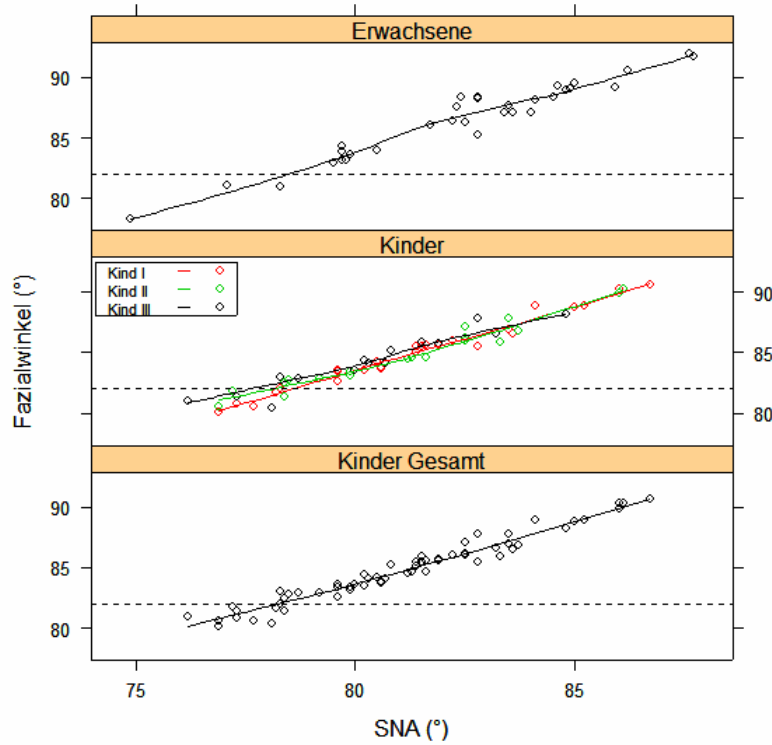
Subgruppe	KF
Kinder Ges.	-0.28
Erwachsene	-0.24
Kind I	-0.21
Kind II	-0.05
Kind III	0.18

Zusammenhang Fazialwinkel F – ANB-Winkel



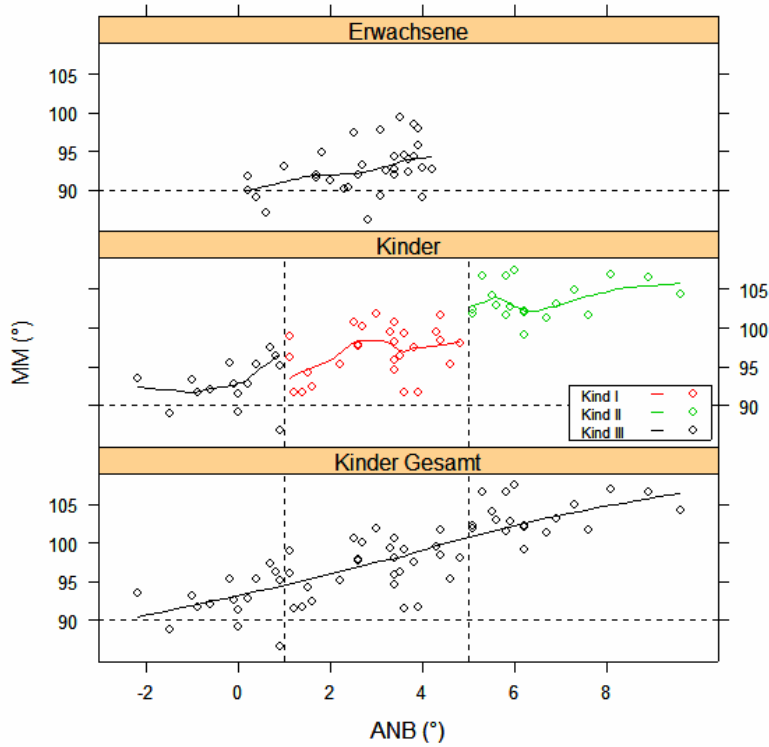
Subgruppe	KF
Kinder Gesamt	0.19
Erwachsene	0.46
Kind I	0.35
Kind II	0.25
Kind III	0.29

Zusammenhang Fazialwinkel F – SNA-Winkel



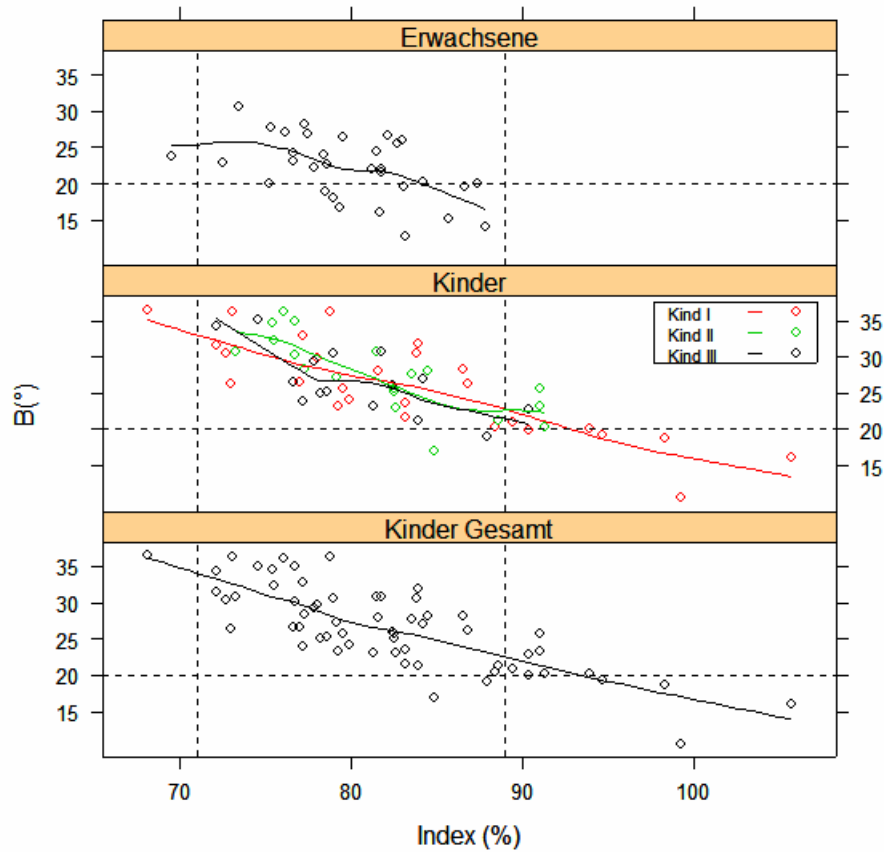
Subgruppe	KF
Kinder Gesamt	0.98
Erwachsene	0.97
Kind I	0.99
Kind II	0.98
Kind III	0.96

Zusammenhang Basenwinkel MM – ANB-Winkel



Subgruppe	KF
Kinder Gesamt	0.81
Erwachsene	0.44
Kind I	0.32
Kind II	0.25
Kind III	0.22

Zusammenhang Basiswinkel B - Index



12. Danksagung

Danken möchte ich Frau Prof. Rudzki-Janson, für die freundliche Überlassung des Themas und die vielfältigen Möglichkeiten der Erarbeitung der Dissertation in der Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München.

Herrn Dr. Sagner möchte ich für die Betreuung der Dissertation und die Hilfestellung bei der computertechnischen Programmierung der Analysen danken.

Zu danken habe ich des Weiteren Herrn Dr. Tilke für den Beistand im Rahmen der statistischen Datenauswertung.

Dank gilt auch meiner Familie für den Rückhalt und die jahrelange Unterstützung während meiner Ausbildung.

13. Lebenslauf

Vor- und Zuname: Susanne Johanna Loserth

Geburtsdatum: 11.06.1978

Geburtsort: Mühldorf am Inn

Staatsangehörigkeit: deutsch

Anschrift: Tulpenstrasse 14
84562 Mettenheim

Bekenntnis: römisch katholisch

Familienstand: verheiratet, 1 Kind (geb.: 16.05.2007)

Eltern: Dr. med. Erich Loserth, Allgemeinarzt
Dr. med. Eva Loserth, Allgemeinärztin

Geschwister: Florian Loserth, Rechtsanwalt
Lorenz Loserth, Student
Ferdinand Loserth, Schüler

Schulbildung: 1984-1988: Grundschule Oberbergkirchen
1988-1997: Ruperti-Gymnasium Mühldorf

Hochschulausbildung: WS 97/98-WS 02/03:
Studium der Zahnmedizin LMU München

Beruflicher Werdegang: 02/03: Approbation
03/03-05/03: Zahnärztliche Entwicklungshilfe Cook-Islands
(Rarotonga, Aitutaki, Atiu)
06/03-06/04: Assistenz Zahnärztin Gemeinschaftspraxis
Dr. Gebauer, Dr. Reber, ZÄ Brombach,
Ampfing
seit 06/04: Assistenz Zahnärztin Praxis Dr. Hame,
Mühldorf
seit 09/04: nebenberufliche Tätigkeit als Fachlehrerin in
der Ausbildung der Zahnmedizinischen
Fachangestellten, Berufsschule Mühldorf II
seit 04/08: tätig in eigener Praxis, Ampfing