

**Aus dem Universitätsklinikum Münster
Poliklinik für Kieferorthopädie
- Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med. dent. U. Ehmer -**

**Korrelationen dentaler Okklusionsparameter mit
Messwerten zweidimensionaler fotografischer
Weichteilprofile bei 9-jährigen Schulkindern**

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae dentium

**der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster**

vorgelegt von

Klemann, Christine

aus Münster

2006

Dekan: Univ. Prof. Dr. Jürgens

1. Berichtstatter: Univ. Prof. Dr. med. dent. U. Ehmer

2. Berichtstatter: Univ. Prof. Dr. Dr. L. Figgener

Tag der mündlichen Prüfung: 23.01.2006

**Aus dem Universitätsklinikum Münster
Poliklinik für Kieferorthopädie
- Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med. dent. U. Ehmer -**

Referent: Univ. Prof. Dr. med. dent. U. Ehmer

Koreferent: Univ. Prof. Dr. Dr. L. Figgenger

ZUSAMMENFASSUNG

Korrelationen dentaler Okklusionsparameter mit Messwerten zweidimensionaler fotographischer Weichteilprofile bei 9-jährigen Schulkindern

Klemann, Christine

Ziel der Studie war die Überprüfung der Hypothese, dass dentale Dysgnathien mit analogen Veränderungen des Gesichtsprofils korrelieren. Eine Differenzierung erfolgte nach den Leitsymptomen vertikale und sagittale Frontzahnstufe sowie den Angle-Klassen.

An 296 zufällig ausgewählten neunjährigen Schulkindern wurden Zusammenhänge zwischen der vertikalen Frontzahnstufe und drei vertikalen Profilanalysewerten untersucht. Die sagittale Frontzahnstufe wurde auf Korrelationen mit vier Profilwerten, die Angle-Klassen mit zehn verschiedenen sagittalen Profilanalysewerten untersucht.

Es konnte durch eine geringe, aber signifikante Korrelation belegt werden, dass bei ausgeprägten frontalen Tiefbissbefunden häufig niedrige Untergesichtshöhen zu finden sind. Der Einfluss sagittaler Frontzahnstufen auf das Weichteilprofil konnte ebenfalls signifikant belegt werden, und zwar durch Korrelationen mit den Profilwerten 'OK-UK-Relation', 'Lippenrelation', 'z-Winkel' und 'Neger Winkel'. Diese zeigten, dass z.B. große Frontzahnstufen tatsächlich signifikant häufiger mit Kinn- bzw. Unterkieferrücklagen vergesellschaftet sind. Ein schwacher, aber ebenfalls signifikanter Zusammenhang zwischen den dentalen Angle-Klassen und der sagittalen Kinn- bzw. Unterkieferposition konnte anhand von acht verschiedenen Profilanalysewerten nachgewiesen werden: je stärker eine Angle-Klasse II ausgeprägt ist, desto häufiger ist eine Kinn-/Unterkieferrücklage zu finden.

Zwischen den dentalen Okklusionsparametern und der Morphologie des Weichteilprofils konnten grundsätzliche Korrelationen signifikant belegt werden. Es handelt sich aufgrund der großen Variabilität der Mittelgesichtsanatomie um geringe, aber keinesfalls lineare Zusammenhänge. Für eine suffiziente klinische Befundung sind daher neben den Modell- und Fotoanalysen weitere diagnostische Methoden, wie z.B. Fernröntgenseitenbildanalysen, erforderlich.

Tag der mündlichen Prüfung: 23.01.2006

Für meine Eltern,
Großeltern
und
Lebensgefährten Marco Dietsch

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Zielsetzung.....	1
1.2. Kieferorthopädische Modellanalyse.....	1
1.2.1 Klassifizierung der sagittalen Bisslage nach Angle.....	2
1.2.2 Beurteilung der sagittalen Frontzahnstufe	7
1.2.3 Beurteilung der vertikalen Frontzahnstufe.....	8
1.3. Methoden der Gesichtsvermessung.....	10
2. Material und Methode	19
2.1 Probandenkollektiv.....	19
2.2 Anfertigung der Profilaufnahmen.....	22
2.3 Digitalisierung des Bildmaterials.....	23
2.4 Organisation der Untersuchungsunterlagen in einer Datenbank.....	23
2.5 Definition elektronischer Profilanalyseparameter.....	23
2.6 Erstellung der Modellanalysen.....	25
2.7 Weichteilprofilanalyse.....	25
2.7.1 Weichteilpunkte.....	27
2.7.2 Profilwerte der Weichteilanalyse.....	28
2.8 Statistische Vorgehensweise.....	37
3. Ergebnisse	41
3.1 Klassifizierungen der Probandengruppen.....	41
3.1.1 Modellanalyse.....	41
3.1.2 Profilanalyse.....	48
4.2 Normalverteilungstests.....	49
4.2.1 Modellanalyse (K&S-Tests).....	50
4.2.2 Profilanalyse (K&S-Tests).....	51
4.3 Mittelwerte der Modell- und Profilanalysevariablen.....	53
4.4 Korrelations- und Regressionsanalyse der Modellparameter mit Profilwerten.....	55
4.4.1 Korrelation/Regression des Overbites mit Profilanalysewerten.....	56
4.4.1.1 Korrelation der Gesamtgruppe des Overbites mit Profilanalysewerten.....	57
4.4.1.2 Korrelation der Gruppe 'kleiner' Overbite mit Profilanalysewerten.....	60
4.4.1.3 Korrelation der Gruppe 'großer' Overbite mit Profilanalysewerten.....	63
4.4.2 Korrelation/Regression des Overjets mit Profilanalysewerten.....	66
4.4.2.1 Korrelation der Gesamtgruppe des Overjets mit Profilanalysewerten.....	66
4.4.2.2 Korrelation der Gruppe 'kleiner' Overjet mit Profilanalysewerten.....	72
4.4.2.3 Korrelation der Gruppe 'großer' Overjet mit Profilanalysewerten.....	75
4.4.3 Korrelation/Regression der Angle-Klassen mit Profilanalysewerten.....	78
4.4.3.1 Korrelation der Gesamtgruppe der Angle-Klassen mit Profilanalysewerten.....	79
4.4.3.2 Korrelation der Angle-Klasse II-Gruppe mit Profilanalysewerten.....	92
5. Diskussion	101
5.1 Mittelwerte der Modell- und Profilanalysevariablen.....	101
5.1.1 Mittelwerte der Modellanalysevariablen.....	101
5.1.2 Mittelwerte der Profilanalysevariablen.....	103
5.2 Korrelation der Modellparameter mit Profilwerten.....	106
5.2.1 Korrelation des Overbites mit Profilanalysewerten.....	106
5.2.2 Korrelation des Overjets mit Profilanalysewerten.....	108

5.2.3 Korrelation der Angle-Klassen mit Profilanalysewerten.....	110
7. Literaturverzeichnis.....	116
8. Danksagung.....	122
9. Lebenslauf.....	123
Anhang.....	1

1. Einleitung

1.1 Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, ob bei 9-jährigen Schulkindern Korrelationen zwischen dem Weichteilprofil und den spezifischen dentalen Okklusionsparametern "Angle-Klasse", "Overbite" (vertikale Frontzahnstufe) und "Overjet" (sagittale Frontzahnstufe) bestehen. Bei welcher Ausprägung der verschiedenen dentalen Angle-Klassen und Frontzahnstufen sind messbare, signifikante Auswirkungen auf das Profil vorhanden? Welche Ausprägungen dentaler Abweichungen werden eventuell durch Weichteile kompensiert, so dass kein Einfluss auf das Profil ersichtlich ist? Die eigenen Ergebnisse werden mit Norm- und Mittelwerten sowie Ergebnissen vergleichbarer Studien aus der internationalen Literatur verglichen.

1.2. Kieferorthopädische Modellanalyse

Die Modellanalyse, auch bezeichnet als metrische Analyse des Gebissmodells, ist ein wichtiger Bestandteil des kieferorthopädischen Anfangsbefundes. Für die therapeutische Festlegung des Behandlungszieles, Verlaufskontrollen sowie der Dokumentation des Behandlungserfolges ist sie unverzichtbar. Die wesentlichen Komponenten der Modellanalyse sind:

- die Beurteilung der Breite und Länge der Zahnbögen nach Richt- oder Sollwerten
- der Symmetrievergleich in der sagittalen und transversalen Ebene einschließlich der Feststellung von mandibulären Abweichungen, Zahnbogenmittenverschiebungen, Vergleiche der Kongruenz bzw. Inkongruenz zwischen Zahnbogenmitten und Kiefermitten
- die Erfassung von Abweichungen und Stellungsanomalien einzelner Zähne
- die Einschätzung und Messung der Platzverhältnisse in den Zahnbögen (Platzbedarf und Platzangebot)
- die Feststellung von Disharmonien und Beurteilung der Zahnbreiten
- der Okklusionsbefund

Die Modellanalyse wird seit Beginn des 19. Jahrhunderts verstärkt in der Kieferorthopädie verwandt. Es entwickelten sich Standards, die sich seit einem halben Jahrhundert in

der täglichen Praxis bewähren. Bereits um 1900 befassten sich *GYSI* (1895) [40], *HERBER* (1907) [44] und *KÖRBNITZ* (1909) [54] mit der geometrischen Konstruktion idealer 'normaler' Zahnbögen. 1899 führte *ANGLE* [2] die 'Classification of malocclusion' ein, in der die sagittale Relation der Ober- und Unterkieferzahnbögen zueinander dargestellt wurde.

PONT (1909) [71], *TONN* (1937) [93] und *BOLTON* (1958, 1962) [16],[17] beschäftigten sich mit der intermaxillären Zahnbreitenkongruenz der Oberkiefer- und Unterkieferzähne (Tonn-Index, Bolton-Diskrepanz), sowie der Zahnbreiten zu den transversalen Zahnbogenbreiten (Pont'scher Index) und definierten klinische Indices. *NAWARTH* (1968) [67],[94], *MOYERS* (1973) [66] und *DROSCHL* (1977) [30] befassten sich mit der Beurteilung der Stützonen im Seitenzahnbereich und publizierten Wahrscheinlichkeitstabellen für die Berechnung der Stützonengröße bzw. gaben Sollwerte an.

1.2.1 Klassifizierung der sagittalen Bisslage nach Angle



Abbildung 1: Edward Hartley Angle (1855-1930) [37]

Der amerikanische Zahnarzt *EDWARD HARTLEY ANGLE* [34] führte eine einfache, weltweit akzeptierte und international bekannte Form einer eindimensionalen Klassifizierung ein, die sich ausschließlich auf die sagittale Okklusion bezieht. Von 1887-1892 arbeitete *ANGLE* als Professor für Kieferorthopädie an der University of Minnesota und 1892-1998

an der Northwest University, 1886-1899 an der Marion Sims College und 1897-1899 an der Washington University. 1887 veröffentlichte er in den „Notes on orthodontia“ die erste Klassifikation der Bissanomalien.

Im Vordergrund seiner Diagnostik steht die Okklusion. Seine Einteilung in die Angle-Klassen basiert auf einer angeblichen Konstanz des Oberkiefers, einschließlich der Stellung des 6-Jahr-Molaren in der Sagittalebene [2],[3]. Sowohl in der historischen klassischen Form als auch mit neueren Erweiterungen zählt die Angle-Klassifizierung uneingeschränkt zu den kieferorthopädischen Klassifikationen des nächsten Jahrtausends [33].

Angle-Klasse	Definition
Angle-Klasse I	Neutralbiss (Regelbiss, Normokklusion)
Angle-Klasse II	Distalbiss (Rückbiss, "postnormal occlusion")
Angle-Klasse II,1	Distalbiss mit proklinierter (protrudierter) OK-Front
Angle-Klasse II,2	Distalbiss mit reklinierter (steilstehender) OK-Front
Angle-Klasse III	Mesialbiss (Vorbiss, "prenormal occlusion")

Tabelle 1: Definitionen/Einteilung der Angle-Klassen

Die schweregradmäßige Einteilung der Angle-Klassen erfolgt mit Hilfe von Prämolarenbreiten (= 7 mm) oder Bruchteilen davon (z.B. $\frac{1}{2}$ PB = 3,5 mm oder $\frac{3}{4}$ PB = 5,25 mm), was klinisch sehr praktikabel ist.

Bei der Angle-Klasse I liegt ein alternierendes Ineinandergreifen der Seitenzähne vor, so dass der Unterkiefer (UK) eine halbe Prämolarenbreite vor dem Oberkiefer (OK) liegt.

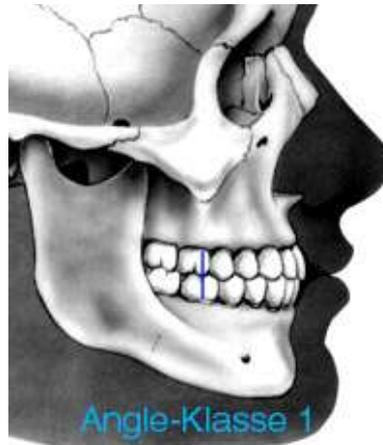


Abbildung 2: Angle-Klasse I [15]

Die Angle-Klasse I ist die regelrechte Verzahnung und stellt den Neutralbiss dar. Der *mesiobukkale* Höcker des ersten oberen Molaren (6'er) greift in die zentrale Furche zwischen dem mesio- und mediobukkalem Höcker des unteren ersten Molaren. Der Oberkiefer Eckzahn liegt eine halbe Prämolarenbreite hinter dem Unterkiefer Eckzahn zwischen Eckzahnspitze und Höckerspitze des ersten Unterkieferprämolaren. Alle Zähne, bis auf die ersten Unterkieferschneidezähne und die Oberkieferweisheitszähne, haben somit zwei Antagonisten.

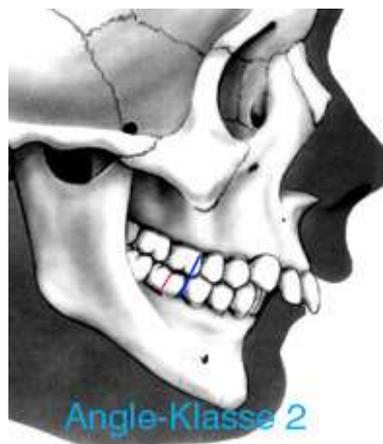


Abbildung 3: Angle-Klasse II [15]

Die Angle-Klasse II stellt den Distalbiss dar. Die Unterkieferzahnreihe steht gegenüber der oberen zu weit distal. Bei einer Distalbissbeziehung von einer halben Prämolarenbreite hat jeder Seitenzahn nur einen Antagonisten. Durch die senkrechte Linie an Zahn 46 (Abbildung 3) wird die Stelle symbolisiert, an der der mesiale Höcker des

ersten oberen Molaren bei Klasse I-Verzahnung lokalisiert wäre. Die Angle-Klasse II wird, wie bereits erwähnt, unterteilt in die Klasse II/1 mit einem proklinierten Frontzahnbereich und in die Klasse II/2 mit reklinierten Frontzähnen (siehe Tabelle 1).

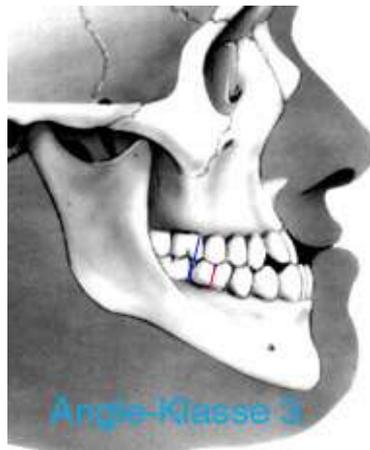


Abbildung 4: Angle-Klasse III [15]

Die Angle-Klasse III wird auch als Mesialbiss bezeichnet. Die untere Zahnreihe steht gegenüber der oberen zu weit mesial, so dass der mesiale Höcker des oberen ersten Molaren zu weit nach distal greift, erkennbar an den eingezeichneten senkrechten Linien in Abbildung 4.

DIBBETS [25] weist daraufhin, dass fließende Übergänge mit rechts- und linksseitigen Differenzen bis hin zu unilateralen Formen der Angle-Klassen bestehen können. Daraus folgt, dass die Angle-Klassen "drei arbiträre Marker auf einem morphologischen Kontinuum" zeigen [33].

In seiner Originalklassifikation von 1899 bezog sich ANGLE [2] noch auf die gesamte Dentition und stellte bereits die ersten Oberkiefermolaren und die Eckzähne als Referenzen in den Vordergrund. Wogegen er 1907 bzw. 1913 von einer unveränderten Okklusionsbeziehung der Sechs-Jahr-Molaren ausging und die immer richtigen Stellung des ersten Oberkiefermolaren unterstreicht. Den Oberkiefermolaren determinierte er als Referenzzahn der Klassifikation (= "key of occlusion") [3].

Heute ist bei der okklusionsbezogenen Einstufung in Angle-Klassen sowohl in der klinischen Anwendung als auch in der Literatur zusätzlich eine Klassifizierung der Eckzahnbeziehung auf zu finden.

Durch die heutigen kephalometrische Studien kann man ANGLE'S [2],[3] Differenzierungen der Angle-Klasse II unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Frontzahnstellung/Inklination bestätigen [33].

PANCHERZ [70] stellte in seiner Studie, in der er Kinder im Alter von 8-10 Jahren und 11-13 Jahren mit Klasse II/1 (n=247) und Klasse II/2 mit Hilfe lateralen kephalometrischen Radiogrammen untersuchte und sie miteinander verglich, fest, dass es angenommen von der Position/Inklination der Schneidezähne des Oberkiefers keinen grundsätzlichen Unterschied in der dento-skelettalen Morphologie zwischen Klasse II/1 und Klasse II/2 gibt.

Mittlerweile steht eine sinnvolle Erweiterung der Angle-Klassifikation zur Verfügung, deren Aufgliederung nach der Ausprägung der Frontzahninklination im Oberkiefer und Unterkiefer vorgenommen wird.

Angle-Klassen	Achsenstellung der oberen und unteren Frontzähne		
Klasse I, Klasse II oder Klasse III:	o/o	o/a	o/r
Klasse II,1:	Kl. II,1 a/o	Kl. II,1 a/a	Kl. II,1 a/r
Klasse II,2:	Kl. II,2 r/o	Kl. II,2 r/a	Kl. II,2 r/r

Tabelle 2: Differenzierung der Angle-Klasse II [33]

Die Abkürzungen definieren die Achsenstellung der oberen und unteren Frontzähne, wobei der erste Buchstabe die Inklination der oberen Frontzähne und der zweite Buchstabe die Inklination der unteren Frontzähne beschreibt. 'o' steht für orthoaxial, 'a' für anteinkliniert und 'r' für retroinkliniert. Diese genauer spezifizierte Einteilung ist auch bei Angle-Klasse I oder III möglich, ist jedoch in der internationalen Literatur kaum zu finden, da die Frontzahninklination messtechnisch an Gipsmodellen nur schwer zu ermitteln und eine zusätzliche Analyse einer Fernröntgenseitenaufnahme notwendig ist [33].

Neben der rein okklusionsbezogenen Angle-Klassifikation, haben sich im Sprachgebrauch durch das parallele Heranziehen der Fernröntgenseitenbildanalyse folgende Begriffe etabliert, welche auch skelettale Parameter beschreiben [33]:

- Skelettale Angle-Klasse II = Skelettale Ursache im Oberkiefer (maxilläre Prognathie)

oder im Unterkiefer (mandibuläre Retrognathie) oder Kombinationsformen OK-Vorlage und UK-Rücklage

- Skelettale Angle-Klasse III = Skelettale Ursache im Oberkiefer (maxilläre Retrognathie) oder im Unterkiefer (mandibuläre Prognathie) oder Kombinationsformen von OK-Rücklage und UK-Vorlage [33]

Im Schrifttum wird trotz der weltweiten Verbreitung immer wieder kontrovers über die Zuverlässigkeit und Mehrdeutigkeit der Angle-Klassifikation diskutiert [65],[77].

Bestimmte extraorale Symptome sind häufig bei Patienten mit spezifischen Angle-Klasse-Befunden zu finden:

Bei der Angle-Klasse II/1 sind typische extraorale Merkmale das konvexe Gesichtsprofil, welches sich aufgrund des relativ weit dorsal liegenden Kinns entwickelt, die große negative Lippentreppe, das verkürzte untere Gesichtsdrittel, und die inkompetenten oder potentiell inkompetente Lippen. Die Klasse II/2 ist gekennzeichnet durch ein konvexes Gesichtsprofil, eine ausgeprägte Mentolabialfalte, eine starke Lippentreppe, eine dominante Nase und ein vorspringendes Kinn. Die Angle-Klasse III ist extraoral charakterisiert durch ein konkaves Gesichtsprofil, wobei das Kinn relativ weit ventral liegt, sowie durch eine positive Lippentreppe [94].

1.2.2 Beurteilung der sagittalen Frontzahnstufe

Die sagittale Frontzahnstufe beschreibt die horizontale Überlappung der Schneidekanten der Ober- und Unterkieferzähne im Frontzahnggebiet. Sie wird auch bezeichnet als Overjet und ist definiert als der Abstand zwischen der Labialfläche der unteren mittleren und der Inzisalkante der oberen mittleren Schneidezähne. Die Messung erfolgt parallel zur Okklusionsebene. Der Normwert wird mit 2-3 mm angegeben und entspricht ungefähr der Dicke der Schneidekante eines oberen mittleren Schneidezahnes. Je nach Lehrmeinung besteht zwischen den Palatinalflächen der oberen und den bukkalen Flächen der unteren Schneidezähne in der Idealvorstellung ein minimaler Spalt oder ein leichter Kontakt (Abbildung 5).

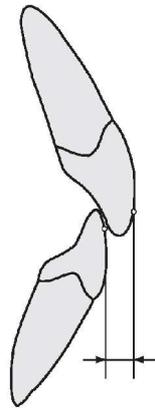


Abbildung 5: Messung der sagittalen Frontzahnstufe - Overjet [69]

Wenn eine ungleiche Stellung der verschiedenen Schneidezähne bei einem Patienten vorliegt, wird der Wert zwischen den Zähnen mit der größten Abweichung gemessen und dokumentiert [69],[94].

Je nach Abweichung der sagittalen Frontzahnstufe (FZ-Stufe) von den Normwerten spricht man von einer positiven oder negativen sagittalen Frontzahnstufe. Eine vergrößerte negative sagittale Frontzahnstufe liegt z.B. bei einer Rücklage des UK, also bei einer Angle-Klasse II vor und wird mit einem negativen Vorzeichen versehen (linkes Beispiel Abbildung 6). Die vergrößerte positive sagittale Frontzahnstufe zeichnet sich durch eine Anteposition der Unterkieferfront vor der Oberkieferfront, wie z.B. bei ausgeprägten Angle-Klasse III-Fällen zu finden, aus (rechtes Beispiel Abbildung 6).



Abbildung 6: Neg. sag. Frontzahnstufe (links), pos. sag. Frontzahnstufe (rechts) [69]

1.2.3 Beurteilung der vertikalen Frontzahnstufe

Für den Begriff 'vertikale Frontzahnstufe' findet man in der Literatur viele Synonyme,

wie z.B. "frontaler tiefer Biss", "Overbite", "frontaler Überbiss" und "frontale Supraokklusion" [69]. Der Overbite ist als der Abstand zwischen den oberen und unteren Inzisalkanten der mittleren Schneidezähne definiert. Die Messung erfolgt senkrecht zur Okklusionsebene (Abbildung 7).

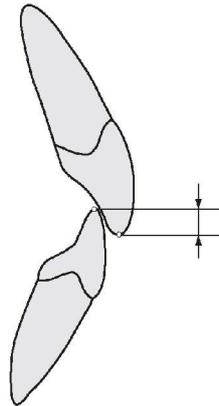


Abbildung 7: Vertikale Frontzahnstufe - Overbite [69]

Der Normwert wird von DRESCHER [29] mit 2 mm +/- 2 mm angegeben, von NÖTZEL [69] mit 2-3 mm. Von einem dentalen Tiefbiss spricht man, wenn ein Überbiss von mehr als 3 mm vorliegt [94] bis hin zu einem traumatischen Einbiss in die Gaumenschleimhaut oder vestibuläre Mukosa.

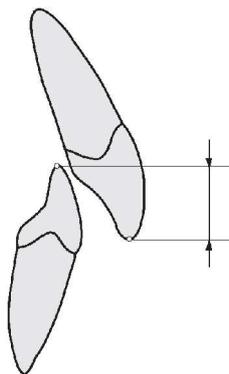


Abbildung 8: Vergrößerte vertikale Frontzahnstufe bei Tiefbiss [69]

Ein Tiefbiss kann durch verschiedene Ursachen hervorgerufen werden, z.B. übermäßiges Längenwachstum der Alveolarfortsätze, Retrusion der Schneidezähne und Kombinationen aus direkter und indirekter Verlängerung [69],[94]. HOTZ [49] geht dazu über den Tiefbiss klinisch-funktionell in zwei Formen, den funktionell echten Tiefbiss und

den Pseudotiefbiss, zu unterteilen. Der "echte Tiefbiss" ist gekennzeichnet durch ein Verschwinden des frontalen Überbisses in der Ruhelage und einem relativ großen vertikalen Interokklusalabstand zwischen den oberen und unteren seitlichen Zahnreihen. Um antagonistischen Kontakt herstellen zu können, muss der Patient tief zusammenbeißen. Bei einem "Pseudotiefbiss" ist der frontale Überbiss in der Ruhelage nur unbedeutend verkleinert, denn in der Ruhelage stellt sich zwischen der oberen und unteren Zahnreihe nur ein geringer vertikaler Interokklusalabstand ein [49],[69].

1.3. Methoden der Gesichtsvermessung

Die individuellen Charaktere von Gesichtsprofilen entstehen aus der Variationsbreite der genetischen, erworbenen und umweltbedingten Faktoren.

Zur Beurteilung der kraniofazialen Beziehungen wurde in frühester Zeit die Schönheit und die Harmonie nach den künstlerischen Gesichtspunkten als Hauptkriterien der Analyse herangezogen. Auf DAVINCI [52] gehen die ältesten dokumentierten Profilanalysen der inneren und äußeren Strukturen des Gesichtes zurück, welche dem Ziel dienten den "Sensus communis" (= Zentrum des Gehirns) zu ermitteln. Nach der mittelalterlichen Vorstellung sollte hier "der Zusammenfluss aller Sinne" vorliegen. Zur Beurteilung der Gesichtsharmonie führte DÜRER [32] eine Analyse ein, mit der er das Gesicht in Quadranten unterteilte.

Der "Goldene Schnitt" stellt eine proportionale Profilanalyse dar, welche gleich der Teilung einer Linie in einem Verhältnis ist, dass sich der kleinere Teil dieser Linie zum Größeren verhält wie der große Teil zur ganzen Linie.

Die Profilpunkte Tr, N', Sn, Sto und Gn' (Abbildung 9) stehen bezüglich ihrer Abstände zueinander in dem proportionalen Verhältnis des „goldenen Schnittes“ [69].

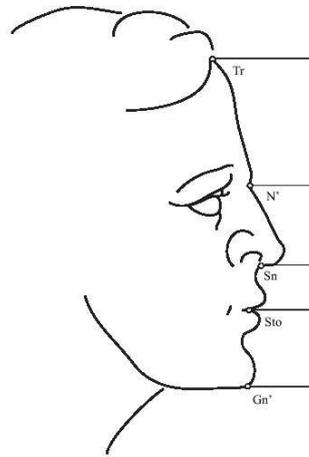


Abbildung 9: Der „goldene Schnitt“ [69]

SUBTELNY [89] war einer der ersten Autoren, der die Beziehung zwischen dem skelettalen Profil und dem Weichteilprofil untersuchte. Den Zusammenhang zwischen Veränderungen, die sich im skelettalen Profil erkennen lassen, und denen, die gleichzeitig im Weichteilprofil stattfinden, bedingt durch Wachstum bzw. Behandlung, sollte seiner Meinung nach jeder Behandler kennen und in seine Planung einbeziehen.

Auch andere Autoren erkannten, dass die Umrisse des Profils als wichtige Behandlungsrichtlinie bei der Korrektur von Okklusionsanomalien zu berücksichtigen sind [22],[46],[76].

Die Weichteilprofilanalyse kann anhand von Fotos und auch mittels Fernröntgenseitenaufnahmen durchgeführt werden. Viele Autoren vertreten die Meinung, dass die Schaffung harmonischer Gesichter durch die Behandlung dentaler und skelettaler Strukturen, unter Berücksichtigung der kephalometrischen Normen, ermöglicht wird.

Am Fernröntgenseitenbild liefern Vermessungen und Vergleiche entstandener fazialer Veränderungen des Weichgewebsprofils durch eine bessere Reproduzierbarkeit genauere Befunde als in der klinischen Untersuchung bzw. anhand von Fotografien.

Die kephalometrisch ermittelten Werte sind wissenschaftlich besser untermauert, es existieren Normwerttabellen und die verfahrenstechnische Messgenauigkeit ist größer.

Eine Fotoanalyse des Gesichtes kann daher keine röntgenkephalometrische Analyse ersetzen, sondern sinnvoll ergänzen [36]. Dentale und skelettale Parameter wirken sich nicht im gleichen Verhältnis auf den Verlauf des Weichteilprofils aus. Ein eugnather Mensch kann ein "nicht harmonisches" Weichteilprofil aufweisen [24],[68], wogegen

ein dysgnather Patient durchaus über ein harmonisches Profil verfügen kann [24],[28],[51]. Hierdurch ist der grundsätzliche Zweifel einiger Autoren am Sinn von Foto-Profilanalysen teilweise verständlich [42],[46],[47].

Das grundsätzliche Vertrauen in kephalometrische Analysen wirft einige diverse Probleme auf [4],[22],[46],[47]. Die Annahme, eine Bisskorrektur - orientiert an den kephalometrischen Normwerten - würde zwangsläufig korrekte gesichtsästhetische Verhältnisse schaffen, konnte in vielen Fällen nicht bestätigt werden [4],[22],[46],[47]. Die Variationsbreite der Weichteilkapsel, die Zähne und Knochen verdeckt, kann so groß sein, dass sich das dentoskelettale Muster als zu ungenau für die Abschätzung der Gesichtsharmonie erweist [22],[58].

Aus diesem Grund sollten die klinische Untersuchung, Situationsmodelle, Röntgenkephalometrie und Gesichtsanalysen gemeinsam die Ecksteine einer effizienten Diagnostik bilden.

Mit Hilfe von Gipsmodellen kann der Behandler erkennen, ob Korrekturen des Bisses erforderlich sind. Anhand der Gesichtsanalysen kann er positive oder negative Gesichtszüge identifizieren und aufzeigen, wie die Okklusion zu korrigieren ist, um notwendige Veränderungen des Gesichtes in optimaler Weise vorzunehmen.

Anthropometrie

Die Anthropometrie ist die Wissenschaft von den menschlichen Körper- und Skelettmerkmalen und deren exakter Bestimmung [96]. Somit bedient man sich zur Analyse der dreidimensionalen Veränderungen der Gesichtsweichteile der Anthropometrie, bei der die Abmessung direkt am Probanden erfolgt. Die Anthropometrie verfügt über viele Vorteile bei der Vermessung von Weichteilveränderungen. Es kommt zu keiner Verzerrung durch eine Kamera-Distanz oder -Angulation. Alle Weichteilstrukturen können direkt gemessen werden, und es besteht die Möglichkeit, das darunterliegende knöcherne Gewebe zu palpieren, was eine genauere Lokalisation der Weichteilpunkte ermöglicht. Die Prozedur ist nicht invasiv, und es werden keine komplizierten Gerätschaften benötigt. Eine wesentliche Fehlerquelle der anthropologischen Technik besteht allerdings in der unterschiedlichen Kompressibilität der einzelnen Weichteilstrukturen des Gesichtes [84],[96].

Weichteilanalyse mittels Röntgenkephalometrie/ Fernröntgenseitenanalyse

Die Kephalmetrie beschreibt das Vermessen der äußeren und inneren Kopfstrukturen [29]. 1931 gelang es HOFRATH [45] in Deutschland und BROADMENT [18] in den USA unabhängig voneinander eine verzerrungsarme, nahezu größengleiche Darstellung des Schädels in der 'Norma laterales' mit Hilfe der Fernröntgen-Aufnahme zu erreichen. Die meisten kieferorthopädisch relevanten Strukturen wie Dentition, Kieferbasen, Strukturen der Schädelbasis und das Weichgewebsprofil wurden somit gemeinsam auf einer Aufnahme abgebildet [29]. Aus der Fernröntgenseitenaufnahme (FRS) entwickelte sich die Röntgenkephalometrie, mit dieser wurde eine metrische Analyse der Gesichts- und Schädelstruktur möglich [83]. Im Verlaufe ihrer Entwicklung sind aus der Röntgenkephalometrie mehr als 100 unterschiedliche Analysen hervorgegangen, von denen einige einen hohen Verbreitungsgrad erreicht haben. Beispiele hierfür sind die Analysen nach STEINER [85],[86],[87], DOWNS [28], HOLDAWAY [46],[47],[48] RICKETTS [75] und HASUND [41].

Heute gehört die Fernröntgenseitenanalyse (FRS-Analyse), neben der Panoramaschichtaufnahme und der Modellanalyse zu den wichtigsten Hilfsmitteln der kieferorthopädischen Diagnostik. Die FRS-Analyse kommt in der Diagnostik, Behandlungsplanung und Verlaufskontrolle zum Einsatz und ermöglicht eine Analyse des Gesichtsprofils im Zusammenhang mit den dentalen und skelettalen Strukturen. Durch besondere technische Vorkehrungen wird das Weichteilgesichtsprofil heute auf dem Röntgenbild besser abgebildet als auf älteren Aufnahmen. Somit besteht die Möglichkeit mit Hilfe des FRS-Bildes eine Analyse des Weichteilprofils im Zusammenhang mit den dentalen und knöchernen Strukturen durchzuführen.

Profilanalyse/Fotostatik/Fotometrie

Die visuelle und metrische Auswertung von Gesichtsfotografien ist ein Teil der kieferorthopädischen Behandlungsplanung [20],[27]. Die Kopf- und Gesichtsform (Knochen, Weichteile), das Weichteilprofil (gerade, konkav, konvex) und der Mundbereich (vor allem die Position der Lippen) werden objektiv beurteilt. Die Harmonie und Disharmonie des Gesichtes wird durch sagittale und vertikale Messungen am lateralen Profilfoto ana-

lysiert [79]. Zur Profilanalyse von Gesichtsfotografien können der kieferorthopädischen Literatur zahlreiche genau definierte Referenzpunkte, -linien und -winkel entnommen werden. Bei der Fotometrie ergibt ein Vergleich von Strecken und Winkeln diagnostisch verwertbare Aussagen, wie auch die seit langem aus der Kunstgeschichte bekannte „Zergliederung“ des Gesichts nach Proportionen zeigt. Bereits DA VINCI [52] und DÜRER [32], befassten sich mit dieser Thematik, die die Beurteilung eines harmonischen und disharmonischen Gesichtsaufbaus ermöglicht und Rückschlüsse auf Form, Größe und Beziehung skelettaler und dentoalveolären Strukturen zum Weichgewebe zulässt. 1955 stellte STONER [88] seine Studie vor, in der er den Nutzen von Fotos zur Einschätzung der Profilveränderungen nach orthodontischer Behandlung beschrieb. Die von ihm angewendeten Winkel wurden vor und nach der Behandlung dokumentiert. Die sowohl durch Behandlung als auch durch physiologisches Wachstums bedingten Weichteilveränderungen äußerten sich in signifikanten Veränderungen dieser Winkelgrade. Die fotogrammetrische Methode wurde von zahlreichen weiteren Autoren, z.B. von HAUTVAST [43] und STONER [88] für das Studium der Gesichtsdimensionen angewendet.

Weichteilprofilanalyse

Eine grobe Orientierung über das Gesichtsprofil bietet die extraorale klinische Untersuchung. Genauere Feststellung können durch Auswertung einer Fotostataufnahme bzw. metrische Analyse auf einem Fernröntgenbild mit sichtbaren Weichteilkonturen ermittelt werden [81].

Menschen mit "idealen", "harmonischen" Proportionen dienen zur Beurteilung eines Gesichtes als Grundnormen. Ein harmonisches Gesicht liegt vor, wenn das Stirndrittel (Tr-N'), das Nasendrittel (N'-Sn) und das Kinndrittel (Sn-Gn') annähernd gleich groß sind. Das Kieferdrittel kann eher etwas zu groß als zu klein sein. Das Mittelgesicht hat zu dem Untergesicht ein Verhältnis von 45 % zu 55 % [69],[82].

Nach den KOLLMANN-Proportionen von 1910 erfolgt eine vertikale Aufteilung in Gesichtsdrittel, wobei die Messpunkte Trichion, Nasion, Subnasale und Gnathion verwendet werden. Wenn ein harmonischer vertikaler Gesichtsaufbau besteht, sollten die drei Messstrecken ungefähr gleich groß sein [55].

LEGAN und BURSTONE [58] stellen in ihrer Studie verschiedene Profilverhältnisse

(Verhältnis zwischen Glabella-Punkt (G) – Subnasale (Sn) und Subnasale – Menton (Me) ist gleich 1:1; die Relation Subnasale – Stomion (Sto) und Stomion – Menton ist gleich 1:2; Subnasale – Unterlippenrot (LL) und Unterlippenrot – Menton gleich 1:1) und Profilwinkel ($G'-Sn-Pg' = 168,7^\circ \pm 4^\circ$) dar [39].

Zur Beurteilung der Profilkurvatur analysiert man die Neigung zwischen folgenden Bezugslinien: "Strecke zwischen Stirn und Oberlippenkante" und "Strecke zwischen Oberlippenkante und Weichteilpogonion". Auf der Basis dieses Winkels werden die drei Profiltypen, gerades, konvexes und konkaves Profil unterschieden [69].

Die Profilkonvexitätsanalyse nach SUBTELNY [91],[92] beruht auf der Unterscheidung zwischen dem skelettalen Profil, dem Weichteilprofil und dem Gesamtprofil.

Das Lippenprofil wird von einer Reihe von Autoren auf verschiedene Art und Weise beschrieben und ausgewertet (KORKHAUS, RICKETTS, HOLDAWAY, STEINER, SCHWARZ). Zur Beurteilung des Lippenprofils werden Form und Position der Lippen als entscheidende Kriterien für die harmonische Ausgeglichenheit eines Gesichts angesehen. Eine ideale Mundprofillinie im Kieferdrittel wird durch Winkelmessungen zur Ohr-Augen-Ebene mit Tangenten unterschiedlichen Verlaufs vom Hautnasion aus beschrieben. Der von MERRIFIELD [61] eingeführte "z-Winkel" verläuft zur Oberlippe und beträgt bei Erwachsenen ca. 80° und bei Kindern ca. 70° . Die Lippenbezugstangente, die dem z-Winkel sehr ähnlich ist, führte WEISE [95] ein, wobei er jedoch eine distale, neutrale oder mesiale Lippenrelation über einen möglichen Kontakt der Unterlippe an dieser Oberlippentangente definierte.

Bei der Profil-/Lippenanalyse nach HOLDAWAY [47] stehen die Holdaway-Linie und der Holdaway-Winkel im Vordergrund. Die Holdaway-Linie ergibt sich aus der Verbindungslinie zwischen dem Hautpogonion und dem Oberlippen-Punkt 'OL'. In ihrer Verlängerung schneidet sie kranial die Nasenspitze und ergibt kaudal mit der Verlängerung der NB-Linie den Holdaway-Winkel (H-Winkel). Dieser ist der Ausdruck relativer Prominenz der Oberlippe in Bezug auf die Neigung des Gesichtsskeletts und der Abhängigkeit vom ANB-Winkel ($ANB = 1^\circ - 3^\circ$). Der H-Winkel beträgt bei einem regelrechten ANB-Winkel und nach dem dreizehnten Lebensjahr $7^\circ - 9^\circ$. Im Idealfall sollten die Lippen die Profillinie berühren.

RICKETTS [74],[76] führt in seiner Analyse des Lippenprofils als Bezugslinie die Ästhe-

tik-Linie (esthetic line, E-Linie) ein. Sie verläuft in Form einer Tangente von der Nasenspitze zum Kinn. Seiner Meinung nach liegt ein optimales ästhetisches Mundprofil vor, wenn die vorderste Kontur der Unterlippe zur Ästhetik-Linie einen Abstand von ~ 2 mm aufweist (im Alter von 8,5 Jahren). Im Milchgebiss kann die Unterlippe noch vor, im Wechselgebiss beide Lippen in gleicher Entfernung hinter der E-Linie liegen.

Die ästhetische Ebene nach STEINER [85],[86],[87] ist definiert als eine Ebene durch die Mitte des Punktes „S“ und dem Hautpogonion, wobei „S“ der ventralen Begrenzung des Nasenstegs und der Oberlippe entspricht. Bei der ästhetischen Ebene nach STEINER sollen die Lippen mit der Steiner-Linie zusammenfallen. Liegen die Lippen hinter der Linie, so erscheint das Lippenprofil zu flach, liegen sie davor, ist das Profil zu protrusiv. KORKHAUS [56],[69] unterscheidet in seiner Lippenprofilanalyse zwei Varianten, die positive und die negative Lippentreppe. Von einer positiven Lippentreppe spricht er, wenn die Unterlippe vor der Oberlippe liegt. Von einer negativen Lippentreppe ist die Rede, wenn die Unterlippe hinter der Oberlippe liegt. Eine leicht negative Lippentreppe stellt den Normalbefund dar.

Eine weitere Lippenprofilanalyse wurde von A. M. SCHWARZ [82],[83] beschrieben. Hier halbiert die Mundtangente, die durch Subnasale (Sn) und Pogonion (Pog') verläuft, bei einem Mittelwertgesicht die Oberlippe, berührt die Unterlippe und bildet mit der Pn-Senkrechten einen Profilwinkel von 10° .

Bei seiner sagittalen Bewertung des Gesichtsprofils verwendet A. M. SCHWARZ [82],[83] definierte Punkte und Linien, und seine Auswertungen basieren auf der Konstruktion von drei Bezugsebenen und der Mundtangente 'T'. Das von diesen drei Bezugsebenen, der H-Linie, Orbital-Perpendiculare (PO-Senkrechte) und Nasion-Perpendiculare (PN-Senkrechte) eingeschlossene Feld, in dem die Umrisse des Kieferdrittels des Gesichtes verlaufen, bezeichnet SCHWARZ als Kieferprofilfeld (KPF).

Die H-Linie, SIMONS Schädelhorizontale, die der skelettal definierten Frankfurter Horizontalen (FH) entspricht, ist die Verbindungslinie von "Augpunkt" und Porion. Von ihr gehen die senkrechten Linien PO-Senkrechte, die von H durch die Orbita (Augpunkt) verläuft, und PN-Senkrechte, die senkrecht zur FH durch das Hautnasion verläuft, ab. Die Breite des KPF beträgt im Wechselgebissalter durchschnittlich 13-14 mm, nach

dem Zahnwechsel, und beim Erwachsenen der weißen Rasse liegt sie bei 15-17 mm. SCHWARZ definiert ein gerades Durchschnittsgesicht (ideales Mittelwertgesicht oder Biometgesicht) mit regelrechtem Profilverlauf wie folgt: Der Subnasalpunkt (Oberlippe) berührt die Nasionsenkrechte (PN), die Unterlippe steht $\frac{1}{3}$ der KPF-Breite hinter der PN-Senkrechten, der Weichteilkinnpunkt (Pog') befindet sich in der Mitte des KPF und der kaudalste Kinnpunkt (Hautgnathion Gn') liegt auf der Orbitalsenkrechten (PO).

Mit Hilfe des KPFs versucht A. M. SCHWARZ [69],[82] die "natürlichen Spielarten" des Gesichtsschädelaufbaus am Profil darzustellen, womit sich die Klassifikation der neun möglichen Profilvarianten in der Sagittalebene ergeben, die zusätzlich noch mit vertikalen Abweichungen vergesellschaftet sein können. Je nach Lage des Subnasale 'Sn' zur PN-Senkrechten unterscheidet SCHWARZ zwischen Vor-, Durchschnitts- oder Rückgesicht und der jeweiliger Gesichtstyp kann gerade oder schief sein.

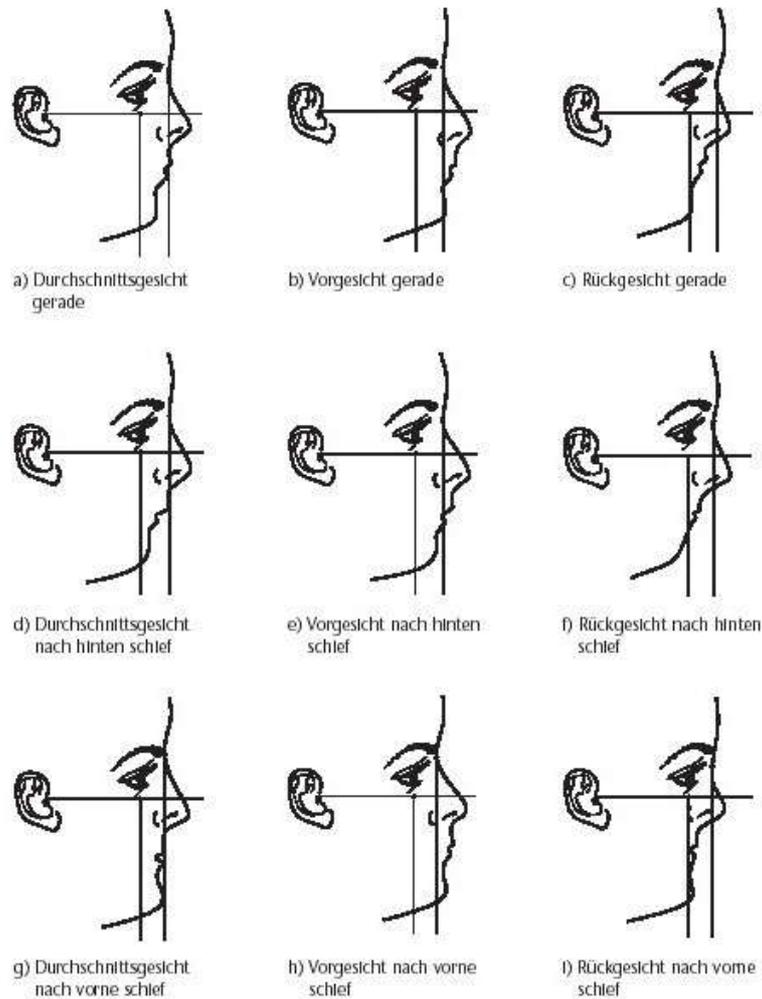


Abbildung 10: Neun Profiltypen nach A.M.Schwarz [69]

Diese Analyse wird noch heute regelmäßig, wie auch in dieser Studie, in der kieferorthopädischen Diagnostik angewandt (Abbildung 10).

Mittels der Null-Meridian-Methode nach GONZALES-ULLOA [39] kann das Gesicht einer Knochen- u./o. Weichteilanalyse unterzogen werden. Ein ästhetisch harmonisches Gesicht liegt dann vor, wenn das Pog' (in FRS-Bild Pog) auf oder minimal von der Gonzales-Ulloa-Senkrechten (Senkrechte zur Frankfurter Horizontalen im Punkt N') entfernt liegt.

2. Material und Methode

2.1 Probandenkollektiv

In der Poliklinik für Kieferorthopädie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster wurden westfälische Schulkinder im Alter von 9 Jahren aus der „Annette von Droste-Hülshoff-Schule“ (Nienberge bei Münster) untersucht. Von jedem Probanden fertigte man am Untersuchungstermin u.a. eine Profilaufnahme sowie Alginatabformungen von Ober- und Unterkiefer an.

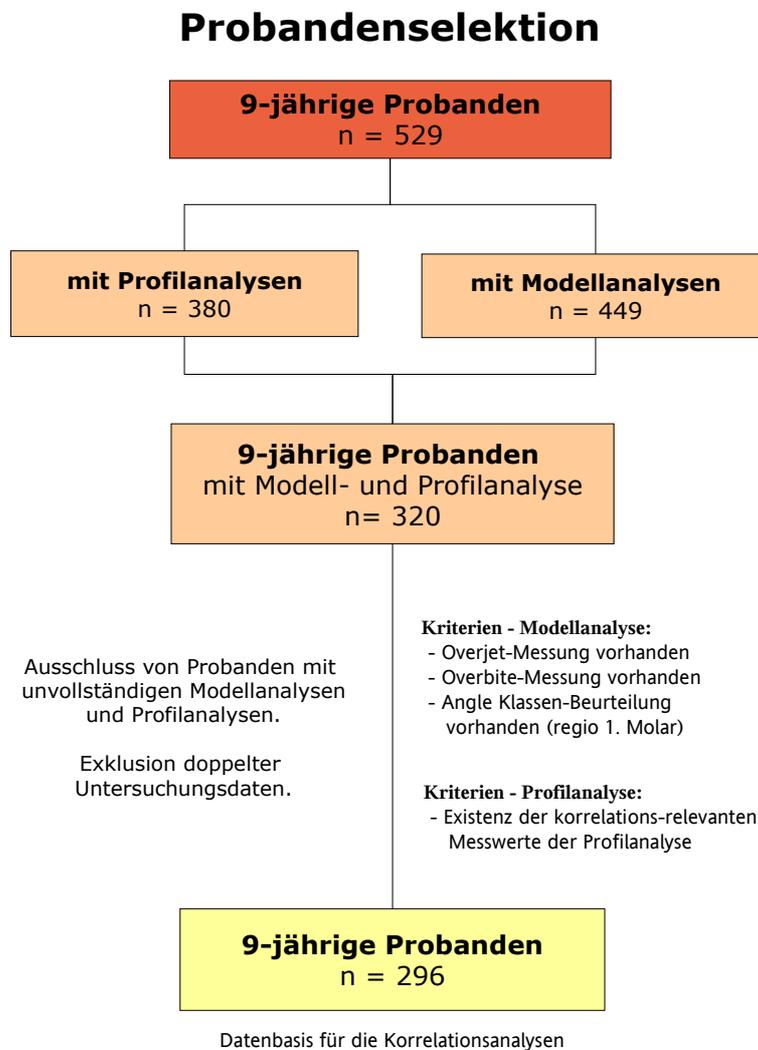


Abbildung 11: Selektion der 9-jährigen Probanden

Für diese Studie stand ein anfänglicher Probandenpool von 529 neunjährigen Schulkindern zur Verfügung. Aus dem Gesamtpool der von den 529 neunjährigen Schulkindern angefertigten Befundunterlagen konnten 380 Profilaufnahmen und 449 Gipsmodelle analysiert werden. In die späteren Korrelationsstatistiken gingen 320 dieser Probanden ein, da bei dieser Anzahl sowohl eine vollständig ausgewertete Profil- als auch eine Modellanalyse vorhanden war, sowie ein ausgefüllter Untersuchungsbogen, welcher vor allem Aufschluss über eine eventuell bereits begonnene kieferorthopädische Behandlung gibt. Beschädigte Modelle wurden nicht zur Auswertung herangezogen. Nach Entfernung der doppelt auftretenden Daten, die dadurch entstanden, dass einige Kinder innerhalb eines Lebensjahres zweimal untersucht wurden (zum Beispiel kam das Kind einmal kurz *nach* und das zweite Mal kurz *vor* seinem nächsten Geburtstag), belief sich die Probandenzahl auf 296 Schul Kinder. Die innerhalb der Altersgruppe doppelt aufgetretenen Messwerte wurden mit Hilfe eines Zufallsprinzips eliminiert.

Abbildung 12 zeigt die Verteilung der 296 Schul Kinder in 151 weibliche (51 %) und 145 männliche (49 %) Probanden. Damit sind die Geschlechter in hinreichend gleichmäßiger Verteilung repräsentiert.

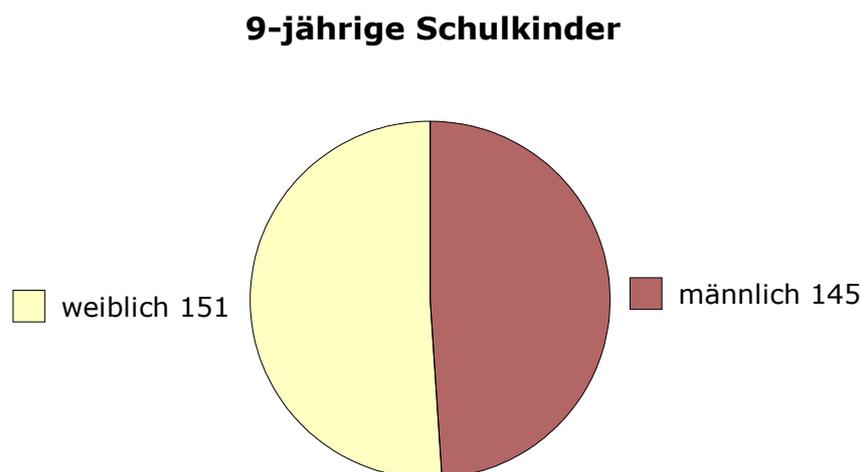


Abbildung 12: Geschlechterverteilung der Schul Kinder (n=296)

Da sich in einem Alter von 9 Jahren bereits eine größere Anzahl von Schulkindern in

einer kieferorthopädischer Behandlung befindet, wurde dieser Parameter bei der klinischen Untersuchung abgefragt und dokumentiert. Die Gruppe 'ohne KFO' bezeichnet diejenigen Kinder, welche zum Untersuchungszeitpunkt keine kieferorthopädische Behandlung hatten.

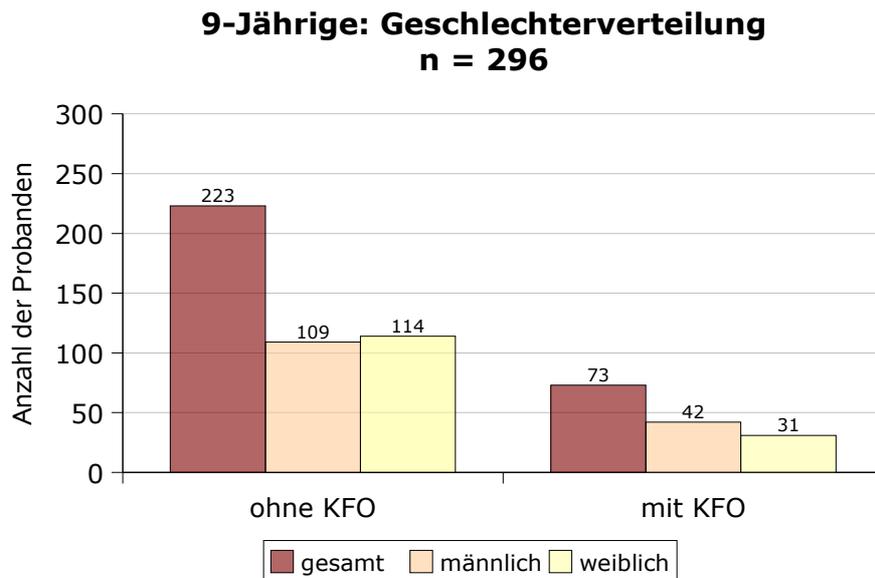


Abbildung 13: 9-Jährige: Ohne und mit KFO-Behandlung

Der Abbildung 13 ist zu entnehmen, dass bei insgesamt 223 (109 weibliche und 114 männliche) Probanden noch keine KFO-Therapie begonnen wurde. 73 Schulkinder (42 weibliche und 31 männliche) waren oder sind zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits kieferorthopädisch behandelt. Es stellt sich daher die Frage, ob Patienten, die bereits Einflüssen einer kieferorthopädischen Behandlung unterlagen, durch ihre darin begründeten veränderten Zahnstellungen aus der Studie exkludiert werden müssen. Da sich diese Studie mit der Beantwortung der Frage beschäftigt, ob und ggf. in welchem Ausmaß Zahnstellungen mit dem Gesichtsprofil korrelieren, ist es unwesentlich, ob die Zahnstellung der Probanden physiologisch entstanden ist oder bereits teilweise iatrogen beeinflusst wurde. Aufgrund der Tatsache, dass der typische Behandlungsbeginn zwischen dem 9. und 10. Lebensjahr liegt, ist davon auszugehen, dass bestehende Zahnstellungsanomalien bei den wenigsten Patienten bereits korrigiert wurden, was auch die Modellanalysen zeigen. Aus diesen Gründen wird nachfolgend die Gesamtgruppe betrachtet.

Mittels zweidimensionaler Profilanalysen an Hand standardisierter Profilmotos werden bei den 296 Probanden Profilwerte ermittelt, welche mit spezifischen Modellanalysewerten verglichen werden. Dabei gehen nur Messwerte in die Studie ein, die sagittale und vertikale Relationen des Untergesichtes beschreiben und mit ebenfalls sagittalen und vertikalen Modellanalysemesswerten (Angle-Klassen, Overbite und Overjet) korreliert werden können. Damit werden medizinisch sinnvolle Hypothesen zu möglichen Korrelationen belegt oder widerlegt.

2.2 Anfertigung der Profilaufnahmen

Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurden die Schulkinder in dem klinikinternen Fotostudio fotografiert, wodurch eine gute Reproduzierbarkeit durch eine standardisierte Aufnahmetechnik und beständige Geräteanordnung ermöglicht wurde.

Eine Kleinbild-Spiegelreflexkamera vom Typ Nikon® F301 kam bei den Fotoprofilaufnahmen zum Einsatz. Bei dem Filmmaterial für die Herstellung der Diapositive griff man auf Kodak Turachrome® 100 Filme zurück. Eine konstante Ausleuchtung gewährleistete das an der Kamera installierte Medical Nikkor®-Objektiv (120 mm Brennweite) mit einem eingebauten Ringblitz. Um bei der Gesichtsfotografie optimale Kontrastergebnisse zu erzielen, wählte man eine hellblaue Hintergrundleinwand aus, welche mit "Slave"-gesteuerten Studioblitzgeräten ausgeleuchtet wurde.

Die Schulkinder nahmen auf einem Hocker in einer entspannten und geraden Haltung mit Fußkontakt zum Boden platz. Bereits junge Patienten neigen dazu ihre Gebissanomalien, z.B. bei mandibulärer Retrognathie, durch Unterkieferbewegungen zu verbergen. Daher wurden die Kinder angewiesen auf ihre „Backenzähne zu beißen“ und die Lippen zu entspannen, so dass diese unbewussten Ausgleichshaltungen umgangen werden konnten und die Fotografien analog zu der Bissituation der Gipsmodelle in habitueller Okklusion aufgenommen wurden. Zur Kontrolle der Kopfhaltung wurde die „Frankfurter Horizontale“, die definiert ist als horizontale Linie durch Tragus und Infra-orbitalrand, parallel zum Boden ausgerichtet.

Durch diese standardisierte Vorgehensweise der Aufnahmetechnik wurde während der Untersuchung eine einheitliche Qualität des Fotomaterials gewährleistet. Dennoch ist zu bedenken, dass bei jeder fotografischen Ablichtung Fehler durch Materialunschärfe, Be-

wegungsunschärfe, geometrische Ungenauigkeiten usw. entstehen können [83].

2.3 Digitalisierung des Bildmaterials

Die Digitalisierung der optischen Informationen der Dias wurde mit Hilfe eines Flachbett-Durchlichtscanners vom Typ Agfa-Arcus II[®] durchgeführt. Hierdurch erfolgte ein Informationstransfer der Dias in eine Computerdatei. Diese Bilddateien wurden dem Patienten mit Aufnahmedatum entsprechend zugeordnet und in dem Grafikdatenformat JPEG (qualitätsverlustfrei komprimiert) gespeichert. Die spätere Auswertung der Profilmfotos erfolgte elektronisch. Aus diesem Grund ist eine optische Auflösung von 700 dpi (dots per inch) ausreichend, um das Profilmfoto auch bei großen Bildschirmauflösungen in maximaler Größe auf dem Computermonitor (ca. 96 dpi) darzustellen. Eine Nachbearbeitung der Bilddateien unter Beibehaltung der Proportionen erfolgte mit Hilfe der Bildbearbeitungssoftware Adobe Photo-Shop[®]. Hierdurch konnte eine Optimierung von Farbe und Helligkeit erzielt werden.

2.4 Organisation der Untersuchungsunterlagen in einer Datenbank

Die Untersuchungsdaten in Form von Patientenstammdaten (Name, Geschlecht und Geburtsdatum), digitalen Profilmfotos sowie Modellfotografien wurden in einer Datenbank, MS ACCESS[®] für Windows, gespeichert.

2.5 Definition elektronischer Profilanalyseparameter

Für die Korrelationen spezifischer Modellanalyseparameter, wie den Angle-Klassen sowie den sagittalen und vertikalen Frontzahnstufen, werden definierte Weichteilanalysewerte benötigt. Dabei müssen die Werte einerseits der Modell- andererseits der Weichteilprofilanalyse Abweichungen in der gleichen Dimension beschreiben, d.h. es werden *sagittale* Modellanalyseparameter mit *sagittalen* Profilanalysewerten korreliert. SPECKMANN [84] definierte im Rahmen ihrer Promotion eine umfassende elektronische Profilanalyse aus 31 Werten, welche mittels der kieferorthopädischen Auswertungssoftware FR-Win[®] der Firma "Computer konkret" [23] elektronisch definiert wurde (Abbildung 14). Bei allen 31 Profilmwerten, welche aus einer umfassenden internationalen Literaturrecherche zusammengestellt wurde, handelt es sich ausschließlich um 'relative'

Werte, d.h. es wurden Verhältnisse und Winkel definiert ohne dass absolute Streckenmasse zum Einsatz kamen. Das hat einerseits den entscheidenden Vorteil, dass die üblicherweise in der kieferorthopädischen Diagnostik ohne Kalibrierungsmaßstab angefertigte Fotografien ausgewertet werden können, andererseits sind absolute Maßangaben aufgrund der individuellen anatomischen Variationen wissenschaftlich ohnehin wenig aussagekräftig und vergleichbar. Aus diesen 31 Profilwerten wurden logische Vergleichsparameter separiert, welche in der vorliegenden Studie Verwendung finden.

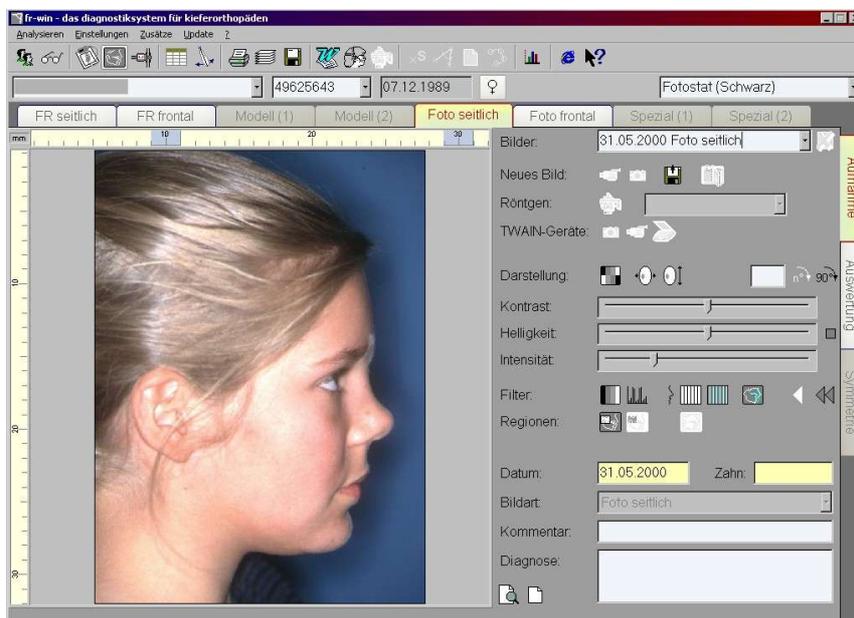


Abbildung 14: Analysesoftware "FR-Win" (Firma "Computer konkret") [23]

Die Analysesoftware berechnet auf der Basis der definierten mathematischen Zusammenhänge die Verhältnis- und Winkel-Werte und gibt diese grafisch, sowie in Tabellenform aus. Über eine selbstentwickelte Schnittstelle wurden die Profilwerte probandenbezogen in die Modellanalysedatenbank übertragen, um dort für kombinierte Abfragen zur Verfügung zu stehen. Die Ergebnisse dieser SQL-Abfragen können direkt in die Statistiksoftware SPSS importiert werden und stehen somit den statistischen Analysen zur Verfügung.

2.6 Erstellung der Modellanalysen

An den Untersuchungsterminen wurden Alginatabformungen beider Kiefer genommen, die im klinikinternen Labor mit speziellem KFO-Hartgips ausgegossen wurden, um Dokumentationsmodelle zu erstellen. An Hand dieser Modelle erfolgte die Modellanalyse und die Einteilung in die entsprechenden Angle-Klassen. Für die Messung des Overbite und Overjet diente als zentrales Hilfsmittel eine Schieblehre mit einer Messgenauigkeit von einem 1/10 mm. Die Modellpaare der Probanden wurden in habitueller Okklusion fixiert und beurteilt. Der Overjet, der definiert ist als der horizontale Abstand zwischen der Labialfläche der unteren mittleren und der Inzisalkante der oberen mittleren Schneidezähne, wurde in sagittaler Richtung mit der Schieblehre parallel zum Okklusplanum gemessen. Die vertikale Messung des Overbites, definiert als der Abstand zwischen den oberen und unteren Inzisalkanten der mittleren Schneidezähne, erfolgte ebenfalls mittels einer Schieblehre und wurde in der Modellanalysedatenbank mit einer Genauigkeit von 1/10 mm dokumentiert.

2.7 Weichteilprofilanalyse

Für die Weichteilprofilanalyse wurden aus den 31 Profilwerten der Profilanalyse nach SPECKMANN [84] dreizehn Profilwerte ausgewählt, welche sinnvoll mit den vorgegebenen Modellanalyseparametern korrelierbar sind. Die nachfolgende Tabelle 3 zeigt alle 31 Profilanalysewerte, denen jeweils **römische Zahlen** zugeordnet sind. Die für die weiteren Untersuchungen verwendeten 13 Profilwerte sind in der Tabelle 3 besonders gekennzeichnet. Hinter den Profilwerten stehen in Klammern die in den nachfolgenden Untersuchungen verwendeten deutschen Bezeichnungen, die sich von der Benennung nach SPECKMANN in einigen Fällen differenzieren.

Weichteilprofilanalyse	
Kürzel	Profilwerte
I	Stirndrittel
II	Nasendrittel
III	Kieferdrittel
IV	Mittelgesicht
V	Untergesicht (Untergesichtshöhe)
VI	Upper jaw height (Oberkieferhöhe)
VII	Lower jaw height (Unterkieferhöhe)
VIII	Lippenregion
IX	Kinnregion
X	Nasal prominence
XI	Upper jaw prominence
XII	Lower jaw prominence (Unterkieferprominenz)
XIII	Upper / lower jaw (OK-/UK-Relation)
XIV	Lip relationship (Lippenrelation)
XV	Chin eminence
XVI	Chin prominence (Kinnprominenz)
XVII	Face height/ depth
XVIII	Weichteilprofilwinkel
XIX	Gesamtprofilwinkel
XX	Nasolabialwinkel
XXI	Nasofrontalwinkel
XXII	Nasenrückenwinkel
XXIII	z-Winkel
XXIV	Gesichtswinkel
XXV	Neger Winkel
XXVI	Lippen-Kinn-Hals-Winkel
XXVII	Upper lip drape
XXVIII	OK-Sulcuswinkel
XXIX	UK-Sulcuswinkel
XXX	'Sn' im Kieferprofilfeld (KPF, OK-Position nach A.M. Schwarz)
XXXI	'Pom' im Kieferprofilfeld (KPF,UK-Position nach A.M. Schwarz)

Tabelle 3: Weichteilanalyse-Werte nach SPECKMANN [84]

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten 13 Profilwerte werden in den folgenden Abbildungen detailliert dargestellt und deren Definition beschrieben.

2.7.1 Weichteilpunkte

Abbildung 15 zeigt die für die Konstruktion der Strecken und Winkel benötigten Weichteilpunkte.

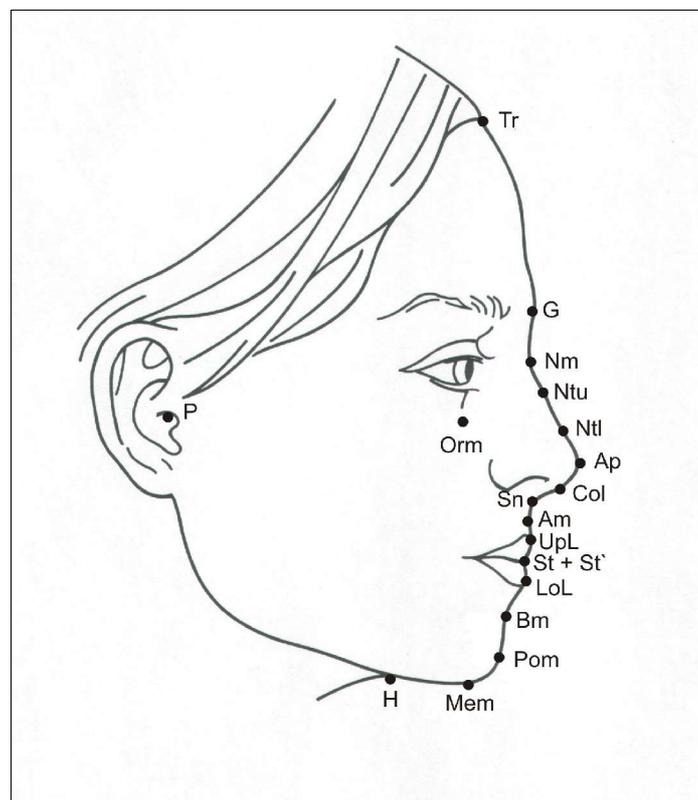


Abbildung 15: Profilanalyse: Weichteilpunkte [84]

In Tabelle 4 sind die verwendeten Abkürzungen der Weichteilpunkte erklärt und die genauen Definitionen verbal ausgeführt. Auf die Erklärung der Weichteilpunkte, die nicht in dieser Studie verwendet werden, wurde bewusst verzichtet.

Weichteilpunkte		
Kürzel	Bezeichnung	Beschreibung
P	Porion	Entspricht dem höchsten Punkt des Gehörgangs (wo sich die knorpeligen "Bögen" des Gehörgangs kranial kreuzen).
Orm	Orbitale molle	Eine Lidspalte unter dem Auge lokalisiert.
Nm	Nasion molle	Tiefste Einziehung der Krümmung zwischen Stirn- und Nasenrücken an der Nasenwurzel.
Sn	Subnasale	Dorsales Ende der Columella (oft winkelförmiger Übergang der Nasenbasis in die Oberlippe).
Am	A mollis	Tiefste Einziehung zwischen 'Sn' und 'UpL' (Supralabialsulcus).
UpL	Upper lip	Der am weitesten vorstehende Punkt der Oberlippe (oft auf der Lippenrotkante).
St	Stomion	Lippenkontaktpunkt der Oberlippe (bei geschlossenem Mund identisch mit 'St`').
St`	Stomion`	Lippenkontaktpunkt der Unterlippe (bei geschlossenem Mund identisch mit 'St').
LoL	Lower lip	Der am weitesten vorstehende Punkt der Unterlippe (oft auf der Lippenrotkante).
Bm	B mollis	Tiefste Einziehung zwischen 'LoL' + 'Pom' (Supramentalsulcus).
Pom	Pogonion molle	Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Weichteil-Kinnkontur.
Mem	Menton molle	Der am weitesten inferior gelegene Punkt der Weichteil-Kinnkontur.

Tabelle 4: Profilanalyse: Weichteilpunkte [84]

2.7.2 Profilwerte der Weichteilanalyse

Auf der Grundlage der zuvor dargestellten Weichteilpunkte werden nun die dreizehn in Tabelle 3 aufgelisteten Profilanalysewerte grafisch und tabellarisch näher erläutert.

Den 31 Profilwerten wurden von SPECKMANN [84] jeweils römische Zahlen zugeordnet, welche für die hier ausgewählten 13 Profilwerte übernommen wurden. In den Tabellen werden die Kürzel (bzw. für ein besseres Verständnis die Formel) der Profilwerte, deren Bezeichnung, ihre Normwertintervalle und eine kurze Beschreibung aufgezeigt. Da in der Literatur je nach Autor verschiedene Normwerte angegeben werden, sind die Normwerte zu Normwertintervallen zusammengefasst worden. Bei den aufgeführten Profilwerten handelt es sich um vertikale und horizontale Verhältnisse, Winkel und um das Kieferprofilfeld (KPF) nach A.M. SCHWARZ [82],[83].

Vertikale Verhältnisse der Profilanalyse

Die vertikalen Verhältnisse der Profilanalyse sind grafisch in Abbildung 16 dargestellt und werden in der Tabelle 5 definiert.

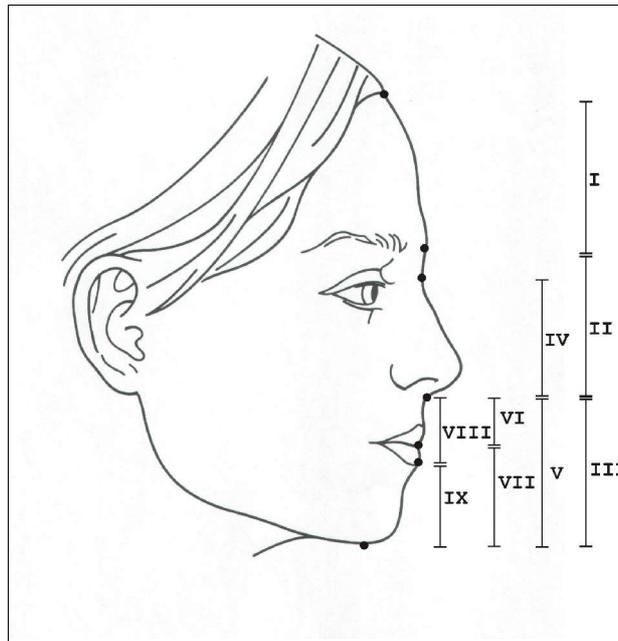


Abbildung 16: Profilanalyse: Vertikale Strecken und Verhältnisse [84]

Profilwert	Bezeichnung	Kürzel/Formel	Normwert	Beschreibung
V	Untergesichtshöhe	$\text{Sn-Mem/Nm-Mem} \times 100$	53-57%	Verhältnis der Strecke 'Sn-Mem' zu der Gesamtstrecke 'Nm-Mem'.
VI	Oberkieferhöhe (Upper jaw height)	$\text{Sn-St/Sn-Mem} \times 100$	25-33,3%	Verhältnis der Strecke 'Sn-St' zu der Gesamtstrecke 'Sn-Mem'.
VII	Unterkieferhöhe (Lower jaw height)	$\text{St-Mem/Sn-Mem} \times 100$	66-75%	Verhältnis der Strecke 'St-Mem' zu der Gesamtstrecke 'Sn-Mem'.

Tabelle 5: Profilanalyse: Vertikale Strecken und Verhältnisse [84]

Die Untergesichtshöhe (V) beschreibt das Verhältnis der Strecke 'Sn-Mem' (Abbildung 15) zu der Gesamtstrecke 'Nm-Mem' (Abbildung 15) in Prozent. D.h. kleine Prozentwerte beschreiben eine relativ zur Gesichtshöhe niedrige Untergesichtshöhe (Abbildung 16). Der Normwert liegt zwischen 53 % und 57 % [9],[10],[26],[72].

Die Oberkieferhöhe (VI) ist als das prozentuale Verhältnis der Strecke 'Sn-St' zu der Gesamtstrecke 'Sn-Mem' definiert. Eine Zunahme der Oberkieferhöhe (Sn-St) führt zu hohen Prozentwerten, wogegen eine Abnahme entsprechend niedrigere Werte aufweist (Abbildung 16). Das Normwertintervall befindet sich zwischen 25 % und 33,3 % [8],[21],[31],[58],[72].

Durch das Verhältnis der Strecken 'St-Mem' zur Gesamtstrecke 'Sn-Mem' wird die Unterkieferhöhe (VII) prozentual dargestellt. Bei einer Verringerung der Unterkieferhöhe (St-Mem) nehmen die Prozentwerte ab, während bei einer größeren Unterkieferhöhe eine Zunahme der Werte zu verzeichnen ist (Abbildung 16). Das Normwertintervall erstreckt sich von 66 % bis 75 % [8],[21],[31],[58],[72].

Horizontale Verhältnisse der Profilanalyse

Die Ermittlung der horizontalen Verhältnisse erfolgt durch paralleles Messen zu der Ebene "Frankfurter Horizontale (FH)". Sie ist definiert als eine Gerade durch das Weichteil-Porion (P) und den Punkt Orbitale molle (Orm). Eine konstruierte Senkrechte (PS) zur FH durch 'P' stellt das posteriore Streckenende dar. Bei den horizontalen Verhältnissen handelt es sich um prozentuale Vergleiche zweier Strecken, d.h. um Streckenverhältnisse. Somit können in der folgenden Abbildung lediglich die zur Profilverwerterrechnung erforderlichen Strecken visualisiert werden und nicht die Profilwerte mit ihren römischen Zahlen. Die Strecken sind durch Buchstaben markiert.

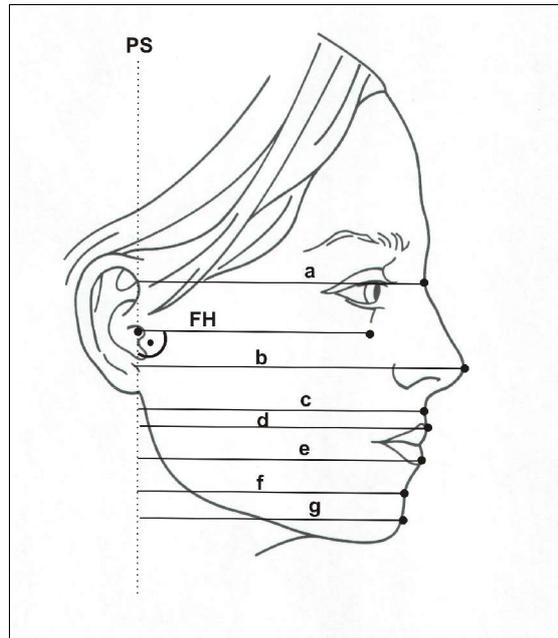


Abbildung 17: Profilanalyse: Horizontale Strecken und Verhältnisse [84]

Der folgenden Tabelle 6 kann entnommen werden, welche beiden Strecken für den prozentualen Vergleich benötigt werden, um den jeweiligen Profilwert zu definieren.

Profilwert	Bezeichnung	Kürzel/ Formel	Normwert	Beschreibung
XII	Unterkiefer-Prominenz (Lower jaw prominence)	$f/a \times 100$	94,9-98%	f = Strecke 'PS-Bm' a = Strecke 'PS-Nm'
XIII	OK-/UK-Relation (Upper/ lower jaw)	$c/f \times 100$	107,5-109,5%	c = Strecke 'PS-Am' f = Strecke 'PS-Bm'
XIV	Lippenrelation (Liprelationship)	$d/e \times 100$	103-103,3%	d = Strecke 'PS-UpL' e = Strecke 'PS-LoL'
XVI	Kinnprominenz (Chin prominence)	$g/a \times 100$	99-102,8%	g = Strecke 'PS-Pom' a = Strecke 'PS-Nm'

Tabelle 6: Profilanalyse: Horizontale Strecken und Verhältnisse [84]

Die Unterkieferprominenz (XII) gibt das Längenverhältnis der Strecke 'f' (PS-Bm, Abbildung 15) in Bezug auf 'a' (PS-Nm, Abbildung 15) in Prozent an. Eine Unterkieferrücklage führt zu einer Abnahme der prozentualen Werte der Unterkieferprominenz, eine Zunahme der Unterkieferprominenz zu einem Anstieg der Prozentwerte (Abbildung 17). Der Normwert liegt zwischen 94,9 % und 98 % [53], [60].

Bei der OK-/UK-Relation (XIII) wird die Oberkieferlänge (PS-Am) prozentual mit der

Unterkieferlänge (PS-Bm) verglichen. Eine Retrognathie zeichnet sich durch einen hohen Prozentsatz ($> 100\%$) aus, während eine Prognathie durch einen niedrigen Wert ($< 100\%$) symbolisiert wird (Abbildung 17). Das Normwertintervall befindet sich zwischen $107,5\%$ und $109,5\%$ [53],[60].

Die Lippenrelation (XIV) beschreibt das Verhältnis der Strecken 'd' (PS-UpL) und 'e' (PS-LoL). Eine starke ventrale Position der Oberlippe (UpL), bzw. eine starke retrale Position der Unterlippe (LoL), wird durch eine Zunahme der Prozentwerte verdeutlicht (Abbildung 17). Das Normwertintervall erstreckt sich von 103% bis $103,3\%$ [53],[60].

Die Kinnprominenz (XIV) ist definiert als das prozentuale Verhältnis der Strecken 'g' (PS-Pom, Abbildung 15) zu 'a' (PS-Nm, Abbildung 15). Bei ausgeprägter Kinnprominenz sind hohe Prozentwerte zu verzeichnen, während bei einer retrale Lage des Kinns niedrige Werte anzutreffen sind (Abbildung 17). In der Literatur werden die Normwerte zwischen 99% und $102,8\%$ angegeben [53],[60].

Winkel der Profilanalyse

In den Abbildungen 18 und 19 werden der 'Weichteilprofilwinkel' (XVIII), der 'z-Winkel' (XXIII), der 'Gesichtswinkel' (XXIV) sowie der 'Neger Winkel' (XXV) dargestellt.

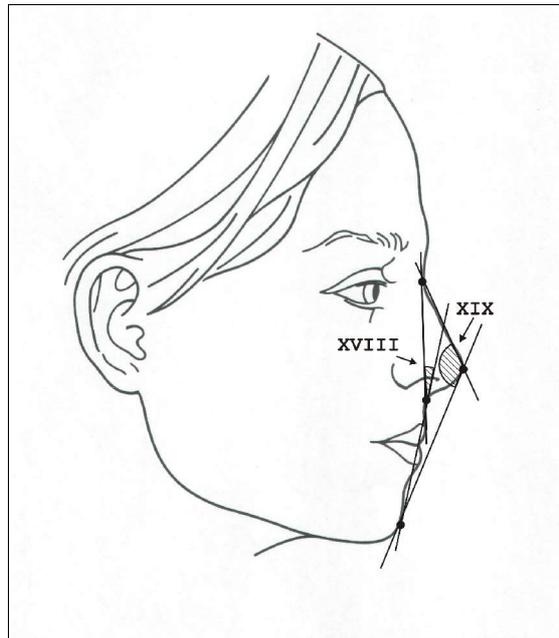


Abbildung 18: Profilanalyse: Winkel (XVIII) [84]

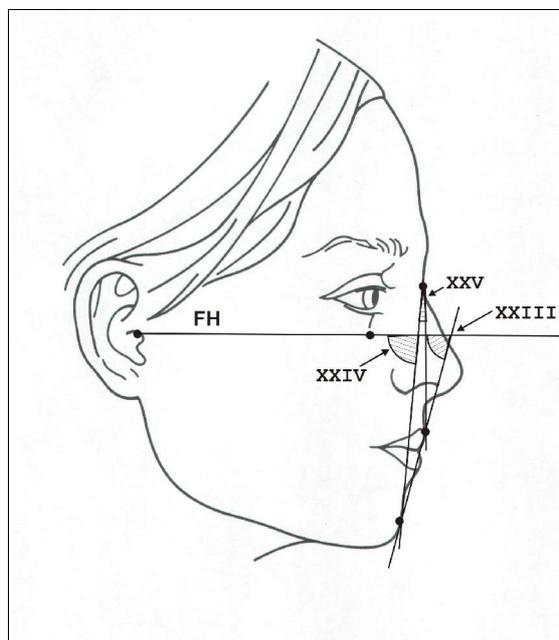


Abbildung 19: Profilanalyse: Winkel (XXIII, XXIV, XXV) [84]

In der nachfolgenden Tabelle sind die Profilwerte mit ihren Formeln, Normwerten und Definitionen aufgelistet.

Profilwert	Bezeichnung	Kürzel/Formel	Normwert	Beschreibung
XXVIII	Weichteilprofilwinkel	Nm-Sn/Sn-Pom	8-19°	Nach oben gemessener Winkel zwischen 'Nm-Sn' und 'Sn-Pom'.
XXIII	z-Winkel	Pom-UpL-FH	70-80°	Nach hinten gemessener Winkel zwischen 'Pom-UpL' und 'FH'.
XXIV	Gesichtswinkel	Pom-Nm/FH	88-92°	Nach hinten/unten gemessener Winkel zwischen 'Pom-Nm' und 'FH'.
XXV	Neger Winkel	UpL-Nm/ Pom-Nm	8,77-8,9°	Nach unten gemessener Winkel zwischen 'UpL-Nm' und 'Pom-Nm'.

Tabelle 7: Profilanalyse: Winkel [84]

Der Weichteilprofilwinkel (XXVIII) ist der nach oben gemessene Winkel zwischen den Geraden 'Nm-Sn' (Abbildung 15) und 'Sn-Pom' (Abbildung 15). Eine Retrognathie des Unterkiefers führt zu einer Zunahme des Weichteilprofilwinkels, eine Prognathie zu einer Abnahme (Abbildung 18). Die Normwerte befinden sich in einem Bereich zwischen 8° und 19° [10],[35],[58],[72],[82],[90].

Der z-Winkel (XXIII) ist definiert als der nach hinten gemessene Winkel zwischen der Geraden 'Pom-UpL' und der 'Frankfurter Horizontale' (FH). Mit zunehmender Rücklage des Unterkiefers nimmt der Winkel ab (Abbildung 19). Das Normwertintervall erstreckt sich von 70°-80° [26],[61].

Der Gesichtswinkel (XXIV) beschreibt den nach hinten/unten gemessenen Winkel zwischen der Geraden 'Pom-Nm' und der 'Frankfurter Horizontalen' ('FH'). Eine Verkleinerung des Winkels liegt bei einer Retrognathie des Unterkiefers (Abbildung 19) vor. Das Normwertintervall wird in der Literatur von 88° bis 92° angegeben [26],[46],[68].

Der Neger Winkel (XXV), definiert als der nach unten gemessene Winkel zwischen 'UpL-Nm' und 'Pom-Nm', nimmt bei einer Rücklage des Unterkiefers zu, bei einer Vorverlagerung ab (Abbildung 19). Das Normwertintervall erstreckt sich von 8,77° bis 8,9°.

Kieferprofilfeld (KPF) nach A.M.Schwarz

Das Kieferprofilfeld (KPF) ist der Bereich zwischen der Orbital (PO)- und Profilsenkrechten (PN), die senkrecht zur 'Frankfurter Horizontalen' durch die Punkte 'PN' und 'PO' verlaufen. Die 'Frankfurter Horizontale' (FH) wird als waagerechte Bezugslinie verwendet. Exakt die Mitte des KPF durchläuft die konstruierte Bezugssenkrechte (BS). Sie dient als rechnerische Hilfslinie bei der Mittelwertermittlung von der 'UK-Position nach A.M. SCHWARZ' (XXXI) (Tabelle 8). Ein Durchschnittsgesicht ist dadurch gekennzeichnet, dass sich das Subnasale (Sn) auf der Profilsenkrechte 'PN' befindet und das Kinn (Pom) in der Mitte des Kieferprofilfelds liegt. Nach A.M. SCHWARZ lassen sich anhand des Subnasalpunktes drei typische Profilvariationen einteilen. Das Durchschnittsgesicht, 'Sn' liegt auf der Nasionsenkrechten, das Vorgesicht, bei dem 'Sn' vor der Nasionsenkrechten liegt und das Rückgesicht, wo 'Sn' hinter der Nasionsenkrechten lokalisiert ist.

Bei einer horizontalen Verschiebung von 'Pom' im gleichen Umfang wie 'Sn' spricht man von einem geraden Vor- bzw. Rückgesicht. Nach A.M. SCHWARZ gibt es demnach neun mögliche Varianten des Profilverlaufs. Jedes der drei Grundprofile kann abhängig von der Lageänderung des Punktes 'Pom' in Bezug auf 'Sn' in je zwei weitere Gesichtstypen unterschieden werden, „nach vorne“ und „nach hinten“ schief [69],[82] (Abbildung 10, Seite 18).

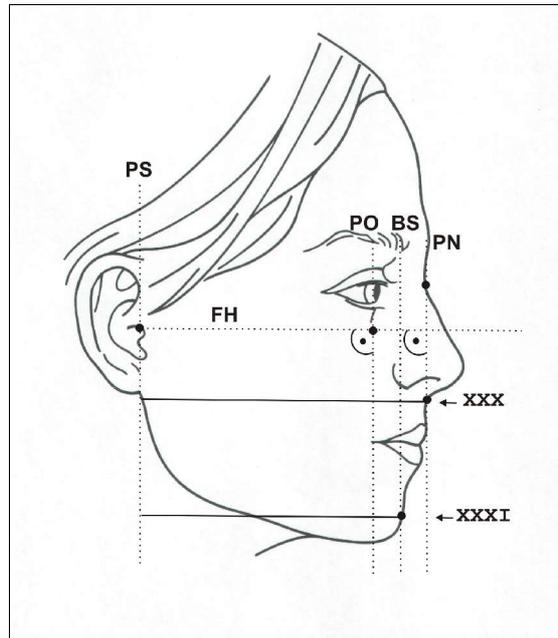


Abbildung 20: Profilanalyse: Kieferprofilfeld [84]

Profilwert	Bezeichnung	Kürzel/Formel	Normwert	Beschreibung
XXX	OK-Position nach A.M. Schwarz ('Sn' im Kieferprofilfeld (KPF))	PS-Sn/PS-PN x 100	100%	Position von 'Sn' im Kieferprofilfeld (KPF)
XXXI	UK-Position nach A.M. Schwarz ('Pom' im Kieferprofilfeld (KPF))	PS-Pom/PS-BS x 100	100%	Position von 'Pom' im Kieferprofilfeld (KPF)

Tabelle 8: Profilanalyse: Kieferprofilfeld [84]

Die Oberkiefer-Position nach A.M. SCHWARZ beschreibt die Position von **'Sn'** im Kieferprofilfeld (KPF). Die Länge der Strecke **'PS-PN'**, die parallel zur **'FH'** verläuft wird mit 100 % gleichgesetzt. Die Strecke **'PS-Sn'** (**XXX**) ist idealerweise gleichlang, somit wäre **XXX = 100 %**. Liegt **'Sn'** posterior der Profilsenkrechten, ergeben sich Werte **<100 %**, liegt **'Sn'** weiter anterior, sind die Werte **>100 %** [82] (Abbildung 20).

Die Unterkiefer-Position nach A.M. SCHWARZ wird durch die Position von **'Pom'** im Kieferprofilfeld (KPF) dargestellt. Hierzu wird parallel zur **'FH'** die Länge der Strecke **'PS-BS'** (Bezugsenkrechte) mit 100 % gleichgesetzt. Die Strecke **'PS-Pom'** (**XXXI**) ist idealerweise gleichlang, somit wäre **XXXI = 100 %**. Werte **<100 %** geben an, dass **'Pom'**

weiter posterior liegt, liegt es weiter anterior, sind die Werte $>100\%$ (Abbildung 20) [82].

2.8 Statistische Vorgehensweise

Das Ziel der Untersuchung ist die Eruierung von Zusammenhängen zwischen Modellanalyseparametern und spezifischen Profilanalysewerten. Abbildung 21 stellt den Ablauf der statistischen Vorgehensweise schematisch dar.

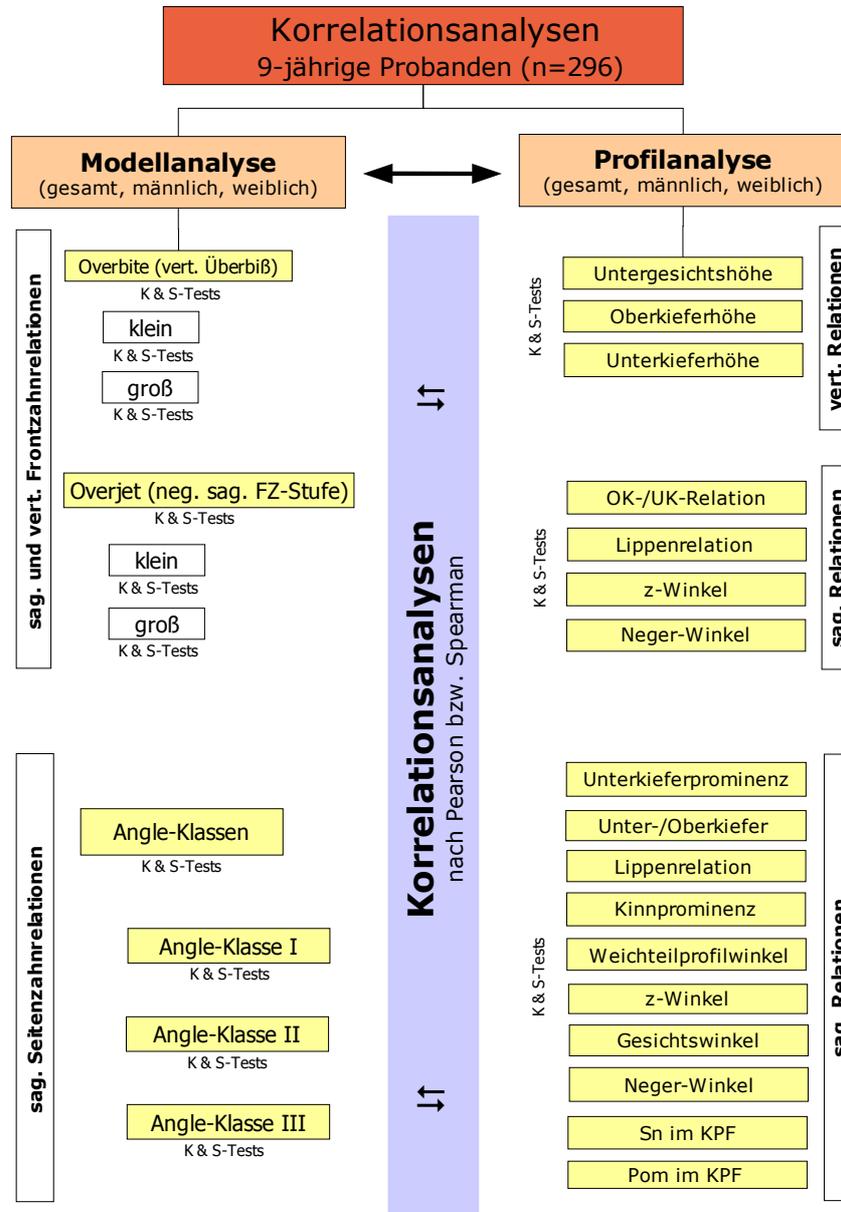


Abbildung 21: Organigramm der statistischen Vorgehensweise

Das bereinigte Probandenkollektiv umfasst 296 neunjährige Schüler (Abbildung 11, Seite 19). Aus den Modellanalysen werden drei Parameter ausgewählt und spezifischen, von der Dimension her korrespondierenden, Profilwerten gegenübergestellt. Im Rahmen der sagittalen und vertikalen Frontzahnrelationen wird der Overbite (vertikale Frontzahnstufe) und der Overjet (sagittale Frontzahnstufe) verwendet, die sagittale Seitenzahnrelation wird durch die Differenzierung in Angle-Klassen repräsentiert. Die Mo-

dellanalyseparameter Overbite und Overjet werden zusätzlich in zwei Gruppen unterschiedlicher Ausprägung (klein/groß) eingeteilt.

Die 13 Profilanalysewerte werden in drei vertikale und zehn sagittale Relationen gruppiert und den entsprechenden Modellanalysewerten gegenübergestellt.

Zur Klärung der Art der folgenden Korrelationstests werden die einzelnen Stichproben zunächst mit dem "Kolmogorov-Smirnov-Test" (K-S Test) auf Normalverteilung getestet. Die Normalverteilung beschreibt einen Zustand, bei der sich die meisten Werte um den Mittelwert gruppieren, während die Häufigkeiten nach beiden Seiten gleichmäßig abfallen. Der Test untersucht die Stichprobe auf signifikante Unterschiede von der Normalverteilung. Die Irrtumswahrscheinlichkeit 'p' beschreibt das Signifikanzniveau. Eine statistisch signifikante Abweichung von der Normalverteilung liegt bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05$ vor [19],[98]. Die klassischen Signifikanzgrenzen, auch Signifikanzniveaus bezeichnet, sind in Tabelle 9 dargestellt.

Signifikanzniveaus		
p-Wert	Bedeutung	Symbol
$P > 0,05$	nicht signifikant	ns
$P \leq 0,05$	signifikant	*
$P \leq 0,01$	sehr signifikant	**
$P \leq 0,001$	höchst signifikant	***

Tabelle 9: Signifikanzniveaus [19],[98]

Von jeder Stichprobe werden Mittelwerte berechnet. Der *arithmetische Mittelwert* (\bar{x}) wird aus der Summe der Messwerte ermittelt, geteilt durch ihre Anzahl. Der arithmetische Mittelwert eignet sich für normalverteilte und intervallskalierte Variablen. Für nicht normalverteilte oder ordinalskalierte Variablen wird zur Mittelwertdarstellung der *Median* verwendet. Der Median ist der Wert, der in der Mitte der nach Größe sortierten Messwerte liegt. Oberhalb und unterhalb des Medians befinden sich jeweils die Hälfte der Werte. Ist die Anzahl der Messwerte gerade, so berechnet man das arithmetische Mittel der beiden Werte, die in der Mitte liegen.

Um Zusammenhänge zwischen Modellanalyse- und den logisch zugeordneten Profilanalyseparametern festzustellen, werden die Messwerte zur Visualisierung zunächst als Punktwolke in einem Streudiagramm in ein rechtwinkliges Koordinatensystem ge-

zeichnet. Mittels Regressionsanalyse wird aus den Punktkoordinaten eine Regressionsgerade berechnet. Eine ansteigende Regressionsgerade kennzeichnet einen gleichläufigen Zusammenhang, eine abfallende Gerade einen gegenläufigen Zusammenhang. Das Bestimmtheitsmaß (r^2) ist das Quadrat des Korrelationskoeffizienten und lässt sich als 'Anteil der durch die Regression erklärten Streuung der Y-Werte' interpretieren. Diese Größe symbolisiert also ein Maß für die Güte/Qualität der Anpassung durch die Regressionsgerade und liegt immer zwischen 0 und 1 [19],[98].

Mittels nachfolgender Korrelationsanalysen wird ein möglicher Zusammenhang zwischen zwei Variablen bewiesen oder widerlegt. Man spricht von einer bivariaten Korrelation zwischen zwei Variablen und gibt die Stärke des Zusammenhangs mit einer Maßzahl, dem so genannten Korrelationskoeffizienten (r) an, der zwischen -1 und +1 liegt. Ein Betrag nahe bei '1' bedeutet einen starken Zusammenhang, ein Betrag nahe '0' verdeutlicht einen schwachen Zusammenhang. Ein negativer Korrelationskoeffizient symbolisiert eine gegenläufige Korrelation, d.h. der Wert der einen Variable steigt an, während der Wert der anderen Variable abnimmt [19],[98]. Folgende Abstufungen sind zur verbalen Beschreibung der Betragsgröße des Korrelationskoeffizienten üblich (Tabelle 10).

Wert	Interpretation
bis 0,2	sehr geringe Korrelation
bis 0,5	geringe Korrelation
bis 0,7	mittlere Korrelation
bis 0,9	hohe Korrelation
über 0,9	sehr hohe Korrelation

Tabelle 10: Verbale Beschreibung des Betrags des Korrelationskoeffizienten [19],[98]

Mit welchem Testverfahren der Korrelationskoeffizient berechnet wird, hängt von dem Skalenniveau der betreffenden Variablen ab. Bei bewiesener Normalverteilung wird der Produkt-Moment-Korrelationstest nach PEARSON [19],[98] herangezogen, bei einer signifikanten Abweichung von der Normalverteilung oder ordinalskalierten Variablen der Korrelationstest nach SPEARMAN [19],[98].

3. Ergebnisse

3.1 Klassifizierungen der Probandengruppen

Die ursprüngliche Probandengruppe der 9-Jährigen umfasste 529 Kinder mit 380 Modellanalysen und 449 Profilanalysen (Abbildung 11, Seite 19). Durch Selektion derjenigen Probanden, bei denen gleichzeitig eine vollständige Modellanalyse sowie eine Profilanalyse mit allen für die Auswertung relevanten Analysewerten vorlag, reduzierte sich der Probandenpool auf $n = 320$. Nach dem Ausschluss von Probanden mit unvollständigen Modell- oder Profilanalysen sowie Exklusion doppelter Untersuchungsdaten verblieben 296 neunjährige Schulkinder, von denen 151 weiblich und 145 männlich sind (Abbildung 12, Seite 20). Anhand dieses Probandenguts werden mögliche Korrelationen zwischen spezifischen Modellanalysewerten und Profilanalysewerten untersucht. Die Modellanalysewerte werden in sagittale und vertikale Frontzahnrelationen, sowie sagittale Seitenzahnrelationen untergliedert und mit dreizehn Profilanalysewerten in Beziehung gesetzt (Abbildung 21, Seite 38).

3.1.1 Modellanalyse

Bezüglich der vertikalen Frontzahnrelation (Overbite), wurde im Rahmen dieser Studie zusätzlich eine Differenzierung in zwei Gruppen mit 'kleinem' und 'großem' Overbite vorgenommen. Probanden mit einem gemessenen Overbite von $< 3,5$ mm werden in die Gruppe 'kleiner' Overbite, Probanden mit einer vertikalen Frontzahnstufe von $\geq 3,5$ mm in die Gruppe 'großer' Overbite eingeteilt.

Die sagittale Frontzahnrelation (Overjet) wurde ebenfalls in eine Probandengruppe mit 'kleinem' und eine mit 'großem' Overjet unterteilt. Dabei wurde als Grenzwert eine negative sagittale Stufe von -3 mm festgelegt.

Die differenzierten Angle-Klassen repräsentieren die unterschiedlichen sagittalen Seitenzahnrelationen.

Vertikale und sagittale Frontzahnrelationen

Abbildung 22 zeigt die Anzahl der Probanden mit einem 'kleinen' und 'großen' Overbite für die Gesamtgruppe, sowie den Untergruppen nach Geschlecht.

Overbite - vertikaler Überbiss

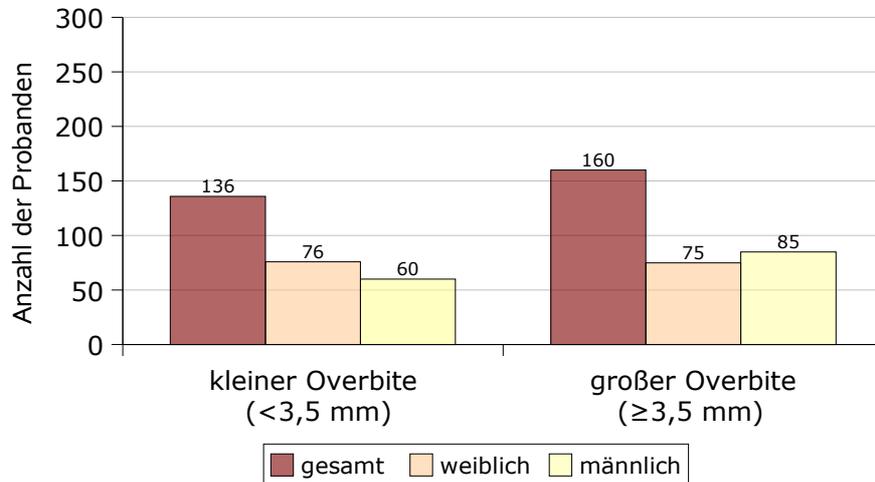


Abbildung 22: Overbite - vertikaler Überbiss (abgestuft)

Die Gesamtgruppe mit 'kleinem' Overbite (< 3,5 mm) umfasst 136 Probanden, die mit 'großem' Overbite (≥ 3,5 mm) 160 Probanden. Jede Gesamtgruppe verfügt über eine ähnlich große Anzahl von weiblichen und männlichen Kindern.

Die Gruppe 'kleiner' Overbite (< 3,5 mm) beinhaltet 14 Probanden mit Werten zwischen -1 mm bis -3 mm, sowie Probanden mit einem 'offenen Biss' (9 Schüler mit Overbite-Werten zwischen 1 mm bis 3 mm). Für eine weitere Untergliederung liegt ein zu geringer Probandenpool vor und der Fragestellung nach einer Korrelation mit vertikalen Profilwerten steht nichts im Wege.

Der Overjet wird ebenfalls in zwei Gruppen mit unterschiedlicher Ausprägung, 'kleiner' Overjet und 'großer' Overjet, eingeteilt. In Abbildung 23 sind die Probandenzahlen dieser zwei Gruppen für die Gesamtgruppe und die Untergruppen nach Geschlecht dargestellt.

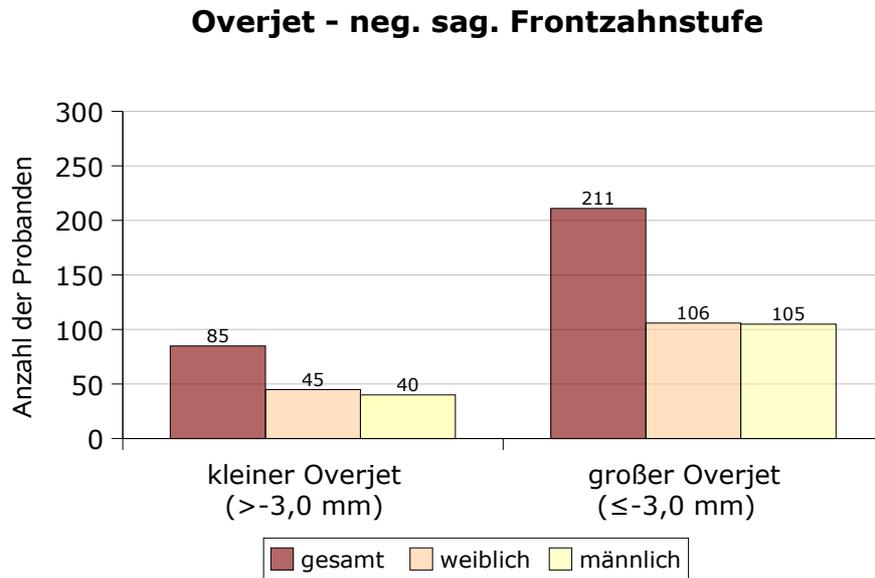


Abbildung 23: Overjet - neg. sag. Frontzahnstufe (abgestuft)

Der Grenzwert für den Overjet zwischen beiden Gruppen wurde bei -3 mm festgelegt, da dieser einen groben Richtwert bezüglich einer medizinischen Behandlungsnotwendigkeit darstellt, welcher in der internationalen Literatur aber kontrovers diskutiert wird. Insgesamt 85 Kinder verfügen über einen 'kleinen' Overjet ($> -3,0$ mm) und 211 über einen 'großen' Overjet ($\leq -3,0$ mm). Die Untergruppen nach dem Geschlecht sind sowohl bei 'kleinem' als auch bei 'großem' Overjet ausgeglichen verteilt. Unter dem 'kleinen' Overjet (> -3 mm) werden auch Probanden mit einem Kopfbiss in sagittaler Richtung und mit einer positiven Frontzahnstufe zusammengefasst. Neun Probanden haben einen Kopfbiss, es sind keine Probanden mit einer positiven Frontzahnstufe zu verzeichnen.

Sagittale Seitenzahnrelationen

In Abbildung 24 wird die allgemeine Verteilung der Schüler nach Angle-Klassen aufgezeigt.

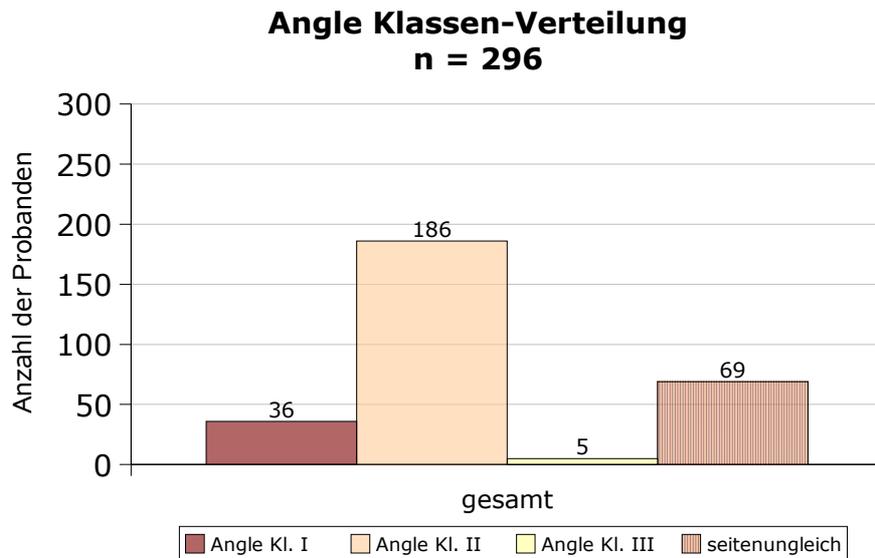


Abbildung 24: Angle-Klassen - Verteilung

Von den insgesamt 296 Probanden verfügen 36 über eine beidseitige Angle-Klasse I, 186 über eine beidseitige Angle-Klasse II und 5 Probanden über eine beidseitige Angle-Klasse III. Bei 69 Probanden konnte eine seitenungleiche Verteilung der Angle-Klassen gefunden werden.

Abbildung 25 stellt die Anzahl der weiblichen und männlichen 9-jährigen Probanden der jeweiligen Angle-Klassen dar, bei denen beidseitig die gleiche Angle-Klasse festgestellt wurde.

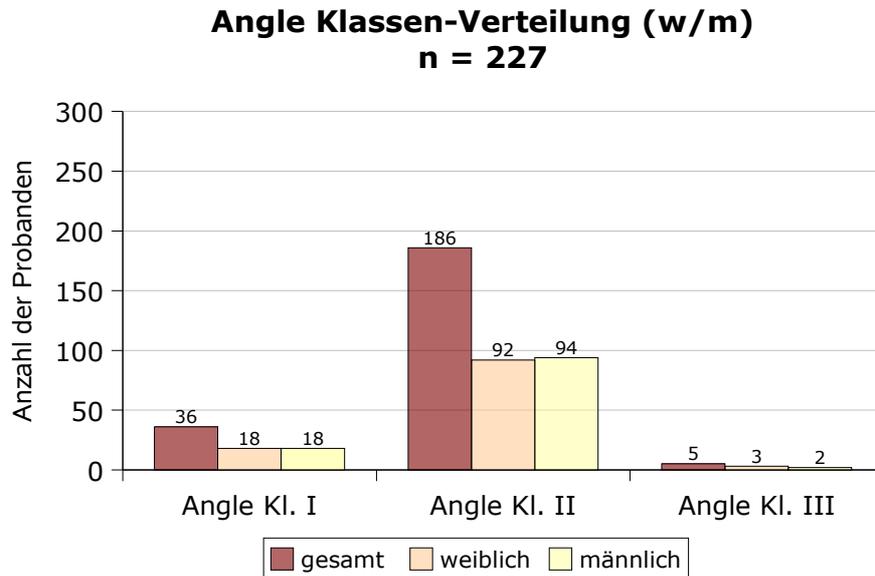


Abbildung 25: Angle-Klassen - Verteilung nach Geschlecht (beidseitig)

Bei nur 36 der 227 Schüler mit beidseitig gleicher Angle-Klasse im Bereich der Sechsjahrmolaren ist ein Neutralbiss (Angle-Klasse I) zu verzeichnen, während die Angle-Klasse II mit 186 Probanden die größte Anzahl von Schülern aufweist. 9-jährige Kinder mit einer beidseitigen Angle-Klasse III-Verzahnung im Molarenbereich waren kaum zu finden (5 Probanden). Die Verteilung zwischen den männlichen und weiblichen Probanden ist in allen drei Gruppen ausgeglichen.

Die Wahrscheinlichkeit, dass beidseitig eine identische Angle-Klasse vorliegt, das heißt die gleiche Relation der Sechsjahrmolaren bei einer bewusst sehr kritisch gewählten Beurteilungstoleranz von 1 mm, ist gering. Häufig ist auf der einen Molarenseite z.B. eine $\frac{1}{4}$ Prämolarenbreite (PB) und auf der anderen Seite eine $\frac{1}{2}$ Prämolarenbreite (PB) Abweichung vom Neutralbiss zu finden.

Um einerseits eine detaillierte Differenzierung in unterschiedlich ausgeprägte Angle-Klassen vornehmen zu können, aber andererseits eine möglichst große Probandenzahl zur Verfügung zu haben, wird eine neue *Abstufungssystematik* eingeführt, bei welcher Angle-Klassen mit geringfügigen Seitenabweichungen zusammengefasst werden. Größere Abweichungen zwischen der rechten und linken Seite werden durch diese Systematik von der weiteren statistischen Betrachtung exkludiert, da hier von ursächlich unphysiologischen Prozessen, wie z.B. kariesbedingtem vorzeitigem Milchzahnverlust mit Aufwanderung von 6-Jahrmolaren, ausgegangen werden muss.

Tabelle 11 stellt diese speziell entwickelte *Abstufungssystematik* in detaillierte Untergruppen dar. Die *positiven* Stufen umfassen die Angle-Klasse III-Befunde (Stufe 5 bis 1), die 'Stufe 0' steht für die Angle-Klasse I und die *negativen* Stufen für die Angle-Klasse II-Befunde (Stufe -1 bis -5).

Stufe	Angle-Klasse	Abstufungen in Prämolarenbreiten (PB)
5	III	rechts >1 PB und links >1 PB
4	III	rechts >1 PB und links 0,5-1 PB oder rechts 0,5-1 PB und links >1 PB
3	III	rechts 0,5-1 PB und links 0,5-1 PB
2	III	rechts <0,5 PB und links 0,5-1 PB oder rechts 0,5-1 PB und links <0,5 PB
1	III	rechts <0,5 PB und links <0,5 PB
0	I	normwertig
-1	II	rechts <0,5 PB und links <0,5 PB
-2	II	rechts <0,5 PB und links 0,5-1 PB oder rechts 0,5-1 PB und links < 0,5 PB
-3	II	rechts 0,5-1 PB und links 0,5-1 PB
-4	II	rechts >1 PB und links 0,5-1 PB oder rechts 0,5-1 PB und links >0,5 PB
-5	II	rechts >1 PB und links >1 PB

Tabelle 11: Detaillierte Einteilung der Untergruppen der Angle-Klassen

Durch diese Einteilung werden diejenigen Probanden mit stark seitenverschiedenen Angle-Klasse-Befunden, z.B. Links < 0,5 PB und rechts > 1 PB Abweichung, exkludiert. Die Gesamtprobandenzahl beläuft sich nach dieser Selektion auf 222 Probanden, 74 Probanden werden aufgrund der genannten, strengen Kriterien nicht weiter betrachtet.

Auf diese Weise wird für die nachfolgende Statistik eine Gesamtvariable 'Angle-Klassen' eingeführt, welche die Zahlenwerte der Abstufungssystematik (Stufen) enthält und so eine kontinuierliche Abstufung der sagittalen Seitenzahnrelation von einer anterioren Lage (Angle-Klasse III) bis hin zu einer weit distalen Lage (Angle-Klasse II) in einer Variablen vereint (Tabelle 11).

Die Probandenzahlen für die jeweiligen Stufen werden in Abbildung 26 dargestellt.

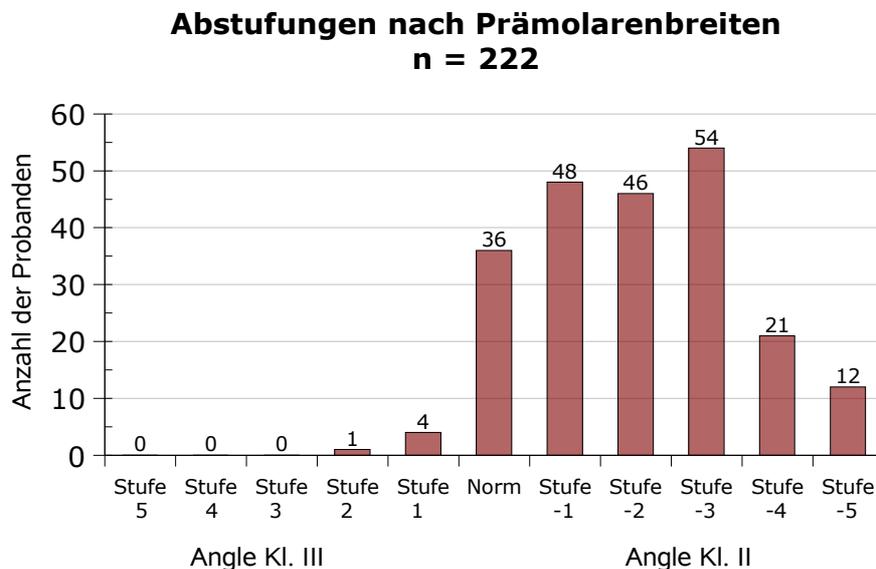


Abbildung 26: Angle-Klassen - Abstufungen nach Prämolarenbreiten

Alle Stufen der Angle-Klasse III (Stufe 5 bis Stufe 1) beinhalten insgesamt nur 5 Probanden, von denen einer der Stufe 2 und die anderen vier der Stufe 1 zugeordnet sind. Für die Stufen 3 bis 5 liegen keine Probandendaten vor. Daher kann die Gruppe der Angle-Klasse III-Probanden für weitere statistische Auswertungen nur innerhalb der Gesamtvariablen 'Angle-Klassen' Berücksichtigung finden und nicht als Einzelgruppe mit den Profilwerten korreliert werden.

Bei 36 Probanden wurde eine normwertige Relation der Sechsjahrmolaren und somit eine Angle-Klasse I diagnostiziert. Die überwiegende Probandenzahl verteilt sich auf die Abstufungen der Angle-Klasse II. Für die Stufe -1 sind achtundvierzig Probanden, für die Stufe -2 sechsendvierzig Probanden, für die Stufe -3 vierundfünfzig Probanden, für die Stufe -4 einundzwanzig Probanden und für die Stufe -5 zwölf Probanden ermittelt worden (Abbildung 26).

Abbildung 27 zeigt die Geschlechterverteilung der einzelnen Abstufungen.

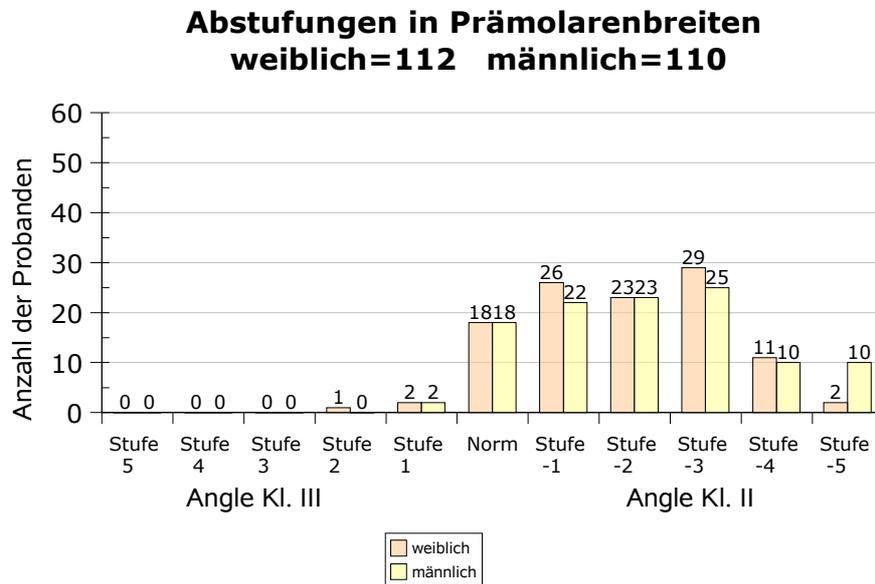


Abbildung 27: Angle-Klassen - Abstufungen in PB - Geschlecht

In allen Stufen ist, bis auf die Stufe -5 der Angle-Klasse II, eine ausgeglichene Geschlechterverteilung erkennbar (Abbildung 27).

3.1.2 Profilanalyse

Aus der Profilanalyse nach SPECKMANN [84] werden insgesamt 13 Variablen in vertikaler und sagittaler Relation betrachtet. Diese dreizehn Variablen können der nachfolgenden Tabelle 12 entnommen werden:

Profilwerte	Probandenzahl
Untergesichtshöhe	296
Oberkieferhöhe (Upper jaw height)	296
Unterkieferhöhe (Lower jaw height)	296
Unterkieferprominenz (Lower jaw prominence)	296
OK-/UK-Relation (Upper/lower jaw)	296
Lippenrelation (Lip relationship)	296
Kinnprominenz (Chin prominence)	296
Weichteilprofilwinkel	296
z-Winkel	296
Gesichtswinkel	296
Neger Winkel	296
OK-Position nach A.M. SCHWARZ ('Sn' im Kieferprofilfeld)	296
UK-Position nach A.M. SCHWARZ ('Pom' im Kieferprofilfeld)	296

Tabelle 12: Relevante Variablen der Profilanalyse

Für die weiteren statistischen Analysen steht eine Probandenzahl von 296 neunjährigen Schülern mit vollständigen Profilanalysen zur Verfügung (Tabelle 12). Für die Korrelationen mit den Frontzahnrelationen können alle 296 Schüler einbezogen werden, für die Angle-Klasse-Korrelationen 222 Kinder, da Probanden mit stark unterschiedlichen Angle-Klassen rechts- und linksseitig exkludiert werden (Abbildung 26, Seite 47).

4.2 Normalverteilungstests

Um festzustellen, ob zwischen zwei Variablen eine Korrelation besteht, muss zunächst geklärt werden, welcher Korrelationstest zu Rate gezogen werden kann. Aus diesem Grunde werden die Werte auf eine hinreichende Normalverteilung getestet. Eine Normalverteilung einer Stichprobe liegt dann vor, wenn die gegebene Verteilung der Variablen *nicht signifikant* von der Normalverteilung abweicht.

Die Überprüfung der Werte wurde mit Hilfe des „Kolmogorov-Smirnov-Test“ (K-S Test) vorgenommen. Eine statistisch signifikante Abweichung von der Normalverteilung besteht gemäß des 'K-S Tests' bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05$. Es werden alle Probandengruppen in ihren möglichen Konstellationen auf Normalverteilung geprüft, wobei die Kriterien der Gebissituation (Angle-Klasse I, II, III) und das je-

weiligen Geschlecht berücksichtigt wird [19],[98].

4.2.1 Modellanalyse (K&S-Tests)

In den folgenden Tabellen 13,14 werden die Modellanalysewerte Overbite und Overjet, sowie ihre Untergruppen mit Hilfe des „Kolmogorov-Smirnov-Test“ auf Normalverteilung untersucht. Die Probandenzahlen (n) und die p-Werte (Irrtumswahrscheinlichkeit), die anhand der Gesamtgruppe, nur weiblicher und nur männlicher 9-jähriger Probanden berechnet wurden, sind tabellarisch aufgeführt. Die dick gedruckten p-Werte (mit Sternchen gekennzeichnet *, ** oder ***) besagen, dass Signifikanzen vorliegen.

Normalverteilungstests: Overbite						
Modellanalysewerte	gesamt		weiblich		männlich	
	n	p-Wert	n	p-Wert	n	p-Wert
Overbite (vert. Überbiss)	296	0,000***	151	0,000***	145	0,000***
Overbite klein (<3,5 mm)	136	0,000***	76	0,002**	60	0,001***
Overbite groß (≥3,5 mm)	160	0,000***	75	0,000***	85	0,003**

Tabelle 13: K-S Tests - Overbite (vert. Überbiss)

Der Overbite mit seinen Untergruppen 'klein' und 'groß' zeigt sich in der Gesamtgruppe sowie geschlechtsspezifisch *nicht* normalverteilt. Alle p-Werte sind < 0,05 und weichen signifikant von der Normalverteilung ab (Tabelle 16).

Analog zum Overbite werden die Werte der Stichproben des Overjets auf Normalverteilung getestet (Tabelle 14).

Normalverteilungstests: Overjet						
Modellanalysewerte	gesamt		weiblich		männlich	
	n	p-Wert	n	p-Wert	n	p-Wert
Overjet (neg. sag. Frontzahnstufe)	296	0,000***	151	0,000***	145	0,000***
Overjet klein (>-3 mm)	85	0,000***	45	0,000***	40	0,000***
Overjet groß (≤-3 mm)	211	0,000***	106	0,000***	105	0,000***

Tabelle 14: K-S Tests - Overjet (neg. sag. Frontzahnstufe)

Nach Tabelle 14 sind für den Overjet mit seinen Untergruppen 'kleiner' und 'großer'

Overjet höchst signifikante p-Werte gegeben, somit liegen ebenfalls keine Normalverteilungen dieser Stichproben vor.

Bei den Modellwerten nach der **Abstufungssystematik der Angle-Klassen** (Tabelle 11, Seite 46; Abbildung 26, Seite 47) handelt es sich um ordinalskalierte Variablen, bei denen statistische Korrelationstests für nichtnormalverteilte Stichproben Verwendung finden müssen. Aus diesem Grunde werden bei der folgenden statistischen Auswertung Korrelationstests herangezogen, welche keine Normalverteilung erfordern.

4.2.2 Profilanalyse (K&S-Tests)

Mittels des „Kolmogorov-Smirnov-Tests“ werden auch die Stichproben der Profilanalysewerte auf Normalverteilung getestet und in den nachfolgenden Tabellen 15-17 dargestellt.

Normalverteilungstests: Profilanalyse						
Profilanalysewerte	gesamt		weiblich		männlich	
	n	p-Wert	n	p-Wert	n	p-Wert
Untergesichtshöhe	296	0,982	151	0,200	145	0,200
Oberkieferhöhe (Upper jaw height)	296	0,963	151	0,200	145	0,200
Unterkieferhöhe (Lower jaw height)	296	0,963	151	0,200	145	0,200
Unterkieferprominenz (Lower jaw prominence)	296	0,971	151	0,200	145	0,200
OK-/UK-Relation (Upper/lower jaw)	296	0,185	151	0,200	145	0,025
Lippenrelation (Lip relationship)	296	0,480	151	0,200	145	0,060
Kinnprominenz (Chin prominence)	296	0,511	151	0,200	145	0,200
Weichteilprofilwinkel	296	0,847	151	0,200	145	0,200
z-Winkel	296	0,897	151	0,200	145	0,200
Gesichtswinkel	296	0,616	151	0,200	145	0,200
Neger Winkel	296	0,946	151	0,200	145	0,200
OK-Position nach A.M. SCHWARZ (‘Sn’ im Kieferprofilfeld)	296	0,534	151	0,200	145	0,200
UK-Position nach A.M. SCHWARZ (‘Pom’ im Kieferprofilfeld)	296	0,176	151	0,013	145	0,041

Tabelle 15: K-S Tests - Profilanalysewerte

Die Stichproben der 13 Profilanalysewerte weichen in allen Gruppen, ob gesamt, weiblich oder männlich, *nicht signifikant* von der Normalverteilung ab und sind folglich als hinreichend normalverteilt zu betrachten (Tabelle 15).

Die Stichproben der drei Profilanalysewerte der Probanden mit einem 'kleinen' oder 'großen' Overbite werden ebenfalls auf Normalverteilung getestet und sind in Tabelle 16 dargestellt.

Normalverteilungstests: Profilanalysewerte								
Profilanalysewerte	kleiner Overbite				großer Overbite			
	weiblich		männlich		weiblich		männlich	
	n	p-Wert	n	p-Wert	n	p-Wert	n	p-Wert
Untergesichtshöhe	76	0,965	60	0,997	75	0,809	85	0,999
Oberkieferhöhe (Upper jaw height)	76	0,712	60	0,9	75	0,970	85	0,879
Unterkieferhöhe (Lower jaw height)	76	0,712	60	0,897	75	0,970	85	0,879

Tabelle 16: K-S Tests - Profilanalysewerte/Overbite

Bei allen Werten, unabhängig von einem 'kleinen' oder 'großen' Overbite und dem Geschlecht, ist eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung *nicht* gegeben, so dass sie als normalverteilt anzusehen sind (Tabelle 16).

Normalverteilungstests: Profilanalysewerte								
Profilanalysewerte	kleiner Overjet				großer Overjet			
	weiblich		männlich		weiblich		männlich	
	n	p-Wert	n	p-Wert	n	p-Wert	n	p-Wert
OK-/UK-Relation (Upper/lower jaw)	45	0,980	40	0,354	106	0,819	105	0,766
Lippenrelation (Lip relationship)	45	0,987	40	0,886	106	0,860	105	0,192
z-Winkel	45	0,971	40	0,859	106	0,978	105	0,773
Neger Winkel	45	0,986	40	0,940	106	0,984	105	0,821

Tabelle 17: K-S Tests - Profilanalysewerte/Overjet

Die Ergebnisse der 'K&S-Tests' für die spezifischen Profilanalysewerte zum Overjet zeigen auch in der differenzierten Betrachtung zwischen 'kleinem' und 'großem' Overjet geschlechtsspezifische p-Werte $> 0,05$ und belegen somit keine signifikante Abweichung

von der Normalverteilung (Tabelle 17).

Bei der späteren Betrachtung der Untergruppe der Angle-Klasse II Probanden wird ebenfalls die oben dargestellte **Abstufungssystematik der Angle-Klassen** (Tabelle 11, Seite 46; Abbildung 26, Seite 47) für die analytische Statistik verwendet. So handelt es sich hier um ordinalskalierte Variablen, bei denen statistische Korrelationstests für nichtnormalverteilte Stichproben Verwendung finden müssen.

4.3 Mittelwerte der Modell- und Profilanalysevariablen

Den nachfolgenden Tabellen sind die, nach der Probandenselektion errechneten Mittelwerte für die Modellanalysewerte (Overbite und Overjet mit ihren entsprechenden Untergruppen), sowie die Profilanalysewerte zu entnehmen. Neben dem Mittelwert (\bar{x}) werden der Median und die Gesamtanzahl (n) der Modell- und Profilanalysewerte aufgeführt.

Der arithmetische Mittelwert (\bar{x}) eignet sich für normalverteilt und intervallskalierte Variablen, jedoch weniger für nicht normalverteilt oder ordinalskalierte Variablen wie zum Beispiel den Angle-Klassen-Einstufungen. Sortiert man die Messwerte der Größe nach, so ist der Median der Wert, der in der Mitte dieser Messwerte liegt.

Mittelwerte: Overbite									
Modellanalysewerte (in mm)	gesamt			weiblich			männlich		
	n	\bar{x}	Median	n	\bar{x}	Median	n	\bar{x}	Median
Overbite (vert. Überbiss)	296	3,3	3,5	151	3,1	3,0	145	3,6	4,0
Overbite klein (<3,5 mm)	136	1,8	2,0	76	1,8	2,0	60	1,8	2,0
Overbite groß ($\geq 3,5$ mm)	160	4,6	4,5	75	4,4	4,0	85	4,8	5,0

Tabelle 18: Mittelwerte - Overbite (vert. Überbiss)

Die Mittelwerte des Overbites zeigen in den Untergruppen 'klein' und 'groß' keinen großen Unterschied für gesamt, weiblich und männlich, wobei die Mittelwerte bei den weiblichen Probanden ein wenig kleiner sind (Tabelle 18). Der durchschnittliche Overbite beläuft sich für die Gesamtgruppe auf 3,3 mm. Die Gruppe mit 'kleinen Overbite-Werten' hat einen Durchschnittswert von 1,8 mm, der Durchschnitt der Gruppe mit

'großen Overbite-Werten' liegt bei 4,6 mm.

Analog zum Overbite liegen die Mittelwerte und die Median-Werte des Overjets und seiner Untergruppen ebenfalls unabhängig von der Gesamtanzahl und dem Geschlecht sehr nahe beieinander (Tabelle 19).

Mittelwerte: Overjet									
Modellanalysewerte (in mm)	gesamt			weiblich			männlich		
	n		Median	n		Median	n		Median
Overjet (neg. sag. Frontzahnstufe)	296	-3,7	-3,3	151	-3,5	-3,0	145	-3,9	-4,0
Overjet klein (>-3 mm)	85	-1,7	-2,0	45	-1,7	-2,0	40	-1,6	-2,0
Overjet groß (≤-3mm)	211	-4,5	-4,0	106	-4,3	-4,0	105	-4,8	-4,0

Tabelle 19: Mittelwerte - Overjet (neg. sag. Frontzahnstufe)

Der durchschnittliche Overjet liegt bei -3,7 mm, der des 'kleinen' Overjets bei -1,7 mm und der des 'großen' bei -4,5 mm. Der Mittelwert des gesamten Overjets (-3,5 mm) und des 'großen' Overjets (-4,3 mm) ist bei den weiblich Probanden kleiner als bei den männlichen (-3,9 mm und -4,8 mm). Die männlichen Probanden verfügen über einen durchschnittlich etwas geringeren 'kleinen' Overjet (-1,6 mm) als die Probandinnen (-1,7 mm).

Die Mittel- und Median-Werte der dreizehn Profilanalysewerte werden je nach Art des Messwertes in Tabelle 20 in Prozent (%) oder Grad (°) angegeben.

Mittelwerte: Profilanalyse									
Modellanalysewerte	gesamt			weiblich			männlich		
	n		Median	n		Median	n		Median
Untergesichtshöhe (%)	296	58,2	58,3	151	57,9	57,8	145	58,6	58,6
Oberkieferhöhe (%) (Upper jaw height)	296	52,3	52,3	151	51,2	51,1	145	53,4	54,1
Unterkieferhöhe (%) (Lower jaw height)	296	47,7	47,8	151	48,8	48,9	145	46,6	45,9
Unterkieferprominenz (%) (Lower jaw prominence)	296	86,9	87,0	151	87,4	87,3	145	86,3	86,4
OK-/UK-Relation (%) (Upper/lower jaw)	296	115,8	115,4	151	115,2	115,2	145	116,3	114,7
Lippenrelation (%) (Lip relationship)	296	106,4	106,1	151	106,1	105,9	145	106,6	106,3
Kinnprominenz (%) (Chin prominence)	296	86,5	86,5	151	87,1	86,7	145	85,9	86,0
Weichteilprofilwinkel (°)	296	18,2	18,0	151	18,0	17,6	145	18,3	18,8
z-Winkel (°)	296	66,1	66,1	151	67,0	67,4	145	65,2	64,9
Gesichtswinkel (°)	296	80,8	80,8	151	81,3	81,2	145	80,4	80,3
Neger Winkel (°)	296	9,1	9,1	151	8,8	8,9	145	9,3	9,4
OK-Position nach A.M. SCHWARZ (%) (‘Sn’ im Kieferprofilfeld)	296	100,4	100,3	151	100,6	100,6	145	100,2	100,3
UK-Position nach A.M. SCHWARZ (%) (‘Pom’ im Kieferprofilfeld)	296	94,4	94,5	151	95,0	95,2	145	93,7	93,8

Tabelle 20: Mittelwerte/Median - Profilanalysewerte

Die Mittel- bzw. Median-Werte der weiblichen und männlich Probanden liegen im Durchschnitt in der Nähe des Gesamtmittelwertes bzw. -Medianwertes. Die Mittelwerte unserer Probanden befinden sich geringfügig oberhalb bzw. unterhalb der Normintervalle aus der Literatur. Oberhalb des literarischen Normintervalls liegen die 'Untergesichtshöhe', die 'Oberkieferhöhe', die 'OK-/UKRelation', die 'Lippenrelation', der 'Neger Winkel' und die 'OK-Position nach A.M. SCHWARZ'. Die restlichen Profilwerte verfügen über einen Mittelwert unterhalb der Normwertintervalle nach SPECKMANN [84].

4.4 Korrelations- und Regressionsanalyse der Modellparameter mit Profilwerten

Der Begriff der 'Korrelation' untersucht den Zusammenhang zwischen zwei Variablen. Wie die Ergebnisse der Normalverteilungstests (Tabellen 13-17, Seite 50ff.) zeigen, ist mindestens eine der Stichproben eines Wertepaares *nicht* normalverteilt, so dass für alle

Vergleiche der Korrelationstest nach SPEARMAN zum Einsatz kommt. Bei dem Korrelationstest nach SPEARMAN handelt es sich um eine Rangkorrelation, bei der jedem einzelnen Wert ein Rangplatz zugeteilt wird. Diese werden in einer entsprechenden Formel umgesetzt. Mit Hilfe eines Streudiagramms kann der Zusammenhang der Variablen optisch verdeutlicht werden. Die Regressionsanalyse dient zur Vorhersage des Wertes einer Stichprobe aus dem Wert einer anderen Stichprobe. Die Stärke der Korrelation der beiden Variablen wird durch den Korrelationskoeffizienten 'r' gekennzeichnet. Er liegt zwischen -1 und +1. Je näher der Betrag bei '1' liegt, um so höher ist die Korrelation zwischen den Variablen. Ein Betrag nahe '0' verdeutlicht einen schwachen Zusammenhang. Ist der Korrelationskoeffizient negativ, bedeutet dies eine gegenläufige Korrelation, d.h. je größer der Wert der einen Variablen wird, desto kleiner wird der Wert der anderen [19],[98]. Die einzelnen spezifischen Abstufungen des Korrelationskoeffizienten können verbal beschrieben werden: sehr geringe Korrelation bei $r \leq 0,2$, geringe Korrelation bei $0,2 < r \leq 0,5$, mittlere Korrelation bei $0,5 > r \leq 0,7$, hohe Korrelation bei $0,7 < r \leq 0,9$ und sehr hohe Korrelation bei $r > 0,9$ (Tabelle 10, Seite 40).

4.4.1 Korrelation/Regression des Overbites mit Profilanalysewerten

Die nachfolgenden grafischen und tabellarischen Darstellungen der Ergebnisse veranschaulichen mittels analytisch-statistischer Tests, ob zwischen dem Overbite und bestimmten Profilanalysewerten Korrelationen bestehen. Die Abbildungen 28,29 und 30 zeigen die Streudiagramme der Wertepaare (Overbite mit drei spezifischen Profilwerten) mit den berechneten Regressionsgeraden für die gesamte Probandengruppe (schwarz), sowie für die weiblichen (rot \diamond) und männlichen (blau \square) Probanden. Das Bestimmtheitsmaß ist das Quadrat des Korrelationskoeffizienten ' r^2 ' und wird für die Gesamtgruppe und die Geschlechter in der Legende angegeben. ' r^2 ' ist das Maß für die Güte der Anpassung durch die Regressionsgerade und liegt zwischen 0 und 1. Es lässt sich als Anteil der durch die Regression erklärten Streuung der Y-Werte interpretieren. Liegt ' r^2 ' nahe bei 1, sagt dies aus, dass ein angenommener linearer Zusammenhang einen großen Anteil der Streuung der Y-Werte erklärt. In den Tabellen 21-23 werden neben den Probandengesamtzahlen 'n', die Korrelationskoeffizienten 'r' sowie die Irrtumswahrscheinlichkeiten 'p' der SPEARMAN-Tests aufgeführt. Ein Sternchen '*' hinter den

Korrelationskoeffizienten bezeichnen Korrelationen auf einem Signifikanz-Niveau zwischen $0,01 < p \leq 0,05$. Zwei Sternchen '**' besagen, dass die Korrelation auf einem Niveau von $0,001 < p \leq 0,01$ "sehr" signifikant und bei drei Sternchen '***' auf einem Niveau von $p \leq 0,001$ "höchst" signifikant ist.

4.4.1.1 Korrelation der Gesamtgruppe des Overbites mit Profilanalysewerten

In den drei Abbildungen 28,29 und 30 ist bereits visuell eine starke Streuung der Wertepaare um die Regressionsgeraden zu erkennen, was keine starken Zusammenhänge zwischen den aufgeführten Variablen vermuten lässt.

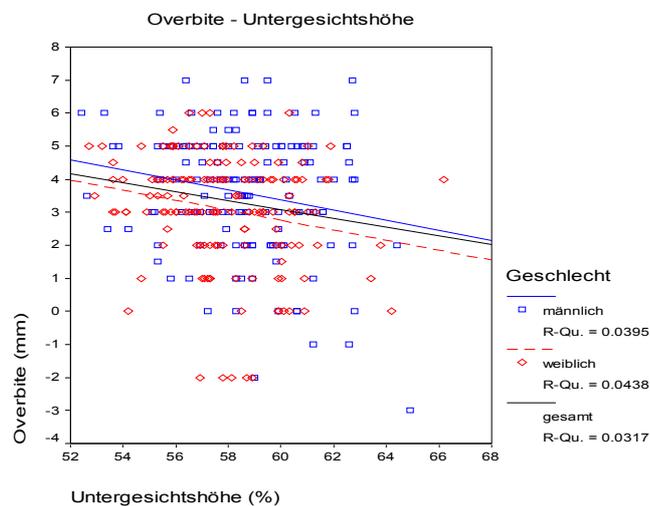


Abbildung 28: Streudiagramm - Overbite & Untergesichtshöhe

In Abbildung 28 zeichnet sich ein gegenläufiger Zusammenhang des Wertepaars 'Overbite/Untergesichtshöhe', gekennzeichnet durch abfallende Regressionsgeraden, ab. Diese gegenläufige Korrelation würde zeigen, dass bei Probanden mit geringer 'Untergesichtshöhe' die Wahrscheinlichkeit erhöht wäre, vergrößerte Werte für den Overbite anzutreffen. Ob dieser - offensichtlich schwache Zusammenhang - statistisch signifikant und damit medizinisch relevant ist, wird im folgenden Schritt durch den Korrelationstests nach SPERMAN untersucht.

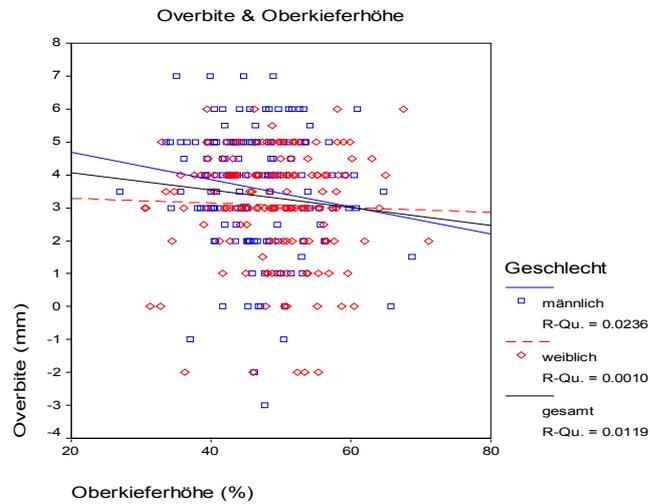


Abbildung 29: Streudiagramm - Overbite & Oberkieferhöhe

Die abfallenden Regressionsgeraden des Wertepaars 'Overbite/Oberkieferhöhe' zeigen ebenfalls eine gegenläufige Korrelation der beiden Werte. Eine Abnahme des Overbites geht mit einer Zunahme der 'Oberkieferhöhe' (Sn-St/Sn-Mem x 100) einher, d.h. bei einem frontal tiefen Biss wird die Strecke 'Sn-Mem' relativ kleiner zu der Strecke 'Sn-St'. Auch hier sind aufgrund der starken Streuung keine stark ausgeprägten Zusammenhänge zu erwarten und Untersuchungen auf klinische Relevanz - mittels Korrelationstests nach SPEARMAN - notwendig.

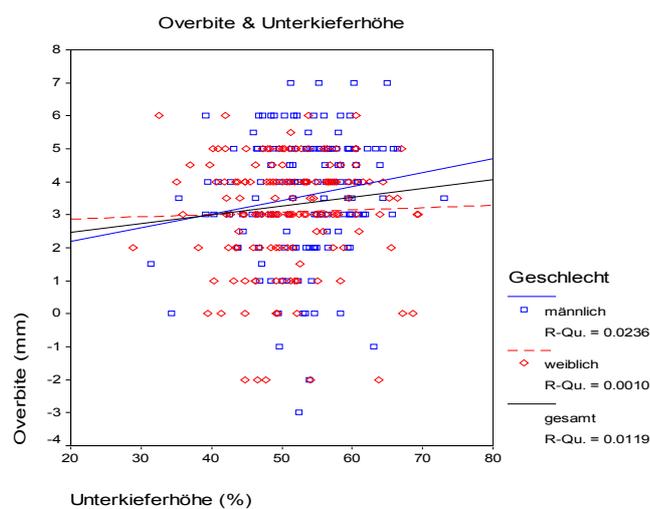


Abbildung 30: Streudiagramm - Overbite & Unterkieferhöhe

Abbildung 30 zeigt, ersichtlich an den ansteigenden Regressionsgeraden, einen gleich-

läufigen Zusammenhang zwischen der Variablen 'Overbite' und der 'Unterkieferhöhe'. D.h. große Werte des Overbites sind häufig mit großen Werten der 'Unterkieferhöhe' ('St-Mem/Sn-Mem x 100') vergesellschaftet, wobei aber auch hier eine starke Streuung zu beachten ist und ein medizinisch relevanter statistischer Zusammenhang erst durch analytische Tests nachzuweisen bzw. zu widerlegen wäre.

Da die Daten in den Streudiagrammen (Abbildungen 28,29 und 30) starke Streuungen zeigen, sind statistisch-analytische Prüfungen notwendig, um die Größe der Zusammenhänge und deren klinische Relevanz abzuschätzen.

Die Normalverteilungstests in Tabelle 13, Seite 50 zeigen signifikante Abweichungen von der Normalverteilung für die Overbite-Stichproben der Gesamtgruppe, sowie der Untergruppen nach Geschlecht. Daher kommt der Rangkorrelationstest nach SPEARMAN für nicht-normalverteilte Stichproben zur Anwendung (Tabelle 21).

Korrelation (SPEARMAN): Overbite & spezifische Profilwerte									
Wertepaare	gesamt			weiblich			männlich		
	n	r	p	n	r	p	n	r	p
Overbite/ Untergesichtshöhe	296	-0,149*	0,010	151	-0,216**	0,008	145	-0,199*	0,017
Overbite/ Oberkieferhöhe	296	-0,136*	0,019	151	-0,069	0,398	145	-0,153	0,065
Overbite/ Unterkieferhöhe	296	0,136*	0,020	151	0,069	0,398	145	0,153	0,065

Tabelle 21: Korrelationstests - Overbite & Profilwerte

Wertepaar 'Overbite/Untergesichtshöhe'

Die Variablen 'Overbite' (vertikale Frontzahnstufe) und 'Untergesichtshöhe' (Verhältnis der Strecke 'Sn-Mem' zu der Gesamtstrecke 'Nm-Mem', Abbildung 16, Tabelle 5, Seite 29) korrelieren in der Gesamtgruppe der 296 Neunjährigen nur sehr schwach ($r = -0,149$). Dennoch ist diese Korrelation mit $p \leq 0,05$ statistisch signifikant (Tabelle 21). Innerhalb der Untergruppen 'weiblich' und 'männlich' sind ebenfalls gerin-

ge Korrelationen zu sehen, bei den weibliche Probanden mit $r = -0,216$, bei den männlichen Probanden mit $r = -0,199$. Das negative Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten (r) besagt, dass zwischen den beiden Wertepaaren ein gegenläufiger Zusammenhang besteht, auch erkennbar an den abfallenden Regressionsgeraden in Abbildung 28.

Diese Tatsache bekräftigt die Hypothese, dass bei Patienten mit frontal tiefen Bißsituationen (= 'großer' Overbite) häufig kleine Werte für die 'Untergesichtshöhe' (relativ zur Gesichtshöhe 'Nm-Mem') zu finden sind, d.h. bei einem tiefem Biss ist die 'Untergesichtshöhe' relativ zur gesamten Gesichtshöhe kleiner.

Wertepaar 'Overbite/Oberkieferhöhe'

Das Wertepaar 'Overbite/Oberkieferhöhe' zeigt für die Gesamtgruppe eine geringe Korrelation ($r = -0,136$), die jedoch mit $p = 0,019$ signifikant ist. Die Untergruppen der weiblichen und männlichen Probanden weisen keine signifikanten Korrelationen auf. Der negative Korrelationskoeffizient zeigt den gegenläufigen Zusammenhang, d.h. Probanden mit frontal tiefen Bißsituationen (= 'großer' Overbite) zeigen häufig geringe Werte für die 'Oberkieferhöhe'. Die 'Oberkieferhöhe' ist definiert als das Verhältnis der Strecke 'Sn-St' zu der Gesamtstrecke 'Sn-Mem' (Abbildung 16, Tabelle 5, Seite 29). Für die Gesamtgruppe der Probanden ist unter Beachtung der geringen Größe des Korrelationskoeffizienten signifikant belegt, dass die Länge der Strecke 'Sn-St' um so kleiner ist, je größer der Overbite ist.

Wertepaar 'Overbite/Unterkieferhöhe'

Die aufsteigende Regressionsgerade des Wertepaares 'Overbite/Unterkieferhöhe' zeigt dagegen einen gleichläufigen Zusammenhang der Variablen (Abbildung 30), bestätigt durch das positive Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten. Auch hier ist die Korrelation mit $r = 0,136$ gering, aber signifikant ($p = 0,020$). Dieses Ergebnis zeigt, dass die 'Unterkieferhöhe' (St-Mem) bei Probanden mit 'großem' Overbite häufig relativ zur 'Untergesichtshöhe' vergrößert ist, denn die 'Unterkieferhöhe' (St-Mem) beschreibt das Verhältnis der Strecke 'St-Mem' zu der Gesamtstrecke 'Sn-Mem' (Abbildung 16, Tabelle 5, Seite 29). Die Untergruppen der weiblichen und männlichen Probanden zeigen keine signifikanten Korrelationen.

4.4.1.2 Korrelation der Gruppe 'kleiner' Overbite mit Profilanalysewerten

Die drei Abbildungen 31, 32, 33 veranschaulichen eine starke Streuung der Wertepaare um die konstruierten Regressionsgeraden, wodurch nur schwache Zusammenhänge zwischen den aufgeführten Variablen verdeutlicht werden. Die abfallenden Regressionsgeraden der Wertepaare 'kleiner Overbite/Untergesichtshöhe' und 'kleiner Overbite/Oberkieferhöhe' symbolisieren gegenläufige Zusammenhänge dieser Paare, ebenfalls erkennbar an den negativen Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten in Tabelle 22, Seite 63. Das Wertepaar 'kleiner Overbite/Unterkieferhöhe' zeigt in der Abbildung 33 mit ansteigenden Regressionsgeraden gleichläufige Zusammenhänge der Variablen, hier ist der Korrelationskoeffizient positiv.

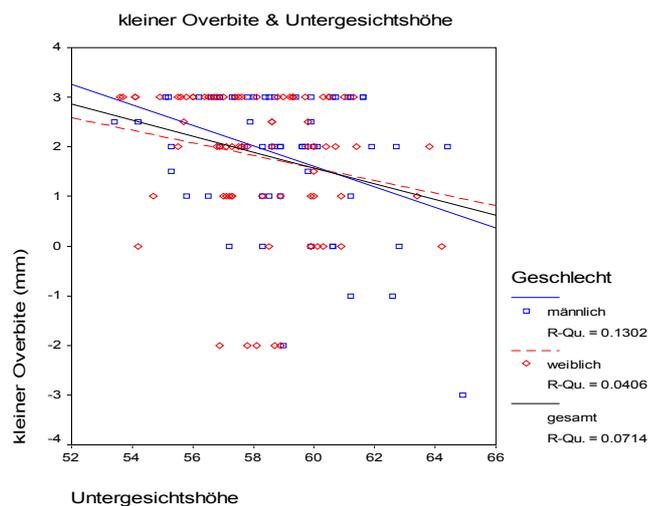


Abbildung 31: Streudiagramm - 'kleiner' Overbite & Untergesichtshöhe

Das Streudiagramm in Abbildung 31 zeigt für das Wertepaar 'kleiner Overbite/Untergesichtshöhe' für alle drei Gruppen abfallende Regressionsgeraden. Dieser Abfall veranschaulicht einen gegenläufigen Zusammenhang des Modellwertes mit dem Profilwert.

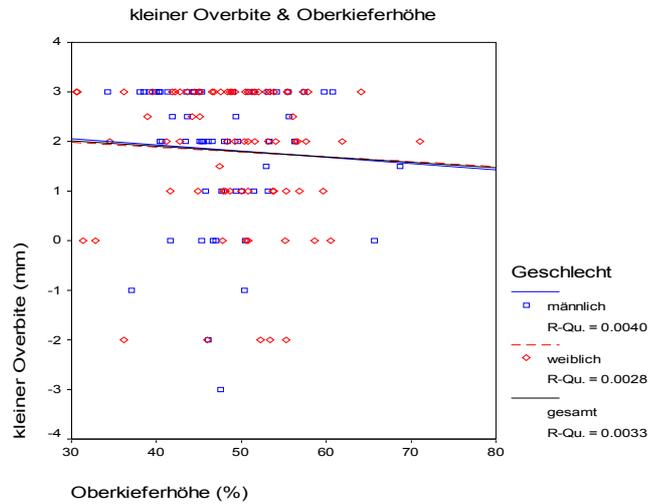


Abbildung 32: Streudiagramm - 'kleiner' Overbite & Oberkieferhöhe

Der 'kleine' Overbite und die 'Oberkieferhöhe' weisen in diesem Streudiagramm mit abfallenden Regressionsgeraden bei großer Streuung auf gegenläufige Zusammenhänge hin.

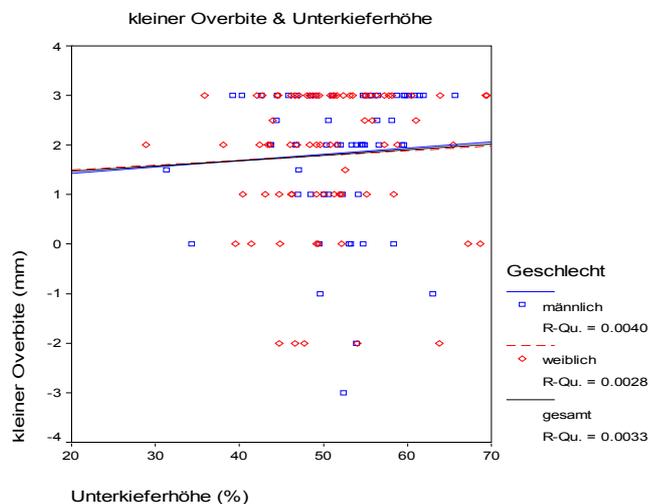


Abbildung 33: Streudiagramm - 'kleiner' Overbite & Unterkieferhöhe

Abbildung 33 zeigt für das Wertepaar 'kleiner Overbite/Unterkieferhöhe' sowohl für die Gesamtgruppe als auch für die weiblichen und männlichen Probanden ansteigende Regressionsgeraden. Dieser Anstieg beschreibt eine gleichläufige Korrelation. Auch hier ist eine starke Streuung erkennbar.

Aufgrund der Normalverteilungstabelle 13 (Seite 50), der zu entnehmen ist, dass die Stichproben 'kleiner' Overbite für die Untergruppen unabhängig vom Geschlecht signifikant von der Normalverteilung abweichen, findet in Tabelle 22 der Korrelationstest nach SPEARMAN Verwendung. In Tabelle 16, Seite 52 ist für die spezifischen Profilwerte eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung nicht gegeben, diese Stichproben sind also normalverteilt.

Die nachfolgende Korrelationstabelle 22 zeigt die Wertepaare des 'kleinen' Overbite (< 3,5 mm) für die Gesamtgruppe sowie für die weiblichen und männlichen Probanden.

Korrelation (SPEARMAN): 'kleiner' Overbite & Profilwerte									
Wertepaare	gesamt			weiblich			männlich		
	n	r	p	n	r	p	n	r	p
kl. Overbite/ Untergesichtshöhe	136	-0,250**	0,003	76	-0,253*	0,027	60	-0,262*	0,043
kl. Overbite/ Oberkieferhöhe	136	-0,122	0,159	76	-0,137	0,238	60	-0,165	0,208
kl. Overbite/ Unterkieferhöhe	136	0,122	0,159	76	0,137	0,238	60	0,165	0,208

Tabelle 22: Korrelationstests - 'kleiner' Overbite & Profilwerte

Bei den Korrelationspartnern 'kleiner Overbite/Untergesichtshöhe' sind sowohl in der Gesamtgruppe als auch bei den weiblichen und männlichen Probanden geringe Korrelationen zu verzeichnen, die signifikante p-Werte aufweisen. Die beiden anderen Wertepaare zeigen keine signifikanten Korrelation (Tabelle 22). Folglich ist bereits innerhalb der Teilgruppe der Probanden, welche nur 'kleine Overbite'-Werte aufweisen (bis 3,5 mm), eine Korrelation mit der 'Untergesichtshöhe' - wenn auch schwach ausgeprägt - nachweisbar, d.h. bei sehr geringen Overbite-Werten ist eine größere 'Untergesichtshöhe' als bei mittleren Overbite-Werten bei diesem Probandenkollektiv festzustellen.

4.4.1.3 Korrelation der Gruppe 'großer' Overbite mit Profilanalysewerten

Analog zu den vorangegangenen Streudiagrammen kann in den Abbildungen 34,35,36 erneut eine starke Streuung um die Regressionsgeraden erkannt werden.

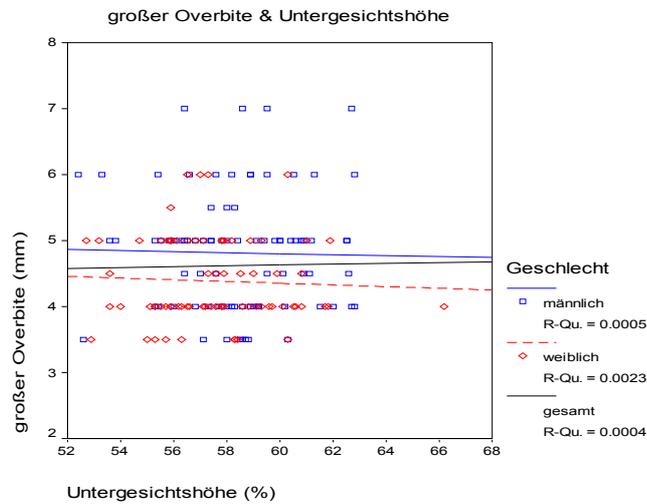


Abbildung 34: Streudiagramm - 'großer' Overbite & Untergesichtshöhe

Von der Gesamtgruppe ausgehend ist bei dem Wertepaar 'großer Overbite/Untergesichtshöhe' eine schwach ansteigende Regressionsgrade erkennbar, was eine gleichläufige Korrelation bedeuten würde. Die Regressionsgraden der Mädchen und Jungen fallen dagegen ab und zeigen somit einen gegenläufigen Zusammenhang (Abbildung 34).

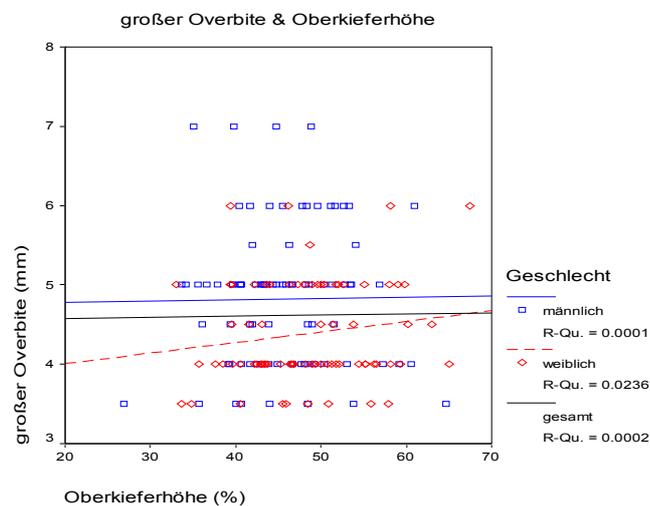


Abbildung 35: Streudiagramm - 'großer' Overbite & Oberkieferhöhe

Die in der Abbildung 35 erkennbaren Regressionsgeraden steigen alle drei an, wobei die Regressionsgerade der weiblichen Probanden einen stärkeren Anstieg verzeichnet. Generell deutet der Anstieg auf einen gleichläufigen Zusammenhang für das Wertepaar 'großer Overbite/Oberkieferhöhe' hin, wobei auch hier starke Streuungen bei niedrigen

Werten für das Bestimmtheitsmaß zu sehen sind.

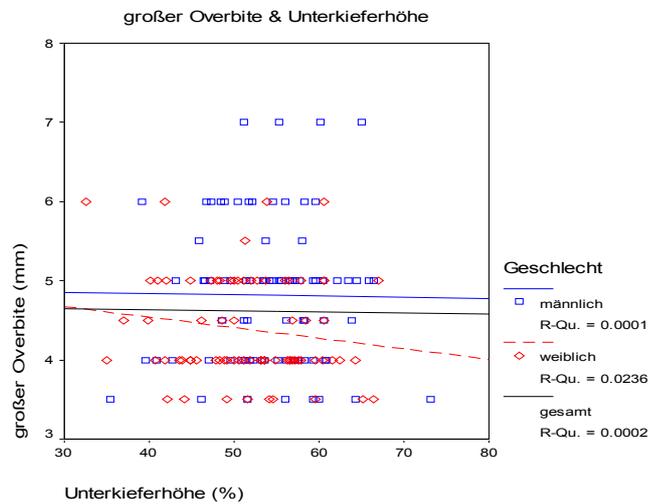


Abbildung 36: Streudiagramm - 'großer' Overbite & Unterkieferhöhe

Das Wertepaar 'großer Overbite/Unterkieferhöhe' verzeichnet in der Abbildung 36 abfallende Regressionsgeraden, die für gegenläufige Zusammenhänge bei diesen Variablen stehen.

Das Bestimmtheitsmaß r^2 ist bei allen Wertepaaren extrem niedrig.

Laut Korrelationstests nach SPEARMAN sind zwischen den Wertepaaren 'großer' Overbite und seinen spezifischen Profilwerten weder in der Gesamtgruppe noch bei den geschlechtlichen Untergruppen signifikante Zusammenhänge ersichtlich (Tabelle 23).

Korrelation (SPEARMAN): 'großer' Overbite & Profilwerte									
Wertepaare	gesamt			weiblich			männlich		
	n	r	p	n	r	p	n	r	p
gr. Overbite/ Untergesichtshöhe	160	0,005	0,953	75	-0,023	0,848	85	-0,041	0,707
gr. Overbite/ Oberkieferhöhe	160	0,018	0,825	75	0,124	0,290	85	0,047	0,672
gr. Overbite/ Unterkieferhöhe	160	-0,018	0,825	75	-0,124	0,290	85	-0,047	0,672

Tabelle 23: Korrelationstests - 'großer' Overbite & Profilwerte

Folglich können innerhalb der Gruppe der Probanden mit sehr 'tiefen' frontalen Bissituationen keine Korrelationen mit verschiedenen Ausprägungsgraden der spezifischen Profilanalysewerte festgestellt werden, d.h. Probanden mit moderat ausgeprägten frontalen Tiefbissituationen haben keine signifikant geringere 'Untergesichtshöhe' als Probanden mit sehr stark ausgeprägten Tiefbissen.

4.4.2 Korrelation/Regression des Overjets mit Profilanalysewerten

Der Modellanalyseparameter 'Overjet' (sagittale Frontzahnstufe) wird auf Zusammenhänge mit den spezifischen Profilanalysewerten 'OK-/UK-Relation', 'Lippenrelation', 'z-Winkel' und 'Neger Winkel' untersucht. Es wird geprüft, ob die dentoalveolär imponierende sagittale Frontzahnstufe Auswirkungen auf das Ausmaß dieser Profilanalysewerte, welche sagittale Weichteilrelationen beschreiben und z.T. Rückschlüsse auf skelettale Lagebeziehungen zulassen, hat.

4.4.2.1 Korrelation der Gesamtgruppe des Overjets mit Profilanalysewerten

Es zeichnet sich bei der Visualisierung der Daten durch Streudiagramme eine starke Streuung der Stichproben um die Regressionsgeraden ab. Bis auf das Wertepaar 'Overjet/z-Winkel' fallen die Regressionsgeraden ab, was gegenläufige Zusammenhänge verdeutlicht. Das Bestimmtheitsmaß 'r²' ist durchgehend sehr gering. Daher ist eine analytisch-statistische Prüfung durch Korrelationstests auf klinisch relevante Signifikanzen nachfolgend unerlässlich.

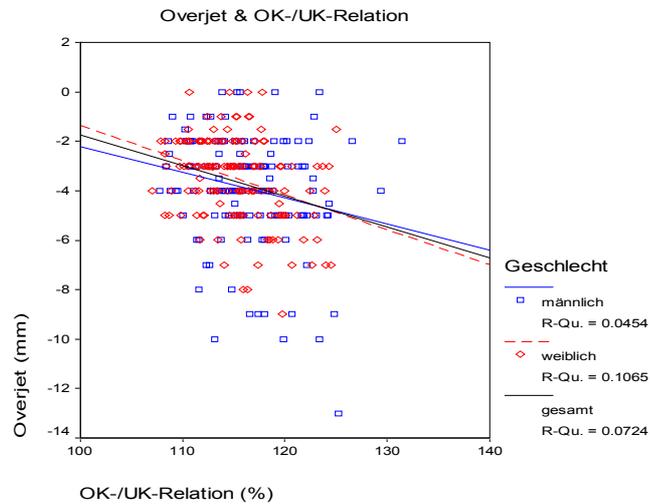


Abbildung 37: Streudiagramm - Overjet & OK-/UK-Relation

Die abfallenden Regressionsgeraden des Wertepaares 'Overjet/OK-UK-Relation' zeigen gegenläufige Korrelationen, d.h. bei zunehmendem Overjet nimmt die Unterkieferlänge relativ zur Oberkieferlänge ab, womit sich der Prozentwert für die 'OK-/UK-Relation' vergrößert. Die starke Streuung der Messwerte ist offensichtlich, die Werte für das Bestimmtheitsmaß sind sehr klein.

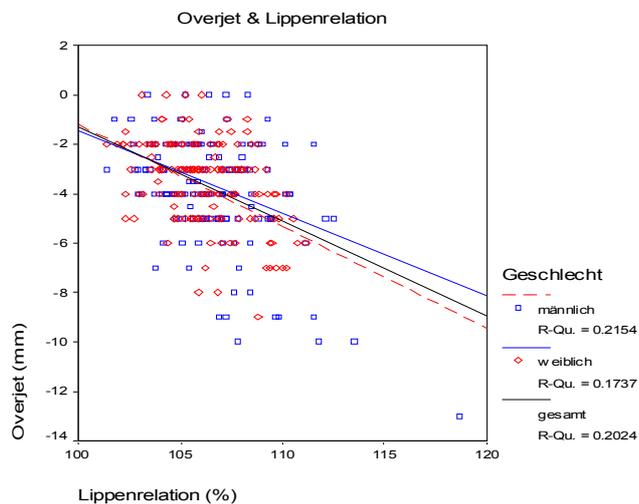


Abbildung 38: Streudiagramm - Overjet & Lippenrelation

Auch hier zeichnet sich ein gegenläufiger Zusammenhang des Wertepaares 'Overjet/Lippenrelation', gekennzeichnet durch die abfallenden Regressionsgeraden, ab. Ein starker ausgeprägter negativer Overjet geht mit einer Abnahme der Strecke 'PS-LoL' relativ zur

Strecke 'PS-UpL' einher, wodurch die 'Lippenrelation' in % zunimmt und sich die negative Lippentreppe vergrößert darstellt (Abbildung 17, Seite 31). Das Bestimmtheitsmaß r^2 liegt für diese Wertepaare zwischen 0,17 und 0,22.

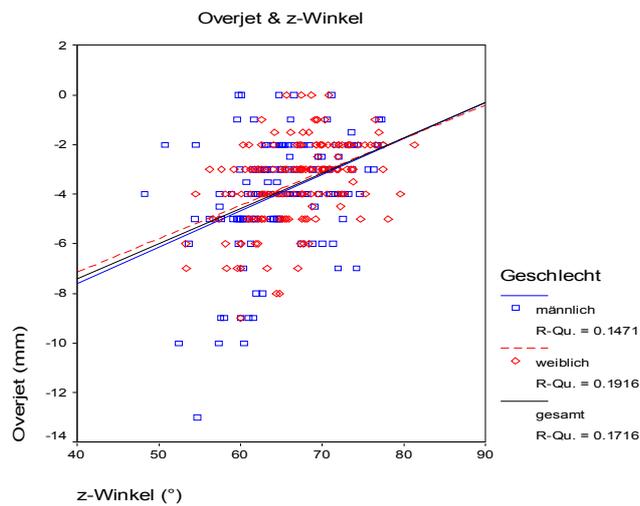


Abbildung 39: Streudiagramm - Overjet & z-Winkel

Abbildung 39 zeigt, ersichtlich an den ansteigenden Regressionsgeraden, einen gleichläufigen Zusammenhang zwischen dem 'Overjet' und dem 'z-Winkel' (Abbildung 19, Seite 33). Eine Abnahme der sagittalen Frontzahnstufe in Richtung 'Kopfbiss' (d.h. Vergrößerung des Overjet-Wertes) führt zu einer Vergrößerung des 'z-Winkels'.

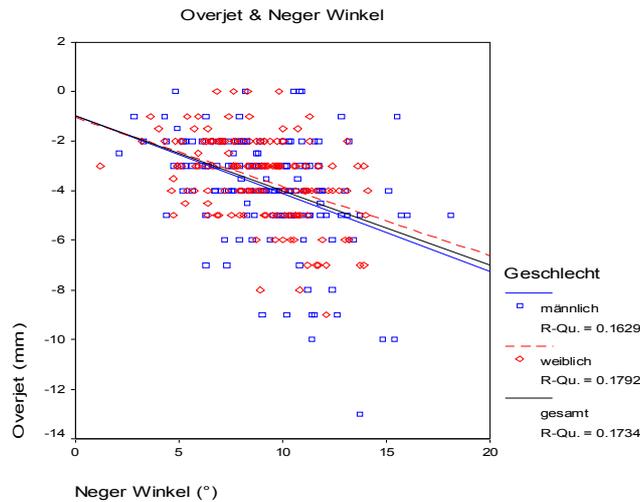


Abbildung 40: Streudiagramm - Overjet & Neger Winkel

Die Variablen 'Overjet' und 'Neger Winkel' (Abbildung 19, Seite 33) weisen in diesem Streudiagramm mit abfallenden Regressionsgeraden auf gegenläufige Zusammenhänge hin. Eine Abnahme des Overjets in Richtung 'Kopfbiss' hat eine Abnahme des 'Neger Winkels' zur Folge.

Aufgrund der in den Streudiagrammen visualisierten starken Dispersionen der Messwerte sind Berechnungen von Korrelationskoeffizienten notwendig sowie die Betrachtung von Irrtumswahrscheinlichkeiten zur Einschätzung der klinischen Relevanz.

Laut Normalverteilungstabelle 14, Seite 50 ergeben sich für alle Overbite-Stichproben signifikante Abweichungen von der Normalverteilung, so dass Korrelationstests nach SPEARMAN zum Einsatz kommen.

Korrelation (SPEARMAN): Overjet & Profilwerte									
Wertepaare	gesamt			weiblich			männlich		
	n	r	p	n	r	p	n	r	p
Overjet/ OK-/UK- Relation	296	-0,280 ***	0,000	151	-0,319 ***	0,000	145	-0,213 **	0,010
Overjet/ Lippenrelation	296	-0,350 ***	0,000	151	-0,386 ***	0,000	145	-0,464 ***	0,000
Overjet/ z-Winkel	296	0,417 ***	0,000	151	0,449 ***	0,000	145	0,384 ***	0,000
Overjet/ Neger Winkel	296	-0,421 ***	0,000	151	-0,422 ***	0,000	145	-0,404 ***	0,000

Tabelle 24: Korrelationstests - Overjet & Profilwerte

Bei allen vier Wertepaaren ist unabhängig von der Gesamtgruppe und dem Geschlecht eine geringe Korrelation (r liegt zwischen 0,2 und 0,5) feststellbar. Diese Korrelationen zeigen alle, außer für das Wertepaar 'Overjet/OK-UK-Relation' (männlich), höchst signifikante Zusammenhänge auf einem Niveau von $p \leq 0,001$ (Tabelle 24).

Wertepaar 'Overjet/OK-UK-Relation'

Die Variablen 'Overjet' (sagittale Frontzahnstufe) und 'OK-/UK-Relation' ($c/f \times 100$ = prozentualer Vergleich der 'Oberkieferlänge' $c = \text{'PS-Am'}$ mit der 'Unterkieferlänge' $f = \text{'PS-Bm'}$, Abbildung 17, Seite 31) korrelieren laut Tabelle 24 in der Gesamtgruppe mit $r = -0,280$, genauso wie in den geschlechtlichen Untergruppen der weiblichen Probanden mit $r = -0,319$ und männlichen Probanden mit $r = -0,213$. Die negativen Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten (r) stehen für gegenläufige Zusammenhänge der Wertepaare (Abbildung 37). Die Korrelationen zwischen den Variablen 'Overjet' und 'OK-/UK-Relation' sind für die Gesamtgruppe und Gruppe der weiblichen Probanden mit $p < 0,000$ 'höchst signifikant', für die Gruppe der männlichen Probanden mit $p = 0,010$ sehr signifikant und damit in allen drei Gruppen klinisch hochrelevant.

Diese Tatsache bestätigt die Hypothese, dass bei zunehmendem Betrag des Overjet-Wertes (= zunehmende sagittale Frontzahnstufe) das Verhältnis der Oberkieferlänge relativ zur Unterkieferlänge zunimmt, d.h. der Unterkiefer bei größeren Frontzahnstufen relativ zum Oberkiefer weiter dorsal liegt.

Wertepaar 'Overjet/Lippenrelation'

Die Wertepaare 'Overjet/Lippenrelation' korrelieren in allen drei Gruppen mit geringen gegenläufigen Korrelationen ('r' zwischen -0,35 und -0,46; Tabelle 24), bestätigt durch die negativen Korrelationskoeffizienten und die abfallenden Regressionsgraden (Abbildung 38). Diese Korrelationen sind sowohl für die Gesamtgruppe als auch für die Gruppen 'weiblich' und 'männlich' höchst signifikant mit $p \leq 0,000$.

Daraus lässt sich ableiten, dass bei Probanden mit stark ausgeprägter sagittaler Frontzahnstufe die Wahrscheinlichkeit auch große Werte für die 'Lippenrelation' zu finden stark erhöht ist. Die 'Lippenrelation' ist definiert als das Verhältnis der Strecke 'PS-UpL' zu der Strecke 'PS-LoL' (Abbildung 17, Seite 31). Die Ergebnisse zeigen, dass Probanden mit vergrößerter sagittaler Frontzahnstufe (= kleiner Wert des negativen Overjets) signifikant häufiger auch eine vergrößerte Lippentreppe aufweisen, d.h. die dentale Relation spiegelt sich in der Weichteilrelation der Lippenpositionen wieder.

Wertepaar 'Overjet/z-Winkel'

Das Wertepaar 'Overjet/z-Winkel' zeigt gleichläufige Zusammenhänge. Die positiven Korrelationskoeffizienten ('r' zwischen 0,38 und 0,45; Tabelle 24) zeigen für die drei Gruppen eine geringe Korrelation, wobei die weiblichen Probanden mit $r = 0,449$ eine etwas stärkere Korrelation aufweisen als die männlichen Probanden mit $r = 0,384$. Die Korrelationen sind mit p-Werten unter 0,000 höchst signifikant und die Zusammenhänge somit klinisch relevant. Der 'z-Winkel' ist definiert als Winkel zwischen der Strecke 'Pom-UpL' und 'FH' (Abbildung 19, Seite 33). Die Ergebnisse zeigen, dass bei Probanden mit vergrößerten sagittalen Frontzahnstufen (= kleiner Overjet-Wert) signifikant kleinere 'z-Winkel', also stärkere Rücklagen des Kinns, zu finden sind.

Wertepaar 'Overjet/Neger Winkel'

Die Wertepaare 'Overjet/Neger Winkel' korrelieren ebenfalls in der Gesamtgruppe und den Geschlechtergruppen mit geringen gegenläufigen Korrelationen (Gesamtgruppe $r = -0,421$; Mädchen $r = -0,422$; Jungen $r = -0,404$; Tabelle 24). Diese Korrelationen sind auch hier mit p-Werten unter 0,001 als höchst signifikant und damit klinisch relevant zu betrachten. D.h. Probanden mit vergrößerten sagittalen Frontzahnstufen (= kleiner Overjet-Wert) weisen vergrößerte Werte für den 'Neger Winkel' (Abbildung 19, Seite 33) auf.

4.4.2.2 Korrelation der Gruppe 'kleiner' Overjet mit Profilanalysewerten

Die Streudiagramme der Probandengruppe 'kleiner' Overjet (> -3 mm) mit seinen spezifischen Profilanalysewerten lassen visuell eine starke Streuung um die Regressionsgeraden erkennen (Abbildungen 41-44).

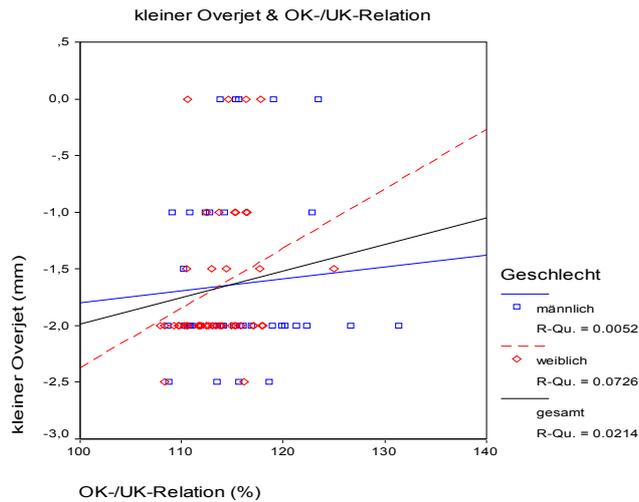


Abbildung 41: Streudiagramm - 'kleiner' Overjet & UK-/UK-Relation

Die Regressionsgeraden des Wertepaars 'kleiner Overjet/OK-/UK-Relation' in der Abbildung 41 haben einen ansteigenden Verlauf, was auf einen gleichläufigen Zusammenhang beider Variablen hinweist. Die Gruppe der weiblichen Probanden spiegelt einen steileren Verlauf der Geraden wieder als die der männlichen Probanden. Bei positiv werdenden Overjet nimmt der Prozentwert für die 'OK-/UK-Relation' zu.

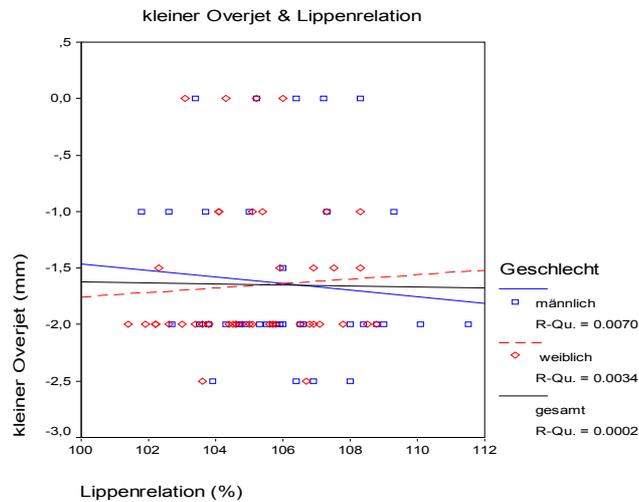


Abbildung 42: Streudiagramm - 'kleiner' Overjet & Lippenrelation

Von der Gesamtgruppe ausgehend ist bei dem Wertepaar 'kleiner Overjet/Lippenrelation' eine insgesamt leicht abfallende Regressionsgrade ersichtlich, was eine gegenläufige Korrelation bedeuten würde. Die Regressionsgrade der Mädchen steigt an und somit kann ein gleichläufiger Zusammenhang verzeichnet werden. Die Regressionsgerade der Jungen ist als fallend zu interpretieren. Es besteht somit eine gegenläufige Korrelation (Abbildung 42). Auch hier sind die Zusammenhänge gering und eine klinische Relevanz zweifelhaft und bedürfen weiterer statistisch-analytischer Betrachtung.

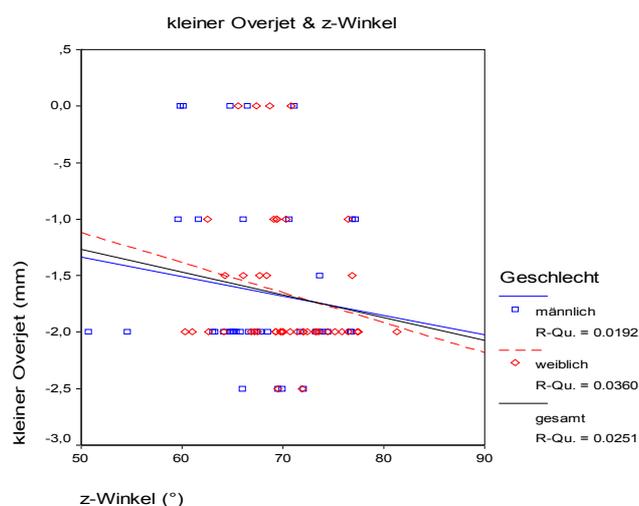


Abbildung 43: Streudiagramm - 'kleiner' Overjet & z-Winkel

Das Wertepaar 'kleiner Overjet/z-Winkel' zeigt abfallende Regressionsgraden aller

Gruppen in der Abbildung 43. Die Variablen korrelieren somit gegenläufig. Je negativer der Overjet-Wert ist, desto größer ist der 'z-Winkel'.

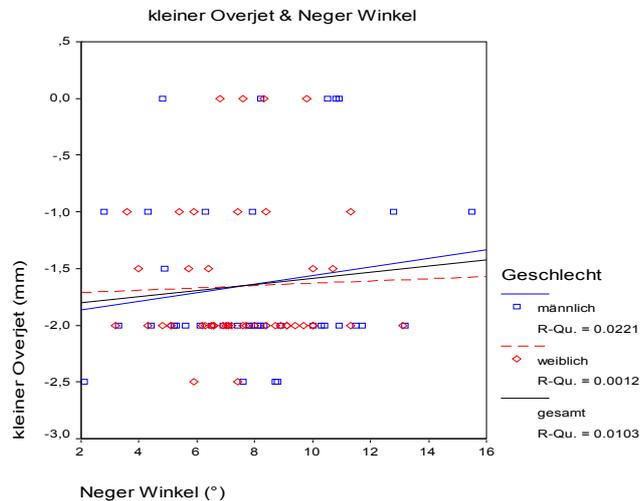


Abbildung 44: Streudiagramm - 'kleiner' Overjet & Neger Winkel

In der Abbildung 44 sind gleichläufige Zusammenhänge der Variablen 'kleiner' Overjet und 'Neger Winkel' erkennbar, was bedeuten würde, dass größere Werte (= gering negativ) des Overjets auch mit größeren Werte des 'Neger Winkels' einhergehen. Ob dieser Zusammenhang statistisch signifikant ist und damit eine klinische Relevanz verbunden ist, muss nachfolgend erklärt werden.

Mit Hilfe von Korrelationstests nach SPEARMAN werden in Tabelle 25 zwischen den Variablen 'kleiner' Overjet und den vier spezifischen Profilwerten für die Gesamtgruppe, sowie die Geschlechtergruppen, Korrelationskoeffizienten und deren Signifikanzen berechnet.

Korrelation (SPEARMAN): 'kleiner' Overjet & Profilwerte									
Wertepaare	gesamt			weiblich			männlich		
	n	r	p	n	r	p	n	r	p
kl. Overjet/ OK-/UK- Relation	85	0,165	0,130	45	0,329*	0,027	40	0,057	0,726
kl. Overjet/ Lippenrelation	85	-0,001	0,993	45	0,152	0,318	40	-0,112	0,492
kl. Overjet/ z-Winkel	85	-0,151	0,167	45	-0,263	0,080	40	-0,139	0,393
kl. Overjet/ Neger Winkel	85	0,046	0,674	45	0,019	0,902	40	0,094	0,563

Tabelle 25: Korrelationstests - 'kleiner' Overjet & Profilwerte

Innerhalb der Stichproben mit 'extrem kleinem' bis 'mittleren' Overjet kann keine signifikante Abstufung bezüglich der spezifischen Profilwerte festgestellt werden.

4.4.2.3 Korrelation der Gruppe 'großer' Overjet mit Profilanalysewerten

In den vier Abbildungen 45-48 der Probandengruppe 'großer' Overjet mit seinen spezifischen Profilwerten ist eine starke Streuung der Wertepaare um die Regressionsgraden ersichtlich, was lediglich schwache Zusammenhänge zwischen den aufgeführten Variablen vermuten lässt.

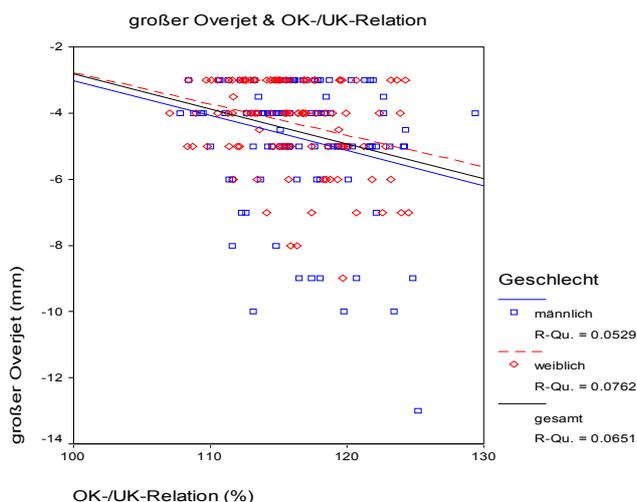


Abbildung 45: Streudiagramm - 'großer' Overjet & OK-/UK-Relation

Die abfallenden Regressionsgeraden der Wertepaare 'großer Overjet/OK-UK-Relation'

bedeuten gegenläufige Korrelationen dieser. Um so negativer die Werte für den Overjet ausfallen, desto größer werden die Prozentwerte der 'OK-/UK-Relation'. Auch hier ist die starke Streuung erkennbar, die nachfolgend weiter untersucht werden muss.

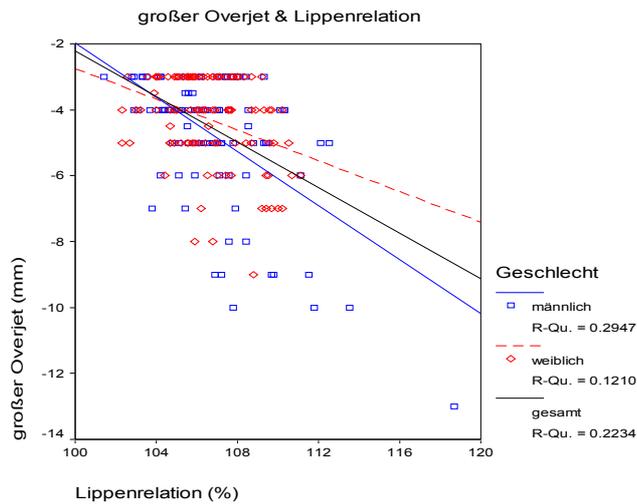


Abbildung 46: Streudiagramm - 'großer' Overjet & Lippenrelation

Der Abbildung 46 sind die abfallenden Verläufe der Regressionsgeraden der Stichproben des 'großen' Overjets und der 'Lippenrelation' zu entnehmen. Das Abfallen der Geraden steht für eine gegenläufige Korrelation der Wertepaare. Zwischen stark und mittelmäßig ausgeprägten sagittalen Frontzahnstufen scheint eine Abstufung bezüglich der 'Lippenrelation' vorzuliegen, was nachfolgend näher untersucht wird.

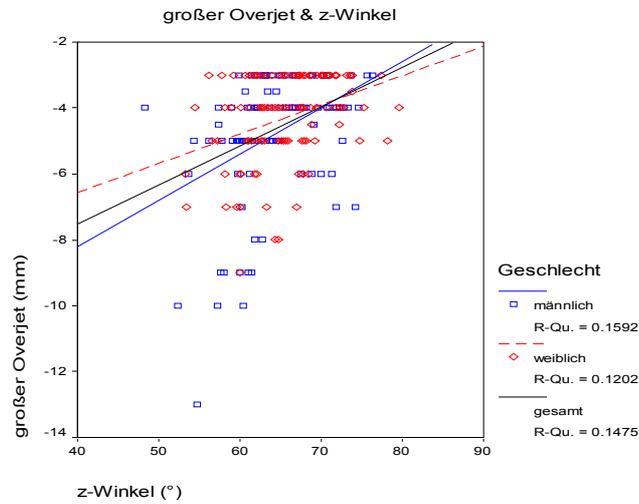


Abbildung 47: Streudiagramm - 'großer' Overjet & z-Winkel

Die Regressionsgeraden der Stichproben des Wertepaares 'großer Overjet/z-Winkel' zeigen eine ansteigende Richtung und somit ist der Zusammenhang der Variablen gleichläufig. Dies wird durch die positiven Korrelationskoeffizienten in Tabelle 26 bestätigt.

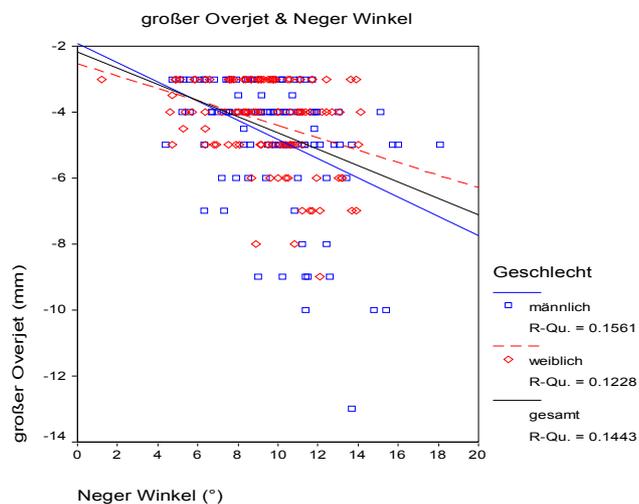


Abbildung 48: Streudiagramm - 'großer' Overjet & Neger Winkel

Das Streudiagramm der Wertepaare 'großer Overjet/Neger Winkel' (Abbildung 48) zeigt abfallenden Regressionsgeraden, die gegenläufige Zusammenhänge der Variablen darstellen. Innerhalb der Gruppe von Probanden mit großer bis mittlere sagittaler Frontzahnstufe scheinen Zusammenhänge zu der Größe des 'Neger Winkels' vorzuliegen.

Um statistische Signifikanzen zu eruieren, werden Korrelationstests nach SPEARMAN verwendet (Tabelle 26), welche die Frage nach Zusammenhängen zwischen der Untergruppe 'großer' Overjet und den vier Profilanalysewerten beantworten sollen.

Korrelation (SPEARMAN): großer Overjet & Profilwerte									
Wertepaare	gesamt			weiblich			männlich		
	n	r	p	n	r	p	n	r	p
gr. Overjet/ OK-/UK- Relation	211	-0,226**	0,001	106	-0,256**	0,008	105	-0,179	0,067
gr. Overjet/ Lippenrelation	211	-0,328**	0,000	106	-0,310**	0,001	105	-0,349**	0,000
gr. Overjet/ z-Winkel	211	0,376**	0,000	106	0,342**	0,000	105	0,412**	0,000
gr. Overjet/ Neger Winkel	211	-0,375**	0,000	106	-0,327**	0,001	105	-0,417	0,000

Tabelle 26: Korrelationstests - 'großer' Overjet & Profilwerte

Die Ergebnisse der Tests auf signifikante Korrelationen zwischen der Teilgruppe 'großer' Overjet und den in Tabelle 26 aufgeführten vier spezifischen Profilwerten zeigen analog zu den Korrelations-Tests für die gesamte Gruppe 'Overjet' (Tabelle 24, Seite 70) geringe Korrelationen, die statistische Signifikanzen auf einem klinisch relevanten Niveau zeigen. Das bedeutet, dass sich selbst in der Untergruppe der Probanden mit mittlerem bis großen sagittalen Frontzahnstufen zwischen denen mit sehr starken und mittelstarken Stufen signifikante Korrelationen finden lassen.

4.4.3 Korrelation/Regression der Angle-Klassen mit Profilanalysewerten

Mit Hilfe von Korrelations- und Regressionsanalysen werden die 'Angle-Klassen'-Befunde der 9-jährigen Probanden auf bestehende Zusammenhänge zu zehn spezifisch ausgewählten Profilanalysewerten getestet.

Bei der Überprüfung der Variablen auf Normalverteilung ergeben sich für die Modell- und Profilanalysewerte keine signifikanten Abweichungen für die Gesamtgruppe, sowie für die Untergruppen nach Geschlecht, von der Normalverteilung (Tabellen 13-17, Seite 50ff.).

Da die Modellwerte der Angle-Klassen in der 'Angle-Klassen-Abstufungssystematik'

dieser Arbeit als ordinalskalierte Variablen anzusehen sind, werden diese wie '**nicht** normalverteilte' Stichproben behandelt. Daher kommt hier zur Korrelationsbestimmung grundsätzlich der Korrelationstest nach SPEARMAN zum Einsatz.

4.4.3.1 Korrelation der Gesamtgruppe der Angle-Klassen mit Profilanalysewerten

Die Abbildungen 49-58 veranschaulichen eine starke Streuung der Wertepaare um die berechneten Regressionsgraden, wodurch schwache Zusammenhänge zwischen den aufgeführten Variablen verdeutlicht werden. Bei ansteigenden Regressionsgraden besteht ein gleichläufiger Zusammenhang zwischen den Stichproben der Wertepaare, erkennbar an dem positiven Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten. Absteigende Regressionsgraden zeigen gegenläufige Zusammenhänge der Variablen an, die Korrelationskoeffizienten sind in diesen Fällen negativ. Ob die in den Streudiagrammen dargestellten Wertepaare klinisch relevante Zusammenhänge beschreiben, muss nachfolgend mittels Korrelationstests nach SPEARMAN geklärt werden.

Abbildung 49 zeigt den Zusammenhang zwischen den 'Angle-Klassen' und der 'Unterkieferprominenz'.

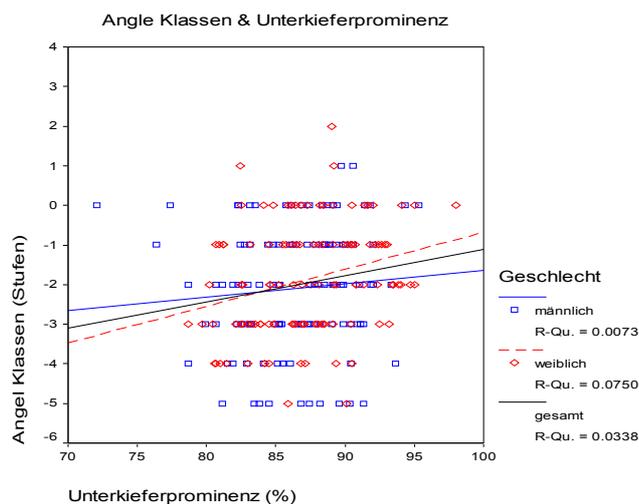


Abbildung 49: Streudiagramm - Angle-Klassen & Unterkieferprominenz

Das Streudiagramm (Abbildung 49) der Wertepaare 'Angle-Klassen/Unterkieferprominenz' lässt für die Gesamtgruppe, wie auch für die weiblichen und männlichen Proban-

den ansteigende Regressionsgeraden erkennen. Dieser Anstieg weist auf gleichläufige Zusammenhänge für diese Wertepaare hin. Je stärker die Angle-Klasse II (negative sagittale Frontzahnstufen) bei den Patienten ausgeprägt ist, desto niedriger fällt der Wert für die 'Unterkieferprominenz' aus, wobei ein niedriger 'Unterkieferprominenz'-Wert ein stärkeres Zurückliegen des Kinnpunktes (Bm) im Verhältnis zur Schädelbasis (Nm) anzeigt (Abbildung 17, Tabelle 6, Seite 31).

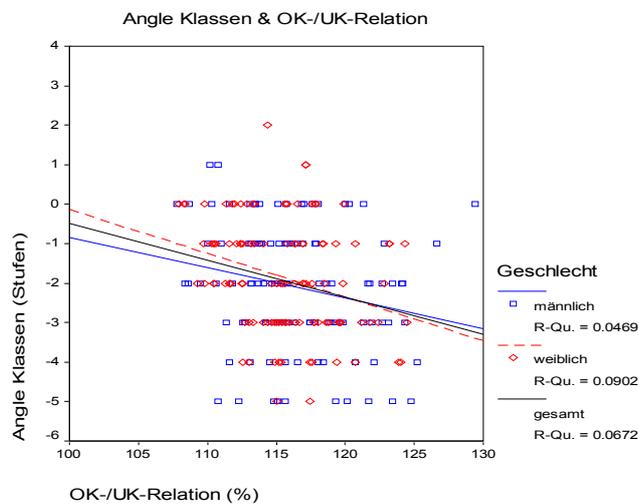


Abbildung 50: Streudiagramm - Angle-Klassen & OK-/UK-Relation

In Abbildung 50 ist anhand der abfallenden Regressionsgraden aller Gruppen ein gegenläufiger Zusammenhang zwischen der 'Angle-Klassen'-Variable und der 'OK-/UK-Relation' zu erkennen. Z.B. nimmt bei Probanden mit zunehmendem Grad der Angle-Klassen II (Stufen < 0) die 'OK-/UK-Relation' zu, d.h. der Unterkiefer liegt relativ zum Oberkiefer weiter dorsal, bzw. der Oberkiefer relativ zum Unterkiefer weiter vorn (Abbildung 17, Tabelle 6, Seite 31).

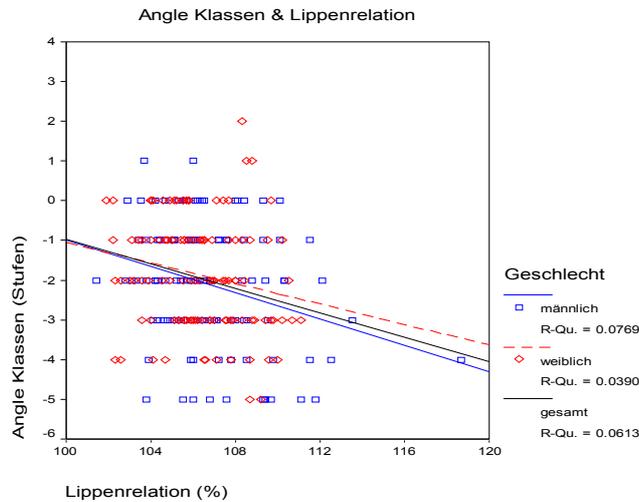


Abbildung 51: Streudiagramm - Angle-Klassen & Lippenrelation

Die Regressionsgeraden der Wertepaare 'Angle-Klassen/Lippenrelation' verzeichnen einen abfallenden Verlauf. Dieses Abfallen spiegelt eine gegenläufige Korrelation der 'Angle-Klassen'-Variable mit der 'Lippenrelation' wieder, d.h. z.B. mit zunehmender Ausprägung einer Angle-Klasse II (= Abnahme des 'Angle-Klassen'-Wertes) ist eine Zunahme des Wertes 'Lippenrelation' zu erkennen. Je größer die Werte der 'Lippenrelation' sind, desto weiter liegt die Unterlippe posterior der Oberlippe, was auch als "negative Lippentreppe" bezeichnet wird (Abbildung 17, Tabelle 6, Seite 31).

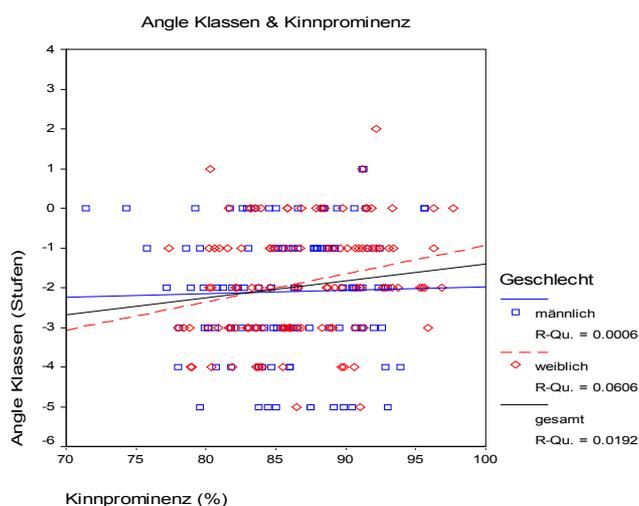


Abbildung 52: Streudiagramm - Angle-Klassen & Kinnprominenz

Die ansteigenden Regressionsgeraden der Wertepaare 'Angle-Klassen/Kinnprominenz'

bedeuten eine gleichläufige Korrelation dieser Werte. Liegt die Unterkieferdentition relativ zu der Oberkieferdentition weiter hinten (= 'Angle-Klasse'-Wert abnehmend) zieht dieses eine Verringerung des Wertes 'Kinnprominenz' mit sich. Der Unterkiefer (Pom) liegt demnach relativ zur Schädelbasis (Nm) in einer retraleren Position (Abbildung 17, Tabelle 6, Seite 31).

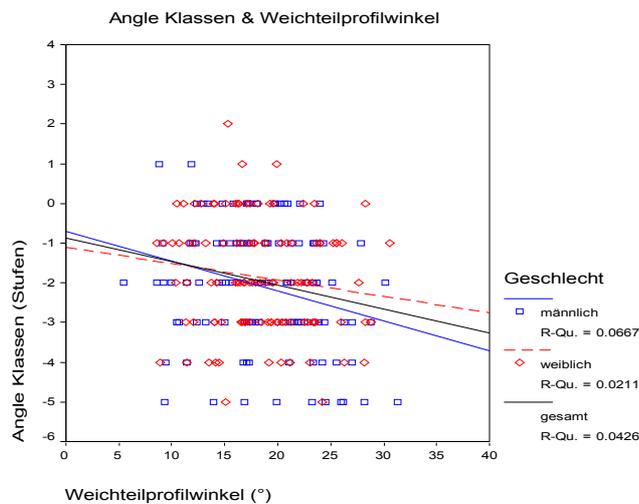


Abbildung 53: Streudiagramm - Angle-Klassen & Weichteilprofilwinkel

Die Angle-Klassen-Variable und der 'Weichteilprofilwinkel' weisen in dem Streudiagramm 53 mit abfallenden Regressionsgeraden einen gegenläufigen Zusammenhang auf. Je stärker die Angle-Klasse II ausgeprägt ist, desto größer ist der 'Weichteilprofilwinkel' (Abbildung 18 (Winkel XVIII), Tabelle 7, Seite 33ff.). Bei einem größer werdenden 'Weichteilprofilwinkel' liegt der Unterkiefer relativ zu der Achse 'Nm-Sn' stärker dorsal.

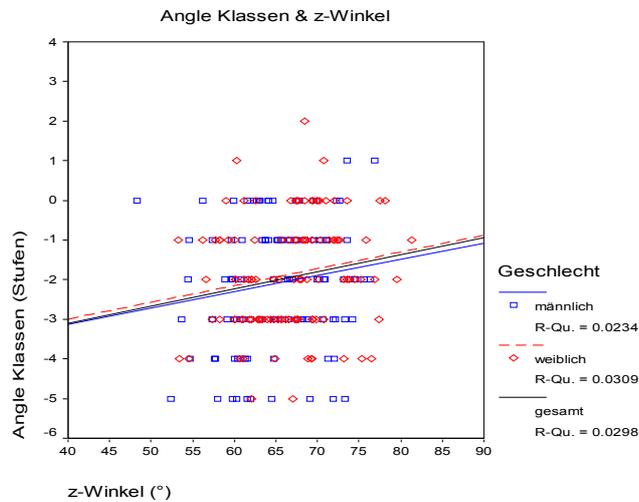


Abbildung 54: Streudiagramm - Angle-Klassen & z-Winkel

Die Abbildung 54 zeigt ansteigende Regressionsgeraden für die Wertepaare 'Angle-Klassen/z-Winkel'. Je stärker die Angle-Klasse II ausgeprägt ist, desto kleiner fällt der 'z-Winkel' ('Pom-UpL-FH') aus, so dass der Unterkiefer in einer retraleren Position zu finden ist (Abbildung 19 (Winkel XXIII), Tabelle 7, Seite 33ff.).

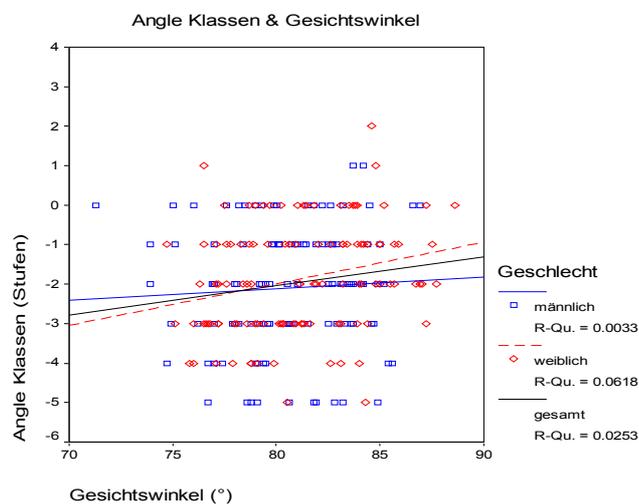


Abbildung 55: Streudiagramm - Angle-Klassen & Gesichtswinkel

Das Streudiagramm 55 zeigt die ansteigenden Regressionsgeraden der Wertepaare 'Angle-Klassen/Gesichtswinkel', welche auf Grund ihres Anstieges eine gleichläufige Korrelation zwischen den Angle-Klassen und dem 'Gesichtswinkel' verzeichnet. Je stärker die Angle-Klasse II ausgeprägt ist (=abfallender Wert der 'Angle-Klassen'-Varia-

blen), desto kleiner wird der 'Gesichtswinkel' (Abbildung 19 (Winkel XXIV), Tabelle 7, Seite 33), d.h. der Unterkiefer nimmt eine verstärkt posteriore Lage ein.

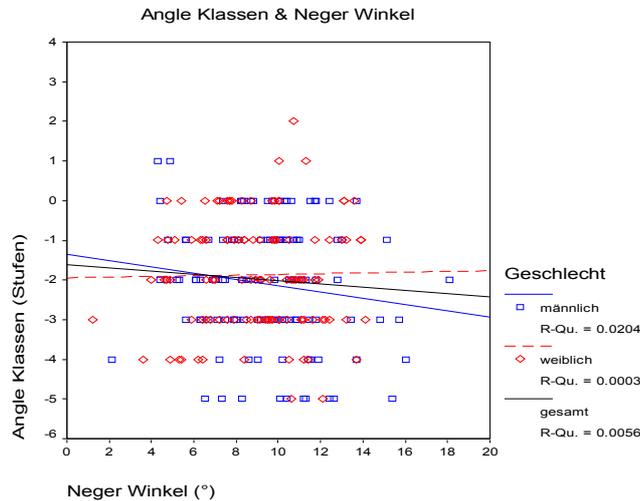


Abbildung 56: Streudiagramm - Angle-Klassen & Neger Winkel

Die abfallenden Regressionsgeraden veranschaulichen in der Abbildung 56 für die Variablen 'Angle-Klassen' und 'Neger Winkel' einen gegenläufigen Zusammenhang für die Gruppen 'gesamt' und 'männlich'. Die Regressionsgerade der weiblichen Probanden steigt hingegen leicht an. Für die Gesamtgruppe, sowie die männlichen Probanden führt eine ausgeprägtere Angle-Klasse II zu einem vergrößerten 'Neger Winkel'. Je größer der 'Neger Winkel' ist, desto weiter befindet sich der Unterkiefer - relativ zum Oberkiefer - in einer posterioren Lage (Abbildung 19 (Winkel XXV), Tabelle 7, Seite 33ff.).

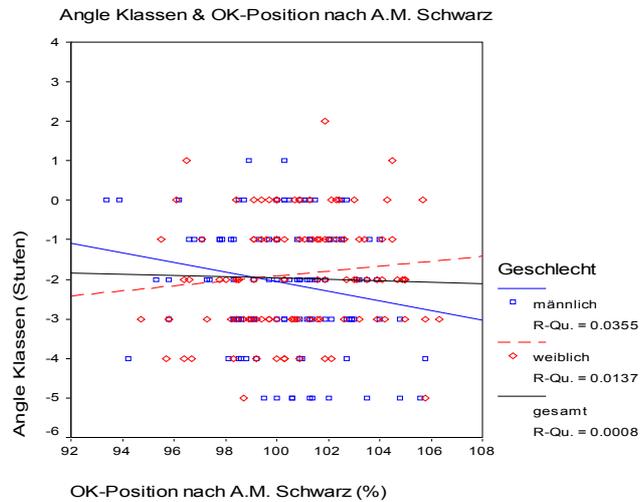


Abbildung 57: Streudiagramm - Angle-Klassen & OK-Position nach A.M. SCHWARZ

Das Streudiagramm (Abbildung 57) des Wertepaars 'Angle-Klassen/OK-Position nach A.M. SCHWARZ' zeigt für die Gesamtgruppe und die männliche Gruppe absteigende Regressionsgeraden, welche einen gegenläufigen Zusammenhang widerspiegeln. Für die weiblichen Probanden ist eine anfallende Regressionsgrade sichtbar, was einen gleichläufigen Zusammenhang aufzeigt. Die 'OK-Position nach A.M. SCHWARZ' beschreibt die horizontale Position von 'Sn' im Kieferprofilfeld (Abbildung 20, Tabelle 8, Seite 36ff.). Eine posteriore Lage des Punktes 'Sn' zur Profilsenkrechten (PN) führt zu einem Prozentwert von unter 100 % für die 'OK-Position nach A.M. SCHWARZ'. Eine weiter anteriore Lage von 'Sn' zeichnet sich dagegen mit Werten >100 % aus. An der Gesamtgruppe orientiert nimmt der Prozentwert für die 'OK-Position nach A.M. SCHWARZ' bei zunehmend ausgeprägten Angle-Klassen II ab, und die Werte für 'Sn' belaufen sich auf unter 100 %, was eine Rücklage des Oberkiefers bzw. eine Reklination der Oberkieferfrontzähne anzeigen kann (Abbildung 20, Tabelle 8, Seite 36ff.).

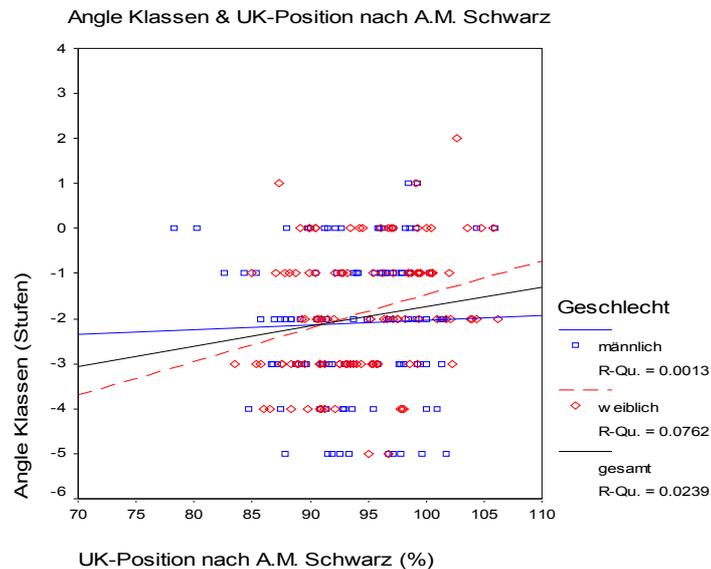


Abbildung 58: Streudiagramm - Angle-Klassen & UK-Position nach A.M. Schwarz

In Abbildung 58 zeigen alle Wertepaare 'Angle-Klassen/UK-Position nach A.M. SCHWARZ' ansteigende Regressionsgeraden. Dieses deutet auf einen gleichläufigen Zusammenhang hin. Bei einer ausgeprägten Angle-Klasse II liegt ein kleiner Prozentwert für die 'UK-Position nach A.M. Schwarz' vor. Ein kleiner Prozentwert für die 'UK-Position nach A.M. Schwarz' weist darauf hin, dass der Unterkieferpunkt 'Pom' im Kieferprofilfeld weiter posterior liegt (Abbildung 20, Tabelle 8, Seite 36ff.).

Die in den Streudiagrammen visualisierten Korrelationen zwischen der 'Angle-Klassen'-Variablen und den zehn Profilanalysewerten müssen nachfolgend auf Signifikanz und damit klinische Relevanz getestet werden, was mit Hilfe des Korrelationstests nach SPEARMAN geschieht.

Die Variable 'Angle-Klassen' beschreibt laut der oben definierten Abstufungssystematik (Tabelle 11, Seite 46) die sagittalen Relationen zwischen den Oberkiefer- und Unterkiefermolaren von einer Distallage (Klasse II) bis zu einer mesialen Lage der Unterkieferdentition (Klasse III).

Korrelation (SPEARMAN): Angle-Klassen & Profilwerte									
Wertepaare	gesamt			weiblich			männlich		
	n	r	p	n	r	p	n	r	p
Angle-Klassen/ Unterkiefer- prominenz	222	0,213 **	0,001	112	0,279 **	0,003	110	0,086	0,374
Angle-Klassen/ OK-/UK- Relation	222	-0,267 ***	0,000	112	-0,305 **	0,001	110	-0,217 *	0,023
Angle-Klassen/ Lippenrelation	222	-0,234 ***	0,000	112	-0,228 *	0,016	110	-0,277 **	0,003
Angle-Klassen/ Kinnprominenz	222	0,165 *	0,014	112	0,260 **	0,006	110	0,025	0,794
Angle-Klassen/ Weichteilprofil- winkel	222	-0,204 **	0,002	112	-0,159	0,093	110	-0,258 **	0,006
Angle-Klassen/ z-Winkel	222	0,177 **	0,008	112	0,205 *	0,031	110	0,153	0,111
Angle-Klassen/ Gesichtswinkel	222	0,179 **	0,007	112	0,264 **	0,005	110	0,057	0,553
Angle-Klassen/ Neger Winkel	222	-0,077	0,252	112	-0,019	0,839	110	-0,143	0,137
Angle-Klassen/ OK-Position nach A.M. SCHWARZ	222	0,008	0,905	112	0,144	0,130	110	-0,188 *	0,049
Angle-Klassen/ UK-Position nach A.M. SCHWARZ	222	0,177 **	0,008	112	0,273 **	0,004	110	0,035	0,714

Tabelle 27: Korrelationstests - Angle-Klassen & Profilwerte

Die 'Angle-Klassen'-Variable zeigt zu den Profilwerten 'Unterkieferprominenz', 'OK-UK-Relation', 'Lippenrelation', 'Kinnprominenz', 'Weichteilprofilwinkel', 'z-Winkel', 'Gesichtswinkel' und 'UK-Position nach A.M. SCHWARZ' signifikante bis höchst signifikante Zusammenhänge. Von diesen Profilwerten korrelieren vier gering mit $0,5 \geq r > 0,2$, die anderen vier sehr gering mit $r \leq 0,2$ (Tabelle 10, Seite 40). Bei den weiblichen Probanden ist bis auf den Profilwert 'Weichteilprofilwinkel' eine analoge Korrelation zwischen den oben aufgezählten Profilwerten und der Gesamtgruppe der 'Angle-Klassen' ersichtlich. Vier der zehn Profilwerte der männlichen Probandengruppe weisen eine Korrelation mit den Angle-Klassen auf, nämlich die 'OK-UK-Relation', die 'Lippenrelation', der 'Weichteilprofilwinkel' und die 'OK-Position nach A.M. SCHWARZ'.

Wertepaar 'Angle-Klassen/Unterkieferprominenz'

Die Variablen 'Angle-Klassen' und 'Unterkieferprominenz', definiert als das Längenverhältnis der Strecken 'f' (PS-Bm) im Bezug auf die Strecke 'a' (PS-Nm) (Abbildung 17, Tabelle 6, Seite 31), korrelieren in der Gesamtgruppe der 222 Neunjährigen mit $r = 0,213$ gering. In der weiblichen Probandengruppe ist eine Korrelation von $r = 0,279$ und in der männlichen Gruppe von nur $r = 0,086$ festzustellen. In der Gesamtgruppe ($p = 0,001$), sowie der Gruppe der weiblichen Probanden ($p = 0,003$) sind diese Korrelationen sehr signifikant, bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($p = 0,374$). Dieser gleichläufige Zusammenhang (Abbildung 49, Seite 79) sagt z.B. aus, dass bei Probanden mit ausgeprägter Distallage der Unterkieferdentition signifikant häufiger geringe Werte für die 'Unterkieferprominenz' zu finden sind, was eine relativ zur Schädelbasis distale Lage des Kinns und damit des Unterkiefers beschreibt.

Wertepaar 'AngleKlassen/OK-UK-Relation'

Die Variablen 'Angle-Klassen' und 'OK-/UK-Relation' ($c/f \times 100$); prozentualer Vergleich der 'Oberkieferlänge' ($c = 'PS-Am'$) mit der 'Unterkieferlänge' ($f = 'PS-Bm'$) (Abbildung 17, Tabelle 6, Seite 31) korrelieren gegenläufig in der Gesamtgruppe mit $r = -0,267$ wie in den geschlechtlichen Untergruppen (weiblich: $r = -0,305$; männlich: $r = -0,217$) gering (Tabelle 27). Diese Korrelationen sind in der Gesamtgruppe höchst signifikant ($p = 0,000$), in der Gruppe der weiblichen Probanden sehr signifikant ($p = 0,001$) und bei den männlichen Probanden signifikant ($p = 0,023$).

Mit zunehmender Rücklage der Unterkieferdentition (= negative Stufen der 'Angle-Klassen'-Variablen) nehmen die Prozentwerte für die 'OK-/UK-Relation' folglich zu, d.h. die Unterkieferlänge ($f = 'PS-Bm'$) nimmt relativ zur Oberkieferlänge ($c = 'PS-Am'$) ab.

Wertepaar 'AngleKlassen/Lippenrelation'

Das Wertepaar 'Angle-Klassen/Lippenrelation' zeigt in allen drei Gruppen geringe gegenläufige Korrelationen mit $-0,2 < r \leq -0,5$ (Tabelle 27; Abbildung 51). Diese Korrelationen sind in der Gesamtgruppe mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,000$ höchst signifikant, in der weiblichen Probandengruppe signifikant ($p = 0,016$) und in der männlichen Gruppe sehr signifikant ($p = 0,003$).

Einer Abnahme des Wertes der 'Angle-Klassen'-Variablen folgt demnach ein zunehmen-

der Wert der 'Lippenrelation', welcher definiert ist als ' $d/e \times 100$ ' (Verhältnis der Strecken 'd' (PS-UpL) und 'e' (PS-LoL) in Prozent, siehe Abbildung 17, Tabelle 5 Seite 31). Die Unterlippe befindet sich somit um so weiter posterior der Oberlippe, je weiter die Unterkieferdentition distal liegt.

Wertepaar 'Angle-Klassen/Kinnprominenz'

Die Wertepaare 'Angle-Klassen/Kinnprominenz' (Strecke ' $g/a \times 100$ '; (Abbildung 17, Tabelle 6, Seite 31) korrelieren in der Gesamtgruppe mit einer gleichläufigen Korrelation von $r = 0,165$ nur sehr gering, in der weiblichen Gruppe mit $r = 0,260$ gering und in der Gruppe der männlichen Probanden ebenfalls sehr gering mit $r = 0,025$. In der Gesamtgruppe ist diese Korrelation signifikant ($p = 0,014$), bei den Mädchen 'sehr signifikant' ($p = 0,006$) und bei den Jungen nicht signifikant ($p = 0,794$), siehe Tabelle 27, Seite 87 und Abbildung 52, Seite 81.

Folglich ist bei Probanden mit distal lokalisierter Unterkieferdentition, d.h. bei kleinen Werten der 'Angle-Klassen'-Variablen, die Wahrscheinlichkeit erhöht auch geringe Werte für die 'Kinnprominenz' zu finden. D.h. bei Rücklage der Unterkieferdentition ist - zumindest für die Gesamtgruppe und die Mädchen - eine Rücklage des Kinns, relativ zur Schädelbasis, nachweisbar.

Wertepaar 'Angle-Klassen/Weichteilprofilwinkel'

In der Gesamtgruppe ($r = -0,204$) sowie der männlichen Probandengruppe ($r = -0,258$) korreliert das Wertepaar gering und gegenläufig, während in der Mädchengruppe eine sehr geringe Korrelation von $r = -0,159$ zu finden ist. Für die Gesamtgruppe ist die Korrelation mit $p = 0,002$ sehr signifikant, für die Jungengruppe ebenfalls ($p = 0,006$). Die sehr geringe Korrelation innerhalb der Mädchengruppe zeigt mit $p = 0,093$ keine Signifikanz (Tabelle 27, Seite 87).

Der 'Weichteilprofilwinkel' ist der nach oben gemessene Winkel zwischen den Geraden 'Nm-Sn' und 'Sn-Pom' (XVIII, Abbildung 18, Tabelle 7, Seite 33). Probanden mit einer retralen Lage der 6-Jahrmolaren des Unterkiefers weisen demnach signifikant häufig einen vergrößerten 'Weichteilprofilwinkel' auf, welcher eine Kinn-/Unterkiefer-Rücklage anzeigt.

Wertepaar 'Angle-Klassen/z-Winkel'

Bei dem Wertepaar 'Angle-Klassen/z-Winkel' liegt in der Gesamtgruppe mit $r = 0,177$

eine sehr geringe und bei den weiblich Probandengruppe mit $r = 0,205$ ein geringe gleichläufige Korrelation vor, wobei in der Gruppe der Jungen keine Korrelation zu finden ist (Tabelle 27, Seite 87; Abbildung 54, Seite 83). Die Korrelation der Gesamtgruppe ist sehr signifikant ($p = 0,008$), die der Mädchen signifikant ($p = 0,031$) und die der Jungen nicht signifikant ($p = 0,111$).

Der 'z-Winkel' ist definiert als der nach hinten gemessene Winkel zwischen 'Pom-UpL' und der "Frankfurter Horizontalen" (= FH) (Abbildung 19, Tabelle 7, Seite 33). Liegt die Unterkieferdentition relativ zur Oberkieferdentition weiter dorsal (= kleiner Wert der 'Angle-Klassen'-Variablen), ist demnach auch mit einem kleinen Wert für den 'z-Winkel' zu rechnen, der eine Kinn-/Unterkieferrücklage anzeigt.

Wertepaar 'Angle-Klassen/Gesichtswinkel'

Der 'Gesichtswinkel' und die 'Angle-Klassen'-Variable weisen ebenfalls einen gleichläufigen Zusammenhang auf (Abbildung 55, Seite 83). Sie korrelieren in der Gesamtgruppe sehr gering ($r = 0,179$), innerhalb der weiblichen Probandengruppe mit $r = 0,264$ gering und bei den männlichen Probanden mit $r = 0,057$ extrem gering (Tabelle 27, Seite 87). Für die Gesamtgruppe ist mit $p = 0,007$ eine sehr signifikante Korrelation bewiesen, für die Mädchengruppe mit $p = 0,005$ ebenfalls, während in der Jungengruppe kein signifikanter Zusammenhang gezeigt werden kann ($p = 0,553$).

Der 'Gesichtswinkel' beschreibt den nach hinten/unten gemessene Winkel zwischen der Strecke 'Pom-Nm' und der "Frankfurter Horizontalen" (= FH) (Abbildung 19, Tabelle 7, Seite 33ff.). Es konnte gezeigt werden, dass für die Gesamt- und Mädchengruppe eine dorsal liegende Dentition häufig mit einem verringerten Wert für den 'Gesichtswinkel' einhergeht, was eine Kinn-/Unterkieferrücklage bezogen auf die Schädelbasis anzeigt.

Wertepaar 'Angle-Klassen/Neger Winkel'

Zwischen den Stichproben der Variablen 'Angle-Klassen' und 'Neger Winkel', der definiert ist als Winkel zwischen 'UpL-Nm' und 'Pom-Nm' (Abbildung 19, Tabelle 7, Seite 33ff.), wurden nur extrem kleine gegenläufige Korrelationskoeffizienten berechnet (Tabelle 27, Seite 87). In allen drei Gruppen liegen die p-Werte über 0,05, so dass keine signifikanten Zusammenhänge nachgewiesen werden konnten.

Wertepaar 'Angle-Klassen/OK-Position nach A.M. SCHWARZ'

Bei den Wertepaaren 'Angle-Klassen/OK-Position nach A.M. SCHWARZ' zeigen sich in

der Gesamtgruppe ($r = 0,008$) und der weiblichen Probanden ($r = 0,144$) nur sehr geringe gleichläufige Korrelationen (Tabelle 27, Seite 87, Abbildung 57, Seite 85), bei den männlichen Probanden sogar ein gegenläufiger Zusammenhang ($r = -0,188$). Da die Korrelation in der Gesamtgruppe mit $p = 0,905$ nicht signifikant ist, kann davon ausgegangen werden, dass kein klinisch relevanter Zusammenhang zwischen den Angle-Klassen und der horizontalen Position des Punkte 'Sn' nach A.M. SCHWARZ vorliegt.

Wertepaar 'Angle-Klassen/UK-Position nach A.M. SCHWARZ'

Die 'UK-Position nach A.M. SCHWARZ', die die Position von 'Pom' im Kieferprofilfeld (KPF) beschreibt ('PS-Pom/PS-BS x 100'; Abbildung 20, Tabelle 8, Seite 36), korreliert in der Gesamtgruppe mit der 'Angle-Klassen'-Variablen ($r = 0,177$) sowie in der weiblichen Probandengruppe mit $r = 0,273$ gering und gleichläufig. In der Jungengruppe ist ein extrem geringes 'r' berechnet worden. Die Korrelation für die Gesamtgruppe stellt sich mit einem p-Wert von 0,008 sehr signifikant dar, die Werte der weiblichen Probanden korrelieren ebenfalls sehr signifikant mit $p = 0,004$, während innerhalb der Jungengruppe mit $p = 0,714$ kein signifikanter Zusammenhang zu zeigen ist.

Für die Gesamt- und Mädchengruppe ist gezeigt, dass z.B. eine Rücklage der Unterkieferdentition (= niedriger Wert der 'Angle-Klassen'-Variablen) nach der Messmethode von A.M. SCHWARZ mit großer Wahrscheinlichkeit einen verringerten Wert für 'UK-Position' nach sich zieht, was eine Kinn-/Unterkiefer-Rücklage anzeigt.

4.4.3.2 Korrelation der Angle-Klasse II-Gruppe mit Profilanalysewerten

Nachfolgend werden die Probanden mit 'Angle-Klasse II'-Befunden als größte Gruppe isoliert betrachtet. Bei der Gruppe Angle-Klasse II handelt es sich mit 181 Probanden um eine Teilmenge der Stichprobe 'Angle-Klassen' (siehe Kapitel 4.4.3.1; $n = 222$ Probanden). Mit den Korrelationstests innerhalb dieser eingeschränkten Gruppe soll untersucht werden, ob sich zwischen schwach ausgeprägten 'Angle-Klasse II'-Befunden und stark ausgeprägten Angle-Klasse II-Befunden Unterschiede bezüglich des Weichteilprofils nachweisen lassen. Die Streudiagramme der Angle-Klasse II mit ihren spezifischen Profilanalysewerten lassen visuell starke Dispersionen um die Regressionsgeraden auf Höhe ihrer Stufen -1 bis -5 erkennen (Abbildungen 59-68), was nur schwache Zusammenhänge vermuten lässt.

Abbildung 59 zeigt den Zusammenhang zwischen der Variablen 'Angle-Klassen II' und der 'Unterkieferprominenz' für die Gesamtgruppe, sowie für die weiblichen und männlichen Probanden.

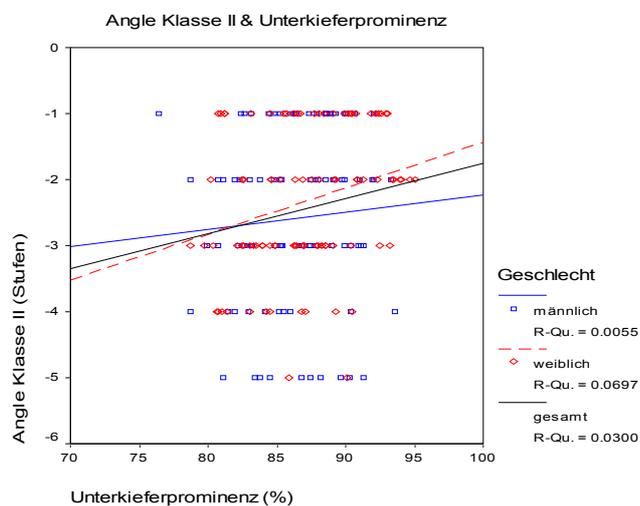


Abbildung 59: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Unterkieferprominenz

An den ansteigenden Regressionsgeraden ist ein gleichläufiger Zusammenhang der Variablen zu erkennen, d.h. je geringer die Ausprägung der Angle-Klasse II ist, also je weiter anterior die Unterkiefermolaren relativ zu den Oberkiefermolaren liegen, desto größer fällt der Prozentwert für die 'Unterkieferprominenz' aus. Anhand der optisch er-

kennbaren starken Streuung und der kleinen Werte für das Bestimmtheitsmaß ist ein medizinisch relevanter Zusammenhang zweifelhaft und muss nachfolgend mit statistisch-analytischen Tests näher untersucht werden.

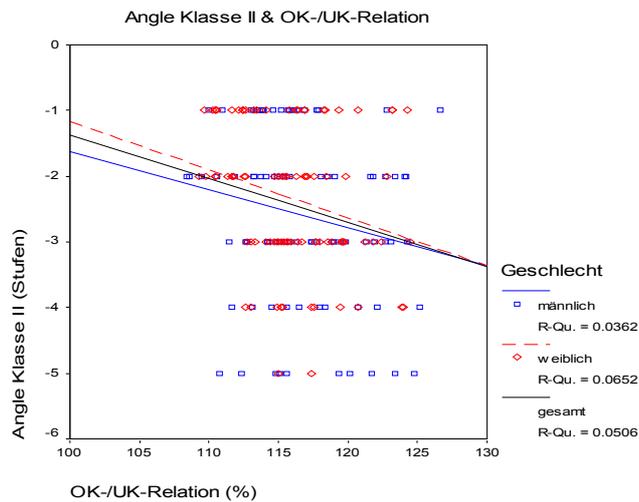


Abbildung 60: Streudiagramm - Angle-Klasse II & OK-/UK-Relation

Das Streudiagramm 60 zeigt die abfallenden Regressionsgeraden des Wertepaars 'Angle-Klassen II/OK-UK-Relation', welche auf Grund ihres Abfalls gegenläufige Korrelationen zwischen den 'Angle-Klasse II'-Stichproben und der 'OK-/UK-Relation' verzeichnen. Je stärker eine Angle-Klasse II ausgeprägt ist, desto mehr steigt der Prozentwert für die 'OK-/UK-Relation' an, d.h. der Unterkiefer liegt relativ zum Oberkiefer weiter dorsal.

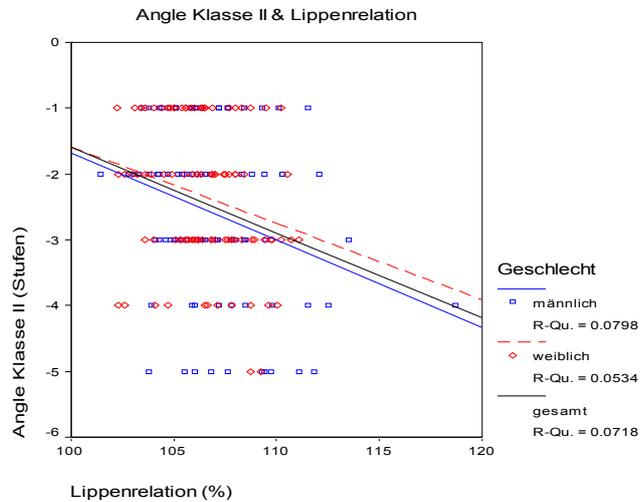


Abbildung 61: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Lippenrelation

In Abbildung 61 ist anhand der abfallenden Regressionsgraden aller Gruppen ein gegenläufiger Zusammenhang zwischen den 'Angle-Klassen II'-Stichproben und den Stichproben der 'Lippenrelation' zu erkennen. Die Unterlippenstrecke ('e') nimmt relativ zur Oberlippenstrecke ('d') bei einer ausgeprägteren Angle-Klasse II ab, d.h. die Unterlippe ist retraler lokalisiert und eine negative Lippentreppe liegt vor.

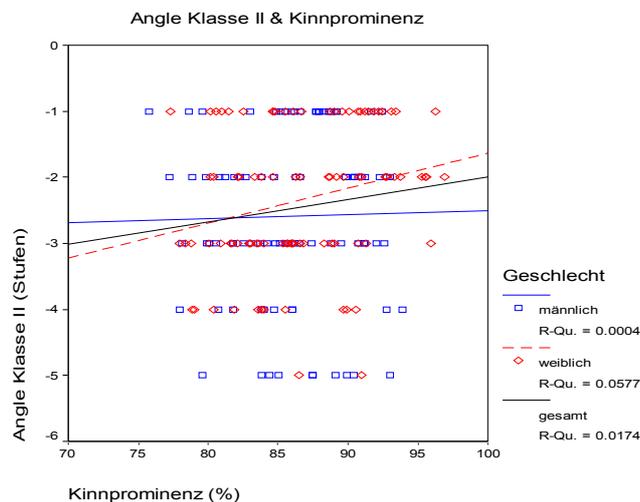


Abbildung 62: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Kinnprominenz

Die Regressionsgraden des Wertepaars 'Angle-Klasse II/Kinnprominenz' verzeichnen eine ansteigenden Verlauf. Dieser Anstieg spiegelt eine gleichläufige Korrelation der Angle-Klasse II mit der 'Kinnprominenz' wieder. Eine ausgeprägtere Angle-Klasse II

zieht folglich eine weiter posteriore Lage des Kinns mit sich, wobei der Wert für das Verhältnis 'Kinnprominenz' abnimmt.

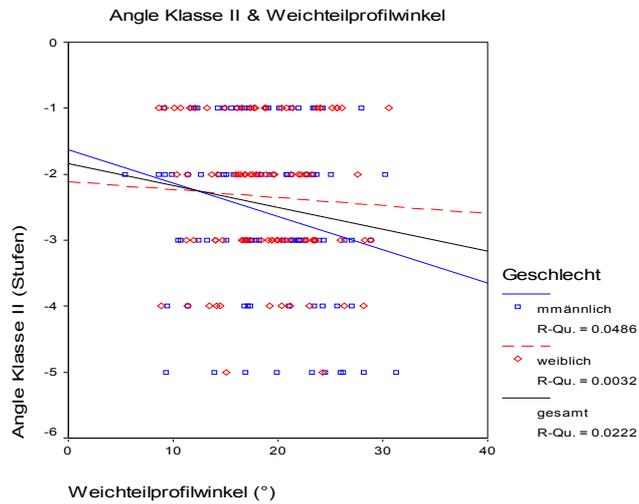


Abbildung 63: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Weichteilprofilwinkel

Die Abbildung 63 zeigt abfallende Regressionsgraden für die Wertepaare 'Angle-Klasse II/Weichteilprofilwinkel'. Abfallende Regressionsgraden beschreiben gegenläufige Zusammenhänge der Variablen. Der 'Weichteilprofilwinkel' nimmt bei einer ausgeprägteren Angle-Klasse II zu, d.h. das Kinn liegt weiter retral (Abbildung 18, Seite 33).

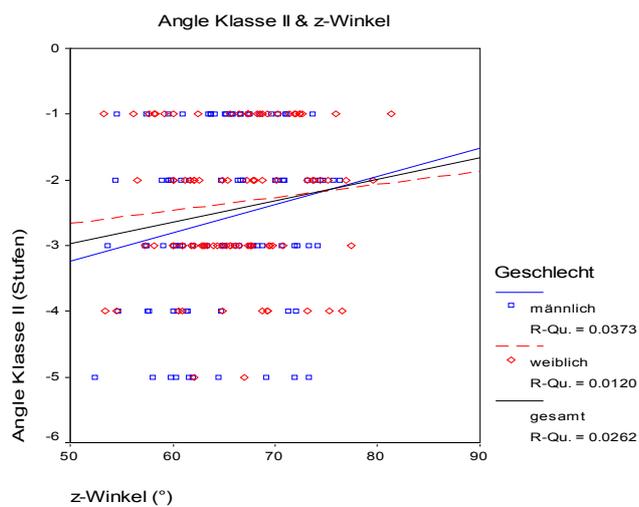


Abbildung 64: Streudiagramm - Angle-Klasse II & z-Winkel

Die Wertepaare 'Angle-Klasse II/z-Winkel' weisen in dem Streudiagramm 64 mit anstei-

genden Regressionsgeraden auf einen gleichläufigen Zusammenhang hin. Um so stärker die Angle-Klasse II ausgeprägt ist, desto kleiner fällt der 'z-Winkel' aus, was eine Verlängerung des Kinns nach retral bedeutet (Abbildung 19, Seite 33).

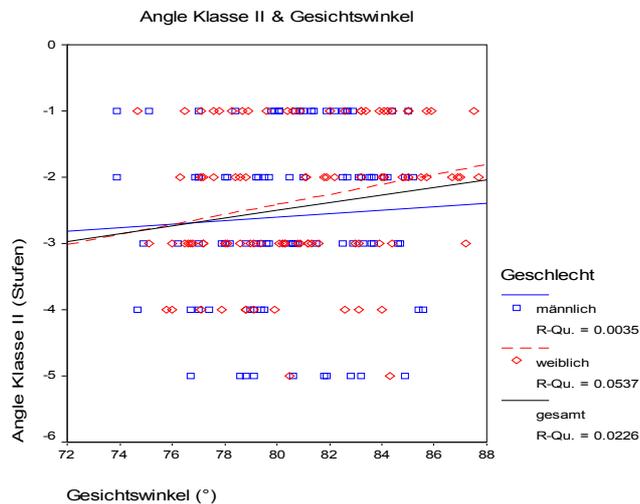


Abbildung 65: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Gesichtswinkel

Das Streudiagramm (Abbildung 65) des Wertepaars 'Angle-Klasse II/Gesichtswinkel' zeigt für die Gesamtgruppe, wie auch für die weiblichen und männlichen Probanden ansteigende Regressionsgraden. Dieser Anstieg weist auf einen gleichläufigen Zusammenhang für dieses Wertepaar hin. Um so ausgeprägter die Angle-Klasse II ausfällt, desto stärker nimmt der 'Gesichtswinkel' ab (Abbildung 19, Seite 33), da das Kinn eine posteriore Lage einnimmt.

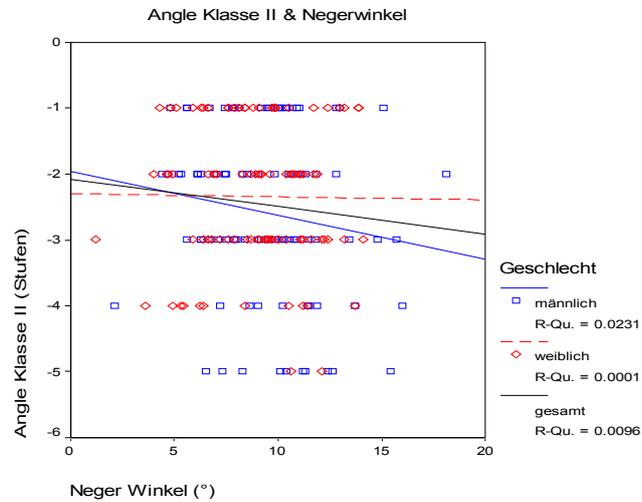


Abbildung 66: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Neger Winkel

In Abbildung 66 ist anhand der abfallenden Regressionsgraden aller Gruppen ein gegenläufiger Zusammenhang zwischen den 'Angle-Klasse II'- und den 'Neger Winkel'-Stichproben zu erkennen. Mit zunehmender Angle-Klasse II-Ausprägung zeigt sich ein vergrößerter 'Neger Winkel', womit das Kinn eine Verlagerung nach retral erfährt (Abbildung 19, Seite 33).

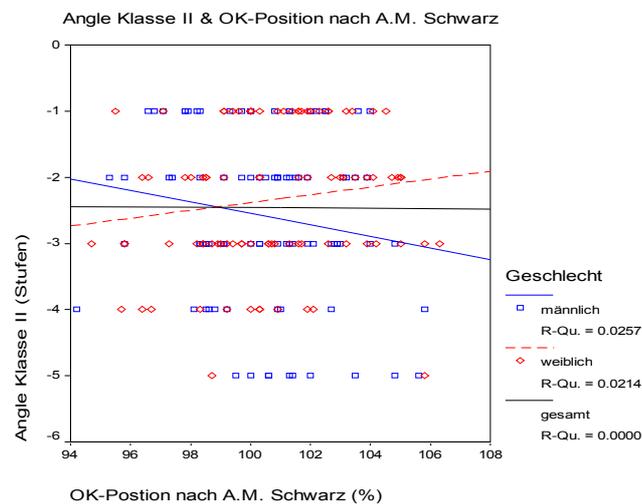


Abbildung 67: Streudiagramm - Angle-Klasse II & OK-Position nach A.M. Schwarz

In Abbildung 67 sind für die Gesamtgruppen und die Mädchengruppe des Wertepaares 'Angle-Klassen II/OK-Position nach A.M. SCHWARZ' ansteigende Regressionsgeraden dargestellt, wogegen die der Jungengruppe abfällt. Dies deutet bei der Gesamt- und

Mädchengruppe auf einen gleichläufigen Zusammenhang und bei der Jungengruppe auf einen gegenläufigen Zusammenhang hin. Offensichtlich sind hier klinisch relevante Zusammenhänge aufgrund der unterschiedlichen Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten fragwürdig und müssen nachfolgend getestet werden.

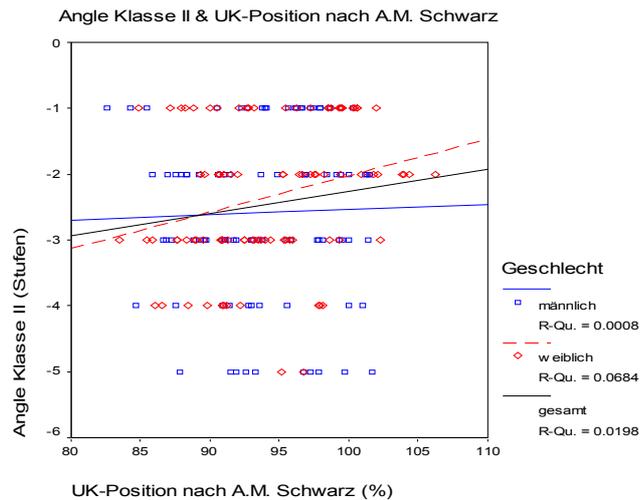


Abbildung 68: Streudiagramm - Angle-Klasse II & UK-Position nach A.M. Schwarz

Die Regressionsgeraden des Streudiagramms für die Wertepaare 'Angle-Klasse II/UK-Position nach A.M. SCHWARZ' haben alle drei ansteigende Verläufe. Dieses spiegelt gleichläufige Korrelationen der Wertepaare wieder. Um so geringer die Angle-Klasse II ausgeprägt ist, desto größer wird der Prozentwert für die 'UK-Position nach A.M. SCHWARZ' (Abbildung 20, Tabelle 8, Seite 36ff.).

Mit Hilfe des Korrelationstests nach SPEARMAN werden die Stichproben der 'Angle-Klasse II'-Gruppen und die spezifischen Profilwerte nachfolgend auf statistisch signifikante Zusammenhänge untersucht (Tabelle 28).

Dabei handelt es sich um analoge Berechnungen zu der Gesamtstichprobe 'Angel-Klassen' aus Kapitel 4.4.3.1, so dass die Ergebnisse hier in verkürzter Darstellung interpretiert werden und auf anatomische Beschreibungen verzichtet wird.

Korrelation (SPEARMAN): Angle-Klassen II & Profilwerte									
Wertepaare	gesamt			weiblich			männlich		
	n	r	p	n	r	p	n	r	p
Angle Kl. II/ Unterkiefer- prominenz	181	0,198**	0,007	91	0,276**	0,008	90	0,104	0,328
Angle Kl. II/ OK-/UK- Relation	181	-0,242**	0,001	91	-0,283**	0,007	90	-0,196	0,064
Angle Kl. II/ Lippenrelation	181	-0,250**	0,001	91	-0,240*	0,220	90	-0,259*	0,014
Angle Kl. II/ Kinnprominenz	181	0,165*	0,027	91	0,263*	0,012	90	0,066	0,538
Angle Kl. II/ Weichteilprofil- winkel	181	-0,141	0,058	91	-0,056	0,597	90	-0,222*	0,036
Angle Kl. II/ z-Winkel	181	0,157*	0,035	91	0,114	0,281	90	0,186	0,079
Angle Kl. II/ Gesichtswinkel	181	0,181*	0,015	91	0,253*	0,016	90	0,111	0,297
Angle Kl. II/ Neger Winkel	181	-0,107	0,151	91	-0,037	0,727	90	-0,165	0,120
Angle Kl. II/ OK-Position nach A.M. SCHWARZ	181	0,030	0,690	91	0,175	0,097	90	-0,134	0,208
Angle Kl. II/ UK-Position nach A.M. SCHWARZ	181	0,175*	0,018	91	0,282**	0,007	90	0,069	0,517

Tabelle 28: Korrelationstests - Angle-Klassen II abgestuft & Profilwerte

Für die Gesamtgruppe 'Angle-Klasse II' konnten sehr geringe gleichläufige Korrelationen mit den Profilwerten 'Unterkieferprominenz', 'Kinnprominenz', 'z-Winkel', 'Gesichtswinkel' und die 'UK-Position nach A.M. SCHWARZ' festgestellt werden. Für die Profilwerte 'OK-UK-Relation' und 'Lippenrelation' wurden geringe negative Korrelationskoeffizienten ($r < -0,2$) berechnet, welche gegenläufige Korrelationen anzeigen. Extrem geringe Korrelationskoeffizienten ermittelte der SPEARMAN-Test für die Profilwerte 'Weichteilprofilwinkel', 'Neger Winkel' und 'OK-Position nach A.M. SCHWARZ'.

Sehr signifikante p-Werte ($p \leq 0,01$) wurden für die Korrelationen folgender Profilwerte mit der Stichprobe 'Angle-Klasse II' berechnet:

- Unterkieferprominenz
- OK-/UK-Relation
- Lippenrelation

'Signifikante' p-Werte ($p \leq 0,05$) für folgende Profilwerte:

- Kinnprominenz
- z-Winkel
- Gesichtswinkel
- UK-Position nach A.M. SCHWARZ

Korrelationskoeffizienten und p-Werte differieren bezüglich der Untergruppen der weiblichen und männlichen Probanden laut Tabelle 28, Seite 99, vor allem bei den männlichen Probanden, nicht unerheblich von den Ergebnissen der Gesamtgruppe.

5. Diskussion

Im folgenden werden die eigenen Ergebnisse dieser Studie erörtert und mit Werten aus der Literatur verglichen. In der Literatur sind nur wenige Studien zu finden, die sich explizit mit Korrelationen zwischen Modell- und Profilanalysewerten bei 9-jährigen Probanden beschäftigen. Nicht alle der dreizehn in dieser Arbeit untersuchten Profilanalysewerte sind durch Literaturvergleiche zu hinterlegen, diverse Studien verwenden individuell ausgewählte Weichteilparameter oder andere Altersgruppen, so dass die Studien nur bedingt vergleichbar sind.

5.1 Mittelwerte der Modell- und Profilanalysevariablen

Die Darstellung von Mittelwerten ist kein primäres Ziel dieser Arbeit. Der Vergleich von Mittelwerten mit Literaturangaben zeigt aber auf, wie unscharf und individuell abhängig von dem Alter, dem Geschlecht und der ethnischen Gruppe diese sind und hilft dabei die Genauigkeit von Modell- und Profilanalysemessungen einzuschätzen. Darüber hinaus sind Vergleiche von Mittelwerten zwischen den Geschlechtern interessant und unterstützen die Interpretation der nachfolgenden Korrelationsergebnisse.

5.1.1 Mittelwerte der Modellanalysevariablen

Overbite

Für den '**Overbite**' ergibt die Mittelwertberechnung für die 296 neunjährigen Probanden einen Wert von **3,3 mm**. Dabei lassen sich geringe Unterschiede bei den weiblichen ($\sigma = 3,1$ mm) und männlichen Probanden ($\sigma = 3,6$ mm) feststellen (Tabelle 18, Seite 53). Als Normwert wird für den Overbite häufig 2 ± 2 mm angegeben. In der Literatur finden sich differierende Mittelwertangaben, abhängig von dem Alter, Entwicklungsstand und eventuell vorliegenden Dysgnathien. BISHARA [12] gibt in seiner Studie über die Veränderungen der Gesichtsdimensionen zwischen dem 5. und 25. Lebensjahr bei nicht kieferorthopädisch vorbehandelten Probanden mit einer klinisch akzeptablen Okklusion in der Gruppe der Zehnjährigen für die weiblichen Probanden $3,0 \pm 1,4$ mm und für männlichen $3,2 \pm 1,5$ mm an. BASCIFTCI [7] erhielt bei seinen Untersuchung bei den Probanden mit einer Angle-Klasse I (\bar{x} 13,75 Jahre, ohne Extraktion) $0,92 \pm 2,36$ mm

und in der Gruppe mit einer Angle-Klasse II (\bar{x} 12,71 Jahre, ohne Extraktion) $3,94 \pm 1,98$ mm. BJÖRK [14] ermittelte für 12-jährige schwedische Jungen einen Mittelwert für den Overbite von $2,6 \pm 0,11$ mm und MILLS [62] für 11 ½-jährige Kinder mit einer Angle-Klasse II vor Behandlung $7,37 \pm 2,40$ mm. SCHEIDEMANN [80] untersuchte dagegen kaukasische Erwachsene mit einer Angle-Klasse I im Alter von zwanzig Jahren und aufwärts und kam bei den Frauen auf $3,8 \pm 1,6$ mm und den Männern $3,8 \pm 1,5$ mm. Die von ARNETT [6] durchgeführte Untersuchung an erwachsenen Probanden mit einer 'Angle-Klasse I'-Verzahnung verzeichnete im Gegensatz zu SCHEIDEMANN generell kleinere Mittelwerte, für die weiblichen $3,2 \pm 0,7$ mm und für die männlichen Probanden $3,2 \pm 0,7$ mm.

Der durchschnittliche 'Overbite' der Probanden in dieser Arbeit liegt mit 3,3 mm folglich im Normwertbereich, obwohl es sich um 9-jährige Schulkinder handelt und nicht um eine selektierte eugnathe Gruppe.

Eigentlich waren größere Werte des Overbites bei 9-jährigen Probanden zu erwarten gewesen, denn mit dem Durchbruch der Prämolaren und der zweiten Molaren kommt es während und nach der zweiten Wechselgebissphase zu einer weiteren Bisshebung, die den Overbite verringern kann. Andererseits befinden sich in der Probandengruppe der 9-Jährigen zahlreiche Kinder vor allem mit 'Angle-Klasse II'-Befunden, welche häufig frontal tiefe Bissituationen aufweisen.

Overjet

Der in Tabelle 19 auf Seite 54 dargestellte Mittelwerte des '**Overjets**' bei der Gesamtgruppe der 9-jährigen Probanden liegt bei **-3,7 mm**. Die Mädchen zeigen einen Mittelwert von -3,5 mm und die Jungen von -3,9 mm. In verschiedenen Lehrbüchern wird für den Normwert des Overjets 2 -3 mm angegeben [69],[94]. Folgende Mittelwerte sind in der internationalen Literatur zu finden: BISHARA [12] untersucht in seiner Studie die Veränderungen der Gesichtsdimensionen zwischen dem 5. und 25. Lebensjahr bei nicht kieferorthopädisch vorbehandelten Probanden mit einer klinisch akzeptablen Okklusion. Er gibt in der Gruppe der Zehnjährigen für die weibliche Probanden $3,4 \pm 0,8$ mm und für die männlichen $3,4 \pm 1,3$ mm an. SCHEIDEMANN [80] führte seine Studie an kaukasische Erwachsene (über 20 Jahre) mit einem eugnathe Gebiss durch und erhielt bei den

Frauen $3,7 \pm 0,9$ mm und den Männern $3,3 \pm 1,0$ mm. ARNETT [6] beschreibt in seiner Untersuchung an erwachsene Probanden mit einer 'Angle-Klasse I'-Verzahnung für die weiblichen einen Mittelwert von $3,2 \pm 0,4$ mm und für die männlichen Probanden $3,2 \pm 0,6$ mm. Somit liegen die Mittelwerte der hier untersuchten 9-Jährigen im oberen Bereich des Normintervalls, was vor allem durch den hohen Anteil der 'Angle-Klasse II'-Probanden zu erklären ist, bei denen häufig eine vergrößerte sagittale Frontzahnstufe, d.h. ein negativer Abstand der unteren von den oberen Schneidezähnen, zu finden ist.

5.1.2 Mittelwerte der Profilanalysevariablen

Die dreizehn Profilanalysemittelwerte sind der Tabelle 20 auf Seite 55 zu entnehmen. Es ist ersichtlich, dass sich die Mittelwerte der weiblichen und männlich Probanden nicht maßgeblich unterscheiden. Vergleicht man die Mittelwerte der Profilanalysewerte aus dieser Studie mit den Normintervallen in den Tabellen 5- 8 (Seite 29ff.), die aus den Angaben der Literatur erstellt wurden, sind bis auf den Mittelwert des 'Weichteilprofilwinkels' alle Profilmittelwerte leicht außerhalb dieser Intervalle zu finden, was i.d.R. durch die Tatsache zu erklären ist, dass in den zugrunde liegenden Studien häufig erwachsene Personen als Probanden herangezogen wurden, wobei es sich häufig um eugnathe Probandenkollektive handelte.

Für das '**Untergesicht**' ('Sn-Mem/Nm-Mem x 100') zeigt sich bei der in dieser Arbeit untersuchten Gesamtgruppe aller 9-jährigen Probanden ein Mittelwert von 58,2 %, die Mädchen verzeichnen einen Mittelwert von 57,9 % und die Jungen von 58,6 %. BELL [9], BERGMANN [10], DIEDRICH [26] und POWELL [72] kamen zu etwas geringeren, aber ähnlichen Mittelwerten. BELL erhielt 56 % für das 'Untergesicht' und DIEDRICH 55 %. Beim attraktiven Erwachsenen variiert das 'Untergesicht' laut BERGMANN zwischen 53 % und 56 %. Die von POWELL durchgeführte Untersuchung an Erwachsenen hatte 57 % hervorgebracht.

Die '**Oberkieferhöhe**' ('Sn-St/Sn-mem x 100') liegt in unserer Studie mit Mittelwerten von 52,3 % für die Gesamtgruppe, 51,2 % für die weiblichen und von 53,4 % für die männlichen Probanden über den in der Literatur aufgeführten Normwerten von 33,33 % [8],[21],[31],[58]. Während DÜRER [31],[32] 1591 in seinen Zeichnungen die 'Oberkieferhöhe' sogar nur mit 25 % beschrieb. Offensichtlich ist die bekannte An-

nahme, dass sich das Untergesicht vertikal in 1/3:2/3 teilt bei 9-jährigen Probanden nicht zutreffend, in dieser Arbeit wurde ein Verhältnis von ca. 1:1 gefunden.

Die '**Unterkieferhöhe**' ('St-Mem/Sn-Mem x 100') wird in der Literatur durchschnittlich mit 66,7 % angegeben [8],[21],[58],[72] und liegt somit über den Mittelwerten die in dieser Studie ermittelt wurden: 47,7 % für die Gesamtgruppe, 48,8% für die Mädchen und 46,6 % für die Jungen (Tabelle 20 auf Seite 55).

Die Mittelwerte der '**Unterkieferprominenz**' liegen in der Gesamtgruppe mit 86,9 % wie auch bei den weiblichen mit 87,4 % und der männlichen Probanden mit 86,3 % deutlich unter denen der Literatur, die z.B. von LUNDSTRÖM [60] bei 25-jährigen weiblichen Probanden mit $97,5 \pm 3$ % und für die männlichen Probanden mit $94,9 \pm 3$ % angegeben werden. KISHI [53] ermittelte für 22,9-jährige männliche Japaner eine 'Unterkieferprominenz' von 98 %. Dieses lässt sich durch das stärker sagittale Wachstum nach dem 9. Lebensjahr erklären. Die bei LUNDSTRÖM und KISHI höher liegende '**Kinnprominenz**'-Werte lassen sich ebenfalls durch das Unterkieferwachstum erklären [53],[60].

Auch der relativ starke Mittelwertunterschied der '**OK-/UK-Relation**' der hier untersuchten 9-jährigen Probanden von 6-9 Prozentpunkten (hier insgesamt 115,8 %; Normwert 107,5-109,5 %; siehe Tabelle 6; Seite 31) lässt sich durch die Tatsache erklären, dass es sich bei dem hier untersuchten Probandengut um Kinder handelt [53],[60]. Bei der '**Lippenrelation**' (d/e x 100; Tabelle 6; Seite 31) lagen die Mittelwerte bei den Kindern nur geringfügig unterhalb aller Werte der LUNDSTRÖM (Mädchen= 103,1 %, Jungen = 103,3 %; [60])- und KISHI (103%; [53])-Studien.

Der '**Weichteilprofilwinkel**' beschreibt die Gesichtskonvexität ohne Einbeziehung der Nase und liegt zwischen den Geraden 'Nm-Sn' und 'Sn-Pom'. Bei den 9-jährigen Probanden ergibt sich in der eigenen Untersuchung ein Mittelwert von $18,2^\circ$ für die Gesamtgruppe, $18,0^\circ$ für die Mädchen und $18,3^\circ$ für die Jungen. Der 'Weichteilprofilwinkel' wird in dieser Studie nach oben gemessen. In der Literatur sind übereinstimmende Mittelwerte zu finden. SUBTELNY [90] zum Beispiel gibt in seiner 1959 durchgeführten Profilstudie für den 'Weichteilprofilwinkel' den Mittelwert von $18-19^\circ$ an. FERRARIO [35] erarbeitet 1994 für 8- bis 9-jährige Probanden mit einer Angle-Klasse I einen Mittelwert von $18,98^\circ$. In einer weiteren Studie stellte ZYLINSKI [99] die ermittelten Werte von fünf bis zehnjährigen Jungen (\bar{x} 7,6 Jahre) mit denen von 22- bis 32-jährigen Männern

(Ø 26,2 Jahre) gegenüber, wobei er bei den Jungen einen Mittelwert von $16,7^\circ \pm 3,9^\circ$ feststellte und für die Männer einen Mittelwert von $14^\circ \pm 4,9^\circ$.

Bei manchen Autoren ergaben sich Differenzen hinsichtlich der Definition des 'Weichteilprofilwinkels', da sie zum Beispiel die „Glabella“ anstatt des „Nasion molle“ wie in dieser Studie verwendeten. Dies hat zur Folge, dass die so ermittelten Werte im Vergleich zu den oben diskutierten Untersuchungen tendenziell kleiner ausfallen. BISHARA [11] gab für 10-Jährige einen Mittelwert von $11,9^\circ \pm 3,3^\circ$ (1984) und für 9-Jährige von $11,73^\circ$ (1985) an. SCHWARZ [82] beschrieb den 'Weichteilprofilwinkel' mit einem Normwert von 10° und LEGAN UND BURSTONE [58] arbeiteten 1980 einen Mittelwert von $12^\circ \pm 4^\circ$ heraus.

Der '**z-Winkel**' in dieser Studie beträgt bei den untersuchten 9-jährigen Probanden durchschnittlich $66,1^\circ$ (Tabelle 20, Seite 55). Die männlichen Probanden haben im Mittel einen 'z-Winkel' von $67,0^\circ$, während die weiblichen Probanden einen Wert von $65,2^\circ$ zeigen. BASCIPTCI [7] veröffentlichte einen Mittelwert für 12- bis 17-Jährige mit einer Angle-Klasse I vor einer Extraktionstherapie von $72,32^\circ \pm 9,43^\circ$ und mit einer Angle-Klasse II,1 von $69,28^\circ \pm 7,83^\circ$. Bei den Probanden mit einer Angle-Klasse I vor einer Nicht-Extraktionstherapie maß er einen 'z-Winkel' von $73,12^\circ \pm 7,01^\circ$ und mit Angle-Klasse II,1 $69,22^\circ \pm 9,1^\circ$. MERRIFIELD [61] dokumentiert in der Altersgruppe von 11- bis 15-Jährigen einen Mittelwert von 78° , wobei die weiblichen Probanden tendenziell größere Werte aufwiesen. Bei Erwachsenen ermittelte er einen 'z-Winkel' von 80° . In der von BISHARA [12] durchgeführten Wachstumsstudie aus Iowa beschreibt er für 9-jährige Jungen einen 'z-Winkel' von $67,43^\circ \pm 1,23^\circ$ und für Mädchen einen Winkel von $66,02^\circ \pm 1,87^\circ$. HUGGINS [50] kam bei seinen 13-jährigen Probanden mit einer Angle-Klasse II,1 bei Mädchen zu dem Ergebnis von $71,8^\circ \pm 8,2^\circ$ und bei Jungen von $67,7^\circ \pm 5,4^\circ$. ZYLINSKI [99] stellte bei einer Jungengruppe im Alter zwischen 5-10 Jahren einen 'z-Winkel' von $71,1^\circ \pm 4,4^\circ$ fest und für eine Vergleichsgruppe von Männern (22-31 Jahre) $82,7^\circ \pm 6,1^\circ$, was eine Zunahme des 'z-Winkels' mit ansteigendem Alter zeigt.

Der ermittelte Wert für den '**Neger Winkel**' bei den 9-jährigen Probanden dieser Studie liegt bei $9,1^\circ$, wobei bei den weiblichen $8,8^\circ$ und den männlichen Probanden $9,3^\circ$ gemessen wurde. Die hier ermittelten Werte decken sich annähernd mit den Angaben anderer Autoren. Bei NEGER [68], dem Erstbeschreiber, betrug der Winkel $8,7^\circ$. ROTH

UND RUTZ [78] ermittelten den 'Neger Winkel' anhand von Profilfotos 99 unbehandelter Patienten im Alter von 11 Jahren mit einer skelettalen Angle-Klasse I. Als Mittelwert für den 'Neger Winkel' ergab sich 8,9°.

5.2 Korrelation der Modellparameter mit Profilwerten

Primäre Zielsetzung dieser Studie ist die Beurteilung der Hypothese, ob dentale Fehlstellungen, die sich durch Leitsymptome wie der vertikalen Frontzahnstufe (Overbite), der sagittalen Frontzahnstufe (Overjet), sowie den Angle-Klassen klassifizieren lassen, messbare Auswirkungen auf das Weichteilprofil haben. In unserer Studie konnten einige grundsätzliche Zusammenhänge signifikant belegt werden. Dabei handelt es sich jedoch um geringe bis sehr geringe Korrelationen, was die Individualität der Weichteilmorphologie zu den dentalen und ossären Strukturen belegt.

5.2.1 Korrelation des Overbites mit Profilanalysewerten

Der Overbite wurde gegen drei Profilwerte auf Korrelationen getestet (Abbildung 21, Seite 38).

Korrelation des 'Overbite' mit der 'Untergesichtshöhe'

Der 'Overbite' korreliert mit dem Profilwert 'Untergesichtshöhe' in der Gesamtgruppe nur sehr gering, dieser Zusammenhang ist aber dennoch statistisch signifikant. D.h. die Hypothese, dass Probanden mit frontal tiefen Bissen ein relativ kurzes Untergesicht haben, konnte statistisch belegt werden. Das zwischen diesen beiden Parametern aber keineswegs ein linearer Zusammenhang besteht, ist schon aufgrund der optischen Visualisierung der Ergebnisse in dem Diagramm (Abbildung 28, Seite 57) offensichtlich, wo eine erhebliche Streuung der Wertepaare zu sehen ist und das Bestimmtheitsmaß sehr gering ausfällt. Die vertikale Frontzahnstufe ist lediglich durch dentale Bezugspunkte definiert, die 'Untergesichtshöhe' stellt jedoch einen skelettalen Bezug des Untergesichtes zur gesamten Gesichtshöhe dar, so dass das Ausmaß des vertikalen dentalen Überbisses sich nicht unbedingt in dem Ausmaß der 'Untergesichtshöhe' widerspiegeln muss, da dieser dentale Überbiss auch rein alveolär bedingt sein könnte. Die vorhandene Korrelation zeigt aber, dass Probanden mit dentalen, frontalen Tiefbissen auch signifikant häufiger horizontale Wachstumsmuster aufweisen. Demnach sollte der Behandler bei

der initialen intraoralen Inspektion bei Vorliegen eines frontalen Tiefbisses weitere Diagnostik zur skelettalen Einschätzung der Bisshöhe durchführen (z.B. eine Fernröntgen-seitenanalyse), um ggf. funktionskieferorthopädische Maßnahmen zur Bisshebung einzuleiten.

In einer von KORKHAUS [57] durchgeführten Studie über den 'Deckbiss' zeigte er ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Deckbissbefunden und der 'Untergesichtshöhe' ('Sn-Gn') auf. Das Untergesicht ist bei Patienten mit tiefen Bissen mehr oder weniger stark verkleinert, was zu einer Störung der Gesichtsharmonie bezüglich der vertikalen Dreiteilung des Profils führen kann. ADAMS UND KERR beschreiben in ihrer Studie [1] mit 10- und 15-Jährigen die Korrelation des Overbites mit der gesamten Gesichtshöhe ('Total face height' = Nasion-Menton) und dem Untergesicht ('Lower face height' = ANS (Nasenspitze)-Menton). Der Overbite weist in dieser Studie eine stärkere Korrelation zu der 'Lower face height' auf als zur 'Total face height'.

Korrelation des 'Overbite' mit der 'Oberkieferhöhe'

Für die Korrelationspartner 'Overbite/Oberkieferhöhe' ist in der Gesamtgruppe der in dieser Arbeit untersuchten 9-jährigen Kinder ein signifikanter Zusammenhang erkennbar, der aber als 'sehr gering' zu bezeichnen ist. Das Streudiagramm (Abbildung 29, Seite 58) zeigt eine starke Dispersion, so dass dieser Zusammenhang keinesfalls linear ist. Probanden mit frontal tiefen Bissituationen (= 'großer' Overbite) zeigen demnach aber signifikant häufiger geringe Werte für die 'Oberkieferhöhe'. Offensichtlich ist die geringere vertikale Höhe des Oberkieferalveolarfortsatzes Bestandteil der häufig vorliegenden horizontalen Wachstumsmuster bei Tiefbisspatienten.

Korrelation des 'Overbite' mit der 'Unterkieferhöhe'

Im Gegensatz zu der 'Oberkieferhöhe' verhält sich die 'Unterkieferhöhe' umgekehrt zu dem Ausmaß des 'Overbites', denn hier ist eine gleichläufig, aber wiederholt nur sehr geringe Korrelation zu finden. Diese geringe Korrelation ist aber für die Gesamtgruppe signifikant, so dass die Aussage getroffen werden kann, dass Probanden mit tiefen Bissituationen (= 'großer' Overbite) häufiger vergrößerte Werte für die 'Unterkieferhöhe' aufweisen (Abbildung 30, Seite 58).

5.2.2 Korrelation des Overjets mit Profilanalysewerten

Der Overjet wurde gegen vier Profilwerte auf Korrelationen getestet (Abbildung 21, Seite 38). Diese Korrelationen zeigen mit Beträgen von Korrelationskoeffizienten zwischen $r = -0,28$ und $r = 0,42$ stärkere Zusammenhänge als die 'Overbite'-Vergleiche mit dessen spezifischen Profilwerten, weisen aber dennoch erhebliche Streuungen auf (Abbildungen 37,38,39 und 40, Seite 67ff.).

Korrelation des 'Overjet' mit der 'OK-/UK-Relation'

Sowohl in der Gesamtgruppe als auch in den geschlechtsspezifischen Untergruppen sind geringe Korrelationen zwischen dem 'Overjet' und dem Profilwert 'OK-/UK-Relation' erkennbar (Tabelle 24, Seite 70). Die Hypothese, dass mit zunehmender Größe des Betrages für den 'Overjet' (=kleinerer negativer Wert) auch eine zunehmende skelettale Rücklage des Unterkiefers verbunden ist, wird durch die Ergebnisse signifikant belegt. D.h. der Unterkieferpunkt 'Bm' liegt bei kleineren Overjet-Werte relativ zum Oberkiefer weiter distal. Das es sich auch hier nicht um einen linearen Zusammenhang handelt, wird aufgrund der starken Dispersionen in Abbildung 37 (Seite 67) deutlich. Denn eine dentoalveoläre Dysgnathie wie die vergrößerte sagittale Frontzahnstufe kann durch verschiedene anatomische Variationen kaschiert werden, z.B. durch die Frontzahninklinationen, die Dicke der Weichteile, durch dentoalveoläre Pro-/Retrusionen oder durch Pro-/Retrogenien.

Korrelation des 'Overjet' mit der 'Lippenrelation'

Der 'Overjet' korreliert mit der 'Lippenrelation' in der Gesamtgruppe gering und gegenläufig ($r = -0,350$). Dieser Zusammenhang ist in allen drei Untergruppen höchst signifikant mit $p \leq 0,001$ und unterstreicht die Hypothese, dass mit zunehmendem 'Overjet' auch die 'Lippenrelation' zunimmt. D.h. bei stärker ausgeprägterem 'Overjet' (= abnehmender Wert der negativen sagittalen Frontzahnstufe), liegt auch der Weichteilpunkt 'LoL' (Unterlippe) weiter dorsal als der Punkt 'UpL' (Oberlippen). D.h. zwischen den dentalen Parametern und der Lippenposition ist ein deutlicher Zusammenhang erkennbar. Dennoch muss das Ausmaß der dentalen Frontzahnstufe nicht immer dem der Lippentreppe entsprechen, da der Frontzahntorque, sowie die Weichgewebsdicke der Lippen kompensatorisch wirken können.

Bereits BURSTONE [21] beschrieb, dass jegliche dentale wie auch skelettale Anomalie, wie z.B. eine Angle-Klasse II, Veränderungen des Lippenprofil nach sich ziehen

können.

Korrelation des 'Overjet' mit dem 'z-Winkel'

Bei den hier analysierten 9-jährigen Kinder zeigte sich eine geringe Korrelation ($r = 0,417$ für die Gesamtgruppe) zwischen dem 'Overjet' und dem 'z-Winkel' (Tabelle 24, Seite 70). Diese Korrelation ist mit p-Werten kleiner 0,001 in allen drei Gruppen höchst signifikant und damit klinisch relevant. Diese Tatsache bestätigt die Hypothese, dass bei Probanden mit starken ausgeprägter sagittaler Frontzahnstufe (= 'großer' Overjet) häufig ein verkleinerter 'z-Winkel' zu finden ist, welcher eine skeletale Rücklage des Kinns und ggf. des gesamten Unterkiefers anzeigt. Obwohl dieser Zusammenhang höchst signifikant ist, unterliegt er starken Streuungen (Abbildung 39, Seite 68), was darauf hinweist, dass auch hier kein linearer Zusammenhang vorliegt, sondern die Auswirkungen dieses dentalen Parameters ebenfalls aus diversen Gründen kompensatorisch abgeschwächt wird. Zum Beispiel könnte eine ausgeprägte Progenie bei gleichzeitig vorliegender alveolären Retrusion des Unterkieferzahnbogens eine vergrößerte Frontzahnstufe bezüglich der Lage des Weichteilpunktes 'Pom' kaschieren. Daher sind klinisch neben der Modell- und Fotoanalyse weitere diagnostische Unterlagen notwendig, wie z.B. die Fernröntgenseitenanalyse, deren Auswertung derartige Zusammenhänge detaillierter erklären kann.

NEGER [68] untersuchte 48 Kinder im Alter von 9-16 Jahren, eingeteilt nach Angle-Klassen, in Hinblick auf den 'z-Winkel'. Er kam zu ähnlichen Ergebnissen. Der 'z-Winkel' nahm bei Unterkieferrücklage bei Angle-Klasse II/2 ab. In der Veröffentlichung von BASCIFTCI [7] beschäftigt er sich mit Weichteilprofilveränderungen bei 12- bis 17-Jährigen mit einer Angle-Klasse I oder II,1 vor und nach einer Extraktionstherapie bzw. Nicht-Extraktionstherapie. Die Probanden mit einer Angle-Klasse II,1 mit vergrößerten Overjet weisen durchschnittlich einen kleineren 'z-Winkel' auf als die Normalverzahnten, was unsere Ergebnisse untermauert.

Korrelation des 'Overjet' mit dem 'Neger Winkel'

In Bezug auf den 'Neger Winkel' ist ebenfalls eine geringe gegenläufige Korrelation mit dem 'Overjet' in allen Gruppen der hier untersuchten 9-jährigen Probanden feststellbar (Tabelle 24, Seite 70ff.). Diese Korrelationen sind höchst signifikant und somit medizinisch relevant. Klinisch beschreibt der spitze 'Neger Winkel' eine Relation zwischen

Ober- und Unterkiefer, abhängig von der Lage der Punkte 'Nm', 'UpL' und 'Pom'. D.h. bei einer vergrößerten Frontzahnstufe mit einem negativen Wert für den 'Overjet', ist die Wahrscheinlichkeit größer einer vergrößerten 'Neger Winkel' zu finden. Auch hier gilt es jedoch die Relevanz dieses Zusammenhangs nicht zu überschätzen, da auch hier eine große Dispersion der Wertepaare vorliegt (Abbildung 40, Seite 69).

NEGER [68] beschrieb schon 1959 eine Zunahme des Wertes für den 'Neger Winkel' bei Angle-Klasse II,1 und II,2 Patienten. ROTH [78] untersuchte 99 unbehandelte Patienten. Er unterschied zwischen dentalen und skelettalen Angle-Klassen und ermittelte den 'Neger Winkel' anhand von Profilfotos. Sowohl bei der dentalen als auch der skelettalen Angle-Klasse II stellte er eine Zunahme des 'Neger Winkels' fest, was den eigenen Ergebnissen entspricht.

5.2.3 Korrelation der Angle-Klassen mit Profilanalysewerten

Für die Gesamtgruppe der Stichprobe 'Angle-Klassen' sowie für die geschlechtsspezifischen Untergruppen sind mit acht der zehn ausgewählten Profilanalysewerten geringe bis sehr geringe Korrelationen festgestellt worden (Tabelle 27, Seite 87). Vier der zehn Profilanalysewerte korrelieren geringe ($0,2 < r \leq 0,5$) mit der 'Angle-Klassen'-Variablen, nämlich die 'Unterkieferprominenz', 'OK-/UK-Relation', 'Lippenrelation' und 'Weichteilprofilwinkel'. Weitere vier Profilwerte, nämlich 'Kinnprominenz', 'z-Winkel', 'Gesichtswinkel' und 'UK-Position nach A.M. SCHWARZ' korrelieren lediglich sehr gering ($0,1 < r \leq 0,2$) mit den Angle-Klassen (Tabelle 10, Seite 40). Keine Korrelationen sind zu den Stichproben 'Neger Winkel' und 'OK-Position nach A.M. SCHWARZ' zu finden. Bei den acht sehr gering bis geringe korrelierenden Wertepaaren sind trotz erheblicher Dispersionen statistische Signifikanzen von signifikant bis höchst signifikant berechnet worden, was deren klinische Relevanz belegt.

Korrelation der 'Angle-Klassen' mit der 'Unterkieferprominenz'

Das horizontale Verhältnis 'Unterkieferprominenz' (Abbildung 17, Seite 31) korreliert sehr signifikant mit den Angle-Klassen. Bei Probanden mit einer stark ausgeprägten Angle-Klasse II zeigt die 'Unterkieferprominenz' erwartungsgemäß geringere Prozentwerte an, d.h. bei einer rein dental diagnostizierten Distallage der Unterkieferdentition ist häufig auch eine dorsale Lage des Unterkiefers relativ zur Schädelbasis zu finden. In der Li-

teratur wird beschrieben, dass eine skelettale Angle-Klasse II häufig mit einer retrusiven Kinnposition einhergeht [35],[38].

Korrelation der 'Angle-Klassen' mit der 'OK-UK-Relation'

Zu der 'OK-UK-Relation' (Abbildung 17, Seite 31) liegt eine geringe, aber höchst signifikante Korrelation mit den Angle-Klassen vor. In Folge einer 'Angle-Klasse II'-Verzahnung, die mit einer Rücklage der Unterkieferdentition einhergeht, liegt der Weichteilpunkt 'Bm' relativ zu dem Oberkieferpunkt 'Am' weiter dorsal, was eine skelettale Rücklage des Kinns oder/und des ganzen Unterkiefers anzeigt. Dieses Ergebnis entspricht der individuellen klinischen Expertise kieferorthopädischer Behandler und belegt ebenfalls den Zusammenhang der dentalen Molarenrelationen zu den horizontalen skelettalen Lageverhältnissen von Ober- zu Unterkiefer und deren Auswirkung auf das Weichteilprofil. D.h. bei Klasse II-Patienten ist häufig eine messbare Störung der Harmonie des Weichteilprofils nachweisbar. Jedoch muss auch für diesen Wert die Größe und Bedeutung dieses Zusammenhanges relativiert werden, denn das zugehörige Streudiagramm zeigt starke Dispersionen (Abbildung 50, Seite 80), was darauf hindeutet, dass intraindividuelle anatomische Variationen wiederholt die Forderung nach weiterer Diagnostik untermauern.

Korrelation der 'Angle-Klassen' mit der 'Lippenrelation'

Die 'Lippenrelation' (Abbildung 17, Seite 31) zeigt in allen Gruppen eine geringe, aber signifikante bis höchst signifikante Korrelation zu den Angle-Klassen (Tabelle 27, Seite 87). Eine stark ausgeprägte Angle-Klasse II mit zunehmender Rücklage der Unterkiefermolaren führt somit zu einer Zunahme der Prozentwerte der 'Lippenrelation'. Die Unterlippe liegt im Verhältnis zur Oberlippe weiter retral (negative Lippentreppe), was den klinischen Beobachtungen entspricht.

RICKETTS [75] erläuterte in seiner Studie, dass die zurückliegende Unterlippe ein verhältnismäßiges Charakteristikum für die Angle-Klasse II sei. Auch BURSTON [21] unterstreicht unsere Ergebnisse mit seiner Aussage, dass die Unterlippe bei einer Angle-Klasse II grundsätzlich weiter distal liegt.

Korrelation der 'Angle-Klassen' mit der 'Kinnprominenz'

Die 'Kinnprominenz' (Abbildung 17, Seite 31) verzeichnet mit den Angle-Klassen sehr geringe bis geringe signifikante Zusammenhänge (Tabelle 27, Seite 87). Eine Unterkieferrücklage mit retraler Kinnposition ('Pom') ist folglich häufig mit einer Angle-Klasse II vergesellschaftet. Auch dieser Wert unterstreicht die Hypothese, dass eine distale Bissbeziehung häufig Auswirkungen auf das Weichteilprofil hat.

Diese Feststellung wird auch von FERRARIO [35] und GENECOV [38] bestätigt. Sie berichten, dass das zurückliegende Weichteilkinn ein typisches Kennzeichen für eine Angle-Klasse II sei.

Korrelation der 'Angle-Klassen' mit dem 'Weichteilprofilwinkel'

Der 'Weichteilprofilwinkel' (Abbildung 18, Seite 33), der in dieser Studie nach oben gemessen wird, korreliert mit der 'Angle-Klassen'-Variablen und zeigt eine geringe gegenläufige Korrelation, die jedoch sehr signifikant ist (Tabelle 27, Seite 87). Bei einer ausgeprägten Angle-Klasse II findet man demnach häufig eine posteriore Lage des Kinns bzw. des gesamten Unterkiefers, was ebenfalls die Hypothese einer Auswirkung von dentalen Relationen auf das Weichteilprofil belegt. Auch hier ist wieder auf die Qualität des Zusammenhangs hinzuweisen, der durch die geringen Werte für das Bestimmtheitsmaß in dem Streudiagramm 53 auf Seite 82 relativiert wird.

Dieser bestehende Zusammenhang wird durch viele Studien aus der Literatur bestätigt [5],[13],[35],[58],[64],[97]. ARNETT [5] misst den 'Weichteilprofilwinkel' nach hinten zwischen 'G1-Sn-Pg' und beschreibt bei einer Angle-Klasse II eine Verkleinerung des Winkels. Um jene Daten mit denen aus der vorliegenden Arbeit vergleichen zu können, wurden diese Winkel umgerechnet und die ermittelten Werte von 180° abgezogen. Somit kommt die Aussage von ARNETT einer Vergrößerung des von uns nach oben gemessenen Winkels gleich. BISHARA [13] sagt aus, dass bei der Angle-Klasse II im Vergleich zur Angle-Klasse I das Weichteilprofil konvexer erscheint. In diesem Zusammenhang kam auch FERRARIO [35] bei seiner Studie mit 6-9 Jahre alten Kindern mit Angle-Klasse II zu dem Schluss, dass diese Kinder ein ausgeprägtes konvexes Gesicht aufweisen und der von ihm nach hinten gemessene Profilwinkel (N'-SN-Pg' = Soft tissue facial convexity) kleiner wird, was eine Zunahme des nach oben gemessenen Winkels entspricht. Der von LEGAN UND BURSTON [58] gemessene Gesichtswinkel ('Angle of facial

convexity = G-Sn-Pg') nimmt bei Angle-Klasse II, unabhängig ob skelettal oder dental, zu, was zu einem konvexeren Profil führt. MOBARAK [64] bestätigt die Aussage, dass sich eine Distallage des Unterkiefers in einer deutlichen Winkelvergrößerung ausdrückt. MOBARAK beobachtete die Weichgewebsveränderung vor und Wochen bis Jahre nach chirurgischen Eingriffen.

Korrelation der 'Angle-Klassen' mit dem 'z-Winkel'

Das Wertepaar 'Angle-Klassen/z-Winkel' zeigt zwar eine nur sehr geringe, aber dennoch sehr signifikante Korrelation (Tabelle 27, Seite 87). Die retrale Verlagerung des Kinns bei einer ausgeprägten Angle-Klasse II führt wie erwartet zu einer Abnahme des 'z-Winkels'. Auch diese Korrelation bestätigt wiederholt den mehrfach genannten klinisch relevanten Zusammenhang zwischen dentalen Parametern und Weichteilprofilwerten.

BASCIFTCI [7] beschäftigte sich in seiner Studie mit dentoalveolären und skelettalen Veränderungen bei Extraktions- und Nicht-Extraktionsfällen und deren Auswirkungen auf das Profil. Grundsätzlich verzeichnete er bei einer Angle-Klasse II einen kleineren 'z-Winkel' als bei einer Klasse I. NEGERS [68] Ziel in seiner Untersuchung war es, anhand von nach dentalen Kriterien (Angle-Klassifikation) gruppierten Probanden charakteristische Auswirkungen auf das Gesichtsprofil zu erarbeiten, unter anderem beschäftigte er sich in diesem Zusammenhang mit dem 'z-Winkel'. Bei den Probanden mit einer Angle-Klasse II,1 konnte NEGER keine und bei Angle-Klasse II,2 durchschnittlich nur eine sehr geringe Abnahme des 'z-Winkels' verzeichnen. Dieses unterstreicht die in dieser Arbeit wiederholt genannten starken Streuungen, die die Stärke der Zusammenhänge abschwächen.

Korrelation der 'Angle-Klassen' mit dem 'Gesichtswinkel'

Bei dem 'Gesichtswinkel' (Abbildung 19, Seite 33) liegt eine sehr geringe aber dennoch signifikante Korrelation vor (Tabelle 27, Seite 87). D.h. eine ausgeprägte Angle-Klasse II zieht häufig eine Verkleinerung des 'Gesichtswinkel' mit sich, was eine Kinn-/Unterkieferrücklage bezogen auf die Schädelbasis anzeigt.

Diese Aussage wird durch NEGERS Studie [68], die oben bereits erwähnt wurde, untermauert. Bei NEGER tritt ebenfalls bei Angle-Klasse II,1- und II,2-Fällen im Gegensatz zur 'normalen Okklusion' eine Verringerung des 'Gesichtswinkels' auf.

Korrelation der 'Angle-Klassen' mit dem 'Neger Winkel'

Der 'Neger Winkel' (Abbildung 19, Seite 33) korreliert in der Gesamtgruppe wie in den geschlechtsspezifischen Untergruppen nicht signifikant (Tabelle 27, Seite 87). Es kann somit kein klinisch relevanter Zusammenhang angenommen werden.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen unserer Studie, werden in der Literatur jedoch Zusammenhänge beschrieben: FERRARIO [35] verwendet einen vergleichbaren Winkel. Er bezeichnet ihn als „Maxillary prominence angle“ (B'-N'-Sn) und beschreibt bei 8 bis 9-jährigen Kindern eine Zunahme dieses Winkels bei der Angle-Klasse II-Patienten. Auch NEGER [68] selbst kann in seiner Studie eine Vergrößerung des 'Neger Winkels' bei Angle-Klasse II belegen. ROTH [78] zeigte 1981 in seiner Studie mit 8-15 Jährigen, dass sich der 'Neger Winkel' bei einer Angle-Klasse II vergrößert. Sowohl bei rein dental beurteilten als auch bei skelettal diagnostizierten Angle-Klasse II-Befunden fand er vergrößerte 'Neger Winkel'.

Korrelation der 'Angle-Klassen' mit der 'OK-Position nach A.M. SCHWARZ'

Die 'OK-Position nach A.M. SCHWARZ' verzeichnet in der Gesamtgruppe keine signifikante Korrelation. Daher ist nicht von einem klinisch relevanten Zusammenhang auszugehen. Offensichtlich wirken sich unterschiedliche dentale Relationen zwischen Oberkiefer- und Unterkiefermolaren nicht auf die sagittale Lage des Weichteilpunktes 'Sn' aus, was nachvollziehbar ist, da die Lage dieses Punktes nach A.M. SCHWARZ bezogen auf die „Frankfurter Horizontale“ gemessen wird und keine Beziehung zu der Unterkieferlage hat. D.h. die rein dentale Beurteilung der Angle-Klassen im Bereich der 6-Jahrmolaren lässt keine Aussage über die horizontale Oberkieferposition nach A.M. SCHWARZ zu.

Korrelation der 'Angle-Klassen' mit der 'UK-Position nach A.M. SCHWARZ'

Die 'UK-Position nach A.M. SCHWARZ' bezieht sich auf die Position des Punktes 'Pom' im Kieferprofilfeld nach SCHWARZ [82],[83]. Das Kieferprofilfeld (KPF) wird durch die Orbitalsenkrechte (OS) und die Profilsenkrechte (PN), die senkrecht zur „Frankfurter Horizontalen“ (FH) verlaufen, gebildet (Abbildung 20, Seite 36). 'Pom' liegt idealerweise in der Mitte des KPF. Bei einer Unterkieferrücklage, wie bei einer Angle-Klasse II, würde sich 'Pom' in posteriorer Lage im Kieferprofilfeld befinden, und es läge somit ein Rückgesicht vor.

In der vorliegenden Studie ist eine geringe Korrelation zwischen der Angle-Klasse II und 'UK-Position nach A.M. SCHWARZ' zu verzeichnen (Tabelle 27, Seite 87). Diese Korrelation ist sehr signifikant und demzufolge klinisch relevant. D.h. es besteht bei Patienten mit einer Angle-Klasse II häufig ein "Rückgesicht". Diese Aussage deckt sich mit den Ergebnissen der anderen Wertepaare, welche den Zusammenhang zwischen dentalen Parameter und Weichteilprofilwerten in der sagittalen Dimension beschreiben.

7. Literaturverzeichnis

- [1] ADAMS CP, KERR WJS Overbite and face height in 44 male subjects with class I, class II/1 and class II/2 occlusion. *Eur J Orthod.* 1981;3:125-9.
- [2] ANGLE E. H. Classification of malocclusion. *Dental Cosmos.* 1899;41:248.
- [3] ANGLE E. H. Die Okklusionsanomalien der Zähne. Berlin: Meusser, 1913.
- [4] ARNETT GW, BERGMANN RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1993;103:299-312.
- [5] ARNETT GW, BERGMANN RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part II. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1993;103:395-411.
- [6] ARNETT GW, JELIC JS, KIM J, CUMMINGS DR, BERESS A, MACDONALD WORLEY C, CHUNG B, BERGMANN R. Soft tissue cephalometric analysis. Diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;116:239-53.
- [7] BASCIFTCI FA, USUMEZ S. Effets of extraction and nonextraction treatment on class I and class II subjects. *Angle Orthod.* 2003;73:36-42.
- [8] BAUGUT G. Tabellen für die Praxis der Kieferorthopädie. Wien: Carl Hanser Verlag, 1983.
- [9] BELL WH, PROFFIT WR, WHITE RP. Surgical correction of dentofacial deformities. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1980.
- [10] BERGMANN RT. Cephalometric soft tissue facial analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;116:373-89.
- [11] BISHARA SE, HESSION TJ, PETERSON LC. Longitudinal soft-tissue profile changes: A study of three analyses. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1985;88:209-23.
- [12] BISHARA SE, ORTHO D, PETERSON LC, BISHARA EC. Changes in facial dimensions and relationships between the ages of 5 and 25 years. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1984;85:238-52.
- [13] BISHARA SE, CUMMUNIS DM, JAKOBSEN JR. The morphologic basis for the extraction decision in Class II, division 1 malocclusions: a comparative study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995;107:129-35.
- [14] BJÖRK A. Variability and age changes in overjet and overbite. *Am J Orthod.* 1953;39:779-801.
- [15] BLENS T. Informationsforum Kieferorthopädie-Glossar. <http://www.zahnklammern.de>. 2004.
- [16] BOLTON WA. Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod* 1958;28:113-30.
- [17] BOLTON WA. The clinical application of a tooth-size analysis. *Am J Orthod.* 1962;48:504-29.

- [18] BROADBENT BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod.* 1931;1:45-66.
- [19] BÜHL A., ZÖFEL P. SPSS Version 11 Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 8. Auflage. Bonn: Addison-Wesley, 2001.
- [20] BUNDESVERBAND DEUTSCHER KIEFERORTHOPÄDEN E.V. Augsburg: Weißbuch Kieferorthopädie BDK 1993.
- [21] BURSTONE CJ. Lip posture and its significance in treatment planning. *Am J Orthod.* 1967;53:262-284.
- [22] BURSTONE CJ. The integumental profile. *Am J Orthod.* 1958;44:1-25.
- [23] COMPUTER KONKRET AG. Kieferorthopädische Analysesoftware 'FR-Win®'. [Http://www.computer-konkret.de](http://www.computer-konkret.de), 2002.
- [24] DAUSCH-NEUMANN D. Biometgesicht und Kieferanomalie. *Fortschr Kieferorthop.* 1971;32:353-365.
- [25] DIBBETS JM. Morphological associations between the Angle classes. *Eur J Orthod.* 1996;18:111.
- [26] DIEDRICH P. Kieferorthopädie I. Orofaziale Entwicklung und Diagnostik. München: Urban & Fischer, 2000.
- [27] DIENBERGER R. Das Profil als Mittel der Behandlungsplanung und Kontrolle. *Fortschr Kieferorthop.* 1984;45:217-32.
- [28] DOWNS WB. Analysis of the dentofacial profile. *Angle Orthod.* 1956;26:191-21.
- [29] DRESCHER D. Fernröntgenanalyse. In: *Praxis der Zahnheilkunde*. Bd. 11/I Kieferorthopädie I. 4. Aufl. München: Urban & Fischer, 2000:361-91.
- [30] DROSCHL H., GÖLLER J., SAJER K. Über die Anwendung der Wahrscheinlichkeitstabellen von Moyers. *Inf Orthodont Kieferorthop.* 1977;9:241.
- [31] DÜRER A. *Della simmetria dei corpi humani*. Venetia: D. Nicolini, 1591.
- [32] DÜRER A. *Les quatre livres d'Albert Dürer, peintre et géométrien très excellent, de la proportion des parties pourtraits des corps humains*. Paris: C. Perier, 1557.
- [33] EHMER U. Klassifikation der kieferorthopädischen Befunde. In: *Praxis der Zahnheilkunde*. Bd. 11/I Kieferorthopädie I. 4. Aufl. München: Urban & Fischer. 2000:107-20.
- [34] ENERSEN OD. Biography: Edward Hartley Angle. [Http://www.whonamedit.com](http://www.whonamedit.com). 2002.
- [35] FERRARIO VF, SFORZA C, SERRAO G, PULETTO S, BIGNOTTO M, TARTAGLIA G. Comparison of soft tissue facial morphometry in children with class I and class II occlusions. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.* 1994;9:187-94.
- [36] FIELDS HW, VANN WF, VIG KWL. Reliability of soft tissue profile analysis in children. *Angle Orthod.* 1982;52:159-65.
- [37] FLORIA G. *Virtuelles Journal von Orthodontie-Ausgabe 3,3*. [Http://vjco.it](http://vjco.it). 2003.

- [38] GENECOV JS, SINCLAIR PM, DECHOW RC. Development of the nose and soft tissue profile. *Angle Orthod* 1990;60:191-8.
- [39] GRABER T.M. *Orthodontics. Principles and Practice*. Philadelphia: Saunders. 1972.
- [40] GYSI A. Die geometrische Konstruktion eines menschlichen oberen bleibenden normalen Gebisses mittlerer Größe. *Schweiz Fhschr Zahnheilk* 1895;5:1-18.
- [41] HASUND A., BÖE O.E., JENATSCHKE F., NORDERVAL K., THUNOLD K., WHIST P. *Klinische Kephalemtrie für die Bergen Technik*. 1976 Universitäts-Druck, Bergen/Norwegen.
- [42] HAUSSER E. Variationskombinationen im Aufbau des Gesichtsschädels. *Fortschr Kieferorthop*. 1971;32:425-36.
- [43] HAUTVAST JGAJ. *Growth changes in the human head, face and stature*. Nijmegen: Thoben Offset, 1967.
- [44] HERBER C. Die Konstruktion des normalen Kiefers. *Zahnärztl Orthop* 1907;1:129-43.
- [45] HOFRATH H. Die Bedeutung von Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien. *Fortschr Orthodont*. 1931;1:232 ff.
- [46] HOLDAWAY RA. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part I. *Am J Orthod*. 1983;84:1-28.
- [47] HOLDAWAY RA. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part II. *Am J Orthod*. 1984;85:279-93.
- [48] HOLDAWAY RA. Changes in relationship of point A and point B. *Am J Orthod*. 1956;42:176-93.
- [49] HOTZ R. *Orthodontie in der täglichen Praxis*. Bern-Stuttgart: Med. Verlag H. Huber, 1954.
- [50] HUGGINS DG., MCBRIDE LJ. The influence of the upper incisor position on soft tissue facial profile. *BR J Orthod* 1975;2:141-6.
- [51] JOST-BRINKMANN, BARTELS A, MIETHKE RR. Computergestützte Analyse von Frontal- und Profild Fotografien. *Prakt Kieferorthop*. 1989;3:49-60.
- [52] KELEN E. *Fantastic tales, strange animals, riddles, jets, and prophecies of Leonardo da Vinci*. New York: Thomas Nelson, 1971.
- [53] KISHI S. Characteristics of proportional analysis for soft tissue facial profile. Epidemiological possibilities of measurement item reduction. *J Oral Sci*. 1999;41:111-5.
- [54] KÖRBNITZ A. Neue Gesichtspunkte zur diagnostischen Beurteilung unregelmäßiger Zahnbögen. *Z Zahnärztl Orthop* 1909;3:266-78.
- [55] KOLLMANN J. *Plastische Anatomie des menschlichen Körpers für Künstler und Freunde der Kunst*. Leipzig: Veit & Comp. 1910.

- [56] KORKHAUS G. Gebiss-, Kiefer- und Gesichtorthopädie. In: Bruhn, C. (Hrsg.): Handbuch der Zahnheilkunde, BD. IV., München: Bergmann, 1939.
- [57] KORKHAUS G. Über den Aufbau des Gesichtsschädels beim Deckbiss. Fortschr Kieferorthop. 1953;14:162-72.
- [58] LEGAN HL, BURSTONE CJ. Soft tissue cephalometric analysis for orthognathic surgery. J Oral Surgery. 1980;38:744-51.
- [59] LINES PA, LINES RR, LINES CA. Profilmetrics and facial esthetics. Am J Orthod 1978;73:640-57.
- [60] LUNDSTRÖM A, FORSBERG CM, PECK S, MC WILLIAM J. A proportional analysis of the soft tissue facial profile in young adults with normal occlusion. Angle Orthod. 1992;62:127-33.
- [61] MERRIFIELD LL. The profile line as an aid in critically evaluating facial esthetics. Am J Orthod, 1966;52:804-22.
- [62] MILLS JRE. The problem of overbite in Class II, Division 2 Malocclusion. Br J Orthod 1973;1:34-48.
- [63] MOBARAK,KA. Factors influencing the predictability of soft tissue profile changes following mandibular setback surgery. Angle Orthod 2001;71:216-27.
- [64] MOBARAK KA, ESPELAND L, KROGSTD O, LYBERG T. Soft tissue profile changes following mandibular advancement surgery: Predictability and longterm outcome. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;119:353-67.
- [65] MORTON I. K. Angle classification revisited 1: Is current use reliable? Am J Orthod Dentofac Orhop. 1992;102:173.
- [66] MOYERS, RE (1973) Handbook of Orthodontics. 3rd Edition, Year Book Medical Publishers, Chicago.
- [67] NAWRATH K. Eine neue Tabelle zur Breitenbestimmung seitlicher Ersatzzähne. Zahnärztl Welt. 1968;69:395.
- [68] NEGER M. A quantitative method for the evaluation of the soft-tissue facial profile. Am J Orthod. 1959;45:738-51.
- [69] NÖTZEL F., SCHULTZ C. Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik. München: Dt. Zahnärzte Verl., DÄV-Hanser, 2001.
- [70] PANCHERZ H, ZIEBER K., HOYER B. Cephalometric characteristics of class II division 1 and class II division 2 malocclusions: A comparative study in children. Angle Orthod. 1997;67:111-18.
- [71] PONT A. Der Zahn-Index in der Orthodontie. Z Zahnärztl Orthop. 1909;3:306-21.
- [72] POWELL N, HUMPPHREYS B. Proportions of the aesthetic face. New York: Thieme-Stratton Inc., 1984.
- [73] RAKOSI T, JONAS L. Farbatlanten der Zahnmedizin. Bd. 8: Kieferorthopädie: Diagnostik. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1989.
- [74] RICKETTS RM. Bioprogressive Therapie. 2. Aufl., Heidelberg: Hüthig, 1988.

- [75] RICKETTS RM. Cephalometric analysis and synthesis. *Angle Orthod.* 1961;31:141-56.
- [76] RICKETTS RM. Esthetics, environment, and the law of lip relation. *Am J Orthod.* 1968;54:272-89.
- [77] RINCHUSE DJ. Ambiguities of Angle's classification. *Angle Orthod.* 1989;59:295-97.
- [78] ROTH R, RUTZ A, SCHNIEPER R. Statistische Analyse zur Abhängigkeit des Weichteilprofils von der skelettalen und dentalen Grundlage anhand des Neger Winkels. *Informationen.* 1981;3:199-216.
- [79] RUDZKI-JANSON I, THEDENS K. Fotodokumentation, Profil- und Enface-Analyse, Videoimaging. In: *Praxis der Zahnheilkunde. Bd. 11/I Kieferorthopädie I.* 4. Aufl. München: Urban & Fischer. 2000:311-30.
- [80] SCHEIDEMANN GB, BELL WH, LEGAN HL, FINN RA, REISCH JS. Cephalometric analysis of dentofacial normals *Am J Orthod.* 1980;78:404-20.
- [81] SCHOPF, P. Curriculum Kieferorthopädie. Bd. II. Quintessenz, Berlin-Chicago-London-Sao Paulo-Tokio-Moskau-Prag-Warschau 1994.
- [82] SCHWARZ A. M. Lehrgang der Gebissregelung. Bd.1. Wien: Urban & Schwarzenberg, 1961.
- [83] SCHWARZ A. M. Die Röntgenostatik. München-Wien-Baltimore: Urban & Schwarzenberg, 1958.
- [84] SPECKMANN A. Longitudinale zweidimensionale Weichteilanalyse elektronisch vermessener Profildfotos bei westfälischen Schulkindern im Alter von 7 bis 10 Jahren. Diss Münster 2004.
- [85] STEINER CC. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod.* 1951;39:729-55.
- [86] STEINER CC. Cephalometrics in clinical practice. *Angle Orthod.* 1959;29:8-29.
- [87] STEINER CC. The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1960;46:721-35.
- [88] STONER MM. A photometric analysis of the facial profile. *Am J Orthod.* 1955;41:453-69.
- [89] SUBTELNY JD. The soft tissue profile, growth and treatment changes. *Angle Orthod.* 1961;31:105-22.
- [90] SUBTELNY JD. A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defined in relation to underlying skeletal structures. *Am J Orthod.* 1959;45:481-507.
- [91] SUBTELNY JD. Malocclusion, speech and dentition. *AM J Orthodont.* 1962;48:685-97.
- [92] SUBTELNY JD. Oral habits-studies in form, function, and therapy. *Angle Orthod.* 1973;43:347.

-
- [93] TONN P. Über die mesio-distalen Zahnbreiten-Relationen der Zähne des Oberkiefers zu den entsprechenden des Unterkiefers bei normaler und anormaler Okklusion. Med. Diss. Berlin (1937).
- [94] WEBER T. Memorix: Zahnmedizin. Weinsheim: Chapman & Hall GmbH.
- [95] WEISE W. Photo-Zet®. Iserlohn: Scheu-Dental, 1994.
- [96] WIKIMEDIA FOUNDATION INC. Wikipedia - Die freie Enzyklopädie. [Http://de.wikipedia.org](http://de.wikipedia.org), 2005.
- [97] ZIERHUT EC. Long-Termprofile changes associated with successfully treated extraction and nonextraction Class II Division 1 malocclusions. Angle Orthod. 2000;70:208-19.
- [98] ZÖFEL P. Statistik verstehen. Ein Begleitbuch computergestützten Anwendung. München: Addison-Wesley Verlag, 2002.
- [99] ZYLINSKI CG, NANDA RS, KAPILA S. Analysis of soft tissue facial profile in white males. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1992;101:514-8.

8. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Frau Prof. Dr. U. Ehmer für die Überlassung des Themas bedanken.

In gleicher Weise gilt mein Dank Herrn OA Dr. K.-L. Mischke für die Betreuung der Arbeit und die Unterstützung im informatischen und statistischen Bereich.

Weiterhin bedanke ich mich bei meiner Familie und meinem Lebensgefährten Marco Dietsch für Ihre Unterstützung und Geduld während des Studiums und der Promotion.

9. Lebenslauf

Anhang**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Edward Hartley Angle (1855-1930) [37].....	2
Abbildung 2: Angle-Klasse I [15].....	4
Abbildung 3: Angle-Klasse II [15].....	4
Abbildung 4: Angle-Klasse III [15].....	5
Abbildung 5: Messung der sagittalen Frontzahnstufe - Overjet [69].....	8
Abbildung 6: Neg. sag. Frontzahnstufe (links), pos. sag. Frontzahnstufe (rechts) [69].....	8
Abbildung 7: Vertikale Frontzahnstufe - Overbite [69].....	9
Abbildung 8: Vergrößerte vertikale Frontzahnstufe bei Tiefbiss [69].....	9
Abbildung 9: Der „goldene Schnitt“ [69].....	11
Abbildung 10: Neun Profiltypen nach A.M.Schwarz [69].....	18
Abbildung 11: Selektion der 9-jährigen Probanden.....	19
Abbildung 12: Geschlechterverteilung der Schulkinder (n=296).....	20
Abbildung 13: 9-Jährige: Ohne und mit KFO-Behandlung.....	21
Abbildung 14: Analysesoftware "FR-Win" (Firma "Computer konkret") [23].....	24
Abbildung 15: Profilanalyse: Weichteilpunkte [84].....	27
Abbildung 16: Profilanalyse: Vertikale Strecken und Verhältnisse [84].....	29
Abbildung 17: Profilanalyse: Horizontale Strecken und Verhältnisse [84].....	31
Abbildung 18: Profilanalyse: Winkel (XVIII) [84].....	33
Abbildung 19: Profilanalyse: Winkel (XXIII, XXIV, XXV) [84].....	33
Abbildung 20: Profilanalyse: Kieferprofilfeld [84].....	36
Abbildung 21: Organigramm der statistischen Vorgehensweise.....	38
Abbildung 22: Overbite - vertikaler Überbiss (abgestuft).....	42
Abbildung 23: Overjet - neg. sag. Frontzahnstufe (abgestuft).....	43
Abbildung 24: Angle-Klassen - Verteilung.....	44
Abbildung 25: Angle-Klassen - Verteilung nach Geschlecht (beidseitig).....	45
Abbildung 26: Angle-Klassen - Abstufungen nach Prämolarenbreiten.....	47
Abbildung 27: Angle-Klassen - Abstufungen in PB - Geschlecht.....	48
Abbildung 28: Streudiagramm - Overbite & Untergesichtshöhe.....	57
Abbildung 29: Streudiagramm - Overbite & Oberkieferhöhe.....	58
Abbildung 30: Streudiagramm - Overbite & Unterkieferhöhe.....	58
Abbildung 31: Streudiagramm - 'kleiner' Overbite & Untergesichtshöhe.....	61
Abbildung 32: Streudiagramm - 'kleiner' Overbite & Oberkieferhöhe.....	62
Abbildung 33: Streudiagramm - 'kleiner' Overbite & Unterkieferhöhe.....	62
Abbildung 34: Streudiagramm - 'großer' Overbite & Untergesichtshöhe.....	64
Abbildung 35: Streudiagramm - 'großer' Overbite & Oberkieferhöhe.....	64
Abbildung 36: Streudiagramm - 'großer' Overbite & Unterkieferhöhe.....	65
Abbildung 37: Streudiagramm - Overjet & OK-/UK-Relation.....	67
Abbildung 38: Streudiagramm - Overjet & Lippenrelation.....	67
Abbildung 39: Streudiagramm - Overjet & z-Winkel.....	68
Abbildung 40: Streudiagramm - Overjet & Neger Winkel.....	69
Abbildung 41: Streudiagramm - 'kleiner' Overjet & UK-/UK-Relation.....	72
Abbildung 42: Streudiagramm - 'kleiner' Overjet & Lippenrelation.....	73
Abbildung 43: Streudiagramm - 'kleiner' Overjet & z-Winkel.....	73
Abbildung 44: Streudiagramm - 'kleiner' Overjet & Neger Winkel.....	74
Abbildung 45: Streudiagramm - 'großer' Overjet & OK-/UK-Relation.....	75
Abbildung 46: Streudiagramm - 'großer' Overjet & Lippenrelation.....	76
Abbildung 47: Streudiagramm - 'großer' Overjet & z-Winkel.....	77
Abbildung 48: Streudiagramm - 'großer' Overjet & Neger Winkel.....	77
Abbildung 49: Streudiagramm - Angle-Klassen & Unterkieferprominenz.....	79
Abbildung 50: Streudiagramm - Angle-Klassen & OK-/UK-Relation.....	80
Abbildung 51: Streudiagramm - Angle-Klassen & Lippenrelation.....	81
Abbildung 52: Streudiagramm - Angle-Klassen & Kinnprominenz.....	81
Abbildung 53: Streudiagramm - Angle-Klassen & Weichteilprofilwinkel.....	82

Abbildung 54: Streudiagramm - Angle-Klassen & z-Winkel.....	83
Abbildung 55: Streudiagramm - Angle-Klassen & Gesichtswinkel.....	83
Abbildung 56: Streudiagramm - Angle-Klassen & Neger Winkel.....	84
Abbildung 57: Streudiagramm - Angle-Klassen & OK-Position nach A.M. Schwarz.....	85
Abbildung 58: Streudiagramm - Angle-Klassen & UK-Position nach A.M. Schwarz.....	86
Abbildung 59: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Unterkieferprominenz.....	92
Abbildung 60: Streudiagramm - Angle-Klasse II & OK-/UK-Relation.....	93
Abbildung 61: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Lippenrelation.....	94
Abbildung 62: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Kinnprominenz.....	94
Abbildung 63: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Weichteilprofilwinkel.....	95
Abbildung 64: Streudiagramm - Angle-Klasse II & z-Winkel.....	95
Abbildung 65: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Gesichtswinkel.....	96
Abbildung 66: Streudiagramm - Angle-Klasse II & Neger Winkel.....	97
Abbildung 67: Streudiagramm - Angle-Klasse II & OK-Position nach A.M. Schwarz.....	97
Abbildung 68: Streudiagramm - Angle-Klasse II & UK-Position nach A.M. Schwarz.....	98

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Definitionen/Einteilung der Angle-Klassen.....	3
Tabelle 2: Differenzierung der Angle-Klasse II [33].....	6
Tabelle 3: Weichteilanalyse-Werte nach Speckmann [84].....	26
Tabelle 4: Profilanalyse: Weichteilpunkte [84].....	28
Tabelle 5: Profilanalyse: Vertikale Strecken und Verhältnisse [84].....	29
Tabelle 6: Profilanalyse: Horizontale Strecken und Verhältnisse [84].....	31
Tabelle 7: Profilanalyse: Winkel [84].....	34
Tabelle 8: Profilanalyse: Kieferprofilfeld [84].....	36
Tabelle 9: Signifikanzniveaus [19],[98].....	39
Tabelle 10: Verbale Beschreibung des Betrags des Korrelationskoeffizienten [19],[98].....	40
Tabelle 11: Detaillierte Einteilung der Untergruppen der Angle-Klassen.....	46
Tabelle 12: Relevante Variablen der Profilanalyse.....	49
Tabelle 13: K-S Tests - Overbite (vert. Überbiss).....	50
Tabelle 14: K-S Tests - Overjet (neg. sag. Frontzahnstufe).....	50
Tabelle 15: K-S Tests - Profilanalysewerte.....	51
Tabelle 16: K-S Tests - Profilanalysewerte/Overbite.....	52
Tabelle 17: K-S Tests - Profilanalysewerte/Overjet.....	52
Tabelle 18: Mittelwerte - Overbite (vert. Überbiss).....	53
Tabelle 19: Mittelwerte - Overjet (neg. sag. Frontzahnstufe).....	54
Tabelle 20: Mittelwerte/Median - Profilanalysewerte.....	55
Tabelle 21: Korrelationstests - Overbite & Profilwerte.....	59
Tabelle 22: Korrelationstests - 'kleiner' Overbite & Profilwerte.....	63
Tabelle 23: Korrelationstests - 'großer' Overbite & Profilwerte.....	66
Tabelle 24: Korrelationstests - Overjet & Profilwerte.....	70
Tabelle 25: Korrelationstests - 'kleiner' Overjet & Profilwerte.....	75
Tabelle 26: Korrelationstests - 'großer' Overjet & Profilwerte.....	78
Tabelle 27: Korrelationstests - Angle-Klassen & Profilwerte.....	87
Tabelle 28: Korrelationstests - Angle-Klassen II abgestuft & Profilwerte.....	99