

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie  
der Universität Würzburg  
Direktor: Prof. Dr. med. dent. E. Witt

---

Eine kephalometrische Longitudinalstudie  
kieferorthopädisch behandelter Patienten  
im Alter von 8 bis 18 Jahren

- Ergebnisse einer Fernröntgenstudie -

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg  
vorgelegt von  
**Valérie Sabine Bode**  
aus Braunschweig

Würzburg, März/2002

Referent: Prof. Dr. med. dent. R. Koch

Korreferent: Prof. Dr. med. dent. E. Witt

Dekan: Prof. Dr. med. V. ter Meulen

Tag der mündlichen Prüfung: Dienstag, der 15.10.2002

Die Promovendin ist Zahnärztin.

<b>1</b>	<b>Einleitung und Literaturübersicht</b>	<b>1</b>
1.1	<i>Einleitung</i>	1
1.2	<i>Literaturübersicht</i>	2
<b>2</b>	<b>Fragestellung</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methode</b>	<b>9</b>
3.1	<i>Untersuchungsmaterial</i>	9
3.1.1	Patienten	9
3.1.2	Fernröntgenbilder	14
3.2	<i>Untersuchungsmethoden</i>	15
3.3	<i>Statistik</i>	16
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>17</b>
4.1	<i>Einteilung nach dem ANB-Winkel des ersten Röntgenbildes vor der Behandlung</i>	19
4.1.1	Distal-basale Hauptgruppe (ANB-Winkel > 4°, Hauptgruppe 1)	19
4.1.1.1	<i>Sagittale Strukturmerkmale</i>	19
4.1.1.1.1	SNA-Winkel	19
4.1.1.1.2	SNB-Winkel	20
4.1.1.1.3	SN-Pg-Winkel	21
4.1.1.1.4	ANB-Winkel	22
4.1.1.1.5	Strecke S-N	23
4.1.1.1.6	Strecke Go-Me	24
4.1.1.1.7	Fazialkonvexität	25
4.1.1.2	<i>Vertikale Strukturmerkmale</i>	26
4.1.1.2.1	NL-NSL-Winkel	26
4.1.1.2.2	ML-NSL-Winkel	27
4.1.1.2.3	ML-NL-Winkel	27
4.1.1.2.4	Gonionwinkel	29
4.1.1.2.5	Fazialachse	30
4.1.1.2.6	PFH/AFH-Quotient	30
4.1.2	Neutral-basale Hauptgruppe (ANB-Winkel > 0° und ≤ 4°, Hauptgruppe 2)	31
4.1.2.1	<i>Sagittale Strukturmerkmale</i>	31
4.1.2.1.1	SNA-Winkel	32
4.1.2.1.2	SNB-Winkel	32
4.1.2.1.3	SN-Pg-Winkel	33
4.1.2.1.4	ANB-Winkel	34
4.1.2.1.5	Strecke S-N	35
4.1.2.1.6	Strecke Go-Me	36
4.1.2.1.7	Fazialkonvexität	37

<b>4.1.2.2</b>	<b>Vertikale Strukturmerkmale</b>	<b>38</b>
4.1.2.2.1	NL-NSL-Winkel	38
4.1.2.2.2	ML-NSL-Winkel	38
4.1.2.2.3	ML-NL-Winkel	40
4.1.2.2.4	Gonionwinkel	41
4.1.2.2.5	Fazialachse	42
4.1.2.2.6	PFH/AFH-Quotient	42
<b>4.1.3</b>	<b>Mesial-basale Hauptgruppe (ANB-Winkel <math>\leq 0^\circ</math>, keine Hauptgruppe, s.u.)</b>	<b>43</b>
<b>4.2</b>	<b>Einteilung nach dem SNA-Winkel des ersten Röntgenbildes vor der Behandlung</b>	<b>44</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Maxillär retrognathe Hauptgruppe (SNA-Winkel <math>\leq 79^\circ</math>, Hauptgruppe 3)</b>	<b>44</b>
<b>4.2.1.1</b>	<b>Sagittale Strukturmerkmale</b>	<b>44</b>
4.2.1.1.1	SNA-Winkel	44
4.2.1.1.2	SNB-Winkel	45
4.2.1.1.3	SN-Pg-Winkel	46
4.2.1.1.4	ANB-Winkel	47
4.2.1.1.5	Strecke S-N	49
4.2.1.1.6	Strecke Go-Me	50
4.2.1.1.7	Fazialkonvexität	51
<b>4.2.1.2</b>	<b>Vertikale Strukturmerkmale</b>	<b>52</b>
4.2.1.2.1	NL-NSL-Winkel	52
4.2.1.2.2	ML-NSL-Winkel	53
4.2.1.2.3	ML-NL-Winkel	53
4.2.1.2.4	Gonionwinkel	54
4.2.1.2.5	Fazialachse	55
4.2.1.2.6	PFH/AFH-Quotient	56
<b>4.2.2</b>	<b>Maxillär orthognathe Hauptgruppe (SNA-Winkel <math>&gt; 79^\circ</math> und <math>\leq 85^\circ</math>, Hauptgruppe 4)</b>	<b>57</b>
<b>4.2.2.1</b>	<b>Sagittale Strukturmerkmale</b>	<b>57</b>
4.2.2.1.1	SNA-Winkel	57
4.2.2.1.2	SNB-Winkel	57
4.2.2.1.3	SN-Pg-Winkel	58
4.2.2.1.4	ANB-Winkel	60
4.2.2.1.5	Strecke S-N	61
4.2.2.1.6	Strecke Go-Me	62
4.2.2.1.7	Fazialkonvexität	63
<b>4.2.2.2</b>	<b>Vertikale Strukturmerkmale</b>	<b>64</b>
4.2.2.2.1	NL-NSL-Winkel	64
4.2.2.2.2	ML-NSL-Winkel	65
4.2.2.2.3	ML-NL-Winkel	66
4.2.2.2.4	Gonionwinkel	67
4.2.2.2.5	Fazialachse	68
4.2.2.2.6	PFH/AFH-Quotient	68
<b>4.2.3</b>	<b>Maxillär prognathe Hauptgruppe (SNA-Winkel <math>&gt; 85^\circ</math>, keine Hauptgruppe, s.u.)</b>	<b>69</b>

<b>5 Diskussion</b>	<b>70</b>
<b>5.1 Fehlerquellen und Probleme bei kephalometrischen Longitudinalstudien</b>	<b>71</b>
5.1.1 Fehler	71
5.1.2 Probleme der Wachstumsforschung	72
<b>5.2 Behandlungsbedingte kieferorthopädische Effekte bei der Klasse II-Therapie</b>	<b>75</b>
<b>5.3 Eigene Ergebnisse</b>	<b>80</b>
<b>5.3.1 Distal-basale Hauptgruppe (ANB-Winkel &gt; 4°, Hauptgruppe 1)</b>	<b>81</b>
5.3.1.1 <b>Sagittale Strukturmerkmale</b>	<b>81</b>
5.3.1.1.1 SNA-Winkel	81
5.3.1.1.2 SNB-Winkel	81
5.3.1.1.3 SN-Pg-Winkel	82
5.3.1.1.4 ANB-Winkel	82
5.3.1.1.5 Strecke S-N	83
5.3.1.1.6 Strecke Go-Me	83
5.3.1.1.7 Fazialkonvexität	84
5.3.1.2 <b>Vertikale Strukturmerkmale</b>	<b>85</b>
5.3.1.2.1 NL-NSL-Winkel	85
5.3.1.2.2 ML-NSL-Winkel	85
5.3.1.2.3 ML-NL-Winkel	86
5.3.1.2.4 Gonionwinkel	86
5.3.1.2.5 Fazialachse	87
5.3.1.2.6 PFH/AFH-Quotient	87
<b>5.3.2 Neutral-basale Hauptgruppe (ANB-Winkel &gt; 0° und ≤ 4°, Hauptgruppe 2)</b>	<b>88</b>
5.3.2.1 <b>Sagittale Strukturmerkmale</b>	<b>88</b>
5.3.2.1.1 SNA-Winkel	88
5.3.2.1.2 SNB-Winkel	88
5.3.2.1.3 SN-Pg-Winkel	89
5.3.2.1.4 ANB-Winkel	89
5.3.2.1.5 Strecke S-N	90
5.3.2.1.6 Strecke Go-Me	90
5.3.2.1.7 Fazialkonvexität	91
5.3.2.2 <b>Vertikale Strukturmerkmale</b>	<b>91</b>
5.3.2.2.1 NL-NSL-Winkel	91
5.3.2.2.2 ML-NSL-Winkel	91
5.3.2.2.3 ML-NL-Winkel	92
5.3.2.2.4 Gonionwinkel	92
5.3.2.2.5 Fazialachse	92
5.3.2.2.6 PFH/AFH-Quotient	93

<b>5.3.3</b>	<b>Maxillär retrognathe Hauptgruppe (SNA-Winkel <math>\leq 79^\circ</math>, Hauptgruppe 3)</b>	<b>93</b>
5.3.3.1	<i>Sagittale Strukturmerkmale</i>	93
5.3.3.1.1	SNA-Winkel	93
5.3.3.1.2	SNB-Winkel	94
5.3.3.1.3	SN-Pg-Winkel	95
5.3.3.1.4	ANB-Winkel	95
5.3.3.1.5	Strecke S-N	96
5.3.3.1.6	Strecke Go-Me	96
5.3.3.1.7	Fazialkonvexität	97
5.3.3.2	<i>Vertikale Strukturmerkmale</i>	97
5.3.3.2.1	NL-NSL-Winkel	97
5.3.3.2.2	ML-NSL-Winkel	98
5.3.3.2.3	ML-NL-Winkel	98
5.3.3.2.4	Gonionwinkel	99
5.3.3.2.5	Fazialachse	99
5.3.3.2.6	PFH/AFH-Quotient	100
<b>5.3.4</b>	<b>Maxillär orthognathe Hauptgruppe (SNA-Winkel <math>&gt; 79^\circ</math> und <math>\leq 85^\circ</math>, Hauptgruppe 4)</b>	<b>100</b>
5.3.4.1	<i>Sagittale Strukturmerkmale</i>	100
5.3.4.1.1	SNA-Winkel	100
5.3.4.1.2	SNB-Winkel	101
5.3.4.1.3	SN-Pg-Winkel	102
5.3.4.1.4	ANB-Winkel	102
5.3.4.1.5	Strecke S-N	102
5.3.4.1.6	Strecke Go-Me	103
5.3.4.1.7	Fazialkonvexität	104
5.3.4.2	<i>Vertikale Strukturmerkmale</i>	104
5.3.4.2.1	NL-NSL-Winkel	104
5.3.4.2.2	ML-NSL-Winkel	105
5.3.4.2.3	ML-NL-Winkel	105
5.3.4.2.4	Gonionwinkel	105
5.3.4.2.5	Fazialachse	106
5.3.4.2.6	PFH/AFH-Quotient	106
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>107</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis – alphabetisch</b>	<b>110</b>
	<b>Danksagung</b>	
	<b>Lebenslauf</b>	

# 1 Einleitung und Literaturübersicht

## 1.1 Einleitung

Die Kephalmetrie ist eine wesentliche Grundlage für die kieferorthopädische Diagnostik und daher für die Planung der Therapie unverzichtbar. Unter dem Begriff Kephalmetrie (kephalé, Kopf; metreín, messen) versteht man das Vermessen der äußeren und inneren Strukturen des Kopfes. Erst mit der Einführung der Fernröntgenaufnahme in die Zahnheilkunde im Jahre 1931 gelang es HOFRATH<sup>67</sup> in Deutschland (Düsseldorf) und BROADBENT<sup>24</sup> in den USA unabhängig voneinander, eine verzerrungsarme, nahezu unvergrößerte Darstellung des Schädels in der Norma lateralis zu erreichen. Dadurch konnten zum ersten Mal wesentliche kieferorthopädisch relevante Strukturen gleichzeitig dargestellt werden:

- die Kieferbasen von Ober- und Unterkiefer mit der Dentition
- die Strukturen des übrigen Gesichtsschädels
- die Strukturen der Schädelbasis
- das Weichgewebsprofil.

Auf der Grundlage des Fernröntgenseitenbildes (FRS) wurden zahlreiche verschiedene metrische Analysen der Schädel- und Gesichtsstruktur entwickelt, die unter dem Begriff Röntgenkephalmetrie<sup>143</sup> bekannt sind:

- Tweed - Analyse (1946)
- Downs - Analyse (1948)
- Wylie - Analyse (1949)
- Steiner - Analyse (1952)
- Sassouni - Analyse (1955)
- Schwarz - Analyse (1955)

- Ricketts - Analyse (1972)
- Björk-Jarabak - Analyse (1972)
- Hasund-Segner - Analyse (1976)
- u.a.

Das Fernröntgenseitenbild dient als Hilfsmittel zur Darstellung kraniofazialer Strukturen. Dabei stellt eine Röntgenaufnahme immer nur den Status quo dar und kann nach ENLOW<sup>46</sup> nicht zur Wachstumsvorhersage herangezogen werden. Daher werden in der Kieferorthopädie in der Regel vor, während und nach einer Behandlung Fernröntgenaufnahmen angefertigt. Durch die Überlagerung der Durchzeichnungen aufeinanderfolgender Kephalogramme ist eine Aussage über Qualität und Quantität des Wachstums möglich. Voraussetzung für eine exakte Überlagerungsmöglichkeit der Durchzeichnungen ist eine Standardisierung der Fernröntgenaufnahme im Kephalostaten.

## **1.2 Literaturübersicht**

Anhand kephalometrischer Longitudinalstudien wurde in der Literatur vielfach versucht, eine Wachstumsbeeinflussung des Viscerocraniums durch kieferorthopädische Maßnahmen zu objektivieren. In den meisten Fällen handelte es sich dabei um kephalometrische Studien zur Klasse II-Therapie, da Klasse II-Dysgnathien die häufigsten Anomalien des Gesichtsschädelwachstum darstellen:

[ADENWALLA und KRONMAN<sup>1</sup>, AHLGREN und LAURIN<sup>2</sup>, BARTON<sup>12</sup>, BAUMRIND et al.<sup>15, 16, 17</sup>, BERNSTEIN et al.<sup>18</sup>, BIRKEBEAK et al.<sup>20</sup>, CALVERT<sup>28</sup>, CANGIALOSI et al.<sup>29</sup>, CREECKMORE und RADLEY<sup>34</sup>, DEMISCH<sup>37</sup>, DERMAUT et al.<sup>39</sup>, DEVINCENZO<sup>40, 42</sup>, FIROUZ et al.<sup>47</sup>, FORSBERG und ODENRICK<sup>48</sup>, GIANELLY et al.<sup>49, 50</sup>, HANSEN et al.<sup>54</sup>, HARVOLD und VARGERVIK<sup>57</sup>, HAYNES<sup>62</sup>, JACOBSON und PAULIN<sup>71</sup>, JACOBSON<sup>72</sup>,



JANSON<sup>73</sup>, KERR et al.<sup>78</sup>, KNIGHT<sup>81</sup>, LAGERSTRÖM et al.<sup>83</sup>, LEHMAN et al.<sup>84</sup>, LUDER<sup>88, 89</sup>, MALMGREN und ÖMBLUS<sup>91</sup>, MAMANDRAS und ALLEN<sup>92</sup>, MARSCHNER und HARRIS<sup>93</sup>, MCNAMARA JR et al.<sup>94</sup>, MCNAMARA JR und CARLSON<sup>96</sup>, MELSEN und ENEMARK<sup>107</sup>, MELSEN<sup>108</sup>, O'REILLY et al.<sup>113</sup>, OP HEIJ et al.<sup>114</sup>, ÖZTÜRK und TANHUTER<sup>116</sup>, PANCHERZ und ANCHUS-PANCHERZ<sup>117</sup>, PANCHERZ und FACKEL<sup>118</sup>, PANCHERZ et al.<sup>120</sup>, PANCHERZ<sup>121, 122, 123, 124, 125</sup>, PARKHOUSE<sup>126</sup>, PEREZ-MARTINES<sup>127</sup>, PFEIFFER und GROBERTY<sup>134</sup>, REEY und EASTWOOD<sup>135</sup>, REMMELINK und TAN<sup>137</sup>, REMMER et al.<sup>138</sup>, STÖCKLI und DIETRICH<sup>149</sup>, TEUSCHER<sup>153</sup>, TRAYFOOT und RICHARDSON<sup>155</sup>, VALANT und SINCLAIR<sup>157</sup>, VARGERVIK und HARVOLD<sup>160</sup>, WATSON<sup>161</sup>, WEINBACH und SMITH<sup>162</sup>, WIESLANDER und BUCK<sup>168</sup>, WIESLANDER und LAGERSTRÖM<sup>169</sup>, WIESLANDER<sup>170, 171, 172, 173</sup>, WILLIAMS und MELSEN<sup>174</sup>, WITT et al.<sup>175</sup>, WITT und WATTED<sup>176</sup>, WOODSIDE et al.<sup>178</sup>]

In einer kephalometrischen Studie von PANCHERZ<sup>121</sup> wurde der Einfluß der Aktivator-Therapie bei Klasse II-Patienten auf dentale und skelettale Veränderungen hin untersucht. Dabei wurde festgestellt, daß die Korrektur der distalen Bißlage zur Hälfte auf skelettale und zur Hälfte auf dentale Reaktionen zurückzuführen war. Das Oberkieferwachstum konnte gehemmt werden, während das Unterkieferwachstum nicht wesentlich gefördert werden konnte.

MCNAMARA et al.<sup>94</sup> untersuchten die skelettalen und dentalen Veränderungen nach einer funktionskieferorthopädischen Therapie mit dem Funktionsregler II nach FRÄNKEL bei Klasse II-Patienten. Im Gegensatz zu PANCHERZ<sup>121</sup> fanden sie nur eine minimale Beeinflussung der Maxilla, jedoch ein signifikantes Wachstum des Unterkiefers in Richtung der Fazialachse; d.h. der Unterkiefer wuchs im Durchschnitt stärker als der Oberkiefer in ventraler und kaudaler Richtung. Die dentalen Veränderungen in Ober- und Unterkiefer entsprachen denen aus der Studie von PANCHERZ<sup>121</sup>.

DEVINCENZO<sup>42</sup> untersuchte bei Klasse II-Patienten den Einfluß der sagittalen Verschiebung der Mandibula bei der Konstruktionsbißnahme. Die Patienten wurden in drei verschiedene Aktivierungsgruppen eingeteilt und mit

entsprechenden Kontrollgruppen verglichen. Es konnte kein Unterschied in den skelettalen und dentalen Parametern zwischen der Gruppe, die in einem Schritt weit nach ventral geführt wurde, und der, die in mehreren 3mm Schritten nach ventral orientiert wurde, gefunden werden. Die skelettale Reaktion in der Gruppe, die in mehreren 1mm Schritten nach ventral aktiviert wurde, war gegenüber der der anderen beiden Gruppen deutlich reduziert.

WEINBACH und SMITH<sup>162</sup> untersuchten skelettale Veränderungen durch den Einsatz eines Bionators bei Klasse II-Patienten mit offenem Biß. Die ermittelten Werte wurden mit denen der unbehandelten Kontrollgruppe verglichen. Es zeigte sich eine Reduktion der Fazialkonvexität und der sagittalen Frontzahnstufe, die Oberkiefermolaren waren weniger weit durchgebrochen und die anteriore Gesichtshöhe hatte sich weniger erhöht als in der Kontrollgruppe. Sie schlossen daraus, daß der „offene Biß Bionator“ sich gut zur Kontrolle des vertikalen Wachstums bei Klasse II-Patienten eignet.

In der Literatur wird die Frage, ob sich das Unterkieferwachstum stimulieren läßt, sehr kontrovers diskutiert. Im folgenden soll eine Übersicht über die in der kieferorthopädischen Fachliteratur vertretenen Meinungen gegeben werden:

ANDRESEN<sup>9</sup>, HAUSSER<sup>61</sup>, HERREN<sup>65</sup> und WEISE<sup>164, 166</sup>, WITT et al.<sup>175, 176</sup> favorisieren die Theorie der Stimulation des mandibulären Wachstums unter funktionskieferorthopädischer Therapie. Dagegen lehnen AHLGREN<sup>3, 4, 5</sup>, BJÖRK<sup>22</sup>, HARVOLD<sup>59</sup> UND JACOBSSON<sup>72</sup> diese Theorie ab.

SCHWARZ<sup>144, 145</sup> beschrieb die biomechanische und biologische Wirkung des Aktivators durch Druck- und Zugkräfte im Kiefergelenk, die einen Gewebeumbau bewirken.

PETROVIC, STUTZMANN und LAVERGNE<sup>131</sup> zeigten, daß die Unterkieferlänge nicht genetisch determiniert ist. In ihren tierexperimentellen Studien belegten sie, daß

bei den mit einem Vorschubgerät behandelten Tieren der Unterkiefer deutlich größer als bei der unbehandelten Kontrollgruppe war.

HERREN<sup>65</sup> fand bei einer Studie an monozygoten Zwillingen, daß bei der Anwendung eines Aktivators ein verstärktes Unterkieferwachstum eintrat, das in diesem Umfang bei dem unbehandelten Zwilling nicht zu messen war.

SERGL<sup>146</sup> stellte bei seinen Untersuchungen fest, daß der Gesamtausgleich einer Klasse II-Dysgnathie erfolgreich ist, sich aber die einzelnen skelettalen Parameter nur in geringem Ausmaß verändern. Der Unterkiefer entwickelte sich therapeutisch induziert nach mesial. Dieses verstärkte Wachstum war bei unbehandelten Distalbissen nicht zu finden.

KIEGLE<sup>79</sup> diagnostizierte bei seinen Untersuchungen eine horizontale Verzögerung des Oberkieferwachstums und eine anteriore Abwärtsrotation der Maxilla, sowie eine Rückwärtsrotation des Unterkiefers.

Im Gegensatz dazu stellte sich bei Untersuchungen von BJÖRK<sup>22</sup>, HARVOLD und VARGERVIK<sup>57</sup>, SANDER und LASSAK<sup>141</sup>, SCHADELBAUER<sup>142</sup> und TEUSCHER<sup>152</sup> kein skelettaler Effekt des Aktivators auf das Oberkieferwachstum heraus. Alle Autoren fanden jedoch eine Verkleinerung des ANB-Winkels durch geringfügige Reduzierung des SNA-Winkels und durch Vergrößerung des SNB-Winkels. Dabei wurde der ANB-Winkel in einem Behandlungszeitraum von 3 Jahren um 1,8° - 2,0° kleiner.

HUNTER<sup>69</sup> und REMMER<sup>138</sup> verglichen in einer Behandlungsstudie den skelettalen Effekt des Aktivators, des FRÄNKEL-Aktivators und der Multiband-Apparatur bei Klasse II-Dysgnathien. Nach der Korrektur der Klasse II fanden sie in der Gruppe, die mit dem Aktivator behandelt wurde, den größten wachstumsfördernden Einfluß auf das mandibuläre Wachstum.

ÜLGEN und SCHMUTH<sup>156</sup> untersuchten die dentalen und skelettalen Auswirkungen des Aktivators bei der Klasse II/1-Therapie. Sie konnten keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede bei der skelettalen Reaktion entdecken.

SANDER und LASSAK<sup>141</sup> verglichen die Beeinflussung des Wachstums mit der Vorschubdoppelplatte mit anderen funktionskieferorthopädischen Geräten. In ihrer kephalometrischen Studie an abgeschlossenen Behandlungsfällen stellten sie die Wirkungsweise verschiedener funktionskieferorthopädischer Geräte gegenüber: Bei allen Geräten bemerkten sie eine ausgeprägte dentoalveoläre Komponente im Bereich der Oberkiefer- und Unterkiefer-Inzisivi. Die skelettalen Beeinflussungen durch Aktivator, Bionator, Funktionsregler nach FRÄNKEL und den elastisch offenen Aktivator nach KLAMMT waren gering. Die größten skelettalen Einflüsse fand man beim TEUSCHER-Aktivator und bei der Vorschubdoppelplatte ohne Headgear. Außer den funktionskieferorthopädischen Geräten mit Headgear ist nur die Vorschubdoppelplatte ohne Headgear in der Lage, das Oberkieferwachstum zu hemmen (Reduktion des SNA-Winkels).

WITT et al.<sup>175</sup> beschrieben in ihrer Arbeit die Wirkungen des Bionators mit anteriorem Hochzug wie folgt: Als dentale Reaktion fanden sie eine signifikante Retrusion der Oberkieferinzisivi, die Mesial-Drift der ersten Molaren im Oberkiefer konnte verhindert werden. Bei Patienten mit guter Compliance (Einhaltung der Tragezeiten) konnte keine Protrusion der Unterkieferfrontzähne festgestellt werden. Bei den skelettalen Parametern konnte eine deutliche Abnahme des SNA-Winkels (= Hemmung des Oberkieferwachstums) und eine geringe posteriore Rotation der Maxilla gemessen werden.

WITT und WATTED<sup>176</sup> untersuchten in ihrer Studie die Wirkungssteigerung der funktionskieferorthopädischen Geräte (hier: Bionator bei Klasse II,1-Patienten in Kombination mit dem anterioren Hochzug) durch zusätzliche intermaxilläre up-and-down Gummizügen für die Nacht. Den Vorteil dieser Apparatur (Würzburger Konzept) sehen sie in der Verringerung des Aussteigens aus der

therapeutischen Unterkieferposition während des Nachtschlafes. Sie konnten eine doppelt so große Zunahme des SNB-Winkels und eine doppelt so große Abnahme des ANB-Winkels im Vergleich zur Kontrollgruppe (Bionator mit anteriorem Hochzug ohne intermaxilläre up-and-down Gummizüge) nachweisen.

Folgende Autoren befürworten die Theorie der Unterkieferwachstumsstimulation bei Klasse II-Dysgnathien: ANDRESEN et al.<sup>8</sup>, ASCHER<sup>10, 11</sup>, DAHAN<sup>35</sup>, DEMISCH<sup>38</sup>, HAUSSER<sup>61</sup>, HERREN<sup>64</sup>, KARWETZKY<sup>77</sup>, KLAMMT<sup>80</sup>, MEACH<sup>104</sup>, MOSS<sup>110</sup>, SCHWARZ<sup>144</sup>, TIEGELKAMP<sup>154</sup>, WEISE<sup>165, 166, 167</sup>. Dies wird durch die kephalometrischen Studien, die ein verstärktes Unterkieferwachstum aufzeigen, von ASCHER<sup>10</sup>, BÖHM<sup>23</sup>, HAUSSER<sup>61</sup>, MARSCHNER und HARRIS<sup>93</sup>, MEACH<sup>104</sup> und WITT und WATTED<sup>176</sup> belegt. Auch die tierexperimentellen Studien von KOMPOSCH und HOCKENJOS<sup>82</sup>, LIEB<sup>87</sup>, McNAMARA<sup>102, 103</sup>, und PETROVIC und STUTZMANN<sup>132</sup> untermauern eine verstärkte Beeinflussung des Unterkieferwachstums durch funktionskieferorthopädische Geräte.

Demgegenüber lehnen folgende Autoren die Wachstumsstimulation ab: AHLGREN<sup>4</sup>, BJÖRK<sup>22</sup>, GRABER und NEUMANN<sup>52</sup>, GRABER und SWAIN<sup>53</sup>, HARVOLD<sup>59</sup>, HOLM<sup>68</sup>, LIEB und SCHLAGBAUER<sup>86</sup>, PFEIFFER und GROBÉRTY<sup>133, 134</sup> und SILCHER<sup>147</sup>.

SILCHER<sup>147</sup> und VAN DER LINDEN<sup>158, 159</sup> sind der Ansicht, daß ein genetisch vorgegebenes Wachstumsmuster nicht entscheidend verändert werden kann.

## 2 Fragestellung

In einer veröffentlichten Querschnittsstudie von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> wurde das Gesichtsschädelwachstum un behandelter Kinder anhand von 1883 Fernröntgenseitenbildern untersucht. Es wurden röntgenologische FRS-Durchschnittswerte für un behandelte Personen im Alter zwischen 7 und 16 Jahren ermittelt.

Da das Gesichtsschädelwachstum einer der entscheidenden Faktoren in der kieferorthopädischen Diagnostik und Therapieplanung ist, ergibt sich daraus die Frage, ob sich skelettale FRS-Parameter während einer kieferorthopädischen Behandlung ändern und ob es einen signifikanten Unterschied dieser Werte zu den FRS-Werten einer un behandelten Kontrollgruppe gibt.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Unterschiede im skelettalen Gesichtsschädelwachstum zwischen einer un behandelten Kontrollgruppe (Querschnittsstudie von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup>) und einer Gruppe kieferorthopädisch behandelter Patienten (hier vorliegende Longitudinalstudie) untersucht.

Folgende spezielle Fragen sollten beantwortet werden:

1. Ist eine signifikante Beeinflussung des Gesichtsschädelwachstums durch eine kieferorthopädische Behandlung nachweisbar ?
2. Unterscheiden sich verschiedene Dysgnathien (hier: Einteilungen in Angle-Klassen) bezüglich ihrer therapeutischen Beeinflußbarkeit des Wachstums ?
3. Welche skelettalen Parameter ändern sich während einer kieferorthopädischen Behandlung signifikant und welche ändern sich unwesentlich ?
4. Gibt es geschlechtsspezifische Unterschiede in der Reaktion auf eine kieferorthopädische Behandlung ?

## **3 Material und Methode**

### ***3.1 Untersuchungsmaterial***

#### **3.1.1 Patienten**

Die untersuchten Patienten entstammten ausschließlich dem Patientengut der Poliklinik für Kieferorthopädie der Zahn-, Mund- und Kieferklinik der Universität Würzburg. Alle Patienten erfüllten zur Teilnahme an dieser Studie folgende Kriterien:

1. keine kieferorthopädische Vorbehandlung,
2. keine Lippen-Kiefer-Gaumenspalten,
3. keine Syndrome mit begleitenden Dysgnathien oder Dysostosen,
4. noch nicht abgeschlossenes Wachstum (bei Anfangsröntgenaufnahme maximal 15 Jahre alt) und
5. Vorliegen von FRS-Aufnahmen in annähernd konstanten Abständen von jeweils einem Jahr

Die prätherapeutischen Fernröntgenseitenbilder bei Behandlungsbeginn (= Zeitpunkt  $t_0$ ) wurden analysiert und Durchschnittswerte der unbehandelten Patientengruppen ermittelt. Diese werden im folgenden als Kontrollgruppen bezeichnet.

Die Untersuchungszeitpunkte, an denen die Fernröntgenseitenbilder aufgenommen wurden, waren wie folgt charakterisiert:

- $t_0$  → prätherapeutisch, vor Beginn der (funktions-)kieferorthopädischen Behandlung, 1. FRS
- $t_1$  → 1 Jahr nach Beginn der Behandlung ( $t_1 = t_0 + 1$  Jahr), 2. FRS
- $t_2$  → 2 Jahre nach Beginn der Behandlung ( $t_2 = t_0 + 2$  Jahre), 3. FRS
- $t_3$  → 3 Jahre nach Beginn der Behandlung ( $t_3 = t_0 + 3$  Jahre), 4. FRS
- $t_4$  → 4 Jahre nach Beginn der Behandlung ( $t_4 = t_0 + 4$  Jahre), 5. FRS

Folgende durchschnittliche FRS-Parameter wurden ermittelt:

- **Sagittale Parameter:**

Winkel: SNA-, SNB-, SN-Pg- und ANB-Winkel

Strecken: S-N, Go-Me und Fazialkonvexität

- **Vertikale Parameter:**

Winkel: NL-NSL-, ML-NSL-, ML-NL- und Gonion-Winkel und Fazialachse

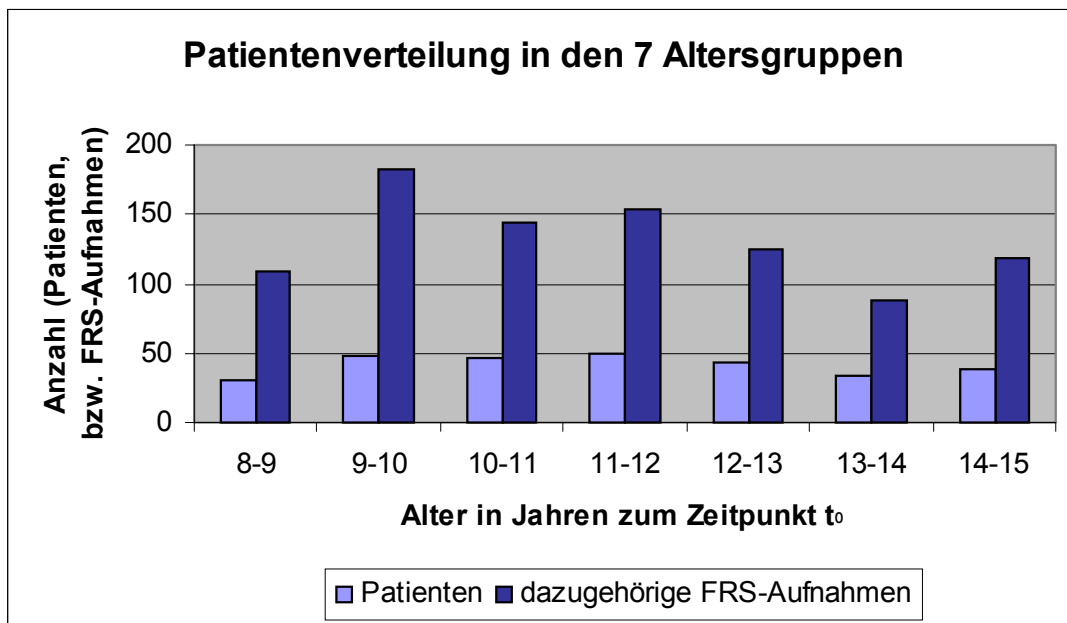
Quotient: PFH/AFH

Der Einfluß der kieferorthopädischen Therapie (1. Gerät in der distal-basalen Hauptgruppe (Einteilung siehe unten) FKO, in den übrigen Hauptgruppen FKO oder Platten und gegebenenfalls 2. Gerät Platten oder MB) auf das skelettale Wachstumsverhalten während der Behandlung wurde untersucht. Die ermittelten Durchschnittswerte wurden denen der unbehandelten Patienten (= Kontrollgruppen, Werte aus GILBERT-BRESLER<sup>51</sup>, BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> und BOLTON Standards<sup>25</sup>) gegenübergestellt. Zur Beurteilung des skelettalen Wachstums während der Behandlung diente die Auswertung der Fernröntgenbilder, die in konstanten Abständen von jeweils annähernd einem Jahr aufgenommen wurden. 290 Patienten erfüllten alle obigen Kriterien, insbesondere die Voraussetzung von mehreren Fernröntgenaufnahmen im Abstand von jeweils einem Jahr. Von diesen Patienten (135 männliche und 155 weibliche) standen 919 Fernröntgenseitenbilder zur Verfügung. Das Durchschnittsalter der Patienten bei Behandlungsbeginn (Zeitpunkt  $t_0$ ) betrug 11,49 Jahre ( $\pm 1,91$  Jahre).



Alter zum Zeitpunkt $t_0$	Anzahl d. Patienten	Anzahl d. FRS-Aufnahmen
8-9	31	109
9-10	48	182
10-11	47	144
11-12	49	153
12-13	43	125
13-14	33	88
14-15	39	118
<b>Summe:</b>	<b>290</b>	<b>919</b>

Tabelle 1: Patientenverteilung in den 7 Altersgruppen (Einteilung der Altersgruppen s.u.)



Grafik 1: Patientenverteilung in den 7 Altersgruppen (Einteilung der Altersgruppen s.u.)

Die Einteilung in die zu untersuchenden Hauptgruppen und Untergruppen erfolgte nach folgenden Kriterien:

**1. ANB-Winkel bei Behandlungsbeginn (= Zeitpunkt  $t_0$ ):**

- ANB-Winkel  $> 4^\circ$   
(später **distal-basale Hauptgruppe (1)** genannt)
- ANB-Winkel  $> 0^\circ$  und  $\leq 4^\circ$   
(später **neutral-basale Hauptgruppe (2)** genannt)
- ANB-Winkel  $\leq 0^\circ$   
(keine Hauptgruppe, da Fallzahlen zu gering)

## 2. SNA-Winkel bei Behandlungsbeginn (= Zeitpunkt $t_0$ ):

- SNA-Winkel  $\leq 79^\circ$   
(später **maxillär retrognathe Hauptgruppe (3)** genannt)
- SNA-Winkel  $> 79^\circ$  und  $\leq 85^\circ$   
(später **maxillär orthognathe Hauptgruppe (4)** genannt)
- SNA-Winkel  $> 85^\circ$   
(keine Hauptgruppe, da Fallzahlen zu gering)

## 3. Alter bei Behandlungsbeginn (= Zeitpunkt $t_0$ ):

- Alter  $> 8$  Jahre und  $\leq 9$  Jahre (später **Altersgruppe 1** genannt)
- Alter  $> 9$  Jahre und  $\leq 10$  Jahre (später **Altersgruppe 2** genannt)
- Alter  $> 10$  Jahre und  $\leq 11$  Jahre (später **Altersgruppe 3** genannt)
- Alter  $> 11$  Jahre und  $\leq 12$  Jahre (später **Altersgruppe 4** genannt)
- Alter  $> 12$  Jahre und  $\leq 13$  Jahre (später **Altersgruppe 5** genannt)
- Alter  $> 13$  Jahre und  $\leq 14$  Jahre (später **Altersgruppe 6** genannt)
- Alter  $> 14$  Jahre und  $\leq 15$  Jahre (später **Altersgruppe 7** genannt)

## 4. Kombination von ANB-Winkel und Alter bei Behandlungsbeginn (= Zeitpunkt $t_0$ ) und

## 5. Kombination von SNA-Winkel und Alter bei Behandlungsbeginn (= Zeitpunkt $t_0$ ):

Daraus ergaben sich in den genannten Kombinationen 42 zu untersuchende Gruppen mit jeweils drei bis maximal fünf FRS-Aufnahmen.

Im folgenden werden die weiteren Einteilungen der in jährlichen Abständen angefertigten Fernröntgenaufnahmen in die oben genannten 7 Altersgruppen aufgelistet:

**Alter bei der zweiten Fernröntgenaufnahme** (ein Jahr nach der ersten FRS-Aufnahme), d.h. **Zeitpunkt  $t_1$  (  $t_1 = t_0 + 1$  Jahr )**

- Alter > 9 Jahre und  $\leq$  10 Jahre (Altersgruppe 1, 2. FRS)
- Alter > 10 Jahre und  $\leq$  11 Jahre (Altersgruppe 2, 2. FRS)
- Alter > 11 Jahre und  $\leq$  12 Jahre (Altersgruppe 3, 2. FRS)
- Alter > 12 Jahre und  $\leq$  13 Jahre (Altersgruppe 4, 2. FRS)
- Alter > 13 Jahre und  $\leq$  14 Jahre (Altersgruppe 5, 2. FRS)
- Alter > 14 Jahre und  $\leq$  15 Jahre (Altersgruppe 6, 2. FRS)
- Alter > 15 Jahre und  $\leq$  16 Jahre (Altersgruppe 7, 2. FRS)

**Alter bei der dritten Fernröntgenaufnahme** (zwei Jahre nach der ersten FRS-Aufnahme), d.h. **Zeitpunkt  $t_2$  (  $t_2 = t_0 + 2$  Jahre )**

- Alter > 10 Jahre und  $\leq$  11 Jahre (Altersgruppe 1, 3. FRS)
- Alter > 11 Jahre und  $\leq$  12 Jahre (Altersgruppe 2, 3. FRS)
- Alter > 12 Jahre und  $\leq$  13 Jahre (Altersgruppe 3, 3. FRS)
- Alter > 13 Jahre und  $\leq$  14 Jahre (Altersgruppe 4, 3. FRS), s. Bsp. u.
- Alter > 14 Jahre und  $\leq$  15 Jahre (Altersgruppe 5, 3. FRS)
- Alter > 15 Jahre und  $\leq$  16 Jahre (Altersgruppe 6, 3. FRS)
- Alter > 16 Jahre und  $\leq$  17 Jahre (Altersgruppe 7, 3. FRS)

**Alter bei der vierten Fernröntgenaufnahme** (drei Jahre nach der ersten FRS-Aufnahme), d.h. **Zeitpunkt  $t_3$  (  $t_3 = t_0 + 3$  Jahre )**

- Alter > 11 Jahre und  $\leq$  12 Jahre (Altersgruppe 1, 4. FRS)
- Alter > 12 Jahre und  $\leq$  13 Jahre (Altersgruppe 2, 4. FRS)
- Alter > 13 Jahre und  $\leq$  14 Jahre (Altersgruppe 3, 4. FRS)
- Alter > 14 Jahre und  $\leq$  15 Jahre (Altersgruppe 4, 4. FRS)
- Alter > 15 Jahre und  $\leq$  16 Jahre (Altersgruppe 5, 4. FRS)
- Alter > 16 Jahre und  $\leq$  17 Jahre (Altersgruppe 6, 4. FRS)
- Alter > 17 Jahre und  $\leq$  18 Jahre (Altersgruppe 7, 4. FRS)

**Alter bei der fünften Fernröntgenaufnahme** (vier Jahre nach der ersten FRS-Aufnahme), d.h. **Zeitpunkt  $t_4$  (  $t_4 = t_0 + 4$  Jahre )**

- Alter > 12 Jahre und  $\leq$  13 Jahre (Altersgruppe 1, 5. FRS)
- Alter > 13 Jahre und  $\leq$  14 Jahre (Altersgruppe 2, 5. FRS)
- Alter > 14 Jahre und  $\leq$  15 Jahre (Altersgruppe 3, 5. FRS)
- Alter > 15 Jahre und  $\leq$  16 Jahre (Altersgruppe 4, 5. FRS)
- Alter > 16 Jahre und  $\leq$  17 Jahre (Altersgruppe 5, 5. FRS)
- Alter > 17 Jahre und  $\leq$  18 Jahre (Altersgruppe 6, 5. FRS)
- Alter > 18 Jahre und  $\leq$  19 Jahre (Altersgruppe 7, 5. FRS)

Bsp.: Handelte es sich um die dritte FRS-Aufnahme eines Patienten bei einem Aufnahmealter von 13,5 Jahren, so wurden die Röntgenaufnahmen dieses Patienten in der Altersgruppe 4 mit ausgewertet, da sein erstes Röntgenbild im Alter zwischen 11 und 12 Jahren angefertigt wurde.

### **3.1.2 Fernröntgenbilder**

Die 919 Fernröntgenaufnahmen wurden sämtlich in dem Kephalostaten der Poliklinik für Kieferorthopädie durch **e i n e** Röntgenassistentin angefertigt. Die Fernröntgenbilder wurden von **e i n e r** erfahrenen Mitarbeiterin der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg zum größten Teil zweimal mittels Digitizer durchgezeichnet und ausgewertet. Nach Bildung des arithmetischen Mittels wurden die Datensätze in ein Datenbanksystem übertragen. Dadurch wurde die Reproduzierbarkeit und Standardisierung der Aufnahmen gewährleistet.

### **3.2 Untersuchungsmethoden**

Die hier angewandte Fernröntgentechnik und die dazugehörige Auswertung der FRS-Aufnahmen entspricht genau der Untersuchungsmethode und der FRS-Analyse, die in der Dissertation von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> bereits beschrieben und angewandt wurde. Sie ist dort nachzulesen. Die fernröntgenologischen Referenzpunkte der Schädelbasis, des Oberkiefers und des Unterkiefers sind dort beschrieben; ebenso die Bezugslinien der Schädelbasis, der Maxilla und der Mandibula. Die Bildung der kephalometrischen Winkel und Strecken erfolgte in der hier vorliegenden Untersuchung auf identischem Weg wie bei GILBERT-BRESLER<sup>51</sup>. Somit wurde ein direktes Vergleichen der Ergebnisse von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> (Querschnittsstudie unbehandelter Patienten) und der hier vorliegenden Resultate (Longitudinalstudie während der kieferorthopädischen Behandlung) möglich.

### 3.3 Statistik

Die ermittelten Meßwerte aller FRS-Parameter wurden in eine eigens zu diesem Zweck erstellte Access®-Datenbank übertragen. Mit Hilfe dieser Datenbank und den Statistikprogrammen Excel® und SPSS® wurden die Meßwerte analysiert. Dabei wurden die Mittelwerte, die Standardabweichung, die Minima und Maxima in den einzelnen Gruppen berechnet.

$$MW = \frac{\sum x}{n} \quad S = \frac{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{n^2}$$

mit: MW = Mittelwert  
S = Standardabweichung  
x = Meßwert(e)  
n = Anzahl der Meßwerte

Die Übertragung der Meßwerte von einem Programm in das andere erfolgte mittels direktem Datentransfer zwischen den Programmen.

Um eine reproduzierbare Zuordnung einzelner Meßwerte zu den Patienten und zu einzelnen Röntgenbildern zu gewährleisten und um diese Daten zu anonymisieren, wurde jedem Patienten eine individuelle Nummer zugeteilt. Die Fernröntgenseitenbilder wurden mit der Patientenummer verschlüsselt und in der Reihenfolge der Aufnahmen chronologisch durchnummeriert. Dabei betrug der Abstand zwischen den Aufnahmen für diese Studie grundsätzlich ein Jahr.

Zusätzlich standen das Geburtsdatum, das Aufnahmedatum des Fernröntgenseitenbildes und das Geschlecht für die Auswertung der Daten zur Verfügung.

## 4 Ergebnisse

Die Fallzahlen der Patienten, die der maxillär prognathen bzw. der mesial-basalen Hauptgruppe in den einzelnen Altersgruppen zugeordnet werden konnten, waren für eine statistische Auswertung zu gering. Daher wurden diese beiden Hauptgruppen bei der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt; es resultierten also vier statt sechs Hauptgruppen.

Aus den oben genannten Daten (**4** Hauptgruppen (distal-basale, neutral-basale, maxillär orthognathe und maxillär retrognathe Gruppe), **7** Altersgruppen (Alter bei  $t_0$  = 8-9, 9-10, 10-11, 11-12, 12-13, 13-14, bzw. 14-15 Jahre; Einteilung siehe Kapitel 3.1.1), bis zu **5** Fernröntgenaufnahmen und **15** FRS-Parameter) ergab sich eine Gesamtzahl von **2100** Durchschnittswerten, **2100** Maximalwerten, **2100** Minimalwerten und **2100** Standardabweichungswerten.

Auf eine gedruckte Übersicht der 2100 Standardabweichungen, der 2100 Maxima und der 2100 Minima wurde aus Umfangsgründen im folgenden Text verzichtet. Die betreffenden Zahlenwerte (4 Excel®-Tabellen der 4 Hauptgruppen) können beim Autor\* angefordert werden. Im folgenden werden die 2100 Mittelwerte anhand verschiedener Tabellen und Grafiken dargestellt.

Um eine Gliederung der 2100 Mittelwerte zu erreichen, wurden die 7 Altersgruppen mit bis zu 5 Fernröntgenaufnahmen in einer Grafik zusammengefaßt. Daraus ergaben sich 60 Grafiken mit jeweils 7 Graphen à maximal 5 Werten.

---

\* Valérie Sabine Bode – Kieferorthopädin – Gräferstr. 32 – 32657 Lemgo – Email: valerie-bode@gmx.de

Die Sortierung erfolgte nach den 4 Hauptgruppen und nach den FRS-Parametern: In der ersten Grafik wurde die **distal-basale Hauptgruppe** nach dem Kriterium SNA-Winkel untersucht. Es folgen SNB-Winkel, SN-Pg-Winkel, ANB-Winkel, die Strecken S-N und Go-Me und die Fazialkonvexität für die **sagittalen Strukturmerkmale**. Als **vertikale Strukturmerkmale** wurden in dieser Hauptgruppe die NL-NSL-, ML-NSL-, ML-NL-, Gonionwinkel, die Fazialachse und der Quotient PFH/AFH ausgewertet. Ebenso wurde in den restlichen 3 Hauptgruppen verfahren.

In einigen Grafiken (= bei einigen Parametern) konnte eine eindeutige Wachstumsrichtung festgestellt werden. Diese wurde durch den errechneten **Median** (= Trendlinie, graue gestrichelte Linie) dargestellt. Es handelte sich dabei um eine Durchschnittslinie, die alle 7 Altersgruppen gleichzeitig repräsentierte.

In den folgenden Tabellen wurden als Abkürzungen verwendet:

- FRS = Fernröntgenseitenbild
- FRS 1 = gibt in der darunterliegenden Zeile das Patientenalter zum Zeitpunkt der ersten FRS-Aufnahme (= Zeitpunkt  $t_0$ ) an
- AG = Altersgruppe (1 bis 7)
- MW = Mittelwert = Durchschnittswert
- Rö = Röntgenbilder (hier: FRS)
- alle Rö 1 = alle ersten FRS-Aufnahmen einer untersuchten Patientengruppe, Zeitpunkt  $t_0$
- alle Rö 2 = alle zweiten FRS-Aufnahmen der gleichen „Rö 1- Pat.-gruppe“,  $t_1$
- alle Rö 3 = alle dritten FRS-Aufnahmen der gleichen „Rö 1- Pat.-gruppe“,  $t_2$
- alle Rö 4 = alle vierten FRS-Aufnahmen der gleichen „Rö 1- Pat.-gruppe“,  $t_3$
- alle Rö 5 = alle fünften FRS-Aufnahmen der gleichen „Rö 1- Pat.-gruppe“,  $t_4$



## 4.1 Einteilung nach dem ANB-Winkel des ersten Röntgenbildes vor der Behandlung

### 4.1.1 Distal-basale Hauptgruppe (ANB-Winkel > 4°, Hauptgruppe 1)

#### 4.1.1.1 Sagittale Strukturmerkmale

##### 4.1.1.1.1 SNA-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	81,47												
9-10	alle Rö 2	81,03	alle Rö 1	81,07										
10-11	alle Rö 3	80,41	alle Rö 2	80,81	alle Rö 1	81,61								
11-12	alle Rö 4	82,09	alle Rö 3	79,96	alle Rö 2	82,35	alle Rö 1	82,30						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	81,79	alle Rö 3	81,08	alle Rö 2	81,78	alle Rö 1	82,86				
13-14			alle Rö 5	81,59	alle Rö 4	82,87	alle Rö 3	81,43	alle Rö 2	83,70	alle Rö 1	83,10		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	79,69	alle Rö 3	81,40	alle Rö 2	80,81	alle Rö 1	81,21
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	83,81	alle Rö 2	81,89
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	80,66	alle Rö 3	81,26
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	81,57
18-19													alle Rö 5	

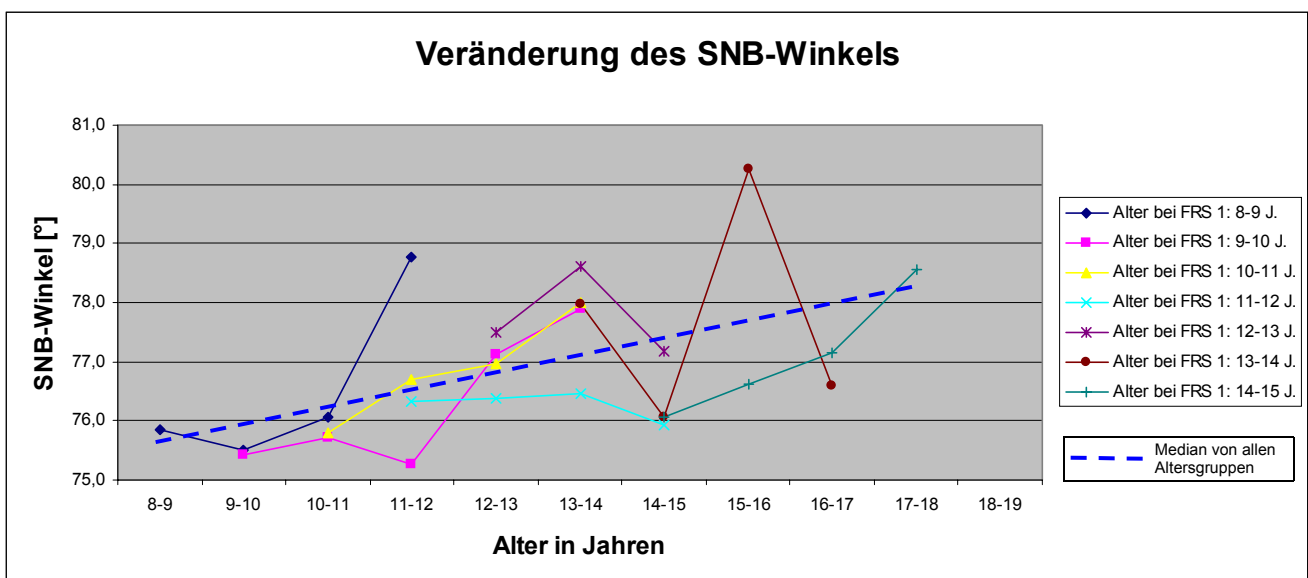
Tabelle 2: Veränderung des SNA-Winkels, distal-basale Hauptgruppe

In den Altersgruppen 1, 2 und 3 war eine geringe Reduktion des SNA-Winkels innerhalb der ersten drei Jahre festzustellen. Danach konnte keine weitere Abnahme des SNA-Winkels beobachtet werden. In den Altersgruppen fünf bis sieben schwankten die Werte um 82,0°. Die Durchschnittswerte 4 und 5 eines jeden Graphen geben die FRS-Durchschnittswerte des vierten und fünften Röntgenbildes wieder. Da nicht bei allen Patienten ein 4. und 5. Röntgenbild vorhanden war, war von nur eingeschränkter Aussagekraft auszugehen, weil individuelle Schwankungen größeren Einfluß ausüben konnten. Insgesamt schwankten die Durchschnittswerte um 81,5°.

#### 4.1.1.1.2 SNB-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	75,84												
9-10	alle Rö 2	75,50	Alle Rö 1	75,43										
10-11	alle Rö 3	76,06	Alle Rö 2	75,71	alle Rö 1	75,80								
11-12	alle Rö 4	78,76	Alle Rö 3	75,27	alle Rö 2	76,71	alle Rö 1	76,34						
12-13	alle Rö 5		Alle Rö 4	77,12	alle Rö 3	76,98	alle Rö 2	76,39	alle Rö 1	77,49				
13-14			Alle Rö 5	77,88	alle Rö 4	78,01	alle Rö 3	76,47	alle Rö 2	78,61	alle Rö 1	77,96		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	75,92	alle Rö 3	77,18	alle Rö 2	76,07	alle Rö 1	76,05
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	80,26	alle Rö 2	76,62
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	76,60	alle Rö 3	77,15
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	78,57
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 3: Veränderung des SNB-Winkels, distal-basale Hauptgruppe



Grafik 2: Veränderung des SNB-Winkels, distal-basale Hauptgruppe

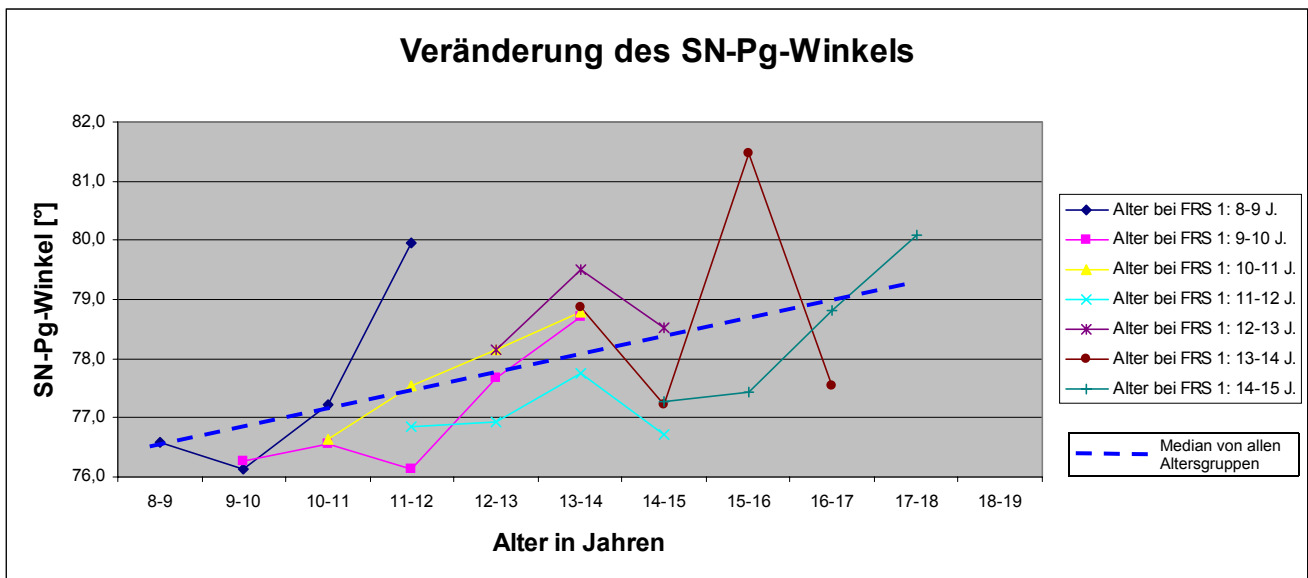
Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,3° / Jahr**

In den ersten zwei Altersgruppen war vom 8. bis 10. Lebensjahr kaum eine Veränderung des SNB-Winkels eingetreten. Ab dem 11. Lebensjahr konnte in allen Altersgruppen eine jährliche Vergrößerung des SNB-Winkels von 0,5° bis 2° festgestellt werden. Am deutlichsten fand diese Entwicklung in der Altersgruppe 3 statt. Im Median stellte sich eine jährliche Zunahme von 0,3° heraus.

#### 4.1.1.1.3 SN-Pg-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	76,57												
9-10	alle Rö 2	76,13	alle Rö 1	76,26										
10-11	alle Rö 3	77,23	alle Rö 2	76,55	alle Rö 1	76,64								
11-12	alle Rö 4	79,96	alle Rö 3	76,13	alle Rö 2	77,54	alle Rö 1	76,84						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	77,67	alle Rö 3	78,14	alle Rö 2	76,94	alle Rö 1	78,16				
13-14			alle Rö 5	78,71	alle Rö 4	78,78	alle Rö 3	77,74	alle Rö 2	79,51	alle Rö 1	78,87		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	76,73	alle Rö 3	78,53	alle Rö 2	77,22	alle Rö 1	77,27
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	81,46	alle Rö 2	77,44
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	77,54	alle Rö 3	78,80
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	80,09
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 4: Veränderung des SN-Pg-Winkels, distal-basale Hauptgruppe



Grafik 3: Veränderung des SN-Pg-Winkels, distal-basale Hauptgruppe

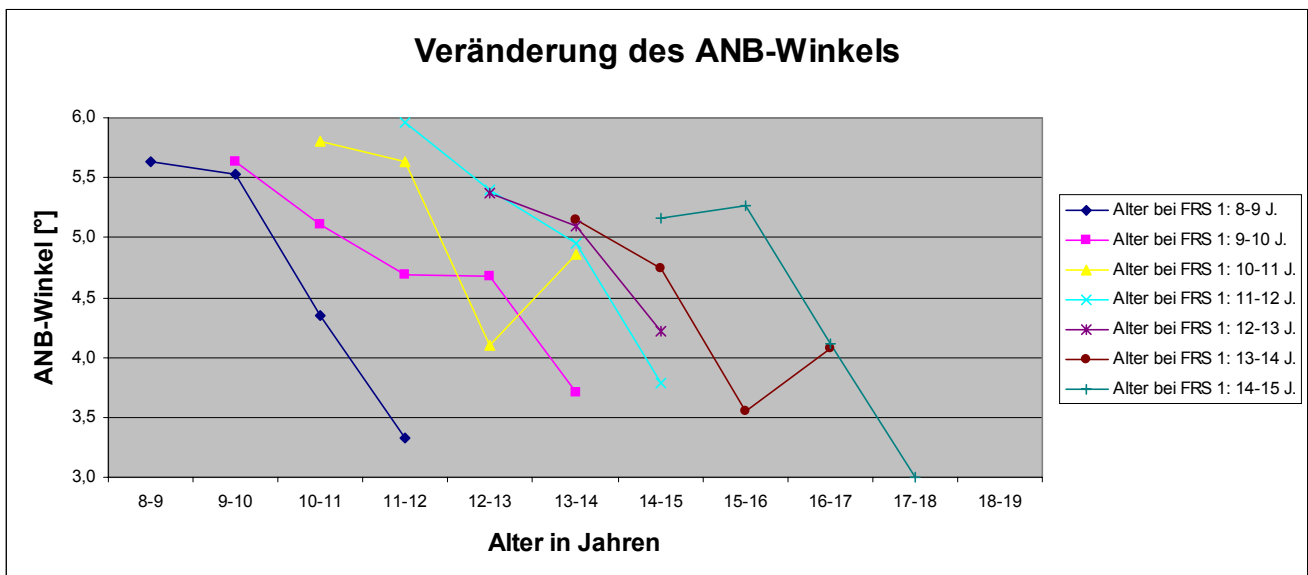
Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,3° / Jahr**

Analog zur Entwicklung des SNB-Winkels verlief die des SN-Pg-Winkels, wobei der absolute Wert im Durchschnitt 1° größer als der des SNB-Winkels war. Auch hier konnte im Median eine jährliche Zunahme von 0,3° ausgerechnet werden.

#### 4.1.1.1.4 ANB-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	5,63												
9-10	alle Rö 2	5,53	alle Rö 1	5,64										
10-11	alle Rö 3	4,35	alle Rö 2	5,11	alle Rö 1	5,81								
11-12	alle Rö 4	3,33	alle Rö 3	4,69	alle Rö 2	5,63	alle Rö 1	5,96						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	4,67	alle Rö 3	4,10	alle Rö 2	5,39	alle Rö 1	5,37				
13-14			alle Rö 5	3,70	alle Rö 4	4,86	alle Rö 3	4,96	alle Rö 2	5,10	alle Rö 1	5,14		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	3,78	alle Rö 3	4,22	alle Rö 2	4,74	alle Rö 1	5,16
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	3,55	alle Rö 2	5,27
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	4,07	alle Rö 3	4,11
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	3,01
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 5: Veränderung des ANB-Winkels, distal-basale Hauptgruppe



Grafik 4: Veränderung des ANB-Winkels, distal-basale Hauptgruppe

Median in jeder Altersgruppe: **Abnahme um 0,8° / Jahr**

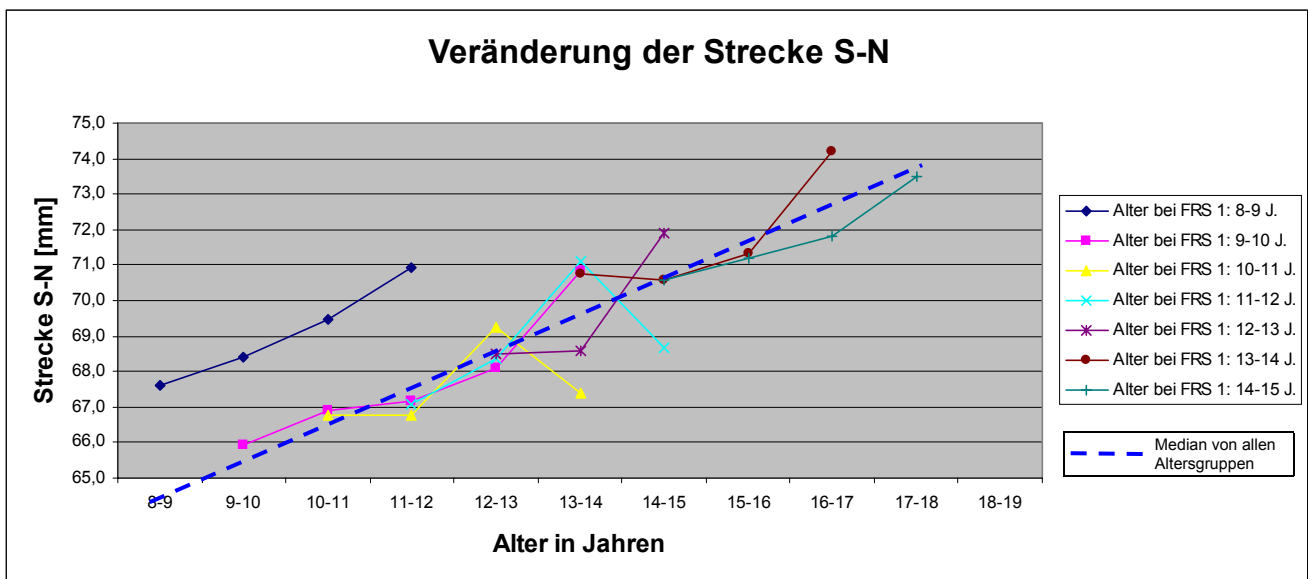
In allen Altersgruppen war der durchschnittliche ANB-Winkel zu Beginn der Behandlung (Zeitpunkt  $t_0$ ) sehr groß (5,2° bis 6,0°; diese Werte bildeten das Kriterium zur Einteilung in diese distal-basale Hauptgruppe). Ebenso nahm in allen Altersgruppen der ANB-Winkel während der Behandlung um durchschnittlich 2° bis 3° auf 2,3° bis 3,7° ab. Die deutlichsten Veränderungen traten zwischen dem 11. und dem 15. Lebensjahr auf. Dies entspricht dem pubertären Wachstumsspur, da hier keine Trennung von männlichen und weiblichen Patienten vorgenommen wurde. In allen Altersgruppen konnte eine

Verbesserung der basalen Diskrepanz erreicht werden. Es erfolgte eine Annäherung an eine neutral-basale Kieferrelation.

#### 4.1.1.1.5 Strecke S-N

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	67,62												
9-10	alle Rö 2	68,41	alle Rö 1	65,92										
10-11	alle Rö 3	69,45	alle Rö 2	66,89	alle Rö 1	66,78								
11-12	alle Rö 4	70,93	alle Rö 3	67,17	alle Rö 2	66,76	alle Rö 1	67,07						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	68,08	alle Rö 3	69,25	alle Rö 2	68,36	alle Rö 1	68,51				
13-14			alle Rö 5	70,83	alle Rö 4	67,40	alle Rö 3	71,10	alle Rö 2	68,56	alle Rö 1	70,76		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	68,66	alle Rö 3	71,88	alle Rö 2	70,57	alle Rö 1	70,59
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	71,34	alle Rö 2	71,20
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	74,20	alle Rö 3	71,80
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	73,48
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 6: Veränderung der Strecke S-N, distal-basale Hauptgruppe



Grafik 5: Veränderung der Strecke S-N, distal-basale Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 1,0 mm / Jahr**

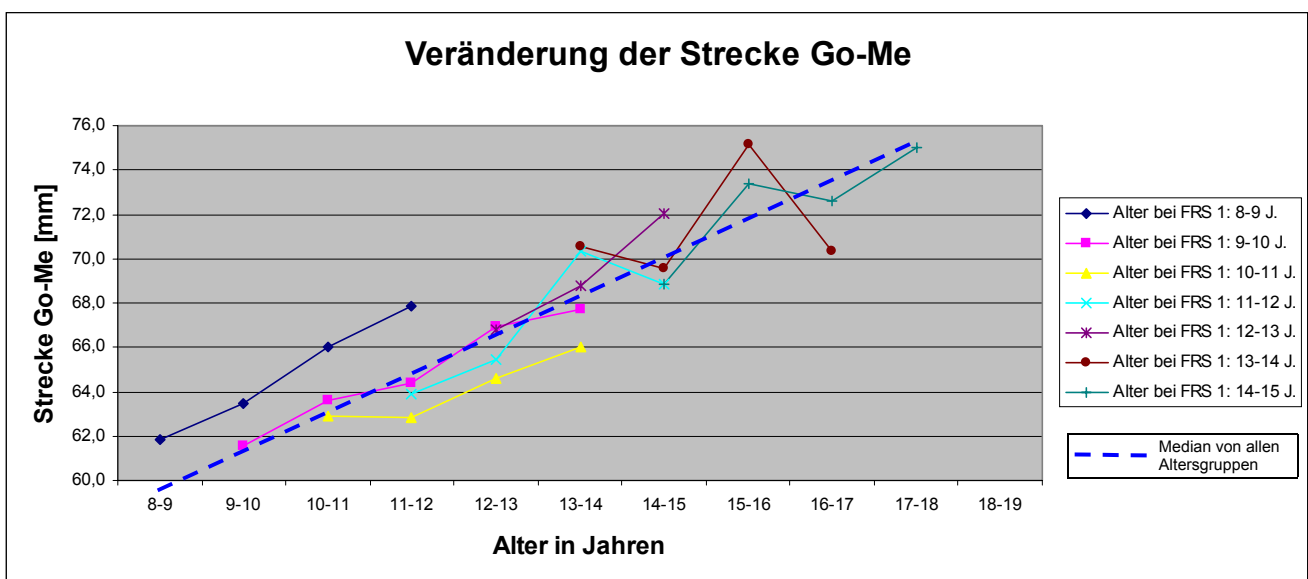
In allen Altersgruppen mit Ausnahme der Gruppe 3 vergrößerte sich die Strecke S-N kontinuierlich um durchschnittlich 1,0 mm pro Jahr. In der Altersgruppe 3 war eine Abnahme im 3. und 4. Behandlungsjahr zu verzeichnen, die auf die geringen Patientenzahlen mit vier bzw. fünf Röntgenbildern in dieser

Altergruppe zurückzuführen ist, da hier die Extremwerte einzelner Patienten stärker zum Ausdruck kommen. Die Vergrößerung der Strecke S-N lief in den Altersgruppen 2, 4, 5, 6 und 7 fast linear an der Medianlinie von 64,4 mm im Alter von 8-9 Jahren zu 73,7 mm im Alter von 17-18 Jahren entlang unabhängig davon, wann mit der kieferorthopädischen Behandlung eingesetzt wurde; d.h. in fast allen Altersgruppen zeigte sich das gleiche durchschnittliche sagittale Wachstum der anterioren Schädelbasis, und im selben Alter – aber in den unterschiedlichen Alters-, bzw. Behandlungsgruppen – war auch die Strecke S-N gleich groß, also unabhängig von der kieferorthopädischen Behandlung.

#### 4.1.1.1.6 Strecke Go-Me

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>61,84</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>63,46</b>	alle Rö 1	<b>61,57</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>66,05</b>	alle Rö 2	<b>63,61</b>	alle Rö 1	<b>62,90</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>67,85</b>	alle Rö 3	<b>64,42</b>	alle Rö 2	<b>62,81</b>	alle Rö 1	<b>63,91</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>66,93</b>	alle Rö 3	<b>64,59</b>	alle Rö 2	<b>65,45</b>	alle Rö 1	<b>66,81</b>				
13-14			alle Rö 5	<b>67,70</b>	alle Rö 4	<b>66,00</b>	alle Rö 3	<b>70,34</b>	alle Rö 2	<b>68,76</b>	alle Rö 1	<b>70,55</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>68,86</b>	alle Rö 3	<b>72,02</b>	alle Rö 2	<b>69,55</b>	alle Rö 1	<b>68,83</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>75,14</b>	alle Rö 2	<b>73,37</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	<b>70,33</b>	alle Rö 3	<b>72,59</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	<b>75,00</b>
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 7: Veränderung der Strecke Go-Me, distal-basale Hauptgruppe



Grafik 6: Veränderung der Strecke Go-Me, distal-basale Hauptgruppe

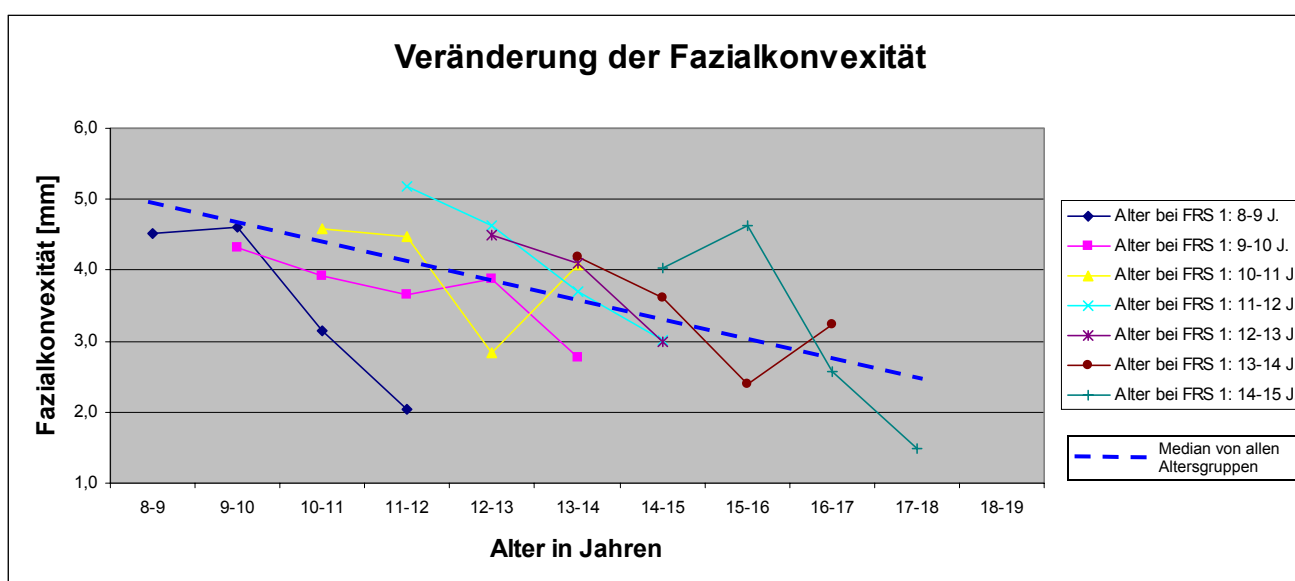
Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 1,7 mm / Jahr**

Ähnlich wie mit der Strecke S-N verhielt es sich mit der Strecke Go-Me. Die jährliche Zunahme betrug durchschnittlich 1,7 mm entlang des Medians von 59,8 mm im Alter von 8-9 Jahren zu 75 mm im Alter von 17-18 Jahren. Dabei zeigte sich keine Abhängigkeit von der Altersgruppe und dem Behandlungszeitpunkt. Dies bedeutete, daß auch das Wachstum der Strecke Go-Me (Wachstum des Unterkiefercorpus) weitgehend unabhängig von der durchgeführten Therapie ist. Die durchschnittliche jährliche Zunahme war somit 0,7 mm größer als die der Strecke S-N und konnte zum Ausgleich sagittaler Diskrepanzen beitragen.

#### 4.1.1.1.7 Fazialkonvexität

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	4,52												
9-10	alle Rö 2	4,61	alle Rö 1	4,32										
10-11	alle Rö 3	3,16	alle Rö 2	3,91	alle Rö 1	4,59								
11-12	alle Rö 4	2,04	alle Rö 3	3,65	alle Rö 2	4,48	alle Rö 1	5,17						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	3,88	alle Rö 3	2,85	alle Rö 2	4,62	alle Rö 1	4,49				
13-14			alle Rö 5	2,77	alle Rö 4	4,07	alle Rö 3	3,70	alle Rö 2	4,09	alle Rö 1	4,19		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	3,01	alle Rö 3	2,99	alle Rö 2	3,61	Alle Rö 1	4,03
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	2,40	Alle Rö 2	4,64
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	3,24	Alle Rö 3	2,57
17-18											alle Rö 5		Alle Rö 4	1,49
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 8: Veränderung der Fazialkonvexität, distal-basale Hauptgruppe



Grafik 7: Veränderung der Fazialkonvexität, distal-basale Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,3 mm / Jahr**

Die Fazialkonvexität änderte sich in allen Altersgruppen nur gering. Sie nahm über einen Zeitraum von durchschnittlich drei Jahren um 1,5 mm - 2 mm ab; d.h. die relative sagittale Position des Oberkiefers zur Fazialebene verkleinerte sich und die Lage des A-Punkt verlagerte sich geringfügig weiter nach posterior, so daß sich aus einer maxillären Orthognathie eine geringe Tendenz zur maxillären Retrognathie entwickelte.

#### 4.1.1.2 Vertikale Strukturmerkmale

##### 4.1.1.2.1 NL-NSL-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
<b>8-9</b>	alle Rö 1	<b>6,24</b>												
<b>9-10</b>	alle Rö 2	<b>7,09</b>	alle Rö 1	<b>6,60</b>										
<b>10-11</b>	alle Rö 3	<b>6,91</b>	alle Rö 2	<b>5,58</b>	alle Rö 1	<b>7,77</b>								
<b>11-12</b>	alle Rö 4	<b>4,26</b>	alle Rö 3	<b>7,28</b>	alle Rö 2	<b>8,43</b>	alle Rö 1	<b>7,48</b>						
<b>12-13</b>	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>7,14</b>	alle Rö 3	<b>7,90</b>	alle Rö 2	<b>6,86</b>	alle Rö 1	<b>7,07</b>				
<b>13-14</b>			alle Rö 5	<b>7,45</b>	alle Rö 4	<b>8,20</b>	alle Rö 3	<b>6,95</b>	alle Rö 2	<b>6,94</b>	alle Rö 1	<b>5,94</b>		
<b>14-15</b>					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>7,47</b>	alle Rö 3	<b>6,74</b>	alle Rö 2	<b>8,35</b>	alle Rö 1	<b>7,52</b>
<b>15-16</b>							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>5,30</b>	alle Rö 2	<b>8,13</b>
<b>16-17</b>									alle Rö 5		alle Rö 4	<b>6,62</b>	alle Rö 3	<b>7,34</b>
<b>17-18</b>											alle Rö 5		alle Rö 4	<b>9,54</b>
<b>18-19</b>													alle Rö 5	

Tabelle 9: Veränderung des NL-NSL-Winkels, distal-basale Hauptgruppe

In allen Altersklassen war eine sehr uneinheitliche Entwicklung festzustellen. Der NL-NSL-Winkel schwankte stark zwischen den Werten 5,6° und 8,4°. Mit einem mittleren NL-NSL-Winkel von 7,0° war eine durchschnittlich neutrale Neigung des Oberkiefers zur anterioren Schädelbasis zu verzeichnen.



#### 4.1.1.2.2 ML-NSL-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>33,43</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>34,71</b>	alle Rö 1	<b>35,06</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>32,58</b>	alle Rö 2	<b>34,56</b>	alle Rö 1	<b>34,16</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>31,97</b>	alle Rö 3	<b>35,64</b>	alle Rö 2	<b>33,36</b>	alle Rö 1	<b>36,67</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>33,93</b>	alle Rö 3	<b>34,52</b>	alle Rö 2	<b>35,98</b>	alle Rö 1	<b>33,50</b>				
13-14			alle Rö 5	<b>31,65</b>	alle Rö 4	<b>32,35</b>	alle Rö 3	<b>35,56</b>	alle Rö 2	<b>31,75</b>	alle Rö 1	<b>32,32</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>34,88</b>	alle Rö 3	<b>35,35</b>	alle Rö 2	<b>33,72</b>	alle Rö 1	<b>33,71</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>28,99</b>	alle Rö 2	<b>34,38</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	<b>34,93</b>	alle Rö 3	<b>32,11</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	<b>31,60</b>
18-19													alle Rö 5	

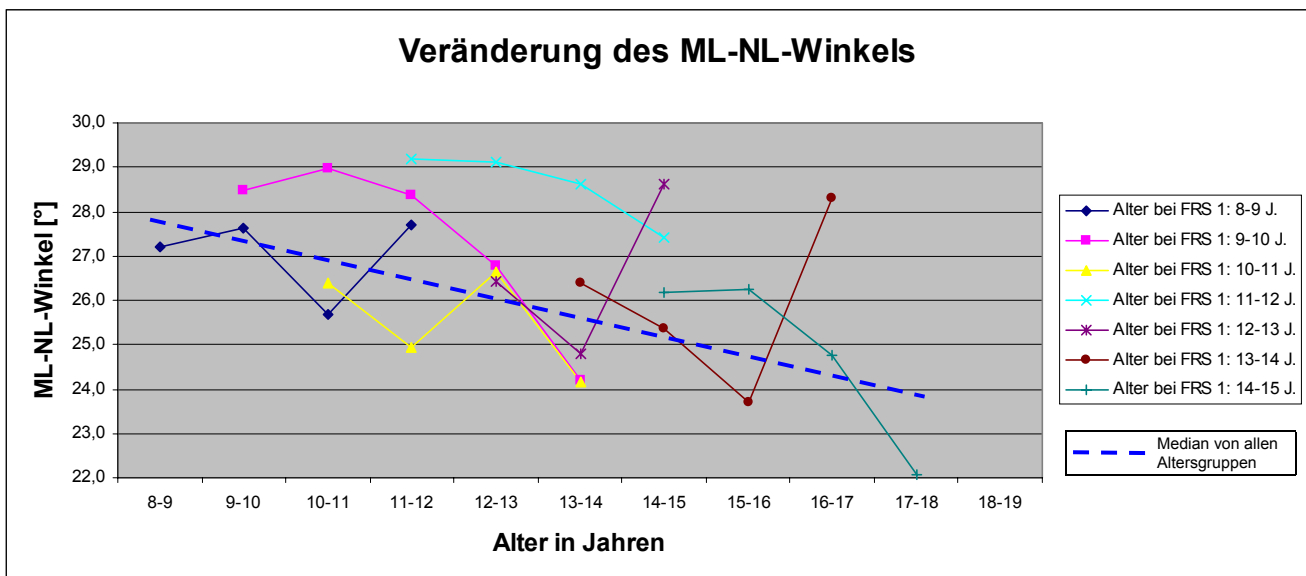
Tabelle 10: Veränderung des ML-NSL-Winkels, distal-basale Hauptgruppe

Eine deutliche Veränderung des ML-NSL-Winkels fand nicht statt. Der Winkel pendelte zwischen den Extremwerten 31,6° und 36,7°, wobei eine geringe Tendenz zur Abnahme des ML-NSL-Winkels zu verzeichnen war. Die anteriore Neigung der Unterkieferbasis zur Schädelbasis nahm also geringfügig zu. Dieser Trend war in allen Altersgruppen festzustellen. Es erfolgte eine Annäherung an den in der Literatur zu findenden Durchschnittswert von 32°.

#### 4.1.1.2.3 ML-NL-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>27,19</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>27,62</b>	alle Rö 1	<b>28,46</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>25,67</b>	alle Rö 2	<b>28,98</b>	alle Rö 1	<b>26,39</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>27,71</b>	alle Rö 3	<b>28,36</b>	alle Rö 2	<b>24,93</b>	alle Rö 1	<b>29,19</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>26,79</b>	alle Rö 3	<b>26,62</b>	alle Rö 2	<b>29,12</b>	alle Rö 1	<b>26,42</b>				
13-14			alle Rö 5	<b>24,20</b>	alle Rö 4	<b>24,15</b>	alle Rö 3	<b>28,61</b>	alle Rö 2	<b>24,81</b>	alle Rö 1	<b>26,38</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>27,41</b>	alle Rö 3	<b>28,61</b>	alle Rö 2	<b>25,37</b>	alle Rö 1	<b>26,19</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>23,68</b>	alle Rö 2	<b>26,25</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	<b>28,31</b>	alle Rö 3	<b>24,77</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	<b>22,06</b>
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 11: Veränderung des ML-NL-Winkels, distal-basale Hauptgruppe



Grafik 8: Veränderung des ML-NL-Winkels, distal-basale Hauptgruppe

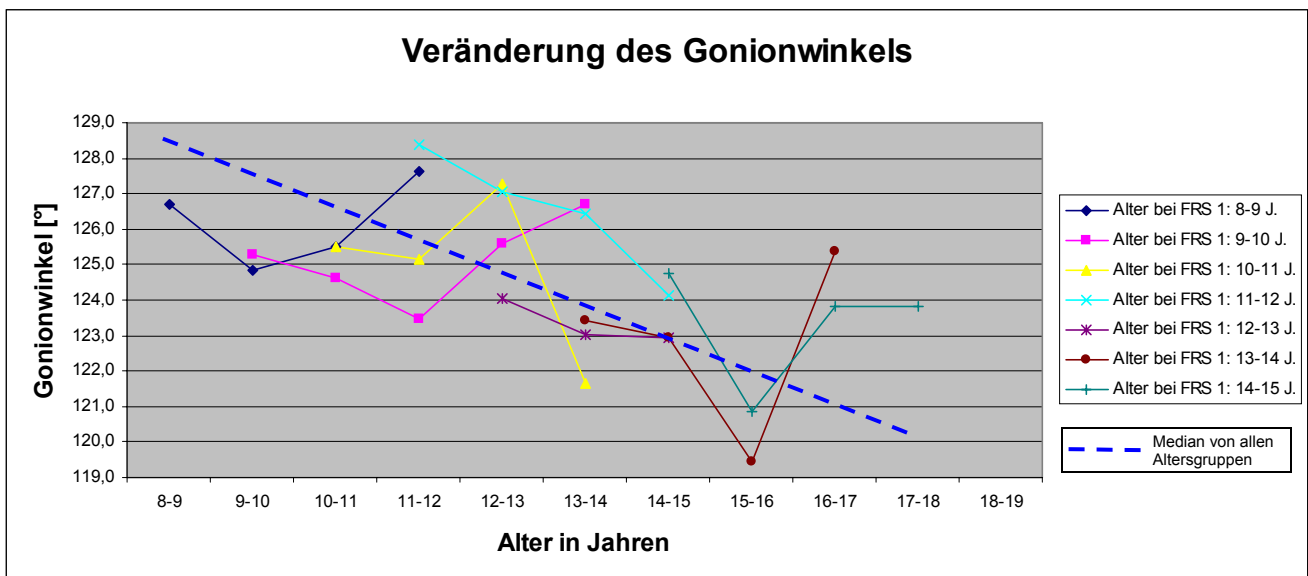
Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,4° / Jahr**

Während des gesamten Behandlungszeitraumes reduzierte sich der ML-NL-Winkel in allen Alterklassen geringfügig um insgesamt durchschnittlich 2° - 3° unabhängig vom Beginn der Behandlung. Eine etwas deutlichere Reaktion war im Alter zwischen dem 11. und 14. Lebensjahr festzustellen. Dies entsprach dem pubertärem Wachstumsspurt, in dem die größten skelettalen Veränderungen im Gesichtsschädelbereich aufgetreten waren. Auch hier rotierte der Unterkiefer geringfügig nach anterior. Eine Ausnahme bildete die Altersgruppe 1, in der keine wesentliche Änderung feststellbar war. Die letzten Werte der Altersgruppen 5 und 6 waren nur eingeschränkt verwertbar, da in diesen Gruppen nur noch eine reduzierte Anzahl an vierten und fünften FRS-Aufnahmen zur Auswertung zur Verfügung standen. Ließ man diese Werte außer Acht, konnte eine durchschnittliche Abnahme des ML-NL-Winkels von 0,4° pro Jahr beobachtet werden.

#### 4.1.1.2.4 Gonionwinkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	126,70												
9-10	alle Rö 2	124,86	alle Rö 1	125,28										
10-11	alle Rö 3	125,50	alle Rö 2	124,63	alle Rö 1	125,51								
11-12	alle Rö 4	127,61	alle Rö 3	123,47	alle Rö 2	125,16	alle Rö 1	128,37						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	125,59	alle Rö 3	127,29	alle Rö 2	127,07	alle Rö 1	124,07				
13-14			alle Rö 5	126,70	alle Rö 4	121,66	alle Rö 3	126,45	alle Rö 2	123,04	alle Rö 1	123,44		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	124,11	alle Rö 3	122,95	alle Rö 2	122,94	alle Rö 1	124,75
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	119,43	alle Rö 2	120,86
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	125,35	alle Rö 3	123,82
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	123,84
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 12: Veränderung des Gonionwinkels, distal-basale Hauptgruppe



Grafik 9: Veränderung des Gonionwinkels, distal-basale Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,9° / Jahr**

Der Gonionwinkel schwankte in allen Altersgruppen um einen Wert, der von Altersgruppe 1 zu Altersgruppe 7 von anfänglich 126,5° auf 122,0° abnahm. Daraus konnte man eine anteriore Rotation der Mandibula bei zunehmendem Alter erkennen. Da innerhalb der einzelnen Altersgruppen dieser Trend nicht so deutlich ausfiel, konnte diese Wachstumsrichtung nicht auf eine Beeinflussung durch die kieferorthopädische Behandlung, sondern auf die natürliche Rotation der Mandibula nach anterior zurückgeführt werden.

#### 4.1.1.2.5 Fazialachse

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>88,09</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>87,15</b>	alle Rö 1	<b>86,42</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>87,66</b>	alle Rö 2	<b>85,81</b>	alle Rö 1	<b>88,42</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>88,30</b>	alle Rö 3	<b>84,87</b>	alle Rö 2	<b>88,10</b>	alle Rö 1	<b>85,68</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>88,62</b>	alle Rö 3	<b>87,47</b>	alle Rö 2	<b>86,35</b>	alle Rö 1	<b>86,69</b>				
13-14			alle Rö 5	<b>91,16</b>	alle Rö 4	<b>87,20</b>	alle Rö 3	<b>86,84</b>	alle Rö 2	<b>87,69</b>	alle Rö 1	<b>88,68</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>86,43</b>	alle Rö 3	<b>84,06</b>	alle Rö 2	<b>87,72</b>	alle Rö 1	<b>86,40</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>90,26</b>	alle Rö 2	<b>86,01</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	<b>86,12</b>	alle Rö 3	<b>87,61</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	<b>90,17</b>
18-19													alle Rö 5	

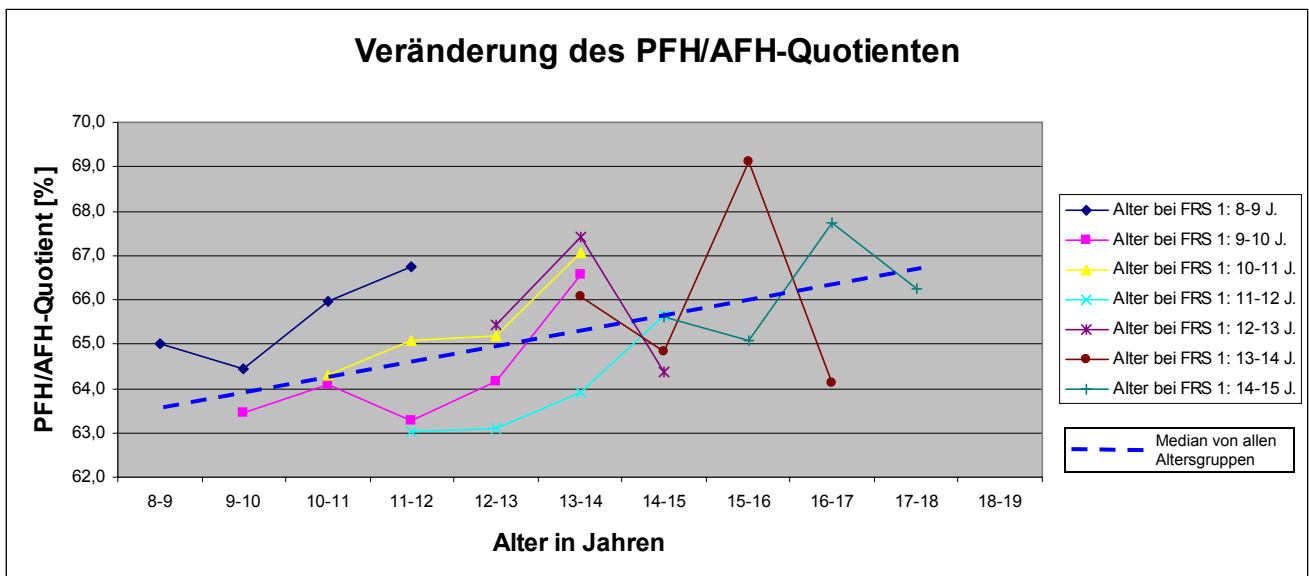
Tabelle 13: Veränderung der Fazialachse, distal-basale Hauptgruppe

Eine deutliche Veränderung der Fazialachse fand nicht statt. Die Werte schwankten in allen Altersgruppen sehr stark um einen Durchschnittswert von 87,2°. Eine einheitliche Wachstumsrichtung war nicht festzustellen. Mit durchschnittlich 87,2° lag eine geringe Tendenz zur Hyperdivergenz, d.h. zu vertikalem Wachstum vor.

#### 4.1.1.2.6 PFH/AFH-Quotient

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>65,00</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>64,44</b>	alle Rö 1	<b>63,47</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>65,96</b>	alle Rö 2	<b>64,10</b>	alle Rö 1	<b>64,29</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>66,73</b>	alle Rö 3	<b>63,29</b>	alle Rö 2	<b>65,08</b>	alle Rö 1	<b>63,04</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>64,16</b>	alle Rö 3	<b>65,20</b>	alle Rö 2	<b>63,10</b>	alle Rö 1	<b>65,45</b>				
13-14			alle Rö 5	<b>66,56</b>	alle Rö 4	<b>67,06</b>	alle Rö 3	<b>63,92</b>	alle Rö 2	<b>67,43</b>	alle Rö 1	<b>66,07</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>65,64</b>	alle Rö 3	<b>64,37</b>	alle Rö 2	<b>64,84</b>	alle Rö 1	<b>65,61</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>69,10</b>	alle Rö 2	<b>65,09</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4	<b>64,11</b>	alle Rö 3	<b>67,74</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	<b>66,25</b>
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 14: Veränderung des PFH/AFH-Quotienten, distal-basale Hauptgruppe



Grafik 10: Veränderung des PFH/AFH-Quotienten, distal-basale Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,3 % / Jahr**

Der Quotient PFH/AFH veränderte sich in allen Altersgruppen nur gering. Die deutlichsten Veränderungen fanden im Zeitraum zwischen 11 und 14 Jahren statt. Dort lag die jährliche Zunahme des Quotienten bei durchschnittlich 1,5 % pro Jahr. Dies war in allen Altersgruppen in diesem Zeitintervall feststellbar. D.h. auch hier war eine wachstumsabhängige aber nicht zwingend behandlungsabhängige Veränderung der Gesichtsproportionen zu beobachten. Die Tendenz ging in Richtung eines mehr horizontalen Wachstums. Im Median konnte eine durchschnittliche Zunahme um 0,3 % pro Jahr nachgewiesen werden.

#### 4.1.2 Neutral-basale Hauptgruppe (ANB-Winkel $> 0^\circ$ und $\leq 4^\circ$ , Hauptgruppe 2)

##### 4.1.2.1 Sagittale Strukturmerkmale

#### 4.1.2.1.1 SNA-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>78,03</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>77,59</b>	alle Rö 1	<b>79,87</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>79,37</b>	alle Rö 2	<b>80,85</b>	alle Rö 1	<b>80,33</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>78,77</b>	alle Rö 3	<b>80,07</b>	alle Rö 2	<b>79,85</b>	alle Rö 1	<b>79,33</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>80,47</b>	alle Rö 3	<b>80,25</b>	alle Rö 2	<b>78,83</b>	alle Rö 1	<b>79,37</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	<b>79,56</b>	alle Rö 3	<b>80,64</b>	alle Rö 2	<b>78,99</b>	alle Rö 1	<b>80,23</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>85,44</b>	alle Rö 3	<b>79,59</b>	alle Rö 2	<b>79,91</b>	alle Rö 1	<b>79,94</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>80,02</b>	alle Rö 3	<b>81,05</b>	alle Rö 2	<b>81,36</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>79,38</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

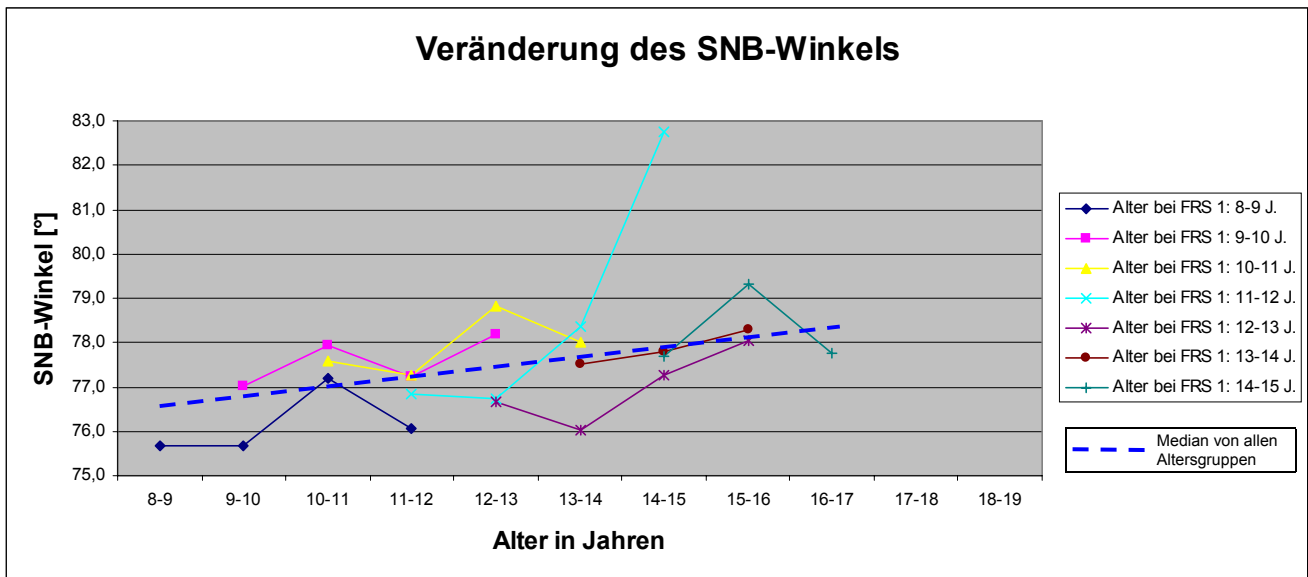
Tabelle 15: Veränderung des SNA-Winkels, neutral-basale Hauptgruppe

Der SNA-Winkel schwankte in den Altersgruppen 2 bis 7 um einen durchschnittlichen Wert von  $79,5^\circ - 80,0^\circ$ . Innerhalb der einzelnen Altersgruppen konnte kaum eine Veränderung festgestellt werden. In der Altersgruppe 1 lagen die durchschnittlichen Werte bei  $78^\circ$ . In dieser Altersgruppe bestand also eine Tendenz zur maxillären Retrognathie, die so deutlich in den anderen Gruppen nicht zu finden war. Die Altersgruppen 2 bis 7 lagen mit ihren Durchschnittswerten im Bereich der orthognathen Maxilla. In den einzelnen Altersgruppen war keine deutliche Veränderung und somit kein entscheidendes Wachstum bzw. eine Hemmung des Wachstums zu beobachten.

#### 4.1.2.1.2 SNB-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>75,66</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>75,66</b>	alle Rö 1	<b>77,00</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>77,20</b>	alle Rö 2	<b>77,95</b>	alle Rö 1	<b>77,57</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>76,06</b>	alle Rö 3	<b>77,25</b>	alle Rö 2	<b>77,26</b>	alle Rö 1	<b>76,85</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>78,19</b>	alle Rö 3	<b>78,81</b>	alle Rö 2	<b>76,75</b>	alle Rö 1	<b>76,67</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	<b>78,00</b>	alle Rö 3	<b>78,36</b>	alle Rö 2	<b>76,02</b>	alle Rö 1	<b>77,51</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>82,75</b>	alle Rö 3	<b>77,27</b>	alle Rö 2	<b>77,79</b>	alle Rö 1	<b>77,70</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>78,04</b>	alle Rö 3	<b>78,28</b>	alle Rö 2	<b>79,31</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>77,77</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 16: Veränderung des SNB-Winkels, neutral-basale Hauptgruppe



Grafik 11: Veränderung des SNB-Winkels, neutral-basale Hauptgruppe

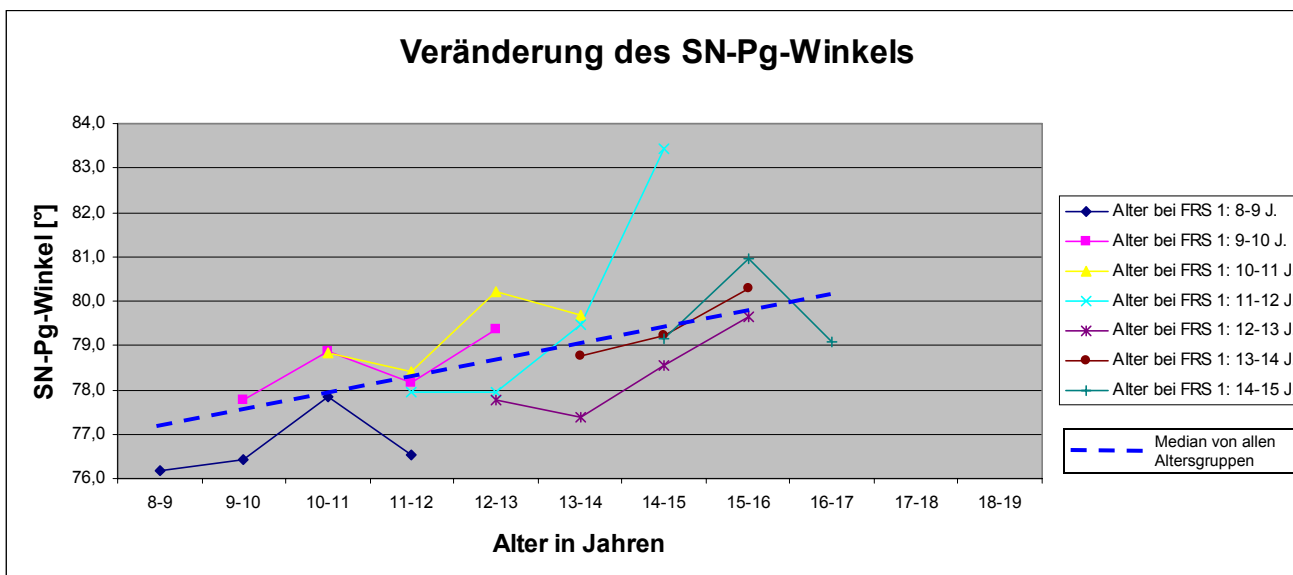
Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,2° / Jahr**

Bei dem SNB-Winkel konnte in allen Altersgruppen eine geringe Zunahme verzeichnet werden. Der Winkel nahm von anfänglich durchschnittlich 77° auf 79° innerhalb von 2 bis 3 Jahren zu; die jährliche Zuwachsrates betrug durchschnittlich etwa 0,6° pro Jahr in jeder einzelnen Altersgruppe. Besonders deutlich wurde dies zwischen dem 12. und 15. Lebensjahr. Dies entsprach der Wachstumsperiode, in der sich das Kieferwachstum besonders gut steuern und beeinflussen ließ. Der Median repräsentierte hierbei die generelle Wachstumsrichtung aller Altersgruppen. Hier lag die jährliche Zunahme bei 0,2°.

#### 4.1.2.1.3 SN-Pg-Winkel

Alter	FRS 1 AG 1		FRS 1 AG 2		FRS 1 AG 3		FRS 1 AG 4		FRS 1 AG 5		FRS 1 AG 6		FRS 1 AG 7	
	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>76,19</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>76,44</b>	alle Rö 1	<b>77,77</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>77,83</b>	alle Rö 2	<b>78,87</b>	alle Rö 1	<b>78,84</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>76,52</b>	alle Rö 3	<b>78,17</b>	alle Rö 2	<b>78,41</b>	alle Rö 1	<b>77,94</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>79,35</b>	alle Rö 3	<b>80,22</b>	alle Rö 2	<b>77,95</b>	alle Rö 1	<b>77,78</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	<b>79,67</b>	alle Rö 3	<b>79,46</b>	alle Rö 2	<b>77,37</b>	alle Rö 1	<b>78,75</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>83,42</b>	alle Rö 3	<b>78,54</b>	alle Rö 2	<b>79,22</b>	alle Rö 1	<b>79,15</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>79,66</b>	alle Rö 3	<b>80,30</b>	alle Rö 2	<b>80,95</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>79,09</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 17: Veränderung des SN-Pg-Winkels, neutral-basale Hauptgruppe



Grafik 12: Veränderung des SN-Pg-Winkels, neutral-basale Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,4° / Jahr**

Parallel zur Entwicklung des SNB-Winkels lief die des SN-Pg-Winkels. Der absolute Betrag war um 1° höher als bei dem SNB-Winkel. Auch hier fand sich eine Wachstumsphase während des pubertären Wachstumsschubes. Ebenso konnte eine eindeutige Wachstumsrichtung – dargestellt durch den grau gestrichelten Median – festgestellt werden.

#### 4.1.2.1.4 ANB-Winkel

Alter	FRS 1 AG 1		FRS 1 AG 2		FRS 1 AG 3		FRS 1 AG 4		FRS 1 AG 5		FRS 1 AG 6		FRS 1 AG 7	
	alle Rö	MW	alle Rö	MW	alle Rö	MW	alle Rö	MW	alle Rö	MW	alle Rö	MW	alle Rö	MW
8-9	alle Rö 1	2,36												
9-10	alle Rö 2	1,95	alle Rö 1	2,88										
10-11	alle Rö 3	2,17	alle Rö 2	2,90	alle Rö 1	2,77								
11-12	alle Rö 4	2,71	alle Rö 3	2,81	alle Rö 2	2,59	alle Rö 1	2,48						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	2,26	alle Rö 3	1,44	alle Rö 2	2,08	alle Rö 1	2,69				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	1,56	alle Rö 3	2,28	alle Rö 2	2,97	alle Rö 1	2,72		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	2,69	alle Rö 3	2,33	alle Rö 2	2,12	alle Rö 1	2,23
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	1,99	alle Rö 3	2,77	alle Rö 2	2,04
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	1,61
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 18: Veränderung des ANB-Winkels, neutral-basale Hauptgruppe

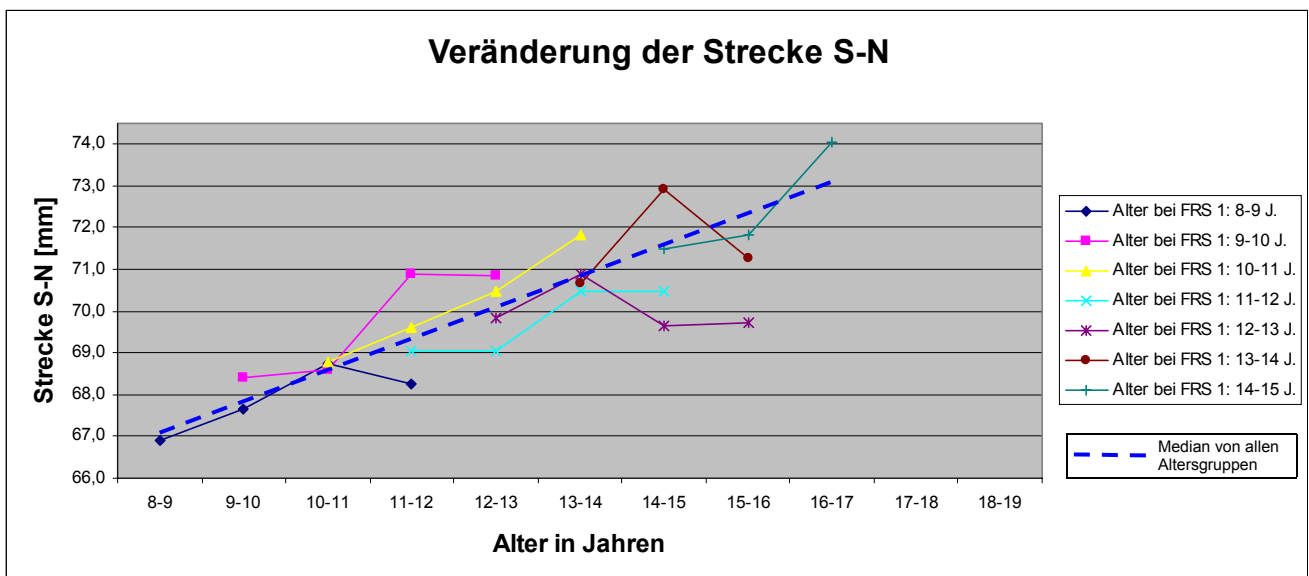


Die Anfangswerte der ANB-Winkel aller Altersgruppen lagen definitionsgemäß für diese hier vorliegende Hauptgruppe im Bereich der neutral-basalen Kieferrelation. In den Altersgruppen 1, 4 und 6 schwankte der durchschnittliche ANB-Wert zwischen 1,9° und 2,7°. In den Altersgruppen 2, 3, 5 und 7 konnte eine geringe Abnahme des ANB-Winkels um ca. 1° während der Gesamtbehandlungsdauer festgestellt werden, die zwischen dem 12. und 16. Lebensjahr stattfand. Insgesamt konnten keine extremen Änderungen des ANB-Winkels gefunden werden, da alle Winkelwerte im Bereich der neutral-basalen Kieferrelation blieben.

#### 4.1.2.1.5 Strecke S-N

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	66,90												
9-10	alle Rö 2	67,65	alle Rö 1	68,40										
10-11	alle Rö 3	68,75	alle Rö 2	68,60	alle Rö 1	68,78								
11-12	alle Rö 4	68,25	alle Rö 3	70,90	alle Rö 2	69,60	alle Rö 1	69,03						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	70,84	alle Rö 3	70,48	alle Rö 2	69,05	alle Rö 1	69,83				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	71,82	alle Rö 3	70,49	alle Rö 2	70,90	alle Rö 1	70,68		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	70,47	alle Rö 3	69,65	alle Rö 2	72,93	alle Rö 1	71,49
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	69,72	alle Rö 3	71,27	alle Rö 2	71,83
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	74,04
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 19: Veränderung der Strecke S-N, neutral-basale Hauptgruppe



Grafik 13: Veränderung der Strecke S-N, neutral-basale Hauptgruppe

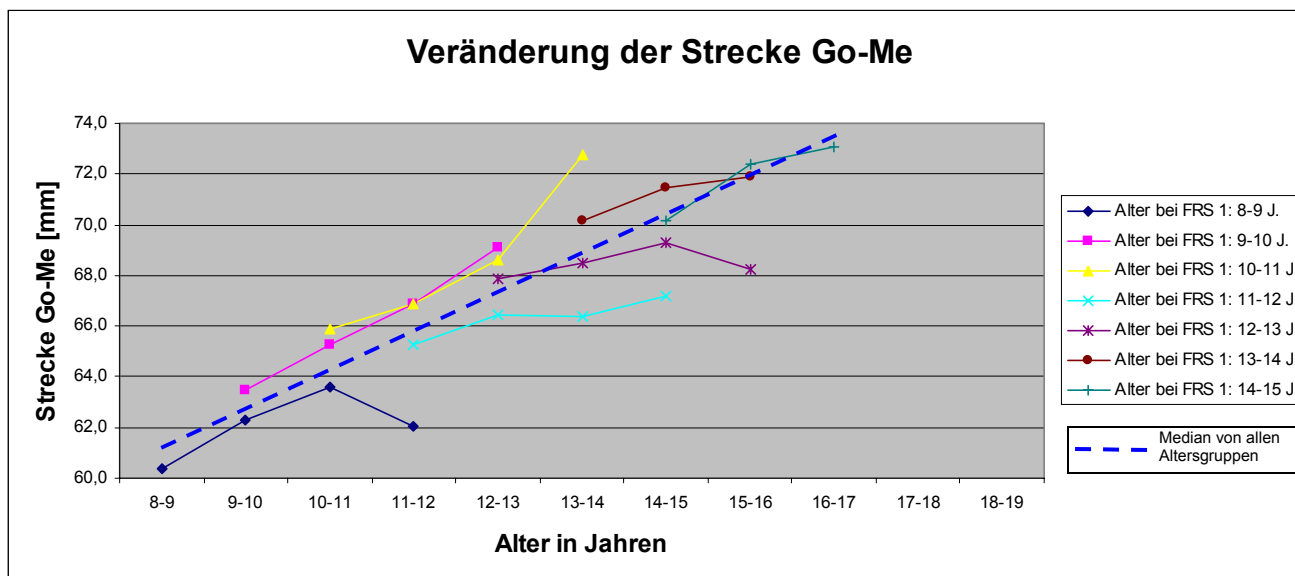
Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,7 mm / Jahr**

In allen Altersgruppen kam es zu einer deutlichen Streckenzunahme zwischen den Meßpunkten Sella und Nasion. Die durchschnittliche jährliche Zunahme lag bei 0,7 mm. Die Zunahme war in den Altersgruppen 1, 2, 3, 4 und 7 fast geradlinig, d.h. es konnte eine konstante jährliche Längenzunahme gemessen werden. In den Altersgruppen 5 und 6 war diese Entwicklung nicht so deutlich zu verzeichnen. Der Median spiegelte die Längenzunahme aller Altersgruppen wieder.

#### 4.1.2.1.6 Strecke Go-Me

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>60,40</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>62,28</b>	alle Rö 1	<b>63,50</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>63,58</b>	alle Rö 2	<b>65,28</b>	alle Rö 1	<b>65,87</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>62,08</b>	alle Rö 3	<b>66,87</b>	alle Rö 2	<b>66,89</b>	alle Rö 1	<b>65,26</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>69,12</b>	alle Rö 3	<b>68,62</b>	alle Rö 2	<b>66,47</b>	alle Rö 1	<b>67,85</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	<b>72,73</b>	alle Rö 3	<b>66,40</b>	alle Rö 2	<b>68,52</b>	alle Rö 1	<b>70,15</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>67,17</b>	alle Rö 3	<b>69,26</b>	alle Rö 2	<b>71,48</b>	alle Rö 1	<b>70,18</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>68,27</b>	alle Rö 3	<b>71,92</b>	alle Rö 2	<b>72,38</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>73,05</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 20: Veränderung der Strecke Go-Me, neutral-basale Hauptgruppe



Grafik 14: Veränderung der Strecke Go-Me, neutral-basale Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 1,5 mm / Jahr**

Die Strecke Go-Me vergrößerte sich linear in fast allen Altersgruppen. Dabei lag die Zunahme relativ konstant bei 1,5 mm pro Jahr. Ein besonderer Wachstumsschub während des pubertären Wachstumsspurtes war nicht zu verzeichnen. Die Strecke Go-Me wuchs etwas stärker als die Strecke S-N im selben Beobachtungszeitraum an. Lagen zunächst die anfänglichen Werte der Strecke S-N über denen der Strecke Go-Me, so drehte sich dieses Verhältnis zum Ende des Beobachtungszeitraumes (zwischen 15. und 16. Lebensjahr) um: Die Strecke Go-Me war nun geringfügig länger als die Strecke S-N. Das bedeutete, daß der Unterkiefer stärker, bzw. länger als die Schädelbasis wuchs und somit zur Entstehung eines geraden Gesichtspröfils beitrug.

#### 4.1.2.1.7 Fazialkonvexität

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
<b>8-9</b>	alle Rö 1	<b>1,65</b>												
<b>9-10</b>	alle Rö 2	<b>1,07</b>	alle Rö 1	<b>1,94</b>										
<b>10-11</b>	alle Rö 3	<b>1,53</b>	alle Rö 2	<b>1,85</b>	alle Rö 1	<b>1,42</b>								
<b>11-12</b>	alle Rö 4	<b>2,21</b>	alle Rö 3	<b>1,83</b>	alle Rö 2	<b>1,38</b>	alle Rö 1	<b>1,32</b>						
<b>12-13</b>	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>1,01</b>	alle Rö 3	<b>0,05</b>	alle Rö 2	<b>0,89</b>	alle Rö 1	<b>1,55</b>				
<b>13-14</b>			alle Rö 5		alle Rö 4	<b>-0,11</b>	alle Rö 3	<b>1,17</b>	alle Rö 2	<b>1,65</b>	alle Rö 1	<b>1,48</b>		
<b>14-15</b>					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>2,00</b>	alle Rö 3	<b>1,05</b>	alle Rö 2	<b>0,68</b>	alle Rö 1	<b>0,82</b>
<b>15-16</b>							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>0,37</b>	alle Rö 3	<b>0,78</b>	alle Rö 2	<b>0,45</b>
<b>16-17</b>									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>0,26</b>
<b>17-18</b>											alle Rö 5		alle Rö 4	
<b>18-19</b>													alle Rö 5	

Tabelle 21: Veränderung der Fazialkonvexität, neutral-basale Hauptgruppe

Während in den Altersgruppen 1 und 4 die Fazialkonvexität gering zunahm (1 mm in 3 Jahren), konnte in den übrigen 5 Altersgruppen eine deutlichere Abnahme der Fazialkonvexität (1,5 - 2 mm in 3 Jahren) beobachtet werden; m.a.W. die relative sagittale Position des Oberkiefers zur Fazialebene verkleinerte sich und die Lage des A-Punkt verlagerte sich weiter nach posterior. Die Werte lagen alle im Bereich der orthognathen Maxilla. Eine einheitliche Wachstumsrichtung war somit nicht festzustellen.

#### 4.1.2.2 Vertikale Strukturmerkmale

##### 4.1.2.2.1 NL-NSL-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	7,10												
9-10	alle Rö 2	7,38	alle Rö 1	6,30										
10-11	alle Rö 3	5,35	alle Rö 2	5,43	alle Rö 1	6,51								
11-12	alle Rö 4	7,78	alle Rö 3	6,63	alle Rö 2	7,08	alle Rö 1	6,71						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	8,29	alle Rö 3	7,08	alle Rö 2	6,40	alle Rö 1	7,51				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	5,79	alle Rö 3	6,18	alle Rö 2	8,60	alle Rö 1	6,05		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	3,02	alle Rö 3	6,89	alle Rö 2	6,59	alle Rö 1	7,64
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	6,63	alle Rö 3	7,90	alle Rö 2	7,54
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	6,83
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

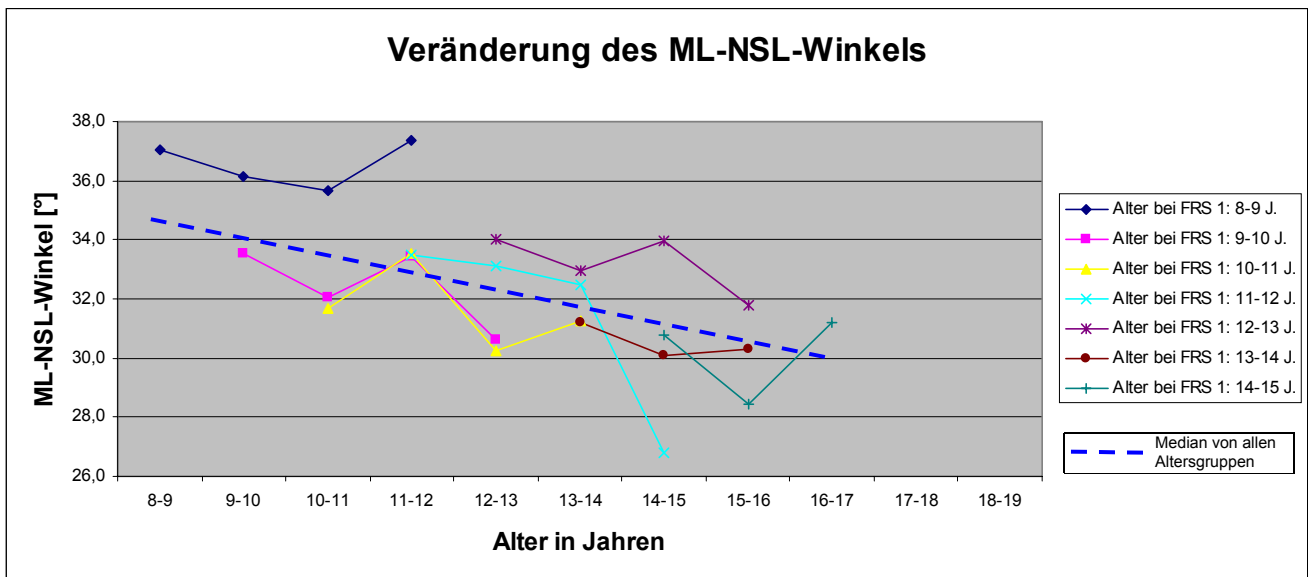
Tabelle 22: Veränderung des NL-NSL-Winkels, neutral-basale Hauptgruppe

In allen Altersgruppen war eine sehr uneinheitliche Entwicklung festzustellen. Der NL-NSL-Winkel schwankte stark zwischen den Werten 5,3° und 8,6°. Der letzte Wert in der Altersgruppe 4 stellte mit seinem Wert von 3,0° eine Ausnahme dar. Mit einem mittleren NL-NSL-Winkel von 7,0° war eine durchschnittlich neutrale Neigung des Oberkiefers zur anterioren Schädelbasis zu registrieren.

##### 4.1.2.2.2 ML-NSL-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	37,07												
9-10	alle Rö 2	36,15	alle Rö 1	33,56										
10-11	alle Rö 3	35,65	alle Rö 2	32,07	alle Rö 1	31,70								
11-12	alle Rö 4	37,38	alle Rö 3	33,46	alle Rö 2	33,54	alle Rö 1	33,50						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	30,63	alle Rö 3	30,25	alle Rö 2	33,14	alle Rö 1	34,03				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	31,25	alle Rö 3	32,47	alle Rö 2	32,97	alle Rö 1	31,20		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	26,79	alle Rö 3	33,99	alle Rö 2	30,08	alle Rö 1	30,77
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	31,78	alle Rö 3	30,28	alle Rö 2	28,45
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	31,21
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 23: Veränderung des ML-NSL-Winkels, neutral-basale Hauptgruppe



Grafik 15: Veränderung des ML-NSL-Winkels, neutral-basale Hauptgruppe

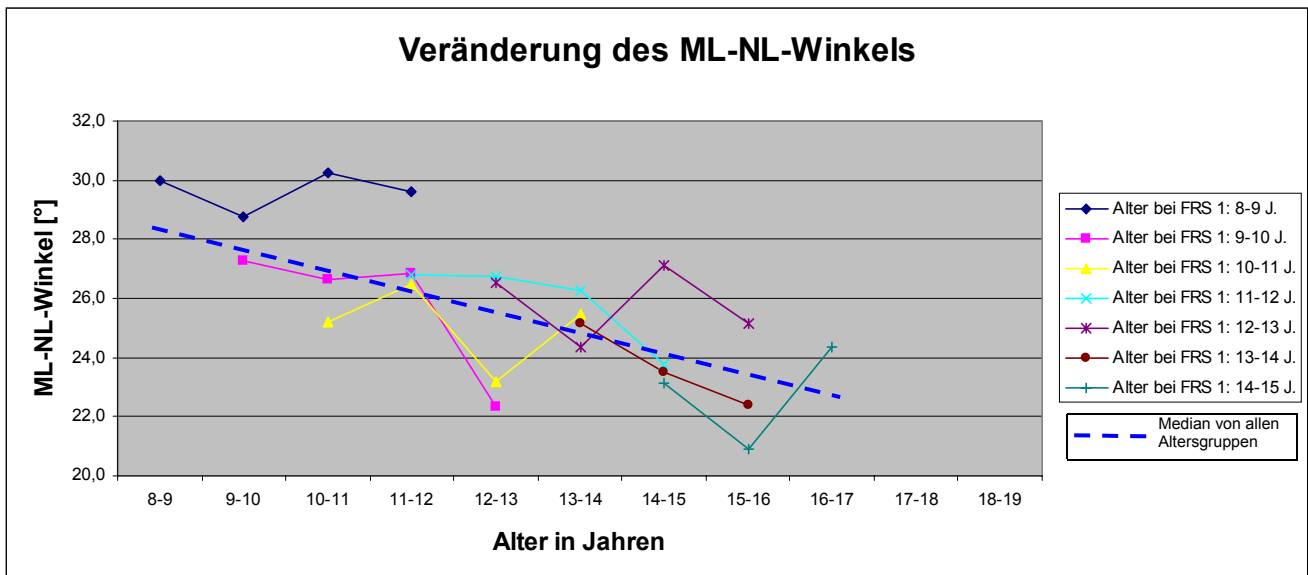
Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,6° / Jahr**

Eine ausgeprägte Veränderung des ML-NSL-Winkels fand nicht statt. Der Winkel variierte zwischen den Werten 26,8° und 34,0°, wobei eine geringe Tendenz zur Abnahme des ML-NSL-Winkels zu verzeichnen war (0,6° pro Jahr). Die anteriore Neigung der Unterkieferbasis zur Schädelbasis nahm also geringfügig zu. Dieser Trend war vor allem in den Altersgruppen 2 bis 6 zu verzeichnen. In der Altersgruppe 1 lagen die durchschnittlichen Meßwerte zwischen 35,7° und 37,4° deutlich höher (um 2° - 4°) als in den übrigen Altersgruppen. Hierbei handelte es sich um eine geringe posteriore Rotation der Unterkieferbasis. In der Altersgruppe 7 wurden keine wesentlichen Veränderungen gefunden, da der größte Teil des Gesichtsschädelwachstums bereits abgelaufen ist.

#### 4.1.2.2.3 ML-NL-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	29,97												
9-10	alle Rö 2	28,77	alle Rö 1	27,26										
10-11	alle Rö 3	30,27	alle Rö 2	26,65	alle Rö 1	25,18								
11-12	alle Rö 4	29,60	alle Rö 3	26,83	alle Rö 2	26,46	alle Rö 1	26,79						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	22,32	alle Rö 3	23,17	alle Rö 2	26,74	alle Rö 1	26,52				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	25,46	alle Rö 3	26,29	alle Rö 2	24,37	alle Rö 1	25,15		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	23,77	alle Rö 3	27,10	alle Rö 2	23,50	alle Rö 1	23,14
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	25,15	alle Rö 3	22,38	alle Rö 2	20,91
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	24,38
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 24: Veränderung des ML-NL-Winkels, neutral-basale Hauptgruppe



Grafik 16: Veränderung des ML-NL-Winkels, neutral-basale Hauptgruppe

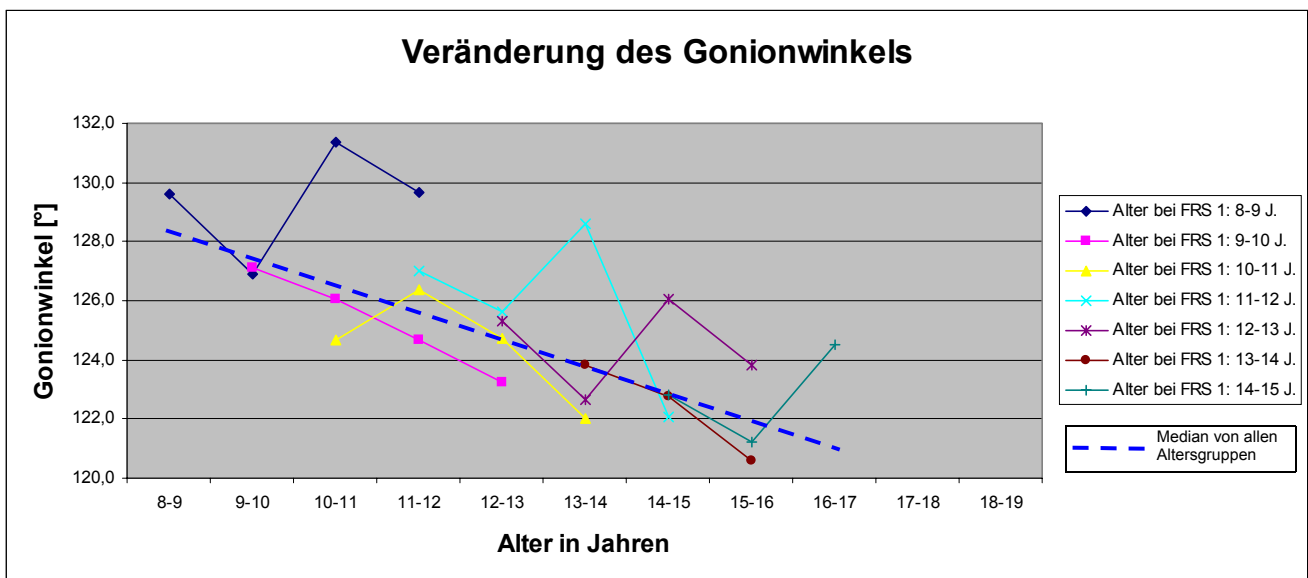
Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,7° / Jahr**

Ähnlich wie beim ML-NSL-Winkel lagen die Durchschnittswerte in der Altersgruppe 1 deutlich höher (um 2° - 4°) als die der übrigen Altersgruppen. Die Durchschnittswerte der Altersgruppen 2 bis 7 befanden sich alle zwischen 21,0° und 27,3°. Eine geringe Abnahme des ML-NL-Winkels konnte gemessen werden. Die durchschnittliche Abnahme des Winkels betrug 0,7° pro Jahr.

#### 4.1.2.2.4 Gonionwinkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	129,60												
9-10	alle Rö 2	126,91	alle Rö 1	127,10										
10-11	alle Rö 3	131,37	alle Rö 2	126,04	alle Rö 1	124,66								
11-12	alle Rö 4	129,65	alle Rö 3	124,66	alle Rö 2	126,36	alle Rö 1	127,01						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	123,23	alle Rö 3	124,73	alle Rö 2	125,64	alle Rö 1	125,30				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	122,04	alle Rö 3	128,58	alle Rö 2	122,65	alle Rö 1	123,80		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	122,08	alle Rö 3	126,06	alle Rö 2	122,78	alle Rö 1	122,83
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	123,80	alle Rö 3	120,58	alle Rö 2	121,24
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	124,52
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 25: Veränderung des Gonionwinkels, neutral-basale Hauptgruppe



Grafik 17: Veränderung des Gonionwinkels, neutral-basale Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,9° / Jahr**

In den Altersgruppen 2, 3 und 6 fiel eine weitestgehend konstante Abnahme des Gonionwinkels auf, der Unterkiefer rotierte also nach anterior. In der Altersgruppe 2 reduzierte sich der Winkel von anfänglich 127,1° auf 123,2° innerhalb einer Behandlungsdauer von 3 Jahren. In der Altersgruppe 3 nahm der Gonionwinkel von initial 124,7° auf 122,0° und in der Altersgruppe 6 von 123,8° auf 120,6° ab. In den Altersgruppen 1, 4, 5 und 7 ließ sich keine eindeutige Wachstumsrichtung finden. In diesen Gruppen schwankte der durchschnittliche Wert um einen für die Altersgruppen spezifischen Wert:

Altersgruppe 1: 129,0°; Altersgruppe 4: 125,5°; Altersgruppe 5: 124,3° und Altersgruppe 7: 123,1°. Allgemein ließ sich jedoch eine Tendenz zur Abnahme des Gonionwinkels bei zunehmendem Alter feststellen. Die durchschnittliche Abnahme pro Jahr betrug 0,9°.

#### 4.1.2.2.5 Fazialachse

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>88,07</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>88,35</b>	alle Rö 1	<b>89,23</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>88,14</b>	alle Rö 2	<b>90,01</b>	alle Rö 1	<b>89,28</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>83,82</b>	alle Rö 3	<b>88,65</b>	alle Rö 2	<b>89,60</b>	alle Rö 1	<b>89,36</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>90,69</b>	alle Rö 3	<b>91,37</b>	alle Rö 2	<b>88,82</b>	alle Rö 1	<b>88,98</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	<b>90,41</b>	alle Rö 3	<b>90,50</b>	alle Rö 2	<b>87,14</b>	alle Rö 1	<b>88,65</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>90,87</b>	alle Rö 3	<b>88,93</b>	alle Rö 2	<b>88,83</b>	alle Rö 1	<b>89,07</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>89,22</b>	alle Rö 3	<b>89,19</b>	alle Rö 2	<b>90,16</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>88,27</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 26: Veränderung der Fazialachse, neutral-basale Hauptgruppe

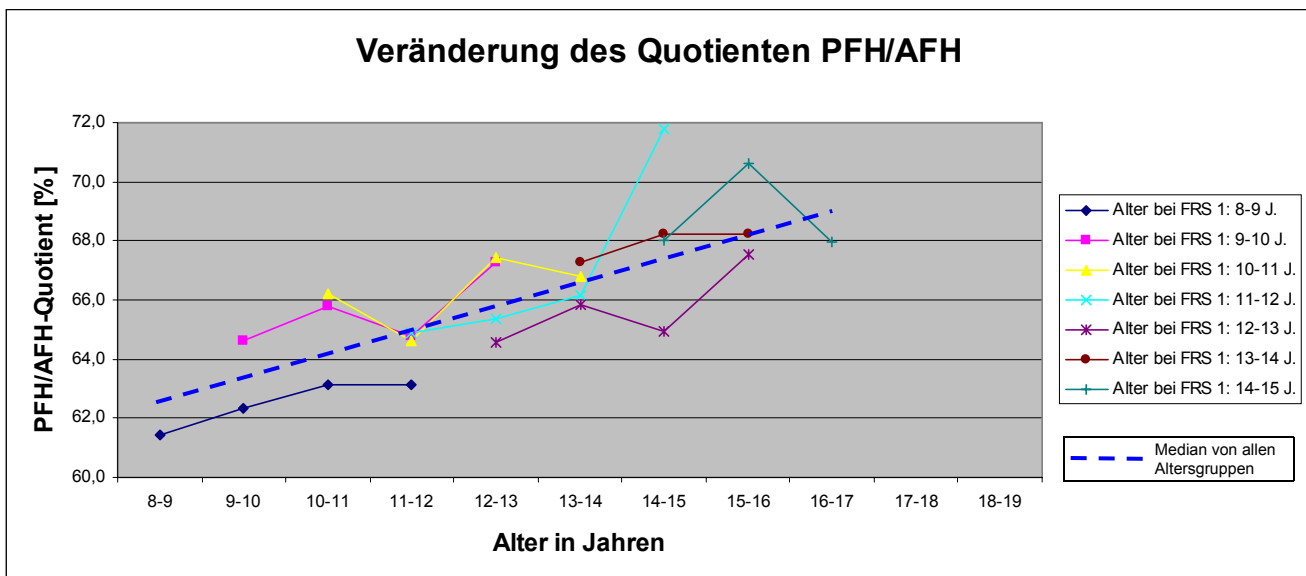
Eine deutliche Veränderung der Fazialachse fand nicht statt. Die Werte schwankten in allen Altersgruppen (Ausnahme Altersgruppe 1) stark um einen Durchschnittswert von 89,3°. Eine einheitliche Wachstumsrichtungsänderung war nicht festzustellen. Eine Ausnahme bildete die Altersgruppe 1, in der es zu einer ausgeprägten Abnahme des Winkel-Wertes von 88,0° auf 83,8° kam. Hier lag ein deutliches dolichofaziales Wachstum vor.

#### 4.1.2.2.6 PFH/AFH-Quotient

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>61,44</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>62,33</b>	alle Rö 1	<b>64,60</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>63,12</b>	alle Rö 2	<b>65,80</b>	alle Rö 1	<b>66,20</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>63,12</b>	alle Rö 3	<b>64,78</b>	alle Rö 2	<b>64,60</b>	alle Rö 1	<b>64,87</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>67,30</b>	alle Rö 3	<b>67,41</b>	alle Rö 2	<b>65,38</b>	alle Rö 1	<b>64,56</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4	<b>66,81</b>	alle Rö 3	<b>66,14</b>	alle Rö 2	<b>65,86</b>	alle Rö 1	<b>67,29</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>71,80</b>	alle Rö 3	<b>64,95</b>	alle Rö 2	<b>68,24</b>	alle Rö 1	<b>68,02</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>67,54</b>	alle Rö 3	<b>68,21</b>	alle Rö 2	<b>70,60</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>67,96</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 27: Veränderung des Quotienten PFH/AFH, neutral-basale Hauptgruppe





Grafik 18: Veränderung des Quotienten PFH/AFH, neutral-basale Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,8% / Jahr**

Der Quotient PFH/AFH nahm in fast allen Altersgruppen (Ausnahme Altersgruppe 7) gering zu. Die durchschnittliche Zunahme belief sich auf 0,8 % pro Jahr. Bis zum Alter von 12 Jahren fanden die Veränderungen des Wachstums langsamer statt, als in den darauffolgenden Jahren von 12 bis 16 Jahren. Mit Ausnahme der Altersgruppe 1 lag in den übrigen Altersgruppen eine eher horizontale (brachyfaziale) Wachstumsrichtung vor. In der Altersgruppe 1 lag ein neutraler Wachstumstyp vor. Ähnlich wie beim ML-NL- und beim Gonionwinkel konnte hier eine anteriore Rotationsrichtung des Unterkiefers verzeichnet werden.

#### 4.1.3 Mesial-basale Hauptgruppe (ANB-Winkel $\leq 0^\circ$ , keine Hauptgruppe, s.u.)

Die Fallzahlen der Patienten, die der mesial-basalen Gruppe in den einzelnen Altersgruppen zugeordnet werden konnten, ließen eine aussagekräftige

statistische Auswertung nicht zu. Aus diesem Grund wurde auf die statistische Auswertung der mesial-basalen Gruppe verzichtet.

## 4.2 Einteilung nach dem SNA-Winkel des ersten Röntgenbildes vor der Behandlung

### 4.2.1 Maxillär retrognathe Hauptgruppe (SNA-Winkel $\leq 79^\circ$ , Hauptgruppe 3)

#### 4.2.1.1 Sagittale Strukturmerkmale

##### 4.2.1.1.1 SNA-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>76,29</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>76,94</b>	alle Rö 1	<b>77,32</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>76,71</b>	alle Rö 2	<b>77,52</b>	alle Rö 1	<b>77,53</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>77,71</b>	alle Rö 3	<b>77,61</b>	alle Rö 2	<b>77,76</b>	alle Rö 1	<b>76,16</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>76,26</b>	alle Rö 3	<b>78,43</b>	alle Rö 2	<b>75,64</b>	alle Rö 1	<b>76,73</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>77,34</b>	alle Rö 2	<b>77,61</b>	alle Rö 1	<b>78,03</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>77,62</b>	alle Rö 2	<b>77,86</b>	alle Rö 1	<b>76,68</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>75,86</b>	alle Rö 3	<b>75,71</b>	alle Rö 2	<b>76,92</b>
16-17									alle Rö 5				alle Rö 3	<b>76,48</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 28: Veränderung des SNA-Winkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe

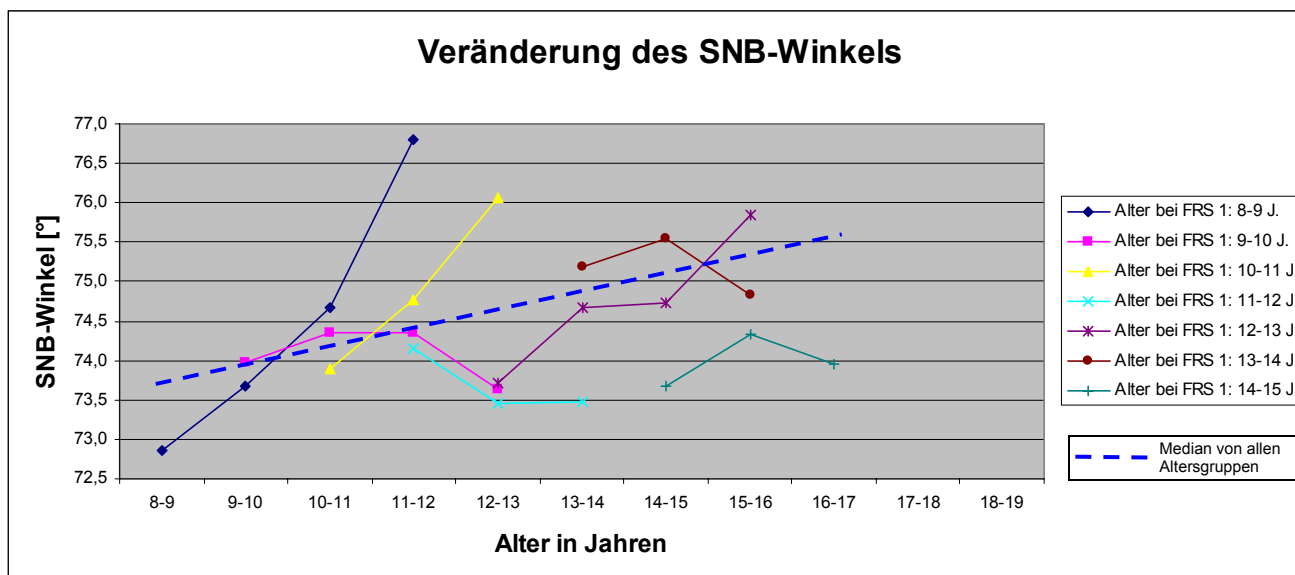
Allen Altersgruppen gemeinsam war der kleine SNA-Wert ( $\leq 79^\circ$ ) bei  $t_0$ , der das Einteilungskriterium für diese Hauptgruppe darstellte. In keiner der Altersgruppen wurde während der Behandlung dieser Grenzwert überschritten, d.h. alle Patienten, die zu Beginn der Behandlung eine Tendenz zur maxillären Retrognathie hatten, legten diese nicht ab. Die Entwicklung des SNA-Winkels in den einzelnen Altersgruppen stellte sich sehr unterschiedlich dar: In einigen Altersgruppen (1, 3 und 4) wurde eine Annäherung in Richtung einer

orthognathen Maxilla (SNA-Winkel wird größer) gefunden. In der Altersgruppe 1 stieg der SNA-Winkel von anfänglich 76,3° auf 77,7° innerhalb einer dreijährigen Behandlungsdauer. Ein ähnliches Wachstum fand in Altersgruppe 3 statt: SNA bei  $t_0$  77,5° und bei  $t_3$  nach 3 Jahren 78,5°. In Altersgruppe 4: von 76,1° bei  $t_0$  auf 77,3° bei  $t_2$ . In den Altersgruppen 2, 5 und 7 konnte keine einheitliche Wachstumsrichtung festgestellt werden. In der Altersgruppe 6 nahm der SNA-Winkel von anfänglich 78,0° auf 75,7° bei  $t_2$  ab.

#### 4.2.1.1.2 SNB-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>72,85</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>73,67</b>	alle Rö 1	<b>73,96</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>74,67</b>	alle Rö 2	<b>74,35</b>	alle Rö 1	<b>73,89</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>76,81</b>	alle Rö 3	<b>74,36</b>	alle Rö 2	<b>74,77</b>	alle Rö 1	<b>74,15</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>73,64</b>	alle Rö 3	<b>76,06</b>	alle Rö 2	<b>73,45</b>	alle Rö 1	<b>73,71</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>73,48</b>	alle Rö 2	<b>74,67</b>	alle Rö 1	<b>75,19</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>74,73</b>	alle Rö 2	<b>75,56</b>	alle Rö 1	<b>73,68</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>75,85</b>	alle Rö 3	<b>74,83</b>	alle Rö 2	<b>74,34</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>73,95</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 29: Veränderung des SNB-Winkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe



Grafik 19: Veränderung des SNB-Winkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe

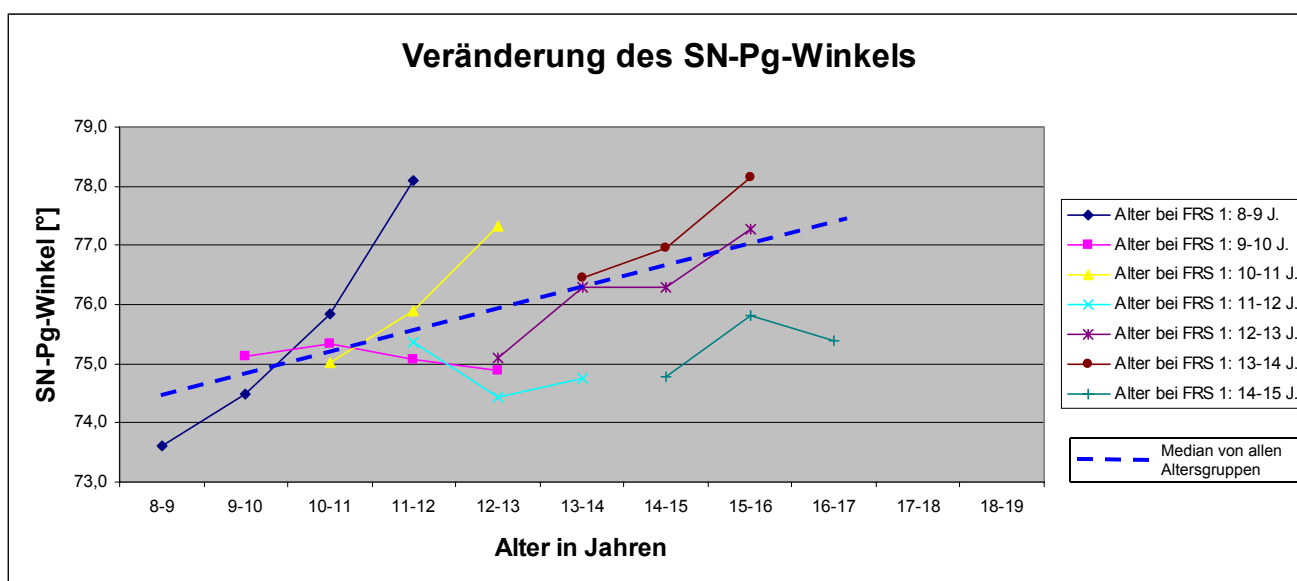
Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,25° / Jahr**

In den Altersgruppen 1, 3 und 5 vergrößerte sich der SNB-Winkel deutlich um durchschnittlich 1,5° pro Jahr. In den Altersgruppen 2, 4, 6 und 7 schwankte er um einen für die jeweilige Altersgruppe spezifischen Durchschnittswert. Dieser lag in Altersgruppe 2 bei 74,2°, in Altersgruppe 4 bei 73,7°, in Altersgruppe 6 bei 75,2° und in Altersgruppe 7 bei 74°. Allen Altersgruppen gemeinsam waren die relativ kleinen durchschnittlichen Winkel-Werte, die in den Bereich der Tendenz zur mandibulären Retrognathie fielen. Insgesamt erschien die Entwicklung des SNB-Winkels einheitlicher als die des SNA-Winkels. Der Median gab den allgemeinen Trend zur Vergrößerung des SNB-Winkels (0,25° pro Jahr) wieder.

#### 4.2.1.1.3 SN-Pg-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>73,61</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>74,50</b>	alle Rö 1	<b>75,12</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>75,83</b>	alle Rö 2	<b>75,34</b>	alle Rö 1	<b>75,01</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>78,11</b>	alle Rö 3	<b>75,08</b>	alle Rö 2	<b>75,89</b>	alle Rö 1	<b>75,35</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>74,89</b>	alle Rö 3	<b>77,34</b>	alle Rö 2	<b>74,44</b>	alle Rö 1	<b>75,09</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>74,74</b>	alle Rö 2	<b>76,28</b>	alle Rö 1	<b>76,46</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>76,29</b>	alle Rö 2	<b>76,95</b>	alle Rö 1	<b>74,79</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>77,27</b>	alle Rö 3	<b>78,16</b>	alle Rö 2	<b>75,80</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>75,40</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 30: Veränderung des SN-Pg-Winkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe



Grafik 20: Veränderung des SN-Pg-Winkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe

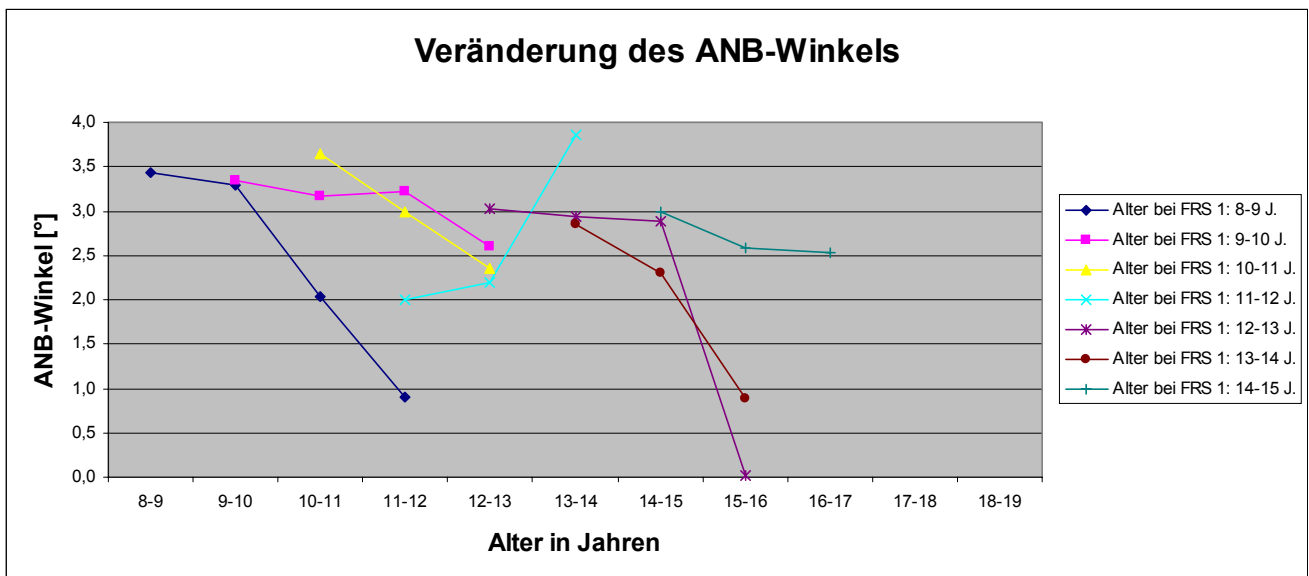
Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,4° / Jahr**

Da der SN-Pg-Winkel eng mit dem SNB-Winkel zusammenhängt, verlief die Entwicklung des SN-Pg-Winkels parallel zu der des SNB-Winkels: in den Altersgruppen 1, 3, 5 und 6 war eine deutliche Vergrößerung des SN-Pg-Winkels um durchschnittlich 1,5° pro Jahr zu erkennen. In den Altersgruppen 2, 4 und 7 fand keine wesentliche Veränderung statt. Hier blieben die Werte auf gleichem Niveau zwischen 74,4° und 75,8°. Beim Vergleich des SNB-Winkel mit dem SN-Pg-Winkel stellte sich heraus, daß der absolute Betrag des SN-Pg-Winkels um jeweils 1,0° - 1,5° größer ist als der der gleichen Altersgruppe bei dem SNB-Winkel. Dies ließ sich durch die unterschiedliche Lage des B- und Pg-Punktes am knöchernen Kinn erklären. Eine Ausnahme bildete die Altersgruppe 6, in der die Werte des SNB- und SN-Pg-Winkels sich nicht parallel zueinander (mit 1,0° - 1,5° Differenz) entwickelten. Ein Grund dafür konnte in der geringen Fallzahl zum Zeitpunkt t<sub>2</sub> der Altersgruppe 6 gesehen werden.

#### 4.2.1.1.4 ANB-Winkel

Alter	FRS 1 AG 1		FRS 1 AG 2		FRS 1 AG 3		FRS 1 AG 4		FRS 1 AG 5		FRS 1 AG 6		FRS 1 AG 7	
	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
<b>8-9</b>	alle Rö 1	<b>3,43</b>												
<b>9-10</b>	alle Rö 2	<b>3,28</b>	alle Rö 1	<b>3,35</b>										
<b>10-11</b>	alle Rö 3	<b>2,04</b>	alle Rö 2	<b>3,17</b>	alle Rö 1	<b>3,64</b>								
<b>11-12</b>	alle Rö 4	<b>0,90</b>	alle Rö 3	<b>3,23</b>	alle Rö 2	<b>2,98</b>	alle Rö 1	<b>2,00</b>						
<b>12-13</b>	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>2,60</b>	alle Rö 3	<b>2,36</b>	alle Rö 2	<b>2,19</b>	alle Rö 1	<b>3,02</b>				
<b>13-14</b>			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>3,86</b>	alle Rö 2	<b>2,94</b>	alle Rö 1	<b>2,85</b>		
<b>14-15</b>					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>2,89</b>	alle Rö 2	<b>2,30</b>	alle Rö 1	<b>3,00</b>
<b>15-16</b>							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>0,02</b>	alle Rö 3	<b>0,88</b>	alle Rö 2	<b>2,59</b>
<b>16-17</b>									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>2,53</b>
<b>17-18</b>											alle Rö 5		alle Rö 4	
<b>18-19</b>													alle Rö 5	

Tabelle 31: Veränderung des ANB-Winkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe



Grafik 21: Veränderung des ANB-Winkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe

Median in jeder Altersgruppe: **Abnahme um 0,8° / Jahr**

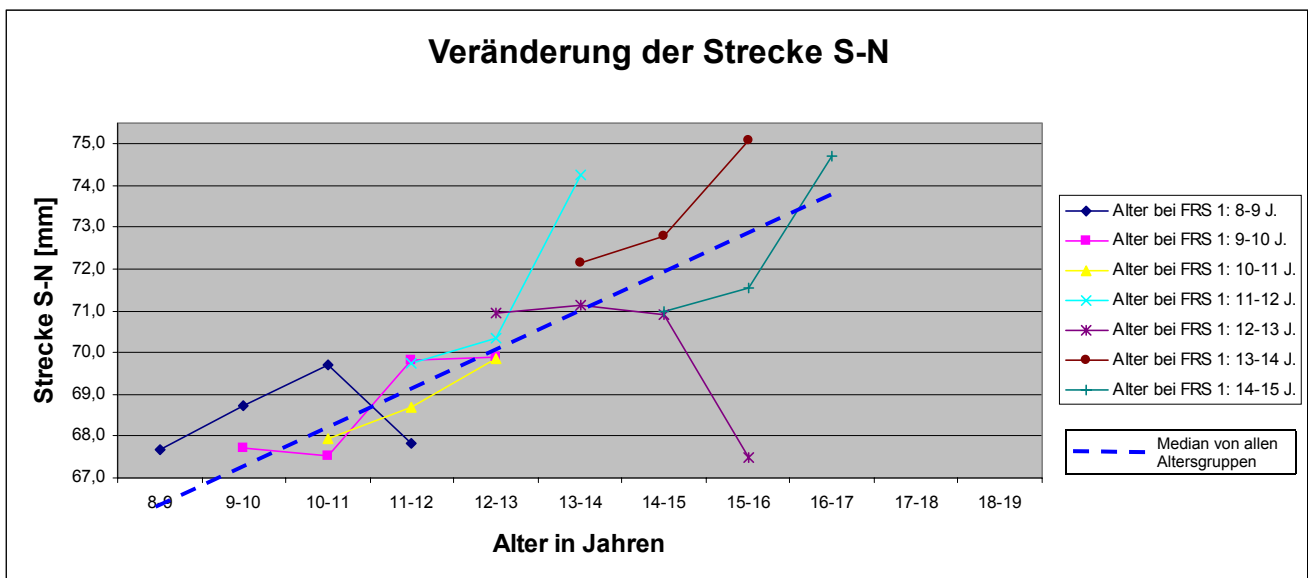
(Ausnahme Altersgruppe 4)

In allen Altersgruppen mit Ausnahme der Altersgruppe 4 kam es zu einer Abnahme des ANB-Winkels während des Behandlungszeitraumes von 3 - 4 Jahren. In den Altersgruppen 1, 3, 5 und 6 war die Reduktion besonders deutlich zu sehen. Hier lag die ANB-Winkel-Abnahme bei durchschnittlich 1,5° - 2,0° pro Jahr. In den Altersgruppen 2 und 7 fiel die Verringerung mit durchschnittlich 0,5° pro Jahr deutlich kleiner aus. Die Altersgruppe 4 stellte die einzige Gruppe dar, in der es zu einer deutlichen Zunahme des ANB-Winkels kam, d.h. es verstärkte sich die Tendenz zur distal-basalen Diskrepanz, während sich in den übrigen Altersgruppen (1, 2, 3, 5, 6, 7) eine Tendenz zur Harmonisierung der sagittalen Diskrepanz zeigte. Diese Ausnahme in der Altersgruppe 4 ließ sich durch die geringe Anzahl der FRS-Aufnahmen zum Zeitpunkt  $t_2$  erklären.

#### 4.2.1.1.5 Strecke S-N

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	67,67												
9-10	alle Rö 2	68,73	alle Rö 1	67,73										
10-11	alle Rö 3	69,73	alle Rö 2	67,51	alle Rö 1	67,95								
11-12	alle Rö 4	67,83	alle Rö 3	69,83	alle Rö 2	68,68	alle Rö 1	69,76						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	69,90	alle Rö 3	69,85	alle Rö 2	70,34	alle Rö 1	70,95				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	74,26	alle Rö 2	71,14	alle Rö 1	72,15		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	70,90	alle Rö 2	72,78	alle Rö 1	71,00
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	67,50	alle Rö 3	75,10	alle Rö 2	71,56
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	74,70
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 32: Veränderung der Strecke S-N, maxillär retrognathe Hauptgruppe



Grafik 22: Veränderung der Strecke S-N, maxillär retrognathe Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,9 mm / Jahr**

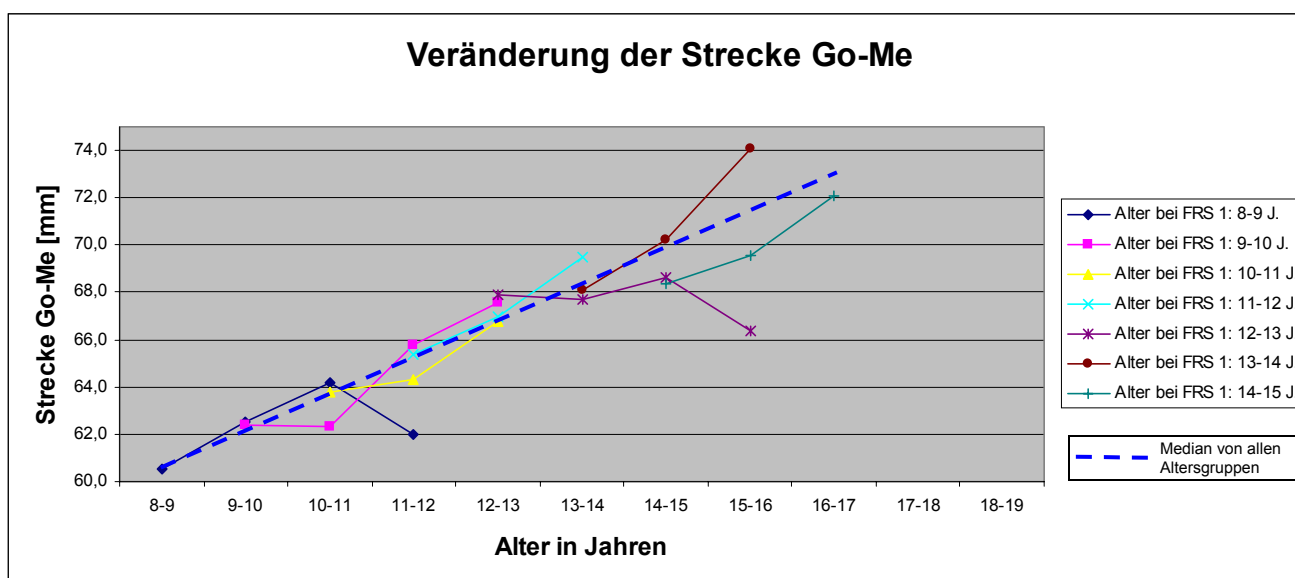
In den meisten Altersgruppen (2, 3, 4, 6 und 7) kam es zu einer deutlichen Längenzunahme zwischen den Meßpunkten Sella und Nasion. Die durchschnittliche Zunahme lag bei 1,2 mm pro Jahr. In zwei Altersgruppen (1 und 5) kam es nach anfänglichem Anstieg der Strecke S-N wieder zu einer Abnahme dieser Strecke im dritten Behandlungsjahr. Dies konnte auf die geringen Fallzahlen zum Zeitpunkt  $t_3$  zurückgeführt werden. Im Alter von 8 bis 10 Jahren betrug die Strecke S-N durchschnittlich 67,5 mm. Durch das fast kontinuierliche Wachstum der anterioren Schädelbasis maß die Strecke S-N

zwischen dem 13. und 15. Lebensjahr durchschnittlich 71,7 mm. Der grau gestrichelte Median repräsentierte die für alle Altersgruppen durchschnittliche jährliche Zunahme der Strecke S-N von 0,9 mm.

#### 4.2.1.1.6 Strecke Go-Me

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	60,55												
9-10	alle Rö 2	62,50	alle Rö 1	62,38										
10-11	alle Rö 3	64,18	alle Rö 2	62,30	alle Rö 1	63,76								
11-12	alle Rö 4	62,00	alle Rö 3	65,75	alle Rö 2	64,33	alle Rö 1	65,37						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	67,56	alle Rö 3	66,75	alle Rö 2	66,98	alle Rö 1	67,89				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	69,52	alle Rö 2	67,71	alle Rö 1	68,07		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	68,60	alle Rö 2	70,20	alle Rö 1	68,35
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	66,40	alle Rö 3	74,10	alle Rö 2	69,54
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	72,08
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 33: Veränderung der Strecke Go-Me, maxillär retrognathe Hauptgruppe



Grafik 23: Veränderung der Strecke Go-Me, maxillär retrognathe Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 1,6 mm / Jahr**

Die Strecke Go-Me vergrößerte sich linear in fast allen Altersgruppen (Ausnahme Altersgruppen 1 und 5). Dabei lag die Zunahme konstant bei 1,6 mm pro Jahr. Ein besonderer Wachstumsschub während des pubertären

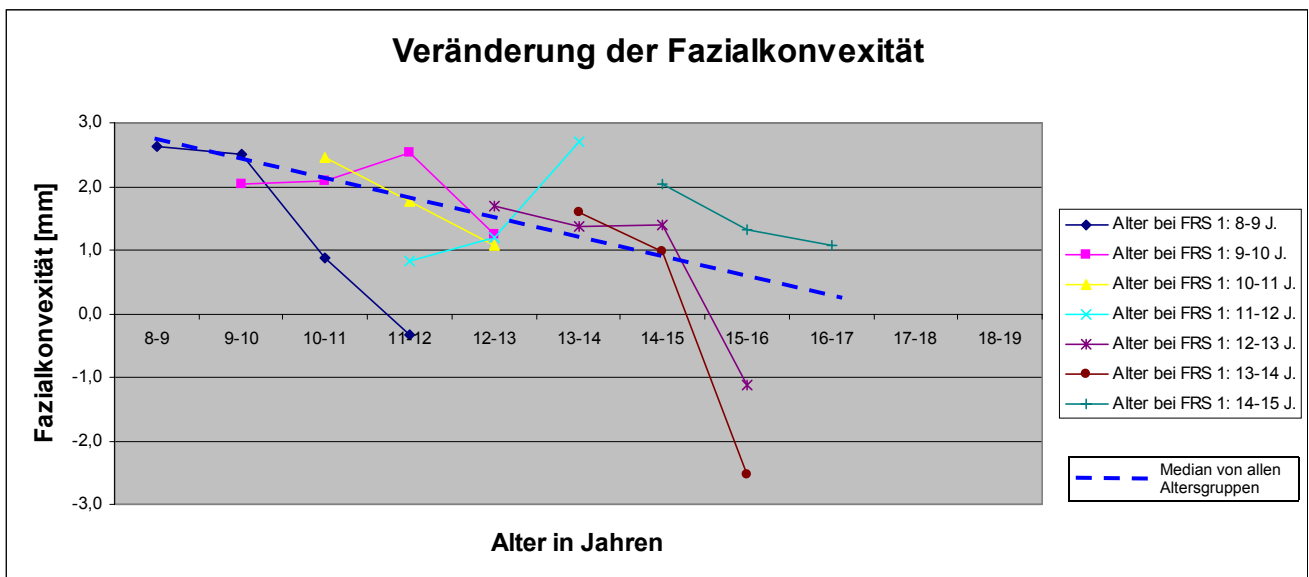


Wachstumsspurtes war nicht zu verzeichnen. Fast alle Werte verteilten sich entlang des Medians (siehe gestrichelter Median) von 60,5 mm (bei einem Alter von 8 bis 9 Jahren in der Altersgruppe 1 zum Zeitpunkt  $t_0$ ) bis 73,0 mm (bei einem Alter von 16 bis 17 Jahren). Gegen Ende der Behandlung (Alter 16 – 17 Jahre) hatte sich die Länge der Strecke Go-Me (73,0 mm im Median) an die der Strecke S-N (73,9 mm im Median) angenähert.

#### 4.2.1.1.7 Fazialkonvexität

Alter	FRS 1 AG 1		FRS 1 AG 2		FRS 1 AG 3		FRS 1 AG 4		FRS 1 AG 5		FRS 1 AG 6		FRS 1 AG 7	
	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	2,64												
9-10	alle Rö 2	2,51	alle Rö 1	2,03										
10-11	alle Rö 3	0,89	alle Rö 2	2,10	alle Rö 1	2,46								
11-12	alle Rö 4	-0,34	alle Rö 3	2,54	alle Rö 2	1,78	alle Rö 1	0,82						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	1,25	alle Rö 3	1,09	alle Rö 2	1,19	alle Rö 1	1,68				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	2,71	alle Rö 2	1,37	alle Rö 1	1,60		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	1,40	alle Rö 2	0,99	alle Rö 1	2,05
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	-1,13	alle Rö 3	-2,54	alle Rö 2	1,33
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	1,08
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 34: Veränderung der Fazialkonvexität, maxillär retrognathe Hauptgruppe



Grafik 24: Veränderung der Fazialkonvexität, maxillär retrognathe Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,3 mm / Jahr**

Während in der Altersgruppe 4 die Fazialkonvexität gering zunahm (2 mm in 2 Jahren), konnte in den übrigen 6 Altersgruppen eine unterschiedlich starke Abnahme der Fazialkonvexität beobachtet werden. In den Altersgruppen 1, 3, 5 und 6 war diese Entwicklung deutlich zu verzeichnen: durchschnittlich 2 mm pro Jahr. In den Altersgruppen 2 und 7 war diese Entwicklung nicht ganz so deutlich ausgeprägt. Die Reduktion der Fazialkonvexität bedeutete, daß sich die relative sagittale Position des Oberkiefers zur Fazialebene verkleinerte und sich die Lage des A-Punktes relativ zur Fazialebene weiter nach posterior verlagerte. Die negativen Werte in den Altersgruppen 1, 5 und 6 ließen auf eine maxilläre Retrognathie zum Zeitpunkt  $t_3$  schließen. Hier lag der A-Punkt dorsal der Fazialebene.

#### 4.2.1.2 Vertikale Strukturmerkmale

##### 4.2.1.2.1 NL-NSL-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	9,08												
9-10	alle Rö 2	9,28	alle Rö 1	8,55										
10-11	alle Rö 3	7,71	alle Rö 2	7,70	alle Rö 1	8,19								
11-12	alle Rö 4	8,63	alle Rö 3	10,49	alle Rö 2	8,17	alle Rö 1	8,79						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	10,74	alle Rö 3	8,54	alle Rö 2	9,12	alle Rö 1	8,65				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	8,41	alle Rö 2	8,81	alle Rö 1	6,34		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	6,89	alle Rö 2	7,29	alle Rö 1	7,69
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	11,53	alle Rö 3	8,53	alle Rö 2	8,21
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	7,56
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 35: Veränderung des NL-NSL-Winkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe

Die Entwicklung des NL-NSL-Winkels verlief in allen Altersgruppen uneinheitlich. Die Durchschnittswerte schwankten stark zwischen 6,9° und 9,3°. Ausnahmen stellten die Anfangs- und Endwerte der folgenden Altersgruppen dar: in Altersgruppe 2 betrug der durchschnittliche Wert zum Zeitpunkt  $t_3$  10,7°, in Altersgruppe 5 zum gleichen Zeitpunkt 11,5° und in Altersgruppe 6 zum Zeitpunkt  $t_0$  (Behandlungsbeginn) 6,3°. Alle Winkelwerte lagen im Bereich der

neutralen Oberkieferneigung in Relation zur anterioren Schädelbasis. Eine eindeutige Wachstumsrichtung konnte nicht festgestellt werden.

#### 4.2.1.2.2 ML-NSL-Winkel

Alter	FRS 1 AG 1		FRS 1 AG 2		FRS 1 AG 3		FRS 1 AG 4		FRS 1 AG 5		FRS 1 AG 6		FRS 1 AG 7	
	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>38,12</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>37,96</b>	alle Rö 1	<b>34,79</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>33,80</b>	alle Rö 2	<b>33,51</b>	alle Rö 1	<b>37,19</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>35,74</b>	alle Rö 3	<b>36,21</b>	alle Rö 2	<b>36,21</b>	alle Rö 1	<b>35,28</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>32,86</b>	alle Rö 3	<b>36,13</b>	alle Rö 2	<b>38,00</b>	alle Rö 1	<b>37,42</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>36,71</b>	alle Rö 2	<b>33,31</b>	alle Rö 1	<b>33,68</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>37,61</b>	alle Rö 2	<b>33,84</b>	alle Rö 1	<b>35,25</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>37,73</b>	alle Rö 3	<b>30,42</b>	alle Rö 2	<b>35,08</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>35,61</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 36: Veränderung des ML-NSL-Winkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe

Eine einheitliche Veränderung des ML-NSL-Winkels fand nicht statt. Der Winkel pendelte zwischen den Werten 32,8° und 38,1°. Eine Ausnahme bildete der letzte Wert der Altersgruppe 6 mit 30,4°. Es konnte weder eine anteriore noch eine posteriore Rotationstendenz der Mandibula im Laufe der Behandlung festgestellt werden, da selbst in den einzelnen Altersgruppen die Werte stark schwankten.

#### 4.2.1.2.3 ML-NL-Winkel

Alter	FRS 1 AG 1		FRS 1 AG 2		FRS 1 AG 3		FRS 1 AG 4		FRS 1 AG 5		FRS 1 AG 6		FRS 1 AG 7	
	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>29,04</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>28,68</b>	alle Rö 1	<b>26,24</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>26,07</b>	alle Rö 2	<b>25,81</b>	alle Rö 1	<b>29,00</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>27,11</b>	alle Rö 3	<b>25,73</b>	alle Rö 2	<b>28,04</b>	alle Rö 1	<b>26,49</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>22,10</b>	alle Rö 3	<b>27,59</b>	alle Rö 2	<b>28,88</b>	alle Rö 1	<b>28,77</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>28,30</b>	alle Rö 2	<b>24,50</b>	alle Rö 1	<b>27,34</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>30,72</b>	alle Rö 2	<b>26,56</b>	alle Rö 1	<b>27,57</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>26,20</b>	alle Rö 3	<b>21,89</b>	alle Rö 2	<b>26,88</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>28,05</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

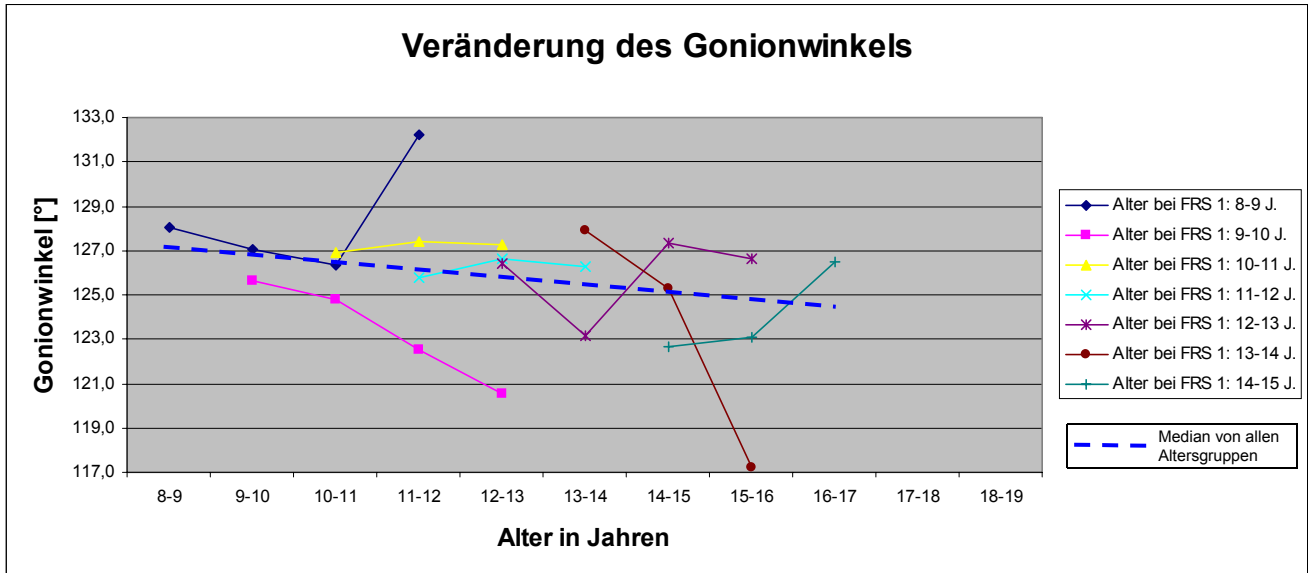
Tabelle 37: Veränderung des ML-NL-Winkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe

Analog des Winkels ML-NSL veränderte sich der Winkel ML-NL ebenfalls kaum. Eine eindeutige Wachstumsrichtung war nicht erkennbar. In der Altersgruppe 1 kam es zu einer geringen Abnahme des durchschnittlichen Wertes. In den Altersgruppen 1, 4 und 5 schwankte der Wert und in den Altersgruppen 2, 3 und 6 nahm der durchschnittliche Wert ab.

#### 4.2.1.2.4 Gonionwinkel

Alter	FRS 1 AG 1		FRS 1 AG 2		FRS 1 AG 3		FRS 1 AG 4		FRS 1 AG 5		FRS 1 AG 6		FRS 1 AG 7	
	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	128,02												
9-10	alle Rö 2	127,05	alle Rö 1	125,67										
10-11	alle Rö 3	126,38	alle Rö 2	124,80	alle Rö 1	126,93								
11-12	alle Rö 4	132,20	alle Rö 3	122,53	alle Rö 2	127,37	alle Rö 1	125,80						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	120,57	alle Rö 3	127,26	alle Rö 2	126,61	alle Rö 1	126,44				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	126,31	alle Rö 2	123,18	alle Rö 1	127,90		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	127,37	alle Rö 2	125,26	alle Rö 1	122,66
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	126,64	alle Rö 3	117,21	alle Rö 2	123,10
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	126,49
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 38: Veränderung des Gonionwinkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe



Grafik 25: Veränderung des Gonionwinkels, maxillär retrognathe Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,3° / Jahr**

Der Gonionwinkel nahm durchschnittlich geringfügig ab (siehe gestrichelte Medianlinie). Die Werte schwankten in den einzelnen Altersgruppen zum Teil erheblich. Der Wert (132,2°) zum Zeitpunkt  $t_3$  in Altersgruppe 1 wich deutlich von der Durchschnittslinie (grau gestrichelter Median) nach oben ab. Der Wert (117,2°) zum Zeitpunkt  $t_2$  in Altersgruppe 6 lag deutlich unterhalb dieser alle Altersgruppen repräsentierenden Durchschnittslinie. Die Werte der Altersgruppe 2 befanden sich ebenfalls klar unterhalb des Medians. Im Durchschnitt nahm der Gonionwinkel von 127,1° auf 124,7° ab (siehe gestrichelter Median). Der Kieferwinkel wurde kleiner (die durchschnittliche jährliche Abnahme betrug 0,3°) und die Mandibula rotierte geringfügig nach anterior.

#### 4.2.1.2.5 Fazialachse

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>85,10</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>85,62</b>	alle Rö 1	<b>87,92</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>87,12</b>	alle Rö 2	<b>87,43</b>	alle Rö 1	<b>86,51</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>86,13</b>	alle Rö 3	<b>84,63</b>	alle Rö 2	<b>88,38</b>	alle Rö 1	<b>88,22</b>						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	<b>89,01</b>	alle Rö 3	<b>88,32</b>	alle Rö 2	<b>85,89</b>	alle Rö 1	<b>86,14</b>				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>87,97</b>	alle Rö 2	<b>86,09</b>	alle Rö 1	<b>87,59</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>86,17</b>	alle Rö 2	<b>87,33</b>	alle Rö 1	<b>85,47</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>88,15</b>	alle Rö 3	<b>90,48</b>	alle Rö 2	<b>85,67</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>85,43</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

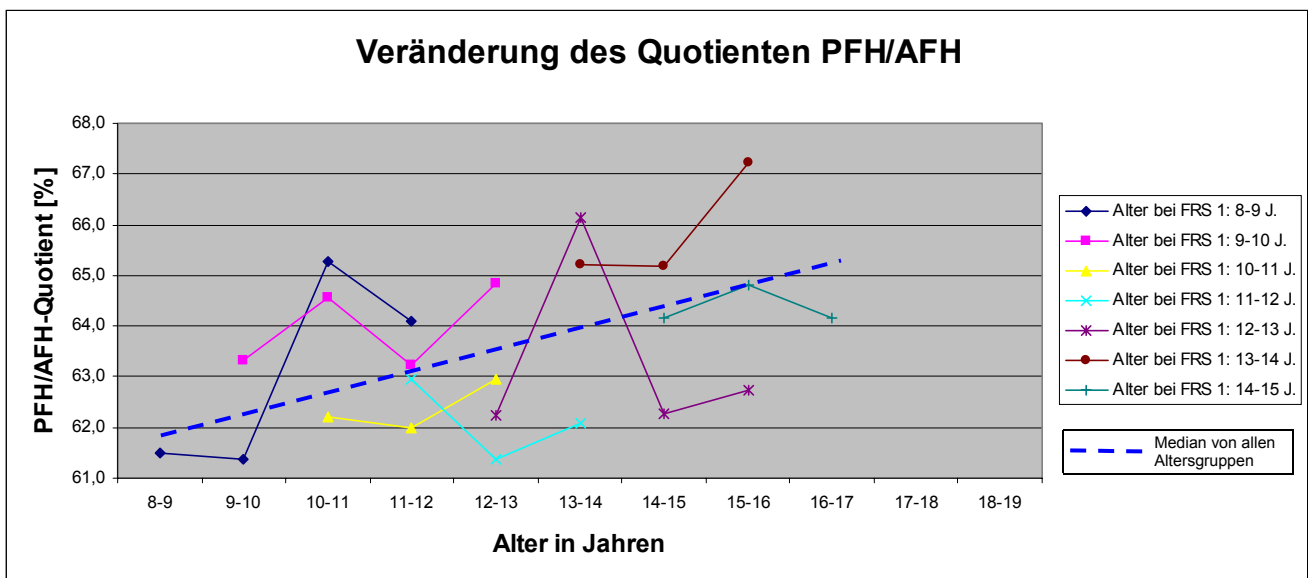
Tabelle 39: Veränderung der Fazialachse, maxillär retrognathe Hauptgruppe

Die Entwicklung der Fazialachse verlief in den einzelnen Altersgruppen uneinheitlich: In den Altersgruppen 1, 2, 5 und 6 nahm der Wert insgesamt zu. Es fand sich eine mehr horizontale Wachstumsrichtung. Dies entspricht auch den Ergebnissen des Gonionwinkels. In den Altersgruppen 3, 4 und 7 pendelte der Wert stark, es konnte keine eindeutige Wachstumsrichtung festgestellt werden. Fast alle Werte lagen zwischen 85,1° und 89,0° und somit zum größten Teil im Bereich der neutralen Schädelstruktur.

#### 4.2.1.2.6 PFH/AFH-Quotient

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	61,49												
9-10	alle Rö 2	61,36	alle Rö 1	63,32										
10-11	alle Rö 3	65,29	alle Rö 2	64,56	alle Rö 1	62,21								
11-12	alle Rö 4	64,08	alle Rö 3	63,23	alle Rö 2	61,98	alle Rö 1	62,96						
12-13	alle Rö 5		alle Rö 4	64,84	alle Rö 3	62,96	alle Rö 2	61,38	alle Rö 1	62,24				
13-14			alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	62,09	alle Rö 2	66,15	alle Rö 1	65,21		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	62,26	alle Rö 2	65,18	alle Rö 1	64,17
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	62,74	alle Rö 3	67,22	alle Rö 2	64,82
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	64,17
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 40: Veränderung des Quotienten PFH/AFH, maxillär retrognathe Hauptgruppe



Grafik 26: Veränderung des Quotienten PFH/AFH, maxillär retrognathe Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,4 % / Jahr**

In allen Altersgruppen schwankte der Quotient stark. Es konnte innerhalb der einzelnen Altersgruppen keine deutliche Zunahme oder Abnahme des PFH/AFH-Quotienten gemessen werden. Je jünger die Patienten jedoch zum Zeitpunkt der FRS-Aufnahme waren, desto kleiner war auch der PFH/AFH-Quotient. In der Altersgruppe 1 betrug der durchschnittliche Wert 63,1%, in der Altersgruppe 2 64% und in der Altersgruppe 6 66,2%.

## 4.2.2 Maxillär orthognathe Hauptgruppe (SNA-Winkel > 79° und ≤ 85°, Hauptgruppe 4)

### 4.2.2.1 Sagittale Strukturmerkmale

#### 4.2.2.1.1 SNA-Winkel

Alter	FRS 1 AG 1		FRS 1 AG 2		FRS 1 AG 3		FRS 1 AG 4		FRS 1 AG 5		FRS 1 AG 6		FRS 1 AG 7	
	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	81,81												
9-10	alle Rö 2	81,54	alle Rö 1	81,44										
10-11	alle Rö 3	79,97	alle Rö 2	81,36	alle Rö 1	81,36								
11-12	alle Rö 4	81,66	alle Rö 3	81,22	alle Rö 2	81,67	alle Rö 1	81,51						
12-13	alle Rö 5	81,61	alle Rö 4	81,19	alle Rö 3	81,50	alle Rö 2	81,04	alle Rö 1	81,97				
13-14			alle Rö 5	82,03	alle Rö 4	81,89	alle Rö 3	81,27	alle Rö 2	82,20	alle Rö 1	81,47		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	83,46	alle Rö 3	81,07	alle Rö 2	80,89	alle Rö 1	81,21
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	81,97	alle Rö 3	81,30	alle Rö 2	82,05
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	81,43
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	80,67
18-19													alle Rö 5	

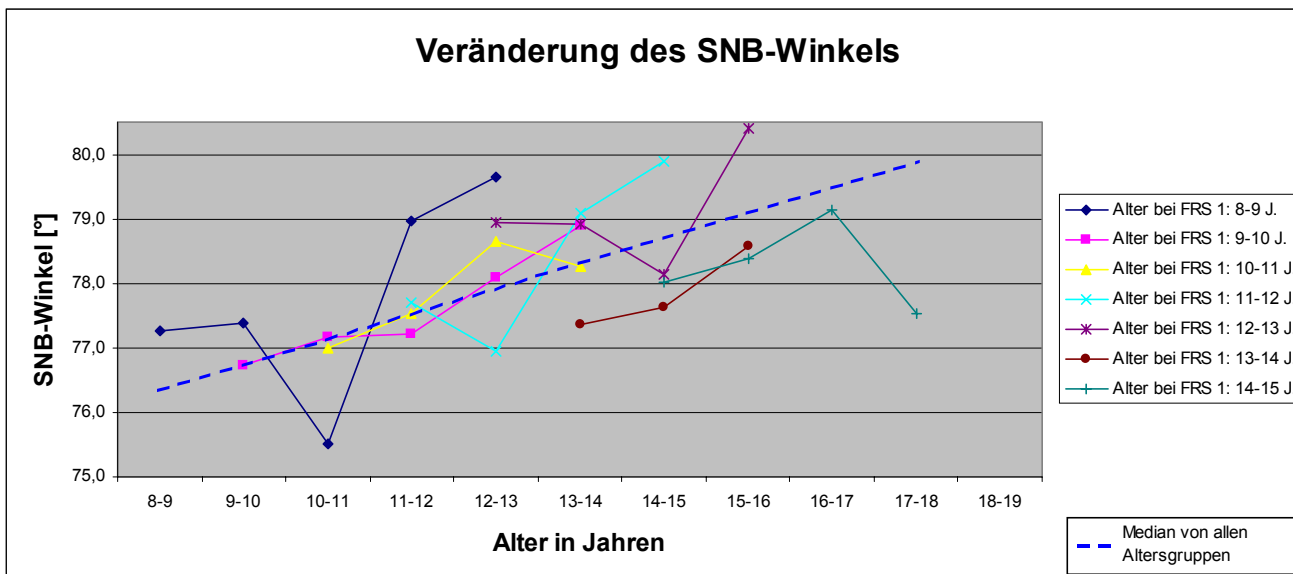
Tabelle 41: Veränderung des SNA-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe

Der SNA-Winkel schwankte in den Altersgruppen 1 und 4 stark. In den übrigen Altersgruppen (2,3,5,6 und 7) pendelte er zwischen 80,7° und 82,2° im Bereich der orthognathen Maxilla. Das Kriterium für die Einteilung in die maxillär orthognathe Gruppe (Hauptgruppe 4) war der SNA-Winkel zwischen 79° und 85°, der therapeutisch nicht verändert werden mußte. Daher kam es in dieser Hauptgruppe zu keinen großen Schwankungen des SNA-Winkels.

#### 4.2.2.1.2 SNB-Winkel

Alter	FRS 1 AG 1		FRS 1 AG 2		FRS 1 AG 3		FRS 1 AG 4		FRS 1 AG 5		FRS 1 AG 6		FRS 1 AG 7	
	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	77,26												
9-10	alle Rö 2	77,39	alle Rö 1	76,74										
10-11	alle Rö 3	75,52	alle Rö 2	77,16	alle Rö 1	76,99								
11-12	alle Rö 4	78,96	alle Rö 3	77,21	alle Rö 2	77,53	alle Rö 1	77,70						
12-13	alle Rö 5	79,66	alle Rö 4	78,09	alle Rö 3	78,64	alle Rö 2	76,96	alle Rö 1	78,95				
13-14			alle Rö 5	78,89	alle Rö 4	78,27	alle Rö 3	79,10	alle Rö 2	78,91	alle Rö 1	77,36		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	79,89	alle Rö 3	78,14	alle Rö 2	77,62	alle Rö 1	78,02
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	80,40	alle Rö 3	78,59	alle Rö 2	78,39
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	79,13
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	77,53
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 42: Veränderung des SNB-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe



Grafik 27: Veränderung des SNB-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,4° / Jahr**

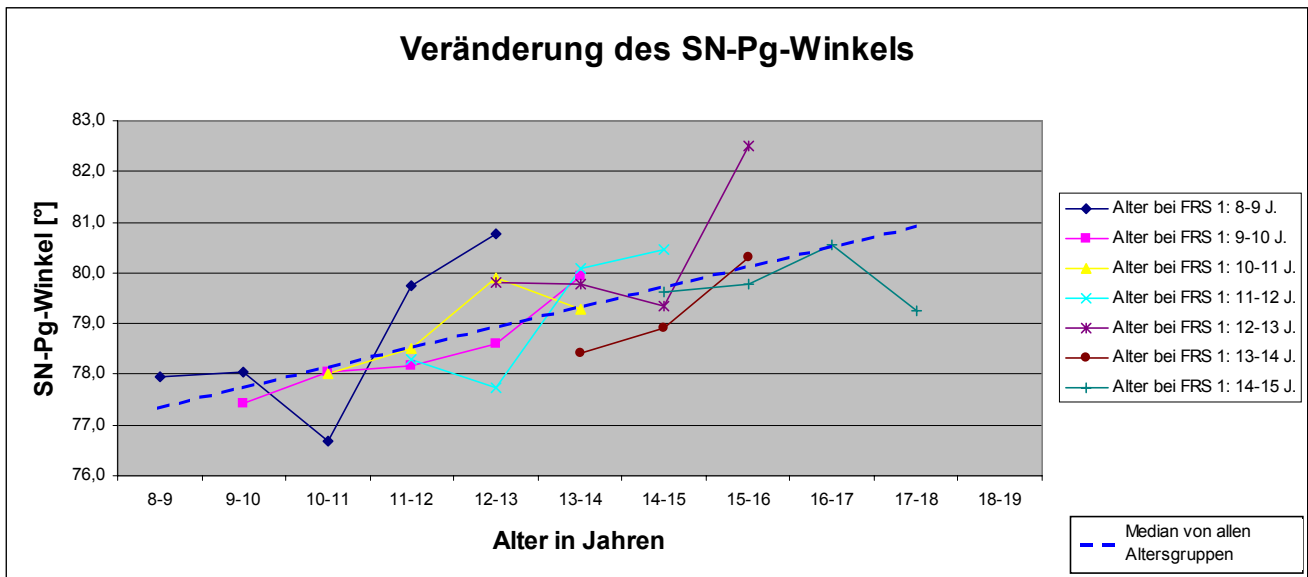
Wie in den anderen 3 Hauptgruppen kam es auch in der Hauptgruppe 4 (maxillär orthognathe Gruppe) zu einer Zunahme des SNB-Winkels in fast allen Altersgruppen. Die durchschnittliche Zunahme betrug 0,4° pro Jahr. Die Werte lagen fast alle im Bereich der orthognathen Mandibula, wobei die Werte zum Zeitpunkt  $t_0$  eine Tendenz zur retrognathen Mandibula aufwiesen. Eine Ausnahme bildete die Altersgruppe 7, in der der Wert zum Zeitpunkt  $t_3$  0,5° niedriger lag, als zum Zeitpunkt  $t_0$ . Diese geringen Unterschiede konnten auf die Meßungengenauigkeit zurückgeführt werden.

#### 4.2.2.1.3 SN-Pg-Winkel

Alter	FRS 1 AG 1		FRS 1 AG 2		FRS 1 AG 3		FRS 1 AG 4		FRS 1 AG 5		FRS 1 AG 6		FRS 1 AG 7	
	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>77,94</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>78,05</b>	alle Rö 1	<b>77,41</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>76,68</b>	alle Rö 2	<b>78,05</b>	alle Rö 1	<b>78,03</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>79,74</b>	alle Rö 3	<b>78,18</b>	alle Rö 2	<b>78,52</b>	alle Rö 1	<b>78,30</b>						
12-13	alle Rö 5	<b>80,77</b>	alle Rö 4	<b>78,60</b>	alle Rö 3	<b>79,91</b>	alle Rö 2	<b>77,75</b>	alle Rö 1	<b>79,82</b>				
13-14			alle Rö 5	<b>79,93</b>	alle Rö 4	<b>79,29</b>	alle Rö 3	<b>80,10</b>	alle Rö 2	<b>79,78</b>	alle Rö 1	<b>78,43</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>80,47</b>	alle Rö 3	<b>79,34</b>	alle Rö 2	<b>78,90</b>	alle Rö 1	<b>79,63</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>82,49</b>	alle Rö 3	<b>80,30</b>	alle Rö 2	<b>79,77</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>80,55</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	<b>79,24</b>
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 43: Veränderung des SN-Pg-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe





Grafik 28: Veränderung des SN-Pg-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe

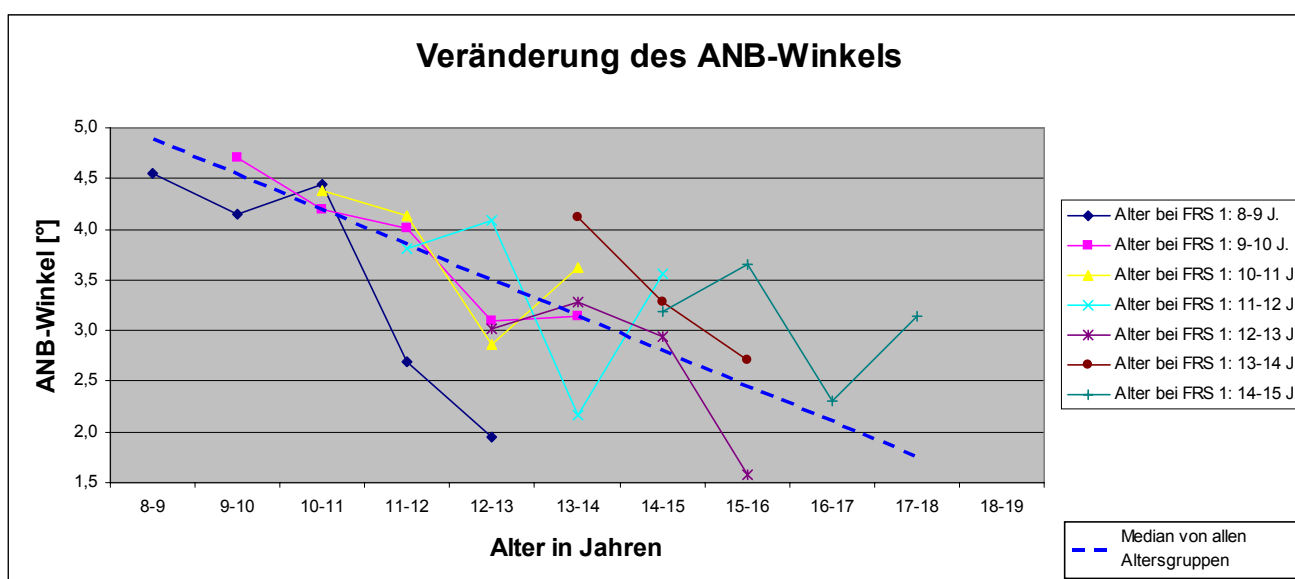
Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,4° / Jahr**

Analog der Entwicklung des SNB-Winkels verlief auch die des SN-Pg-Winkels: Die jährliche durchschnittliche Zunahme betrug ebenfalls 0,4°. Der absolute Wert des SN-Pg-Winkels lag dabei um 1° höher als der des SNB-Winkels. Der Punkt Pg kam relativ zur Schädelbasis (Strecke S-N) weiter nach vorne. Da dieser Punkt weniger durch die Achsenstellung der Unterkieferinzisivi beeinflusst wird als der B-Punkt, konnte in dieser kephalometrischen Studie eine Entwicklung der Mandibula nach anterior nachgewiesen werden. Der errechnete initiale Medianwert von 77,3° zeigte eine anfängliche Tendenz zur mandibulären Retrognathie. Der errechnete durchschnittliche Endwert von 80,9° lag im Bereich der orthognathen Mandibula (siehe auch gestrichelte Medianlinie).

#### 4.2.2.1.4 ANB-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	4,55												
9-10	alle Rö 2	4,15	alle Rö 1	4,70										
10-11	alle Rö 3	4,45	alle Rö 2	4,20	alle Rö 1	4,38								
11-12	alle Rö 4	2,70	alle Rö 3	4,02	alle Rö 2	4,13	alle Rö 1	3,81						
12-13	alle Rö 5	1,95	alle Rö 4	3,10	alle Rö 3	2,86	alle Rö 2	4,08	alle Rö 1	3,02				
13-14			alle Rö 5	3,14	alle Rö 4	3,62	alle Rö 3	2,17	alle Rö 2	3,29	alle Rö 1	4,11		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	3,57	alle Rö 3	2,94	alle Rö 2	3,28	alle Rö 1	3,18
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	1,57	alle Rö 3	2,71	alle Rö 2	3,66
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	2,31
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	3,14
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 44: Veränderung des ANB-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe



Grafik 29: Veränderung des ANB-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe

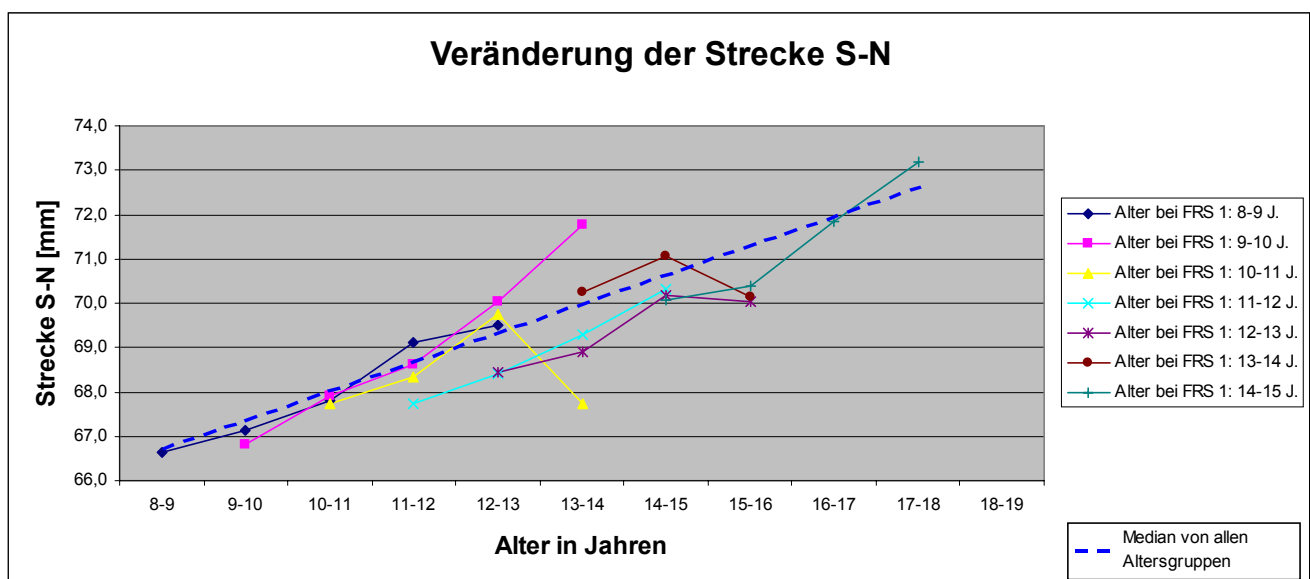
Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,4° / Jahr**

Der ANB-Winkel reduzierte sich durchschnittlich von 4,9° im Alter von 8 – 9 Jahren auf 1,7° im Alter von 17 – 18 Jahren; es fand größeres mandibuläres als maxilläres Wachstum statt. Der Median zeigte diese Entwicklung deutlich: die durchschnittliche Abnahme betrug 0,4° pro Jahr. Die Schwankungen in den einzelnen Altersgruppen sind zum Teil deutlich größer als die durchschnittlichen jährlichen Veränderungen. Dies ließ sich durch die zum Teil geringeren Fallzahlen zum Zeitpunkt  $t_3$  und  $t_4$  erklären, da nicht von allen Patienten 5 FRS-Aufnahmen gemacht worden waren.

#### 4.2.2.1.5 Strecke S-N

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	66,65												
9-10	alle Rö 2	67,13	alle Rö 1	66,82										
10-11	alle Rö 3	67,80	alle Rö 2	67,92	alle Rö 1	67,74								
11-12	alle Rö 4	69,10	alle Rö 3	68,63	alle Rö 2	68,33	alle Rö 1	67,75						
12-13	alle Rö 5	69,50	alle Rö 4	70,03	alle Rö 3	69,75	alle Rö 2	68,39	alle Rö 1	68,45				
13-14			alle Rö 5	71,77	alle Rö 4	67,72	alle Rö 3	69,28	alle Rö 2	68,91	alle Rö 1	70,24		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	70,33	alle Rö 3	70,16	alle Rö 2	71,05	alle Rö 1	70,06
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	70,03	alle Rö 3	70,13	alle Rö 2	70,40
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	71,83
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	73,18
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 45: Veränderung der Strecke S-N, maxillär orthognathe Hauptgruppe



Grafik 30: Veränderung der Strecke S-N, maxillär orthognathe Hauptgruppe

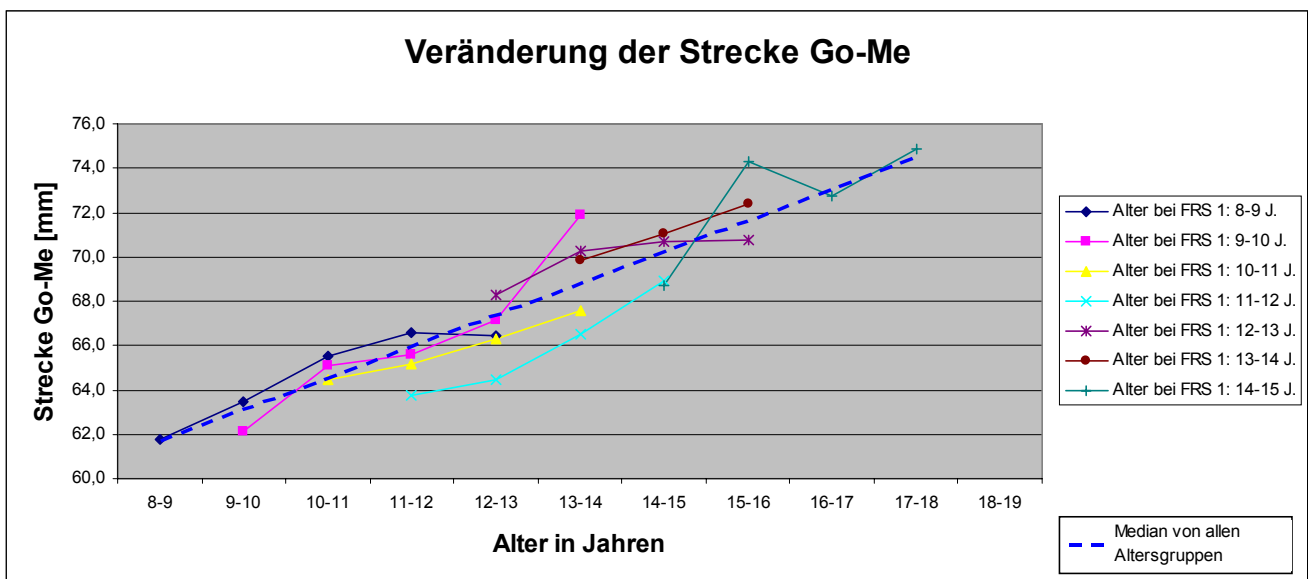
Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,7 mm / Jahr**

Ganz einheitlich fiel die Entwicklung der Strecke S-N aus (siehe gestrichelter Median): In allen Altersgruppen wuchs der Abstand zwischen den zwei kephalometrischen Meßpunkten Sella und Nasion um jährlich durchschnittlich 0,7 mm an, unabhängig von der Altersgruppe und dem Alter, in dem die Fernröntgenseitenbilder aufgenommen wurden. Der durchschnittliche Anfangswert betrug 66,7 mm. Der durchschnittliche Endwert belief sich auf 72,7 mm.

#### 4.2.2.1.6 Strecke Go-Me

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	61,77												
9-10	alle Rö 2	63,47	alle Rö 1	62,15										
10-11	alle Rö 3	65,52	alle Rö 2	65,10	alle Rö 1	64,48								
11-12	alle Rö 4	66,60	alle Rö 3	65,59	alle Rö 2	65,14	alle Rö 1	63,78						
12-13	alle Rö 5	66,47	alle Rö 4	67,13	alle Rö 3	66,29	alle Rö 2	64,48	alle Rö 1	68,27				
13-14			alle Rö 5	71,90	alle Rö 4	67,56	alle Rö 3	66,53	alle Rö 2	70,30	alle Rö 1	69,86		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	68,90	alle Rö 3	70,68	alle Rö 2	71,07	alle Rö 1	68,69
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	70,73	alle Rö 3	72,40	alle Rö 2	74,30
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	72,71
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	74,85
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 46: Veränderung der Strecke Go-Me, maxillär orthognathe Hauptgruppe



Grafik 31: Veränderung der Strecke Go-Me, maxillär orthognathe Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 1,4 mm / Jahr**

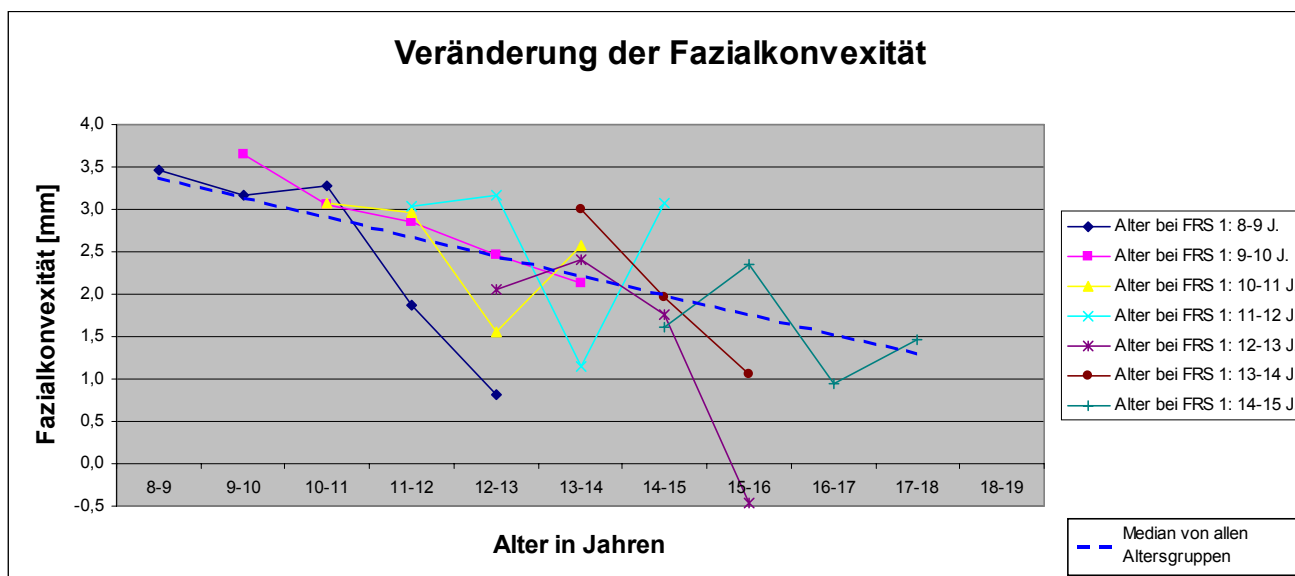
Analog zur Entwicklung der Strecke S-N verlief auch die der Strecke Go-Me linear ansteigend (siehe grau gestrichelte Medianlinie). Das durchschnittliche jährliche Wachstum zwischen den kephalometrischen Meßpunkten Gonion und Menton betrug 1,4 mm und war genau doppelt so groß wie das zwischen den Punkten Sella und Nasion. Der durchschnittliche Anfangswert betrug 61,8 mm. Der durchschnittliche Endwert belief sich auf 74,4 mm. Zum Anfang der Untersuchung (Alter 8 - 9 Jahre) war die Strecke S-N länger als die Strecke Go-Me. Dieses Verhältnis kehrte sich im Alter von 15 Jahren durch das größere

Wachstum des Unterkiefers relativ zu dem der anterioren Schädelbasis um. Ab diesem Zeitpunkt war die Strecke Go-Me größer als die Strecke S-N. Es resultierte ein geraderes Gesichtsprofil.

#### 4.2.2.1.7 Fazialkonvexität

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	3,47												
9-10	alle Rö 2	3,16	alle Rö 1	3,64										
10-11	alle Rö 3	3,28	alle Rö 2	3,05	alle Rö 1	3,08								
11-12	alle Rö 4	1,87	alle Rö 3	2,84	alle Rö 2	2,97	alle Rö 1	3,03						
12-13	alle Rö 5	0,81	alle Rö 4	2,47	alle Rö 3	1,55	alle Rö 2	3,16	alle Rö 1	2,05				
13-14			alle Rö 5	2,12	alle Rö 4	2,58	alle Rö 3	1,16	alle Rö 2	2,41	alle Rö 1	3,00		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	3,08	alle Rö 3	1,76	alle Rö 2	1,96	alle Rö 1	1,62
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	-0,47	alle Rö 3	1,05	alle Rö 2	2,34
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	0,95
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	1,46
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 47: Veränderung der Fazialkonvexität, maxillär orthognathe Hauptgruppe



Grafik 32: Veränderung der Fazialkonvexität, maxillär orthognathe Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,25 mm / Jahr**

Die Fazialkonvexität nahm in fast allen Altersgruppen (Ausnahme Altersgruppe 4) deutlich ab. Im Alter von 8 – 9 Jahren lag der Medianwert bei 3,5 mm. Mit zunehmendem Alter reduzierte sich dieser Wert auf durchschnittlich 1,3 mm

zwischen dem 17. und 18. Lebensjahr. Die Konvexität nahm ab, der A-Punkt entwickelte sich in Relation zur Fazialebene nach posterior, bzw. mindestens einer der beiden die Fazialebene bestimmenden Punkte (Nasion und Pogonion) entwickelte sich weiter nach anterior. Die Schwankungen in den einzelnen Altersgruppen waren zum Teil erheblich. Die allgemeine Wachstumsrichtung und -tendenz ließ sich am Median ablesen: Das Gesichtsprofil wurde insgesamt konkaver.

#### 4.2.2.2 Vertikale Strukturmerkmale

##### 4.2.2.2.1 NL-NSL-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
<b>8-9</b>	alle Rö 1	<b>5,39</b>												
<b>9-10</b>	alle Rö 2	<b>6,34</b>	alle Rö 1	<b>5,48</b>										
<b>10-11</b>	alle Rö 3	<b>6,84</b>	alle Rö 2	<b>4,84</b>	alle Rö 1	<b>6,91</b>								
<b>11-12</b>	alle Rö 4	<b>5,96</b>	alle Rö 3	<b>5,19</b>	alle Rö 2	<b>7,63</b>	alle Rö 1	<b>6,35</b>						
<b>12-13</b>	alle Rö 5	<b>4,53</b>	alle Rö 4	<b>6,53</b>	alle Rö 3	<b>6,78</b>	alle Rö 2	<b>6,23</b>	alle Rö 1	<b>7,17</b>				
<b>13-14</b>			alle Rö 5	<b>5,90</b>	alle Rö 4	<b>6,70</b>	alle Rö 3	<b>5,85</b>	alle Rö 2	<b>8,30</b>	alle Rö 1	<b>6,07</b>		
<b>14-15</b>					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>5,83</b>	alle Rö 3	<b>6,83</b>	alle Rö 2	<b>7,61</b>	alle Rö 1	<b>8,49</b>
<b>15-16</b>							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>4,94</b>	alle Rö 3	<b>7,33</b>	alle Rö 2	<b>9,50</b>
<b>16-17</b>									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>7,86</b>
<b>17-18</b>											alle Rö 5		alle Rö 4	<b>10,44</b>
<b>18-19</b>													alle Rö 5	

Tabelle 48: Veränderung des NL-NSL-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe

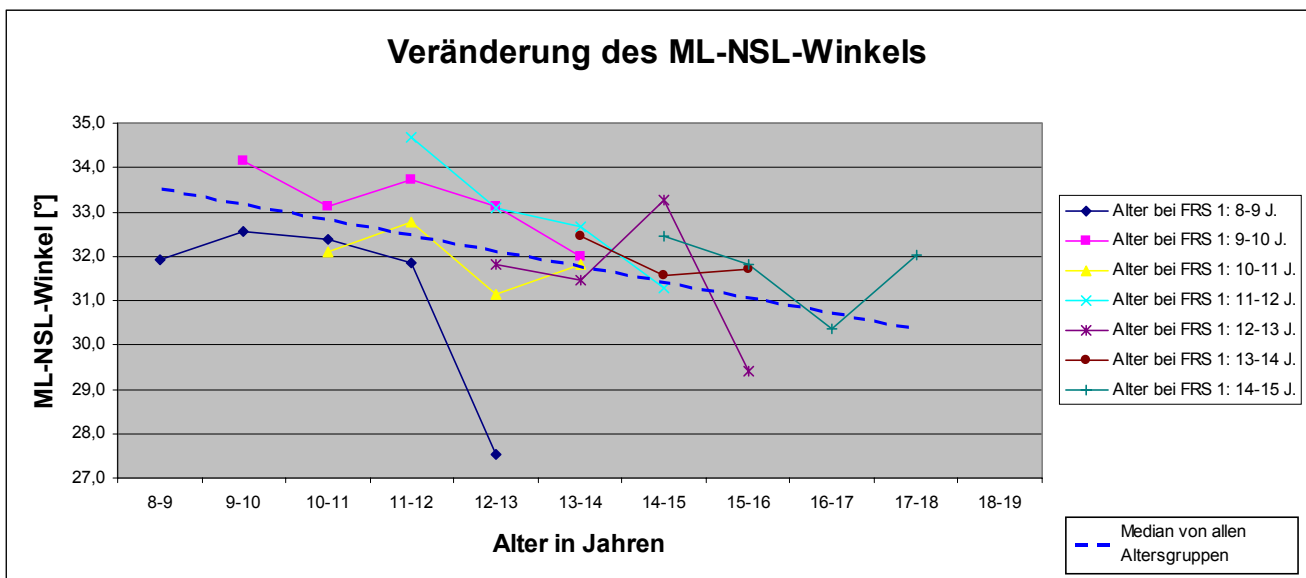
In allen Altersgruppen schwankte der NL-NSL-Winkel stark. In den einzelnen Altersgruppen konnte keine eindeutige Wachstumsrichtung festgestellt werden. Vergleich man die einzelnen Altersgruppen untereinander, so stellte man fest, daß die Graphen der Altersgruppen auf unterschiedlichem Niveau lagen. In der Altersgruppe 1 pendelten die Werte zwischen 4,5° und 6,8°, in Altersgruppe 2 in einem ähnlichen Intervall, in Altersgruppe 3 bereits deutlich höher zwischen 6,7° und 7,6°, in Altersgruppe 5 zwischen 5,0° und 8,3° und in Altersgruppe 7 zwischen 7,8° und 10,4°. Die Wachstumsentwicklung bezüglich des NL-NSL-Winkels war nicht behandlungs- wohl aber altersabhängig. Mit zunehmendem Alter der Patienten zum Zeitpunkt der FRS-Aufnahme war ein

größerer NL-NSL-Winkel meßbar. Die Neigung des Oberkiefers rotierte mit zunehmendem Alter in Relation zur anterioren Schädelbasis nach posterior.

#### 4.2.2.2.2 ML-NSL-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	31,92												
9-10	alle Rö 2	32,55	alle Rö 1	34,14										
10-11	alle Rö 3	32,39	alle Rö 2	33,13	alle Rö 1	32,09								
11-12	alle Rö 4	31,84	alle Rö 3	33,72	alle Rö 2	32,76	alle Rö 1	34,66						
12-13	alle Rö 5	27,53	alle Rö 4	33,11	alle Rö 3	31,15	alle Rö 2	33,08	alle Rö 1	31,81				
13-14			alle Rö 5	31,98	alle Rö 4	31,80	alle Rö 3	32,67	alle Rö 2	31,45	alle Rö 1	32,45		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	31,27	alle Rö 3	33,28	alle Rö 2	31,58	alle Rö 1	32,46
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	29,39	alle Rö 3	31,71	alle Rö 2	31,82
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	30,35
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	32,04
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 49: Veränderung des ML-NSL-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe



Grafik 33: Veränderung des ML-NSL-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,4° / Jahr**

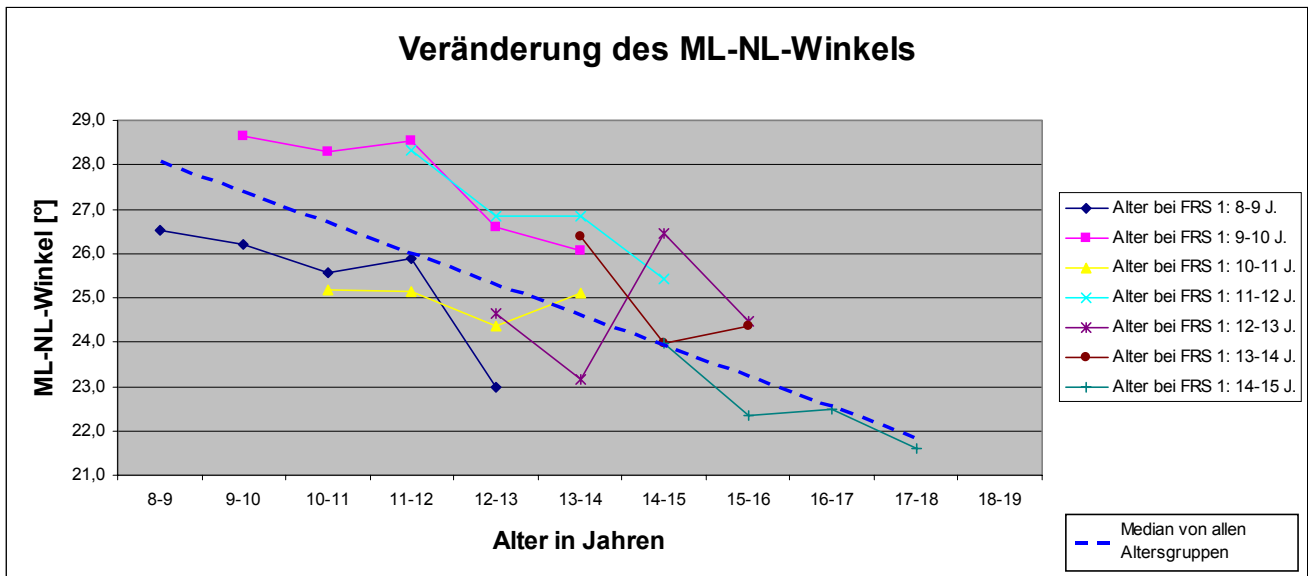
Anders als der NL-NSL-Winkel nahm der ML-NSL-Winkel in fast allen Altersgruppen deutlich ab. Die durchschnittliche jährliche Abnahme betrug 0,4° (ablesbar an der gestrichelten Medianlinie). Im Alter von 8 - 9 Jahren belief sich der ML-NSL-Winkel auf durchschnittlich 33,5°. Im Alter von 17 - 18 Jahren hatte

sich der durchschnittliche Wert auf 30,5° reduziert. Der letzte Wert der Altersgruppe 1 (ML-NSL = 27,5°) konnte mit der geringeren Röntgenbildzahl zum Zeitpunkt t<sub>4</sub> erklärt werden.

#### 4.2.2.2.3 ML-NL-Winkel

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	26,53												
9-10	alle Rö 2	26,21	alle Rö 1	28,66										
10-11	alle Rö 3	25,56	alle Rö 2	28,29	alle Rö 1	25,18								
11-12	alle Rö 4	25,88	alle Rö 3	28,53	alle Rö 2	25,13	alle Rö 1	28,32						
12-13	alle Rö 5	23,00	alle Rö 4	26,58	alle Rö 3	24,37	alle Rö 2	26,85	alle Rö 1	24,64				
13-14			alle Rö 5	26,08	alle Rö 4	25,10	alle Rö 3	26,83	alle Rö 2	23,15	alle Rö 1	26,38		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	25,44	alle Rö 3	26,45	alle Rö 2	23,97	alle Rö 1	23,98
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	24,45	alle Rö 3	24,38	alle Rö 2	22,33
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	22,49
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	21,60
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 50: Veränderung des ML-NL-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe



Grafik 34: Veränderung des ML-NL-Winkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Abnahme um 0,7° / Jahr**

Analog zur Entwicklung des ML-NSL-Winkels verlief die des ML-NL-Winkels, der ebenfalls in allen Altersgruppen deutlich abnahm. Der Median (grau gestrichelte Linie) zeigte die durchschnittliche Reduktion um 0,7° pro Jahr an.



Die Durchschnittswerte lagen alle im Bereich der neutralen Schädelstruktur; es lag keine vertikale oder horizontale Wachstumsrichtung der Mandibula vor. Es kam in dieser kephalometrischen Studie zu einer geringen horizontalen Wachstumsrichtung, wobei jedoch die Grenze zum skelettalen Tiefbiß (brachyfaziales Wachstumsmuster) nicht überschritten wurde.

#### 4.2.2.2.4 Gonionwinkel

Alter	FRS 1 AG 1		FRS 1 AG 2		FRS 1 AG 3		FRS 1 AG 4		FRS 1 AG 5		FRS 1 AG 6		FRS 1 AG 7	
	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>125,57</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>123,49</b>	alle Rö 1	<b>126,19</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>122,84</b>	alle Rö 2	<b>125,15</b>	alle Rö 1	<b>124,34</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>123,55</b>	alle Rö 3	<b>124,83</b>	alle Rö 2	<b>125,36</b>	alle Rö 1	<b>129,10</b>						
12-13	alle Rö 5	<b>121,98</b>	alle Rö 4	<b>127,30</b>	alle Rö 3	<b>125,71</b>	alle Rö 2	<b>125,74</b>	alle Rö 1	<b>123,74</b>				
13-14			alle Rö 5	<b>128,43</b>	alle Rö 4	<b>121,12</b>	alle Rö 3	<b>127,95</b>	alle Rö 2	<b>120,39</b>	alle Rö 1	<b>123,18</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>123,94</b>	alle Rö 3	<b>124,26</b>	alle Rö 2	<b>122,29</b>	alle Rö 1	<b>126,69</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>122,39</b>	alle Rö 3	<b>121,76</b>	alle Rö 2	<b>121,39</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>122,71</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	<b>123,67</b>
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 51: Veränderung des Gonionwinkels, maxillär orthognathe Hauptgruppe

Im Widerspruch dazu stand die uneinheitliche Entwicklung des Gonionwinkels, bei dem keine eindeutige Wachstumsrichtung festzustellen war. Die Durchschnittswerte schwankten zwischen 120,3° und 129,1° und lagen fast alle im Bereich eines neutralen Kieferwinkels. Eine Abnahme des Kieferwinkels konnte in den Altersgruppen 1, 3, 4 und 6 gefunden werden. In den Altersgruppen 2, 5 und 7 schwankte der Gonionwinkel unterschiedlich stark. In der Altersgruppe 2 lag der Wert zum Zeitpunkt  $t_4$  über dem entsprechenden Wert zum Zeitpunkt  $t_0$ .

#### 4.2.2.2.5 Fazialachse

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>89,78</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>89,53</b>	alle Rö 1	<b>87,51</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>86,57</b>	alle Rö 2	<b>88,17</b>	alle Rö 1	<b>89,31</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>88,05</b>	alle Rö 3	<b>87,83</b>	alle Rö 2	<b>89,05</b>	alle Rö 1	<b>88,07</b>						
12-13	alle Rö 5	<b>89,23</b>	alle Rö 4	<b>89,37</b>	alle Rö 3	<b>89,70</b>	alle Rö 2	<b>88,21</b>	alle Rö 1	<b>89,52</b>				
13-14			alle Rö 5	<b>89,70</b>	alle Rö 4	<b>87,42</b>	alle Rö 3	<b>89,85</b>	alle Rö 2	<b>89,12</b>	alle Rö 1	<b>87,98</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>89,18</b>	alle Rö 3	<b>87,83</b>	alle Rö 2	<b>88,69</b>	alle Rö 1	<b>88,71</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>90,15</b>	alle Rö 3	<b>88,46</b>	alle Rö 2	<b>88,97</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>88,52</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	<b>89,96</b>
18-19													alle Rö 5	

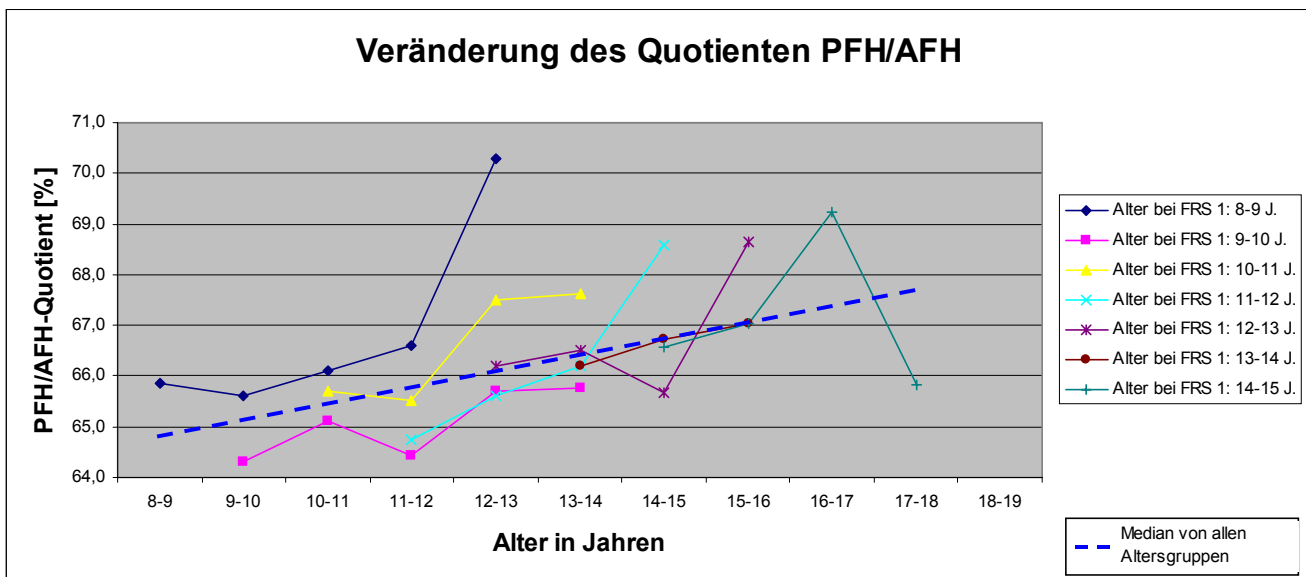
Tabelle 52: Veränderung der Fazialachse, maxillär orthognathe Hauptgruppe

Die Fazialachse variierte in nahezu allen Altersgruppen stark. Nur in den Altersgruppen 2, 4 und 7 war eine durchschnittliche Zunahme von  $0,7^\circ$  pro Jahr zu verzeichnen. In den Altersgruppen 1, 3, 5 und 6 schwankte die Fazialachse, wobei sie in der Altersgruppe 3 insgesamt abnahm. Es konnte keine eindeutige Wachstumsrichtung festgestellt werden. Mit Werten zwischen  $86,6^\circ$  und  $90,2^\circ$  lag die Fazialachse im Grenzbereich zwischen einem neutralen und vertikalen Wachstum.

#### 4.2.2.2.6 PFH/AFH-Quotient

	FRS 1	AG 1	FRS 1	AG 2	FRS 1	AG 3	FRS 1	AG 4	FRS 1	AG 5	FRS 1	AG 6	FRS 1	AG 7
Alter	8-9 J.	MW	9-10 J.	MW	10-11 J.	MW	11-12 J.	MW	12-13 J.	MW	13-14 J.	MW	14-15 J.	MW
8-9	alle Rö 1	<b>65,86</b>												
9-10	alle Rö 2	<b>65,61</b>	alle Rö 1	<b>64,32</b>										
10-11	alle Rö 3	<b>66,12</b>	alle Rö 2	<b>65,12</b>	alle Rö 1	<b>65,70</b>								
11-12	alle Rö 4	<b>66,62</b>	alle Rö 3	<b>64,43</b>	alle Rö 2	<b>65,51</b>	alle Rö 1	<b>64,73</b>						
12-13	alle Rö 5	<b>70,29</b>	alle Rö 4	<b>65,71</b>	alle Rö 3	<b>67,49</b>	alle Rö 2	<b>65,60</b>	alle Rö 1	<b>66,21</b>				
13-14			alle Rö 5	<b>65,77</b>	alle Rö 4	<b>67,63</b>	alle Rö 3	<b>66,20</b>	alle Rö 2	<b>66,50</b>	alle Rö 1	<b>66,21</b>		
14-15					alle Rö 5		alle Rö 4	<b>68,57</b>	alle Rö 3	<b>65,66</b>	alle Rö 2	<b>66,72</b>	alle Rö 1	<b>66,57</b>
15-16							alle Rö 5		alle Rö 4	<b>68,64</b>	alle Rö 3	<b>67,04</b>	alle Rö 2	<b>67,04</b>
16-17									alle Rö 5		alle Rö 4		alle Rö 3	<b>69,23</b>
17-18											alle Rö 5		alle Rö 4	<b>65,83</b>
18-19													alle Rö 5	

Tabelle 53: Veränderung des Quotienten PFH/AFH, maxillär orthognathe Hauptgruppe



Grafik 35: Veränderung des Quotienten PFH/AFH, maxillär orthognathe Hauptgruppe

Median aller Altersgruppen: **Zunahme um 0,3 % / Jahr**

Bei dem Quotienten PFH/AFH konnte ein einheitlicheres Wachstum gemessen werden: Die Medianwerte stiegen von anfänglich 64,9% im Alter von 8 – 9 Jahren (entsprach einem neutralen Wachstum) auf 67,7% im Alter von 17 – 18 Jahren (entsprach einer Tendenz zum horizontalem Wachstum). Im Vergleich zueinander stieg das Wachstum der posterioren Gesichtshöhe mehr als das der anterioren Gesichtshöhe. Es trat eine Tendenz zur skelettalen Bißvertiefung um 0,3% pro Jahr auf.

#### 4.2.3 Maxillär prognathe Hauptgruppe (SNA-Winkel > 85°, keine Hauptgruppe, s.u.)

Die Fallzahlen der Patienten, die der maxillär prognathen Gruppe in den einzelnen Altersgruppen zugeordnet werden konnten, ließen eine aussagekräftige statistische Auswertung nicht zu. Aus diesem Grund wurde auf die statistische Auswertung der mesial-basalen Gruppe verzichtet.

## 5 Diskussion

In der vorliegenden kephalometrischen Longitudinalstudie sollte untersucht werden, ob und bis zu welchem Ausmaß es möglich ist, durch kieferorthopädische Therapie einen Einfluß auf das Gesichtsschädelwachstum zu nehmen. Mit dieser Fragestellung haben sich in der Vergangenheit schon zahlreiche Untersuchungen auseinandergesetzt. Dabei wurden in der Regel sowohl die skelettalen, als auch die dentalen Parameter untersucht. Bis heute konnte keine eindeutige Antwort auf die Frage der dauerhaften Wachstumsbeeinflussung – sogenannter Orthopädischer Effekt – gefunden werden. Nach DUTERLOO<sup>43</sup> handelt es sich bei dem Orthopädischen Effekt um eine therapeutisch herbeigeführte Veränderung der Knochen im Schädel zueinander, dabei sollte Art und Ausmaß der Wachstumsrichtungsänderung von dauerhafter Natur sein. Nach ISAACSON et al.<sup>70</sup> werden für Gesichtsknochen durch kieferorthopädische Apparaturen neue muskuläre und funktionelle Umgebungsbedingungen geschaffen, die das Wachstum des Oberkiefers und des Unterkiefers beeinflussen und dauerhaft verändern. Daß es grundsätzlich möglich ist, das Körperwachstum dauerhaft zu verändern, beweisen Verhaltensweisen aus anderen Kulturen: In China wurden die Füße von Mädchen hochgebunden, so daß die Füße der Form der Lotusblume nahekamen. In Birma wurden Metallringe um die Hälsen der Frauen gelegt, so daß der Hals lang und schmal werden konnte. Bei den kolumbianischen Indianern wurden die Schädel mit Holzbrettern deformiert (aus PEREZ-MARTINES<sup>127</sup>). Voraussetzungen für so massive Veränderungen des Skeletts waren dabei, daß die druckausübende Kraft sehr früh einsetzen und so lange wie möglich einwirken mußte. Ein bekanntes Problem in der Kieferorthopädie ist jedoch, daß das skelettale Wachstum ca. 14 - 16 Jahre lang andauert, die kieferorthopädische Behandlung sich aber in der Regel nicht über einen längeren Zeitraum als 2 - 4 Jahre erstrecken sollte, da erfahrungsgemäß die Compliance der Patienten nach dieser Zeit erheblich nachläßt. Deshalb besteht weiterhin die Frage, ob es möglich ist, das Wachstum eines komplexen Schädelskeletts innerhalb eines begrenzten Zeitraumes dauerhaft zu beeinflussen.

## **5.1 Fehlerquellen und Probleme bei kephalometrischen Longitudinalstudien**

### **5.1.1 Fehler**

Bei der Auswertung von Fernröntgenseitenaufnahmen können folgende Fehler/Probleme auftreten:

1. Fehlerhafte Positionierung oder Projektion, es resultieren Probleme bei der Identifikation der Meßpunkte.
2. Fehler bei der Identifizierung der Meßpunkte (bei computergestützter Auswertung keine weiteren Fehler möglich).
3. Ungenaue Definition mancher Meßpunkte (Beispiel: Pogonion oder Menton), bei mehreren Durchzeichnern können so interindividuelle Fehler und Unterschiede entstehen [ALTUNA et al.<sup>6</sup>, BAUMRIND und FRANTZ<sup>14</sup>, HASUND et al.<sup>60</sup>, LIEB<sup>85</sup>, LUNDSTRÖM<sup>90</sup>, REMMELINK und TAN<sup>136</sup>, RICHARDSON<sup>139</sup>].
4. Der Einfluß der Achsenstellung der Oberkiefer- und Unterkiefer-Inzisivi beeinflußt die sagittale Lage des A- und des B-Punktes. Vor allem der A-Punkt hat nur einen begrenzten Wert für die Ermittlung skelettaler Veränderungen der Maxilla in sagittaler Richtung.
5. Durchbrechende Inzisivi können zu erschwerter Identifikation des A- und B-Punktes führen. Es resultieren Schwierigkeiten bei der Bestimmung des SNA-, SNB- und ANB-Winkels.

Durch die Auswertung der Röntgenbilder durch nur eine routinierte Person wurde in der vorliegenden Studie der interindividuelle Fehler minimiert. Die Röntgenbilder wurden z.T. doppelt vermessen und der entsprechende Mittelwert für die Longitudinalstudie verwendet. Andere Fehlerquellen konnten ausgeschlossen werden, da die Meßpunkte mittels Digitizer in den Computer eingegeben wurden und die metrischen und angulären Messungen mittels EDV erfolgten.

Die mittlere Größe des Fehlers bei der Identifikation der Meßpunkte wurde mehrfach ermittelt [BAUMRIND und FRANTZ<sup>14</sup>, CHACONAS et al.<sup>31, 32</sup> und DAHLBERG<sup>36</sup>]: DAHLBERG<sup>36</sup> gibt einen kombinierten Standardfehler von  $<1^\circ$  für Winkelmessungen und  $<1$  mm für lineare Messungen an. Der kombinierte Standardfehler beträgt bei DAHLBERG<sup>36</sup> für den SNA-Winkel  $1,0^\circ$ , für den SNB-Winkel  $0,6^\circ$  und für den ANB-Winkel  $0,7^\circ$ .

BAUMRIND und FRANTZ<sup>14</sup> fordern für die Aussagekräftigkeit einer behandlungsbedingten Wachstumsänderung durch kieferorthopädische Maßnahmen mindestens das Doppelte der Standardabweichung des geschätzten Fehlers, als Beispiel sei hier die Standardabweichung des geschätzten Fehlers des ANB-Winkels bei BAUMRIND und FRANTZ<sup>14</sup> von  $0,62^\circ$  genannt.

Die Standardabweichung des geschätzten Fehlers beträgt bei CHACONAS et al.<sup>31, 32</sup> sogar  $0,9^\circ$  bis  $1,0^\circ$ . Es wäre zu fordern, daß die festgestellte ANB-Winkeldifferenz für ein verstärktes oder reduziertes Wachstum mindestens  $1,2^\circ$  betragen müßte, um überhaupt zwischen Wachstum und Meßfehler unterscheiden zu können.

### **5.1.2 Probleme der Wachstumsforschung**

1. Menschliches Untersuchungsgut für histologische Untersuchungen gibt es nur selten, daher kann man in der Regel nur kephalometrische Untersuchungen heranziehen, um eine Aussage über behandlungsbedingte Wachstumsveränderungen treffen zu können.
2. Röntgenbilder sollten aus ethischen und strahlenhygienischen Gründen nur in therapeutisch indizierten Fällen erstellt werden, d.h. die früher üblichen Fernröntgenseitenaufnahmen zur Überprüfung des Behandlungsfortschritts

verboten sich heute, wenn nicht eine strahlenreduzierte Aufnahmetechnik zur Verfügung steht.

3. Die Bereitstellung geeigneter Kontrollgruppen ist schwierig, da es ethisch nicht vertretbar ist, eine Patientengruppe zu behandeln, und eine andere Patientengruppe mit gleichen Dysgnathien nicht. Es ist zudem schwierig, eine der Untersuchungsgruppe ähnliche Gruppe unbehandelter Personen mit ähnlichen Dysgnathien zu finden.
4. Für die Kontrollgruppe sind im Bereich der Longitudinaluntersuchungen (für Wachstumsstudien jedoch benötigt) Serien aufeinanderfolgender FRS-Aufnahmen nötig, die von unbehandelten Kindern stammen (sehr schwierig zu finden).

Verschiedene Autoren benutzten als Kontrollgruppe Patienten mit vergleichbaren Okklusionsanomalien, die mit herkömmlichen Apparaturen behandelt wurden [CREECKMORE und RADLEY<sup>34</sup>, GIANELLY et al.<sup>49</sup>, OWEN<sup>115</sup>, PARKHOUSE<sup>126</sup>, WEINBERGER<sup>163</sup>]. Häufig wurden als Kontrollgruppe Probandengruppen aus bereits veröffentlichten Wachstumsstudien (z.B. Michigan- oder Burlington-Wachstumsstudien, Rocky Mountain Data Systems, BOLTON Standards<sup>25</sup>) verwendet [GIANELLY et al.<sup>50</sup>, HANSEN und PANCHERZ<sup>55</sup>, KERR et al.<sup>78</sup>, MAMANDRAS und ALLEN<sup>92</sup>, PANCHERZ<sup>121</sup>, REEY und EASTWOOD<sup>135</sup>, VALANT und SINCLAIR<sup>157</sup>]. Ebenso häufig wurde eine Klasse I-Okklusionsanomalie-Vergleichsgruppe herangezogen [KNIGHT<sup>81</sup>, LUDER<sup>88, 89</sup>, MOORE et al.<sup>109</sup>, STÖCKLI und DIETRICH<sup>149</sup>, WIESLANDER<sup>173</sup>]. Hierzu kann kritisch angemerkt werden, daß bei Klasse I-Dysgnathien eine wachstumsbeeinflussende Therapie in der Regel nicht benötigt wird (ausgenommen vertikale Abweichungen). Bei vielen Studien wurde auf eine Kontrollgruppe verzichtet [AHLGREN und LAURIN<sup>2</sup>, BARTON<sup>12</sup>, CANGIALOSI<sup>29</sup>, DEMISCH<sup>37</sup>, DEVINCENZO<sup>42</sup>, LEHMAN et al.<sup>84</sup>, MALMGREN und ÖMBLUS<sup>91</sup>, O`REILLY et al.<sup>113</sup>, OP HEIJ<sup>114</sup>, PANCHERZ<sup>122</sup>, REMMELINK und TAN<sup>137</sup>, REMMER et al.<sup>138</sup>, WEINBACH und SMITH<sup>162</sup>, WIESLANDER<sup>170</sup>, WILLIAMS und MELSEN<sup>174</sup>]. Bei Verwendung einer geeigneten Kontrollgruppe muß daran gedacht werden, daß das Gesichtswachstum interindividuell (in den verschiedenen Altersgruppen und abhängig vom Geschlecht) sehr unterschiedlich verläuft und allgemein gültige

Aussagen schwierig sind [BISHARA et al.<sup>21</sup>, BUSCHANG et al.<sup>27</sup>, CARTER<sup>30</sup>]. Daraus folgt, daß eine Kontrollgruppe dem Alter und Geschlecht der zu untersuchenden Probandengruppe weitestgehend entsprechen soll. In einigen Untersuchungen wurden Patienten sowohl für die Kontroll-, als auch für die Versuchsgruppe verwendet, indem man sie zunächst über zwei und mehr Jahre beobachtet, bevor mit der Behandlung begonnen wird. In diesem Fall stimmen Versuchsgruppe und Kontrollgruppe altersmäßig natürlich nicht überein.

In der hier vorliegenden Longitudinalstudie wurden die Ergebnisse der Querschnittsstudie von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup>, die BOLTON Standards<sup>25</sup> und die kephalometrischen Werte von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> zum Vergleich zugrundegelegt.

5. Die Fallzahlen in Versuchs- und Kontrollgruppen sollte groß genug sein, um atypische Ergebnisse in Durchschnittswerten auszuschließen. Die Patientenzahl sollte in der Regel 30 nicht unterschreiten, um statistische Aussagekraft zu erhalten. Versuchsgruppen dieser Größe sind jedoch nur schwer zu finden.

Zur Vermeidung zu kleiner – statistisch nicht auswertbarer – Gruppen wurden in der vorliegenden Arbeit zwei Hauptgruppen (mesial-basale und maxillär prognathe Hauptgruppe) nicht der statistischen Auswertung zugeführt. Dennoch lagen in einigen Untergruppen (hier gleich Altersgruppen) sehr geringe Fallzahlen vor. In diesen Gruppen konnte es demnach zu einer stärkeren Beeinflussung der Mittelwerte kommen, falls die FRS-Werte eines Probanden vom Mittel stark differierten. Dies konnte bei den Patienten der Uniklinik Würzburg häufiger vorkommen, da schwierige Behandlungsfälle und somit auch ausgeprägtere Dysgnathien häufig von den niedergelassenen Kollegen in die Klinik überwiesen wurden.

6. Statistisch signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede in der skelettalen Reaktion auf eine funktionskieferorthopädische Therapie lassen sich nur bei ausreichend großen Fallzahlen ermitteln.



In den meisten Studien konnten keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Reaktionsweise auf die funktionskieferorthopädische Therapie gefunden werden mit Ausnahme der Untersuchungen von BISHARA et al.<sup>21</sup>, BUSCHANG et al.<sup>26, 27</sup>, CARTER<sup>30</sup>, JACOBSON und PAULIN<sup>71</sup> und LUDER<sup>88, 89</sup>. Fast alle übrigen Autoren fanden keine wesentlichen Unterschiede in der Reaktion der beiden Geschlechter auf die funktionskieferorthopädische Therapie. In der Regel wurden daher in den meisten Studien gemischte Gruppen (Mädchen und Jungen) benutzt.

Auch in der hier vorliegenden Studie mußte auf die nach Geschlechtern getrennte Auswertung verzichtet werden, da sonst die Fallzahlen keine statistische signifikante Aussage zugelassen hätten.

## **5.2 *Behandlungsbedingte kieferorthopädische Effekte bei der Klasse II-Therapie***

Zahlreiche Autoren untersuchten die Wirkungsweise von funktionskieferorthopädischen Geräten auf morphologische Veränderung des Viscerocraniums. Es handelte sich dabei im wesentlichen um die Analyse intermaxillärer funktionskieferorthopädischer Geräte, die von den folgenden Autoren [ADENWALLA und KRONMAN<sup>1</sup>, AHLGREN und LAURIN<sup>2</sup>, BARTON<sup>12</sup>, BAUMRIND et al.<sup>15, 16, 17</sup>, BERNSTEIN et al.<sup>18</sup>, BIRKEBEAK et al.<sup>20</sup>, CALVERT<sup>28</sup>, CANGIALOSI et al.<sup>29</sup>, CREEKMORE und RADLEY<sup>34</sup>, DEMISCH<sup>37</sup>, DERMAUT et al.<sup>39</sup>, DEVINCENZO<sup>40, 42</sup>, FIROUZ et al.<sup>47</sup>, FORSBERG und ODENRICK<sup>48</sup>, GIANELLY et al.<sup>49, 50</sup>, HANSEN et al.<sup>54</sup>, HARVOLD und VARGERVIK<sup>57</sup>, HAYNES<sup>62</sup>, JACOBSON und PAULIN<sup>71</sup>, JACOBSON<sup>72</sup>, JANSON<sup>73</sup>, KERR et al.<sup>78</sup>, KNIGHT<sup>81</sup>, LAGERSTRÖM et al.<sup>83</sup>, LEHMAN et al.<sup>84</sup>, LUDER<sup>88, 89</sup>, MALMGREN und ÖMBLUS<sup>91</sup>, MAMANDRAS und ALLEN<sup>92</sup>, MARSCHNER und HARRIS<sup>93</sup>, MCNAMARA JR et al.<sup>94, 96</sup>, MELSEN und ENEMARK<sup>107</sup>, MELSEN<sup>108</sup>, O'REILLY et al.<sup>113</sup>, OP HEIJ et al.<sup>114</sup>, ÖZTÜRK und TANHUTER<sup>116</sup>, PANCHERZ und ANCHUS-PANCHERZ<sup>117</sup>, PANCHERZ und FACKEL<sup>118</sup>, PANCHERZ<sup>120, 121, 122, 123, 124, 125</sup>, PARKHOUSE<sup>126</sup>, PEREZ-MARTINES<sup>127</sup>, PFEIFFER und GROBERTY<sup>134</sup>, REEY und

EASTWOOD<sup>135</sup>, REMMELINK und TAN<sup>137</sup>, REMMER et al.<sup>138</sup>, STÖCKLI und DIETRICH<sup>149</sup>, TEUSCHER<sup>153</sup>, TRAYFOOT und RICHARDSON<sup>155</sup>, VALANT und SINCLAIR<sup>157</sup>, VARGERVIK und HARVOLD<sup>160</sup>, WATSON<sup>161</sup>, WEINBACH und SMITH<sup>162</sup>, WIESLANDER und BUCK<sup>168</sup>, WIESLANDER und LAGERSTRÖM<sup>169</sup>, WIESLANDER<sup>170, 171, 172, 173</sup>, WILLIAMS und MELSEN<sup>174</sup>, WITT et al.<sup>175</sup>, WITT und WATTED<sup>176</sup>, WOODSIDE et al.<sup>178</sup>] zur Therapie einer Klasse II-Anomalie verwendet wurden und deren Wirkungsweise untersucht wurde:

- Aktivatoren und Bionatoren
- Headgear-Aktivatoren und Headgear-Bionatoren
- Herbst-Apparaturen
- Headgear mit Nackenzug (Low-Pull) oder High-Pull

[Untersuchungen zur Headgear-Therapie: BARTON<sup>12</sup>, BAUMRIND et al.<sup>15, 16, 17, 18</sup>, CANGIALOSI et al.<sup>29</sup>, FIROUZ et al.<sup>47</sup>, GIANELLY et al.<sup>50</sup>, KNIGHT<sup>80</sup>, MELSEN und ENEMARK<sup>107</sup>, MELSEN<sup>108</sup>, O'REILLY et al.<sup>113</sup>, WATSON<sup>161</sup>, WIESLANDER und BUCK<sup>168</sup>, WIESLANDER<sup>170, 173</sup>]

Von diesen genannten Autoren berichteten die meisten über die Effekte der Aktivator-Therapie: Es konnten in 66% aller FKO-Studien signifikante Einflüsse der Aktivator-Therapie auf die Veränderung des SNA-Winkels, und in 45% Veränderungen des SNB-Winkels nachgewiesen werden. Anhand zahlreicher HG-Studien [BARTON<sup>12</sup>, BAUMRIND et al.<sup>15, 16, 17, 18</sup>, CANGIALOSI et al.<sup>29</sup>, FIROUZ et al.<sup>47</sup>, GIANELLY et al.<sup>50</sup>, KNIGHT<sup>80</sup>, MELSEN und ENEMARK<sup>107</sup>, MELSEN<sup>108</sup>, O'REILLY et al.<sup>113</sup>, WATSON<sup>161</sup>, WIESLANDER und BUCK<sup>168</sup>, WIESLANDER<sup>170, 173</sup>] konnte ein signifikanter Einfluß des Headgears auf die Veränderung des SNA-Winkels festgestellt werden. Bei 85% der Studien zur Wirkung der Aktivatoren konnte eine Reduktion des ANB-Winkels nachgewiesen werden. Bei 74% der Studien zur Headgear-Wirkung wurde ebenfalls ein Verkleinerung des ANB-Winkels erreicht. Das Oberkieferwachstum konnte in 32% der Aktivator- und Herbst-Studien beeinflußt werden. Hingegen konnte durch Headgear-Therapie in fast allen Headgear-Studien ein stärkerer Einfluß auf das Oberkieferwachstum im Sinne einer Hemmung ausgeübt werden. Im Gegensatz dazu waren die

Auswirkungen auf das Unterkieferwachstum (signifikante Veränderung der Unterkieferlänge) in ca. 67% der Aktivator/Herbst-Gruppe und nur in 32% der Headgear-Gruppe zu registrieren.

Das bedeutet, daß die Wirkung der funktionskieferorthopädischen Geräte mehr auf einer Beeinflussung des Wachstums der Mandibula als der Maxilla beruhte, während sich die Wirkung des Headgears vor allem im Oberkiefer zeigte.

BUSCHANG et al.<sup>26</sup> fanden, daß die Wachstumsrate des Unterkiefers zwischen Klasse I- und Klasse II-Okklusionsanomalien deutliche Unterschiede aufweist: Im Alter von 15 Jahren ist die Unterkieferlänge bei Mädchen mit unbehandelter Klasse II-Anomalie um 2 mm kürzer als die bei unbehandelten Klasse I-Patientinnen. Zum gleichen Ergebnis kam auch HARRIS<sup>56</sup>. Andere Autoren konnten diese Unterschiede nicht feststellen [HINTON und McNAMARA JR<sup>66</sup>, JOHNSTON JR<sup>74</sup>, RIOLO et al.<sup>140</sup>, WOODSIDE et al.<sup>177</sup>].

Die langfristigen Behandlungseffekte durch die funktionskieferorthopädische Therapie bei Klasse II-Behandlung wurden von folgenden Autoren untersucht:

Zahlreiche Studien zur Wirkung der Herbst-Apparatur wurden von HANSEN et al.<sup>54</sup>, HANSEN und PANCHERZ<sup>55</sup>, PANCHERZ und ANCHUS-PANCHERZ<sup>117</sup>, PANCHERZ und FACKEL<sup>118</sup> und PANCHERZ<sup>123</sup> durchgeführt. Sie stellten fest, daß die Herbst-Apparatur nur kurzzeitigen Einfluß auf die bestehenden skelettofazialen Wachstumsmuster haben. Nach der orthopädischen Phase der kieferorthopädischen Behandlung hatten Ober- und Unterkiefer die Tendenz zu rezidivieren. Veränderungen in der Unterkieferlänge vor, während und nach einer erfolgreichen Korrektur von Klasse II-Okklusionsanomalien wurden von DEVINCENZO<sup>41</sup> untersucht: Die Längenzunahme des Unterkiefers während der funktionskieferorthopädischen Phase war erheblich, die Wachstumsrate ausgeprägt. Diese Ergebnisse entsprachen den von DEVINCENZO<sup>40, 42</sup>, PANCHERZ und HANSEN<sup>119</sup> und WIESLANDER<sup>171</sup> gemachten Angaben. Die Wachstumsrate nach der funktionskieferorthopädischen Behandlungsphase

erreichte jedoch zu keinem Zeitpunkt die Rate der Kontrollgruppe. In der Enduntersuchung nach vier Jahren konnte keine weitere Längenzunahme im Unterkiefer festgestellt werden [DEVINCENZO<sup>41</sup>]. Nach HANSEN und PANCHERZ<sup>55</sup> lassen sich mit Herbst-Apparaturen Richtung und Umfang des Unterkieferwachstums verändern. Der Unterschied im Kieferbasisverhältnis zwischen der Herbst-Gruppe und dem BOLTON-Sample<sup>25</sup> war jedoch am Ende des Wachstums fast der gleiche wie vor der Behandlung. Die durchschnittlichen orthopädischen Auswirkungen auf den Oberkiefer bei der Aktivatorbehandlung waren nach WIESLANDER und LAGERSTRÖM<sup>169</sup> nur begrenzt. Als Ergebnis der Aktivator-Therapie verzeichneten sie eine signifikante Verkleinerung des ANB-Winkels um 1° pro Jahr. Vier Jahre nach Abschluß der Behandlung war im ANB-Winkel kein Rezidiv der verbesserten anterior-posterioren Kieferrelation zwischen Ober- und Unterkiefer zu registrieren. Das Ergebnis blieb stabil.

Zahlreiche Autoren [ALTUNA<sup>7</sup>, BAUME und DERICHSWEILER<sup>13</sup>, CHARLIER et al.<sup>33</sup>, ELDER und TUENGE<sup>44</sup>, ELGOYHEN et al.<sup>45</sup>, HARVOLD<sup>58</sup>, HENRY und CLEALL<sup>63</sup>, HINTON und MCNAMARA JR<sup>66</sup>, JOHO<sup>75</sup>, KAMBARA<sup>76</sup>, MCNAMARA JR und BRYAN<sup>95</sup>, MCNAMARA JR und CARLSON<sup>96</sup>, MCNAMARA JR et al.<sup>97, 98</sup>, MCNAMARA JR<sup>100, 101</sup>, MEIKLE<sup>105</sup>, MELDRUM<sup>106</sup>, MOYERS et al.<sup>111</sup>, NANDA<sup>112</sup>, PETROVIC et al.<sup>128, 129</sup>, PETROVIC und STUTZMANN<sup>130</sup>, SPROULE<sup>148</sup>, STÖCKLI und DIETRICH<sup>149</sup>, STÖCKLI und WILLERT<sup>150</sup>, STUTZMANN und PETROVIC<sup>151</sup>, WOODSIDE et al.<sup>177</sup>] untersuchten in Tierversuchen, ob eine Beeinflussung des Kiefergelenkwachstums möglich ist. Der Vorteil der Tierversuche liegt darin, daß sowohl kephalometrische als auch histologische Untersuchungen und Auswertungen möglich sind.

Von diesen Autoren berichteten einige [ALTUNA<sup>7</sup>, HARVOLD<sup>58</sup>, PETROVIC et al.<sup>129</sup>, STÖCKLI und DIETRICH<sup>149</sup>, WOODSIDE et al.<sup>177</sup>] von Knorpelwucherungen durch mitotische Aktivitäten in der prächondroblastischen Zone, die zu Wachstumszunahmen bei den Kondylen führten, und somit eine Verlagerung der Mandibula nach kaudal und ventral zur Folge hatte. Andere Forscher [ALTUNA<sup>7</sup>, HARVOLD<sup>58</sup>, MCNAMARA JR und BRYAN<sup>95</sup>, PETROVIC et al.<sup>128, 129</sup>, WOODSIDE et al.<sup>177</sup>] fanden eine effektive Längenzunahme des Unterkiefers

nach Protrudierung dieses Kiefers. Einige Autoren [AHLGREN und LAURIN<sup>2</sup>, STÖCKLI und DIETRICH<sup>149</sup>, WOODSIDE et al.<sup>177</sup>] konnten einen deutlichen Umbau der Fossa glenoidalis als therapeutischen Effekt der Unterkieferprotrudierung bewirken.

Andere Autoren [ELDER und TUENGE<sup>44</sup>, HENRY und CLEALL<sup>63</sup>, JOHO<sup>75</sup>, MELDRUM<sup>106</sup>, SPROULE<sup>148</sup>] stellten bei Versuchen mit Affen erhebliche Veränderungen im Mittelgesicht nach einer Headgear-Therapie fest. ELDER und TUENGE<sup>44</sup> und HENRY und CLEALL<sup>63</sup> berichteten auch von Aufholwachstum nach der Therapie, unabhängig von der Richtung der vorher angewendeten therapeutischen Kraft. Ebenso wurde ein Aufholwachstum des Unterkiefers bei Affen gefunden, bei denen der Oberkiefer vorverlagert wurde [KAMBARA<sup>76</sup>, NANDA<sup>112</sup>].

Aus diesen Versuchen ließ sich folgern, daß orthopädische Effekte bei Tieren über einen gewissen Zeitraum stabil waren.

Beim Vergleich von klinischen Studien (Patienten) und Tierversuchen muß man sich einiger Unterschiede bewußt sein:

- 1) Bei Tieren ist eine Kontrollgruppe problemlos verfügbar.
- 2) Tierversuche sind in der Regel zeitlich begrenzt.
- 3) Der Zeitpunkt der Tötung der Versuchstiere kann unterschiedlich gewählt werden. Durch die unterschiedliche Terminierung können zusätzliche Daten gewonnen werden.
- 4) Im Tierversuch endet der Aktivator-Effekt stets in einer Klasse III-Relation anders als in den klinischen Studien.
- 5) Funktionskieferorthopädische Apparaturen werden in der Regel nicht 24 Stunden getragen (Ausnahme Herbst-Apparatur). In Tierversuchen beträgt die Tragezeit jedoch stets 24 Stunden.
- 6) Tierversuche an Ratten sind in großen Zahlen möglich, an Primaten jedoch nur anhand kleiner Gruppen.

### **5.3 Eigene Ergebnisse**

Im folgenden sollen die in der hier vorliegenden Longitudinalstudie gefundenen Ergebnisse diskutiert und mit den Werten aus der Literatur verglichen werden. Dazu wurden folgende Werke zum Vergleich herangezogen:

1. Werte aus dem Werk von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup>,
2. Werte aus den BOLTON Standards<sup>25</sup> und
3. Werte aus der Dissertation von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup>

Es handelte sich bei allen drei Vergleichsgruppen um die Durchschnittswerte von unbehandelten Patienten.

Die Werte der BOLTON Standards<sup>25</sup> geben die kephalometrischen Parameter für männliche und weibliche Individuen gemeinsam an, während die Werte von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> nach Geschlecht getrennt dargestellt wurden. Unberücksichtigt blieb bei diesen beiden Werken – in der hier vorliegenden Studie als zwei der Kontrollgruppen verwendet – der Einfluß der sagittalen Kieferrelation (Einfluß des ANB-Winkels) und der Einfluß des Prognathiegrades der Maxilla (Rolle des SNA-Winkels) auf das Gesichtsschädelwachstum unbehandelter Patienten.

Daher wurden die Ergebnisse von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> als unbehandelte Kontrollgruppe mit den gleichen Dysgnathien (gleiche Einteilung der Probanden nach ANB- und SNA-Winkel, gleicher Auswerter der FRS-Aufnahmen) verwendet.

Aus Umfangsgründen werden im folgenden nur die Ergebnisse der Mediane im Vergleich zu den entsprechenden Ergebnissen der drei oben genannten Werke dargestellt.

In den vier Hauptgruppen der hier vorliegenden Longitudinalstudie bestand in fast allen Altersgruppen das Problem, daß nur eine reduzierte Anzahl an zur Verfügung stehenden Fernröntgenseitenaufnahmen zum Zeitpunkt  $t_3$  und  $t_4$  (4. und 5. FRS-Aufnahme eines Patienten) vorhanden war. Dies hatte zur

Folge, daß insbesondere die 4. und 5. Werte stärker nach oben oder unten vom Median abweichen konnten, da hier einzelne Patienten mit extremen FRS-Werten stärker zum Tragen kommen konnten. Alle Patienten hatten jedoch mindestens 3 Fernröntgenseitenbilder, so daß eine Wachstumsrichtungsänderung bis zum Zeitpunkt  $t_2$  (= 3. FRS-Aufnahme) in allen Hauptgruppen und Altersgruppen als sicher gewertet werden konnte.

### **5.3.1 Distal-basale Hauptgruppe (ANB-Winkel > 4°, Hauptgruppe 1)**

#### **5.3.1.1 Sagittale Strukturmerkmale**

##### **5.3.1.1.1 SNA-Winkel**

Beim SNA-Winkel in der distal-basalen Hauptgruppe konnte keine einheitliche Änderung während des Wachstums nachgewiesen werden. Die Werte schwankten alle zwischen 79,7 ° und 83,8° mit einem Durchschnittswert von 81,5° aller Altersgruppen. Beim Vergleich mit der distalen Gruppe aus der Arbeit von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> konnte kein statistisch signifikanter Unterschied gefunden werden. Ähnliche Werte gaben auch die BOLTON Standards<sup>25</sup> und die Arbeit von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> an. Es konnte gefolgert werden, daß es durch die Klasse II-Behandlung zu keinem vom unbehandeltem Durchschnitt abweichendem Wachstum der Maxilla kam. Der Ausgleich der sagittalen Diskrepanz, der zu Beginn der Behandlung bestand, war wahrscheinlich durch ein gesteigertes Unterkieferwachstum bedingt.

##### **5.3.1.1.2 SNB-Winkel**

Im Median über alle Altersgruppen stellte sich beim SNB-Winkel in der distal-basalen Hauptgruppe eine jährliche Zunahme von 0,3° heraus. Insgesamt lagen fast alle Werte initial im Bereich der retrognathen Mandibula. Durch die Behandlung erfolgte eine Annäherung an eine orthognathe Mandibula. Vergleich man diese Ergebnisse mit denen von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup>, so stellte man ein

deutlich ausgeprägteres Wachstum in der hier vorliegenden distal-basalen Hauptgruppe als in der distalen Gruppe von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> fest, in der die durchschnittliche jährliche Änderung nur bei  $0,04^\circ$  lag. Somit kann von einem durch die Behandlung induzierten verstärkten Unterkieferwachstum ausgegangen werden. Im Vergleich zu dem BOLTON Sample<sup>25</sup> und den Werten von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> konnte jedoch kein großer Unterschied gefunden werden. In diesen zwei Werken wurde jedoch die Dysgnathieform nicht berücksichtigt, so daß der Vergleich mit den Werten GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> eher von Bedeutung ist.

#### **5.3.1.1.3 SN-Pg-Winkel**

Analog zur Entwicklung des SNB-Winkels verlief die des SN-Pg-Winkels, wobei der absolute Wert im Durchschnitt  $1^\circ$  größer als der des SNB-Winkels war. Auch hier konnte im Median aller Altersgruppen der distal-basalen Hauptgruppe eine jährliche Zunahme von  $0,3^\circ$  ausgerechnet werden. Demgegenüber fand GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> nur eine durchschnittliche Zunahme von  $0,1^\circ$  pro Jahr in ihrer distalen Gruppe. Das behandlungsinduzierte Wachstum lag also auch hier über dem der nicht behandelten Kontrollgruppe.

#### **5.3.1.1.4 ANB-Winkel**

In allen Altersgruppen der distal-basalen Hauptgruppe war der durchschnittliche ANB-Winkel zu Beginn der Behandlung (Zeitpunkt  $t_0$ ) sehr groß ( $5,2^\circ$  bis  $6,0^\circ$ ), da diese Werte das Kriterium zur Einteilung in diese distal-basale Hauptgruppe bildeten. Ein Median, der alle Altersgruppen gemeinsam repräsentiert hätte, konnte nicht errechnet werden. Dafür wurde für jede einzelne Altersgruppe der für sie spezifische Median errechnet (aber aus Gründen der Übersichtlichkeit in Grafik 5, siehe Kap. 4.1.1.1.4 nicht mit abgebildet). Der Median zeigte in jeder einzelnen Altersgruppe eine relativ konstante Abnahme des ANB-Winkels um  $0,8^\circ$  pro Jahr an. In allen Altersgruppen konnte demgemäß eine Verbesserung der basalen Diskrepanz erreicht werden. Es erfolgte eine Annäherung an eine neutral-basale Kieferrelation. Deutlich konnte hier der Unterschied zur unbehandelten Kontrollgruppe von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> dargestellt werden, in



der die jährliche Abnahme des ANB-Winkels in der distalen Gruppe nur  $0,2^\circ$  pro Jahr betrug. Die Differenz von  $0,6^\circ$  pro Jahr zwischen dem hier vorliegenden longitudinalen Ergebnis ( $0,8^\circ$  pro Jahr) und dem Querschnitts-Ergebnis von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> ( $0,2^\circ$  pro Jahr) kann auf die erfolgreiche funktionskieferorthopädische Behandlung zurückgeführt werden. Auch beim Vergleich mit der durchschnittlichen Abnahme des ANB-Winkel in den BOLTON Standards<sup>25</sup> (jährliche Abnahme von  $0,1^\circ$ ) und im Werk von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> (jährliche Abnahme bei männlichen und weiblichen Individuen von jeweils  $0,2^\circ$ ) konnte ein statistisch signifikanter Unterschied herausgestellt werden.

#### **5.3.1.1.5 Strecke S-N**

Die Vergrößerung der Strecke S-N verlief in allen Altersgruppen der distal-basalen Hauptgruppe fast linear entlang der Medianlinie unabhängig davon, wann mit der kieferorthopädischen Behandlung eingesetzt wurde. In fast allen Altersgruppen zeigte sich das gleiche durchschnittliche sagittale Wachstum der anterioren Schädelbasis, und im selben Alter – aber in den unterschiedlichen Alters-, bzw. Behandlungsgruppen – war auch die Strecke S-N gleich groß. Mit einer durchschnittlichen jährlichen Zunahme von 1,0 mm im Median wichen die hier vorliegenden Ergebnisse nur geringfügig von denen aus der Untersuchung von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> (+ 0,7 mm pro Jahr in der distalen Gruppe) und den BOLTON Standards<sup>25</sup> (+ 0,6 mm pro Jahr) ab.

#### **5.3.1.1.6 Strecke Go-Me**

Die jährliche Zunahme der Strecke Go-Me in der distal-basalen Hauptgruppe betrug durchschnittlich 1,7 mm im Median unabhängig von der Altersgruppe und dem Behandlungszeitpunkt. Dies bedeutete, daß auch das Wachstum der Strecke Go-Me (Länge des Unterkiefercorpus) weitgehend unabhängig von der durchgeführten Therapie war. Im Alter von 8-9 Jahren war im Median die Strecke Go-Me (59,7 mm) noch deutlich kürzer als die Strecke S-N (64,3 mm). Mit zunehmendem Alter näherten sich die Strecken bezüglich ihres Betrages an einander an. Im Alter von 15 - 16 Jahren war die Strecke S-N auf die Länge von 71,7 mm angewachsen, während die Strecke Go-Me bereits 72,0 mm maß. Die

durchschnittliche jährliche Zunahme der Strecke Go-Me war somit 0,7 mm größer als die der Strecke S-N und konnte zum Ausgleich sagittaler Diskrepanzen beitragen. Außerdem bestätigte sich eine allgemein bekannte Aussage aus der Literatur: der Hirnschädel wächst post natum nur noch deutlich weniger als der Gesichtsschädel. Beim Vergleich der Zunahme der Strecke Go-Me im Median mit den Ergebnissen von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> stellte sich bei GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> für die distale Gruppe eine deutlich geringere durchschnittliche Zunahme von 1,2 mm pro Jahr heraus. Auch in den BOLTON Standards<sup>25</sup> wurde nur eine jährliche Zunahme – für die sehr ähnliche Strecke Go-Pogo – von 1,3 mm angegeben. Aus diesen Ergebnissen ließ sich schließen, daß zumindest in geringem Umfang das Unterkieferwachstum durch die kieferorthopädische Behandlung stimuliert werden konnte.

#### **5.3.1.1.7 Fazialkonvexität**

Die Fazialkonvexität änderte sich im Median nur gering: Die durchschnittliche Abnahme betrug 0,3 mm pro Jahr, wobei die Schwankungen in den einzelnen Altersgruppen zum Teil erheblich größer waren. Eine jährliche Abnahme von 0,3 mm lag dabei schon sehr eng an überhaupt noch meßtechnisch feststellbaren Änderungen, wie weiter oben bereits erläutert wurde (s. Kap. 5.1.1, [BAUMRIND und FRANTZ<sup>14</sup>, CHACONAS et al.<sup>31, 32</sup>, DAHLBERG<sup>36</sup>]). Weiterhin konnte auch der Einfluß der Achsenstellung der Oberkieferinzisivi größeren Einfluß auf die sagittale Position des A-Punktes haben, als das Oberkieferwachstum an sich, da in Kap. 4.1.1.1.1 bereits festgestellt wurde, daß die sagittale Position der Maxilla sich nicht wesentlich veränderte. Also konnte man davon ausgehen, daß die Abnahme der Konvexität (gleich Zunahme der Konkavität) des Gesichtsprofils auch mit auf ein verstärktes Wachstum der Mandibula (Punkt Pog der Fazialebene) zurückgeführt werden konnte. Die Unterschiede zu den Werten von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> waren nicht so deutlich wie die der vorhergehenden Parameter.

### **5.3.1.2 Vertikale Strukturmerkmale**

#### **5.3.1.2.1 NL-NSL-Winkel**

Beim NL-NSL-Winkel in der distal-basalen Hauptgruppe konnte keine einheitliche Änderung des Wachstums nachgewiesen werden. Der NL-NSL-Winkel schwankte stark zwischen den Werten  $5,6^\circ$  und  $8,4^\circ$ . Mit einem durchschnittlichen NL-NSL-Winkel von  $7,0^\circ$  war eine durchschnittlich neutrale Neigung des Oberkiefers zur anterioren Schädelbasis zu verzeichnen. Beim Vergleich mit der distalen Gruppe aus der Arbeit von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> (durchschnittliche Zunahme des NL-NSL-Winkels von  $0,2^\circ$  pro Jahr) konnte kein statistisch signifikanter Unterschied gefunden werden. Ähnliche Werte gab auch die Arbeit von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> an: Sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Individuen betrug die durchschnittliche jährliche Zunahme  $0,1^\circ$ . Daraus ließ sich folgern, daß die durchgeführte funktionskieferorthopädische Therapie keinen Einfluß auf die Rotation der Maxilla in Relation zur anterioren Schädelbasis hatte.

#### **5.3.1.2.2 ML-NSL-Winkel**

In der distal-basalen Hauptgruppe fand keine deutliche Veränderung des ML-NSL-Winkels statt. Der Winkel pendelte zwischen den Grenzwerten  $31,6^\circ$  und  $36,7^\circ$ , wobei eine geringe Tendenz zur Abnahme des ML-NSL-Winkels in den Altersgruppen 1, 2, 3, 4 und 7 zu verzeichnen war. Die anteriore Neigung der Unterkieferbasis zur Schädelbasis nahm also geringfügig zu, es kam zu einer geringen skelettalen Bißvertiefung in den oben genannten Altersgruppen. Die einzelnen Werte schwankten jedoch erheblich. Mit einem durchschnittlichen Wert von  $33,2^\circ$  lag das Ergebnis nahe dem in der Literatur zu findenden Mittelwert von  $32^\circ$ . GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> konnte eine durchschnittliche Abnahme von  $0,6^\circ$  pro Jahr nachweisen. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> wird von einer durchschnittlichen jährlichen Abnahme von  $0,3^\circ$  und in der Arbeit von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> von  $0,4^\circ$  ausgegangen, die so hier nicht gefunden werden konnte.

#### **5.3.1.2.3 ML-NL-Winkel**

Bei der Auswertung des ML-NL-Winkels waren die letzten Werte der Altersgruppen 5 und 6 nur eingeschränkt verwertbar, da in diesen Gruppen nur noch eine reduzierte Anzahl an vierten und fünften FRS-Aufnahmen zur Auswertung zur Verfügung standen. Ließ man diese Werte außer Acht, konnte eine durchschnittliche Abnahme des ML-NL-Winkels von  $0,4^\circ$  pro Jahr beobachtet werden. Dieses Ergebnis entsprach den Angaben der BOLTON Standards<sup>25</sup> (Abnahme ebenfalls  $0,4^\circ$  pro Jahr) und denen von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> (weibliche Individuen mit einer durchschnittlichen Abnahme von  $0,5^\circ$  und männliche Individuen mit einer von  $0,4^\circ$  pro Jahr). GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> hingegen fand bei ihren Probanden eine deutlich ausgeprägtere anteriore Rotation der Mandibula: Der ML-NL nahm bei ihr in der distalen Gruppe um  $0,8^\circ$  pro Jahr ab. Die hier vorliegenden Ergebnisse zeigten, daß durch eine Klasse II-Therapie die natürliche Wachstumsrichtung in der Vertikalen nicht verändert wurde. Das Wachstum in der Vertikalen konnte unbeeinflusst weiter ablaufen.

#### **5.3.1.2.4 Gonionwinkel**

Der Gonionwinkel schwankte in allen Altersgruppen um einen für diese Altersgruppe spezifischen Wert, wobei dieser Wert von Altersgruppe 1 zu Altersgruppe 7 abnahm. Daraus konnte man eine anteriore Rotation der Mandibula mit zunehmendem Alter erkennen. Im Median aller Altersgruppen konnte eine Abnahme von  $0,9^\circ$  pro Jahr nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis fand auch GILBERT-BRESLER<sup>51</sup>: in der unbehandelten Kontrollgruppe (distale Gruppe) nahm der Gonionwinkel um jährlich  $1,0^\circ$  ab. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> findet sich jedoch nur eine jährliche Abnahme von  $0,4^\circ$  und in den Angaben von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> werden ebenfalls  $0,4^\circ$  für weibliche und  $0,3^\circ$  für männliche Individuen genannt. Die Unterschiede zwischen den Würzburger Probanden (Ergebnisse von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> und eigene Ergebnisse) und den anderen beiden unbehandelten Kontrollgruppen ließen sich unter anderem auf zwei mögliche Unterschiede zurückführen: 1. In der eigenen Untersuchung und in der von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> wurden die Patienten

nach Dysgnathien separat untersucht und 2. lagen unterschiedliche Populationen (Würzburger Patienten im Vergleich zu den englischen [BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup>] und amerikanischen Probanden [BOLTON Standards<sup>25</sup>]) vor, die sich durchaus im vertikalen Gesichtsschädelaufbau und der vertikalen Wachstumsrichtung unterscheiden konnten.

#### **5.3.1.2.5 Fazialachse**

Eine statistisch signifikante Veränderung der Fazialachse konnte in der distal-basalen Hauptgruppe nicht gefunden werden. Die Werte schwankten um einen Durchschnittswert von 87,2°. Dies entsprach einer geringen Tendenz zur Hyperdivergenz der Kieferbasen. Bei GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> veränderte sich die Fazialachse in der distalen Gruppe ebenfalls kaum. Der Durchschnittswert ihrer Querschnittsstudie (distale Gruppe) lag mit 86,6° nur unwesentlich niedriger als in der hier vorliegenden Longitudinalstudie. In der Literatur wird die Fazialachse mit 90° angegeben und unterliegt keiner Veränderung durch eine bestimmte Wachstumsrichtung. Somit spiegelten die hier gefundenen Ergebnisse die der Literatur wieder.

#### **5.3.1.2.6 PFH/AFH-Quotient**

Der PFH/AFH-Quotient änderte sich im Median nur gering: Die durchschnittliche Zunahme betrug 0,3% pro Jahr. Im Alter von 8 – 9 Jahren betrug der Quotient im Median 63,6% und stieg langsam auf 66,7% im Alter von 17 – 18 Jahren an. Die Wachstumsrichtung ging – diesen Wert betreffend – in Richtung eines mehr horizontalen Unterkieferwachstums. Die posteriore Gesichtshöhe vergrößerte sich also schneller oder stärker als die anteriore Gesichtshöhe. Ähnliche Beobachtungen konnte auch GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> machen: Der PFH/AFH-Quotient nahm in der distalen Gruppe um 0,6% zu. Auch hier fand eine geringe wachstumsabhängige aber nicht zwingend behandlungsabhängige Veränderung der vertikalen Gesichtsproportionen statt.

## **5.3.2 Neutral-basale Hauptgruppe (ANB-Winkel $> 0^\circ$ und $\leq 4^\circ$ , Hauptgruppe 2)**

### **5.3.2.1 Sagittale Strukturmerkmale**

#### **5.3.2.1.1 SNA-Winkel**

Innerhalb der einzelnen Altersgruppen der neutral-basalen Hauptgruppe konnte keine statistisch signifikante Veränderung festgestellt werden. Fast alle Werte lagen zwischen  $79^\circ$  und  $81^\circ$ . Der Durchschnittswert aller Altersgruppen betrug  $79,8^\circ$  und lag somit im Bereich der orthognathen Maxilla. Es war weder ein entscheidendes Wachstum noch eine Hemmung des Wachstums feststellbar. Beim Vergleich mit den Werten aus der Literatur fiel hier eine gering posteriorere Lage (Tendenz zur maxillären Retrognathie) der Maxilla auf. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> wurde ein durchschnittliches jährliches Wachstum von  $0,2^\circ$  beschrieben, wobei der SNA-Winkel im Alter von 8 Jahren bereits  $82,1^\circ$  und mit Wachstumsabschluß (Alter 18 Jahre)  $84,0^\circ$  betrug. BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> gaben die durchschnittliche Zunahme mit  $0,1^\circ$  bei den weiblichen Individuen und  $0,2^\circ$  pro Jahr bei den männlichen Individuen an. Die absoluten Werte lagen dabei zwischen den in dieser Longitudinalstudie gefundenen und denen der BOLTON Standards<sup>25</sup>.

#### **5.3.2.1.2 SNB-Winkel**

Bei dem SNB-Winkel konnte in allen Altersgruppen der neutral-basalen Hauptgruppe eine geringe Zunahme verzeichnet werden. Im Median konnte ein durchschnittlicher Zuwachs von  $0,2^\circ$  pro Jahr errechnet werden. Dies lag geringfügig unter der Zunahme von  $0,3^\circ$  pro Jahr in der distal-basalen Hauptgruppe der hier vorliegenden Untersuchung. Beim Vergleich mit den Angaben der BOLTON Standards<sup>25</sup> (durchschnittliche jährliche Zunahme  $0,3^\circ$ ) und den Werten von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> (durchschnittliche Zunahme von  $0,2^\circ$  bei weiblichen Probanden und  $0,3^\circ$  pro Jahr bei männlichen Probanden) konnten keine wesentlichen Unterschiede aufgezeigt werden. Auch der

absolute Betrag des SNB-Winkels stimmte mit dem aus der Literatur Bekannten überein. Dies ließ sich damit erklären, daß in der neutral-basalen Hauptgruppe keine erheblichen skelettalen Diskrepanzen in der Sagittalen zu erwarten waren. Die hier vorliegende neutral-basale Hauptgruppe ähnelte den Kontrollgruppen aus der Literatur eher, als der ersten distal-basalen Hauptgruppe dieser Studie.

#### **5.3.2.1.3 SN-Pg-Winkel**

Parallel zur Entwicklung des SNB-Winkels lief die des SN-Pg-Winkels. Der absolute Betrag lag um  $1^\circ$  höher als bei dem SNB-Winkel. Es konnte eine eindeutige Wachstumsrichtung (durchschnittliche jährliche Zunahme von  $0,4^\circ$ ) festgestellt werden. Auch die BOLTON Standards<sup>25</sup> und BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> gaben eine jährliche Zunahme von  $0,4^\circ$  im Durchschnitt an. Die hier gefundenen Ergebnisse standen im Einklang mit den bereits aus der Literatur bekannten Werten.

#### **5.3.2.1.4 ANB-Winkel**

In dieser neutral-basalen Hauptgruppe konnte keine statistisch signifikante Veränderung des ANB-Winkels gefunden werden. Dies ließ sich dadurch erklären, daß wie bereits oben erwähnt, der ANB-Winkel als Einteilungskriterium für die sagittale Kieferrelation gedient hat. Bedingung für die neutral-basale Hauptgruppe war ein ANB-Winkel  $> 0,0^\circ$  und  $\leq 4,0^\circ$ . Somit lagen auch alle Winkelwerte bereits zu Beginn der Behandlung in Bereich einer neutralen Kieferrelation. Daran änderte sich durch die Behandlung nichts. Beim Vergleich mit den Werten der BOLTON Standards<sup>25</sup> (jährliche durchschnittliche Abnahme um  $0,1^\circ$ ) und denen von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> (durchschnittliche Abnahme bei weiblichen und männlichen Patienten jeweils  $0,2^\circ$  pro Jahr) konnte man keine erheblichen Unterschiede feststellen. Auch die absoluten Beträge stimmten sämtlich überein. Beim Vergleich der distal-basalen mit der neutral-basalen Hauptgruppe dieser Studie hier, konnte man jedoch erhebliche Unterschiede im Verhalten des ANB-Winkels erkennen: während der ANB-Winkel in der distal-basalen Hauptgruppe unter funktionskieferorthopädischer

Behandlung um jährlich  $0,8^\circ$  in jeder Altersgruppe abnahm, konnte in der neutral-basalen Hauptgruppe keine Änderung festgestellt werden. Daher konnte geschlossen werden, daß es durchaus möglich ist, das Wachstum der Kiefer, bzw. die Relation der Kieferbasen zueinander, durch die Behandlung positiv zu beeinflussen.

#### **5.3.2.1.5 Strecke S-N**

Ebenso wie in der distal-basalen Hauptgruppe konnte in der neutral-basalen Hauptgruppe in allen Altersgruppen eine statistisch signifikante Streckenzunahme zwischen den Meßpunkten Sella und Nasion nachgewiesen werden. Der Median gab die Längenzunahme aller Altersgruppen von durchschnittlich 0,7 mm pro Jahr wieder. Diese Ergebnisse stimmen mit denen der BOLTON Standards<sup>25</sup> (jährliche durchschnittliche Zunahme von 0,6 mm) überein. Der absolute Betrag wies ebenfalls keine Unterschiede auf. Es konnte das aus der Literatur Bekannte bestätigt werden.

#### **5.3.2.1.6 Strecke Go-Me**

In der neutral-basalen Hauptgruppe konnte in allen Altersgruppen eine konstante Zunahme von 1,5 mm pro Jahr gemessen werden. Ein besonderer Wachstumsschub war nicht zu verzeichnen. Mit einem durchschnittlichen Wachstum von 1,5 mm pro Jahr verlängerte sich die Strecke Go-Me doppelt so schnell wie die Strecke S-N. Lagen zunächst die anfänglichen Werte der Strecke S-N über denen der Strecke Go-Me, so drehte sich dieses Verhältnis zum Ende des Beobachtungszeitraumes (zwischen 15. und 16. Lebensjahr) um: Die Strecke Go-Me war nun geringfügig länger als die Strecke S-N. Das bedeutete, daß der Unterkiefer stärker, bzw. länger als die Schädelbasis wuchs und somit zur Entstehung eines geraden Gesichtsprofils beitrug. Dieses Ergebnis unterstreicht also ebenfalls die Tatsache, daß post natum der Gesichtsschädelbereich (hier repräsentiert durch die Strecke Go-Me) noch wesentlich stärker wächst als der Hirnschädelbereich (hier repräsentiert durch die Strecke S-N). Beim Vergleich mit den BOLTON Standards<sup>25</sup> (Zunahme von 1,3 mm pro Jahr) konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden.



#### **5.3.2.1.7 Fazialkonvexität**

Die Veränderungen der Fazialkonvexität in der neutral-basalen Hauptgruppe fielen sehr unterschiedlich aus. Während die Fazialkonvexität in den Altersgruppen 1 und 4 zunahm, konnte in den übrigen Altersgruppen eine Abnahme gemessen werden. Eine einheitliche Wachstumsrichtung war somit nicht festzustellen. Die Werte lagen alle im Bereich der orthognathen Maxilla. Beim Vergleich mit den anderen hier untersuchten Hauptgruppen war die neutral-basale Hauptgruppe die einzige Hauptgruppe, in der es zu keiner Abnahme der Fazialkonvexität kam. In der distal-basalen, maxillär orthognathen und retrognathen Hauptgruppe nahm die Fazialkonvexität im Median jeweils um 0,25 mm – 0,3 mm im Jahr ab.

#### **5.3.2.2 Vertikale Strukturmerkmale**

##### **5.3.2.2.1 NL-NSL-Winkel**

In der neutral-basalen Hauptgruppe war beim NL-NSL-Winkel in keiner Altersgruppe eine einheitliche Entwicklung feststellbar. Der NL-NSL-Winkel schwankte stark zwischen den Werten 5,3° und 8,6°. Mit einem durchschnittlichen NL-NSL-Winkel von 7,0° konnte eine durchschnittlich neutrale Neigung des Oberkiefers zur anterioren Schädelbasis gemessen werden. Beim Vergleich mit den Werten von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Mit einer jährlichen Zunahme von 0,1° im Durchschnitt fiel ihr Ergebnis nicht wesentlich anders aus als das in der hier vorliegenden Longitudinalstudie. Auch beim Vergleich der distal-basalen mit der neutral-basalen Hauptgruppe ließ sich kein Unterschied beobachten.

##### **5.3.2.2.2 ML-NSL-Winkel**

Eine ausgeprägte Veränderung des ML-NSL-Winkels fand in den einzelnen Altersgruppen nicht statt. Im Median konnte jedoch eine durchschnittliche Abnahme von 0,6° pro Jahr verzeichnet werden. Die anteriore Neigung der Unterkieferbasis zur Schädelbasis nahm also geringfügig zu. In den BOLTON

Standards<sup>25</sup> wurde die anteriore Rotation der Mandibula mit  $0,3^\circ$  pro Jahr angegeben. Damit betrug sie nur halb soviel wie in unserer Studie festgestellt. BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> maßen eine durchschnittliche Abnahme des ML-NSL-Winkels von  $0,4^\circ$  pro Jahr sowohl bei ihren männlichen als auch ihren weiblichen Probanden. In der hier vorliegenden Arbeit wurde also eine etwas ausgeprägtere Tendenz zur skelettalen Bißvertiefung gefunden, als dies aus den Kontrollgruppen zu erwarten gewesen wäre.

#### **5.3.2.2.3 ML-NL-Winkel**

Im Median betrug die jährliche Abnahme des ML-NL-Winkels  $0,7^\circ$ . Die Mandibula rotierte nach anterior. Beim Vergleich mit den BOLTON Standards<sup>25</sup> fiel die gleiche Differenz zwischen den Ergebnissen wie beim ML-NSL-Winkel auf: Die durchschnittliche Abnahme betrug dort nur  $0,4^\circ$  pro Jahr und auch bei BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> betrug die Abnahme nur  $0,5^\circ$  bei den weibliche Individuen und  $0,4^\circ$  pro Jahr bei den männlichen Patienten. Das heißt auch hier konnte eine deutlich größere Tendenz zur Bißvertiefung in dem Kollektiv der Universität Würzburg gefunden werden als in den Vergleichsgruppen.

#### **5.3.2.2.4 Gonionwinkel**

Ähnlich wie der ML-NL-Winkel nahm auch der Gonionwinkel in der neutral-basalen Hauptgruppe deutlich ab:  $0,9^\circ$  pro Jahr konnten im Median gemessen werden. Nicht ganz so deutlich nahm der Gonionwinkel nach den Angaben der BOLTON Standards<sup>25</sup> und denen von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> ab. Bei ihnen betrug die durchschnittliche Abnahme nur  $0,4^\circ$  pro Jahr. Die Tendenz zur Bißvertiefung, bzw. zur anterioren Rotation der Mandibula wiesen sie jedoch ebenfalls nach. Insgesamt lag in dem Würzburger Patientenklientel eine etwas stärker ausgeprägte Neigung zum skelettalen Tiefbiß vor, als dieses in den Angaben der Literatur zu finden ist.

#### **5.3.2.2.5 Fazialachse**

Eine deutliche Richtungsänderung der Fazialachse trat nicht ein. Die Werte schwankten in allen Altersgruppen um einen Durchschnittswert von  $89,3^\circ$ .

Damit lag weder ein dolichofaziales noch ein brachyfaziales Wachstumsmuster vor. Die Werte befanden sich alle im Bereich einer neutralen Schädelstruktur und spiegelten somit den aus der Literatur bekannten, altersunabhängigen Durchschnittswert von 90° wieder.

#### **5.3.2.2.6 PFH/AFH-Quotient**

Die jährliche Zunahme des PFH/AFH-Quotienten in der neutral-basalen Hauptgruppe belief sich auf 0,8 % im Median. Das bedeutet, daß die posteriore Gesichtshöhe stärker zunahm als die anteriore Gesichtshöhe. Ähnlich wie beim ML-NL- und beim Gonionwinkel konnte hier also auch eine anteriore Rotationsrichtung des Unterkiefers verzeichnet werden. Es lag eine deutlich horizontale Wachstumsrichtung der Mandibula vor. Beim Vergleich mit der distal-basalen Hauptgruppe konnte hier eine deutlich stärkere Tendenz zur skelettalen Bißvertiefung festgestellt werden.

### **5.3.3 Maxillär retrognathe Hauptgruppe (SNA-Winkel $\leq 79^\circ$ , Hauptgruppe 3)**

#### **5.3.3.1 Sagittale Strukturmerkmale**

##### **5.3.3.1.1 SNA-Winkel**

In der maxillär retrognathen Hauptgruppe konnte keine statistisch signifikante Änderung des Wachstums nachgewiesen werden. Allen Altersgruppen gemeinsam war ein SNA-Wert  $\leq 79^\circ$  bei  $t_0$ , der das Einteilungskriterium für diese Hauptgruppe darstellte. In keiner Altersgruppe wurde während der Behandlung diese Einteilungsgrenze von  $\leq 79^\circ$  überschritten, d.h. alle Patienten, die zu Beginn der Behandlung eine Tendenz zur maxillären Retrognathie hatten, legten diese auch nicht ab. Beim Vergleich mit der retrognathen Gruppe aus der Arbeit von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> konnte kein statistisch signifikanter Unterschied gefunden werden. Sie gab eine

durchschnittliche jährliche Abnahme des SNA-Winkels von  $0,1^\circ$  an. Die Kriterien zur Einteilung in die retrognathe (unbehandelte) Gruppe (Querschnittsstudie) von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> waren die gleichen wie die Einteilungskriterien in der hier vorliegenden Longitudinalstudie in der maxillär retrognathen Hauptgruppe. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> und in der Arbeit von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> wurde eine geringe Zunahme des SNA-Winkels beschrieben:  $0,1^\circ$  pro Jahr. Dieses Ergebnis unterschied sich nicht signifikant von den hier gemachten Beobachtungen. Beim Vergleich der absoluten Werte konnte man jedoch deutliche Unterschiede feststellen: Sowohl in den BOLTON Standards<sup>25</sup> als auch bei BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> lagen sämtliche Werte im Median bei einer orthognathen Maxilla. Definitionsgemäß wurden hier in dieser maxillär retrognathen Hauptgruppe die Patienten untersucht, deren Maxilla retrognath eingelagert war. Die Kontrollgruppen der BOLTON Standards<sup>25</sup> und von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> unterscheiden sich also im Dysgnathiegrad des Oberkiefers. Daher wurde im Folgenden verstärkt der Vergleich zur retrognathen Gruppe von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> vorgenommen, da hier unbehandelte Probanden mit gleichen Dysgnathien untersucht wurden.

#### **5.3.3.1.2 SNB-Winkel**

Der Median zeigte in der maxillär retrognathen Hauptgruppe eine Vergrößerung des SNB-Winkels um  $0,25^\circ$  pro Jahr an. Allen Altersgruppen gemeinsam waren jedoch ebenfalls die relativ kleinen durchschnittlichen Winkel-Werte, die sämtlich in den Bereich der mandibulären Retrognathie fielen. Es handelte sich also in der maxillär retrognathen Gruppe nicht um Patienten mit einer Klasse III-Dysgnathie, hervorgerufen durch eine maxilläre Hypoplasie, sondern um Patienten mit einer bimaxillären Retrognathie. Die mesial-basale Hauptgruppe konnte wie oben dargelegt statistisch nicht ausgewertet werden, da die Patientenzahlen in den einzelnen Altersgruppen nicht groß genug waren. Beim Vergleich der maxillär retrognathen Hauptgruppe (Longitudinalstudie, behandelte Patienten) mit der retrognathen Gruppe (Querschnittsstudie, unbehandelte Probanden) von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> konnten nur geringfügige Unterschiede festgestellt werden: Bei GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> lag die Zunahme des

SNB-Winkels im Median bei  $0,1^\circ$  pro Jahr. Sämtliche Werte befanden sich im Bereich der mandibulären Retrognathie. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> und bei BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> wurde eine jährliche Zunahme von  $0,3^\circ$  im Median angegeben.

#### **5.3.3.1.3 SN-Pg-Winkel**

Da der SN-Pg-Winkel eng mit dem SNB-Winkel zusammenhängt, verlief die Entwicklung des SN-Pg-Winkels parallel zu der des SNB-Winkels: In der maxillär retrognathen Hauptgruppe nahm der SN-Pg-Winkel im Median um  $0,4^\circ$  pro Jahr zu. Beim Vergleich mit der retrognathen Gruppe aus der Dissertation von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> konnte, die absoluten Werte betreffend, kein Unterschied zu den hier vorliegenden Ergebnissen festgestellt werden. Die jährliche Zunahme betrug bei GILBERT-BRESLER<sup>51</sup>  $0,2^\circ$  im Median gegenüber  $0,4^\circ$  in der hier vorliegenden Studie. Somit konnte ein geringer Behandlungseinfluß auf das anterior-posteriore Unterkieferwachstum festgestellt werden, da in der Querschnittsstudie von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> das Wachstum der Mandibula etwas geringer ausfiel.

#### **5.3.3.1.4 ANB-Winkel**

In der maxillär retrognathen Hauptgruppe kam es in fast allen Altersgruppen (Ausnahme Altersgruppe 4, hier Zunahme des ANB-Winkels) zu einer deutlichen Abnahme des ANB-Winkels. Ein Median, der alle Altersgruppe gemeinsam repräsentiert hätte, konnte nicht errechnet werden. Dafür wurde für jede einzelne Altersgruppe der für sie spezifische Median errechnet (aber aus Gründen der Übersichtlichkeit in Grafik 35, siehe Kap. 4.2.1.1.4 nicht mit abgebildet). Der Median zeigte in allen Altersgruppen (Ausnahme Altersgruppe 4) eine relativ konstante Abnahme des ANB-Winkels um  $0,8^\circ$  pro Jahr an. In allen Altersgruppen (Ausnahme Altersgruppe 4) konnte eine Verbesserung der basalen Diskrepanz erreicht werden. Nach der Behandlung lagen alle ANB-Winkel-Werte im Bereich einer neutral-basalen Kieferrelation. Die Ausnahme in der Altersgruppe 4 ließ sich durch eine geringe Anzahl der FRS-Aufnahmen zum Zeitpunkt  $t_2$  erklären. Auch hier konnte ein statistisch

signifikanter Unterschied zur unbehandelten Kontrollgruppe von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> dargestellt werden, in der die jährliche Abnahme des ANB-Winkels in der retrognathen Gruppe nur 0,1° pro Jahr betrug. Die Differenz von 0,7° pro Jahr konnte auf die kieferorthopädische Behandlung zurückgeführt werden. Beim Vergleich mit der durchschnittlichen Abnahme des ANB-Winkel in den BOLTON Standards<sup>25</sup> (jährliche Abnahme von 0,1°) und im Werk von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> (jährliche Abnahme bei männlichen und weiblichen Individuen von jeweils 0,2°) konnte ein statistisch signifikanter Unterschied herausgestellt werden.

#### **5.3.3.1.5 Strecke S-N**

Der gestrichelte Median repräsentierte die für alle Altersgruppen durchschnittliche Zunahme der Strecke S-N von 0,9 mm pro Jahr. Es kam zu einer statistisch signifikanten Längenzunahme zwischen den Meßpunkten Sella und Nasion. Zwischen dem 8. und 9. Lebensjahr maß die Strecke S-N im Median 66,2 mm. Nach Abschluß des skelettalen Wachstums (Alter 16 – 17 Jahre) betrug die Strecke S-N 73,8 mm. Die von uns gemachten Ergebnisse wurden in der gleichen Form so auch von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> gefunden: bei ihr nahm die Strecke zwischen Sella und Nasion um 0,8 mm pro Jahr zu; ebenso stimmten die Ergebnisse des absoluten Betrages überein. Die hier und aus der Studie von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> vorliegenden Ergebnisse ähnelten denen der BOLTON Standards<sup>25</sup>, die eine durchschnittliche Zunahme von 0,6 mm pro Jahr fanden. Auch hier wich der absolute Betrag nicht wesentlich von den aktuellen Resultaten dieser Longitudinalstudie ab. Es konnte gefolgert werden, daß die kieferorthopädische Behandlung keinen Einfluß auf das Längenwachstum der anterioren Schädelbasis hatte.

#### **5.3.3.1.6 Strecke Go-Me**

Die Strecke Go-Me vergrößerte sich in allen Altersgruppen. Dabei lag die Zunahme im Median bei 1,6 mm pro Jahr. Zwischen dem 8. und 9. Lebensjahr maß die Strecke zwischen den Punkten Gonion und Menton 60,5 mm im Median. Im Alter von 16 bis 17 Jahren war die Strecke Go-Me auf die Länge

von 73,0 mm angewachsen. Es hatte sich also mit Abschluß des skelettalen Körperwachstum die Länge der Strecke Go-Me (73,0 mm im Median) an die der Strecke S-N (73,9 mm im Median) angenähert. GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> fand in ihrer Studie in der retrognathen Gruppe ein jährliches Längenwachstum der Strecke Go-Me von 1,4 mm bei fast identischen absoluten Beträgen der Strecke in den verschiedenen Altersstufen. In der maxillär retrognathen Gruppe konnte also kein wesentlicher Einfluß auf das Längenwachstum der Mandibula – hier durch die Länge des Unterkiefercorpus repräsentiert – ausgeübt werden. Unberücksichtigt bezüglich des Wachstums der Mandibula blieben hierbei Wachstumsvorgänge im aufsteigenden Unterkieferast, im Kiefergelenk und in der Fossa [ELGOYHEN et al.<sup>45</sup>]. Beim Vergleich mit den BOLTON Standards<sup>25</sup> fiel auch dort eine geringfügig niedrigere jährliche Längenzunahme von 1,3 mm im Median auf. Diese Unterschiede waren jedoch statistisch nicht signifikant.

#### **5.3.3.1.7 Fazialkonvexität**

Die Fazialkonvexität in der maxillär retrognathen Gruppe reduzierte sich um jährlich 0,3 mm im Median. Dies entsprach den Angaben von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup>: in ihrer retrognathen Gruppe nahm die Fazialkonvexität ebenfalls um 0,3 mm im Median ab. Auch die absoluten Beträge der retrognathen Gruppe stimmten mit denen der hier vorliegenden Longitudinalstudie (maxillär retrognathe Hauptgruppe) überein. Außerdem wurden die Ergebnisse aller vier hier untersuchten Hauptgruppen miteinander verglichen. Bei der Fazialkonvexität konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Hauptgruppen herausgefunden werden. Einzig in der neutral-basalen Hauptgruppe konnte keine Abnahme der Fazialkonvexität gemessen werden.

#### **5.3.3.2 Vertikale Strukturmerkmale**

##### **5.3.3.2.1 NL-NSL-Winkel**

Die Entwicklung des NL-NSL-Winkels verlief in den verschiedenen Altersgruppen sehr uneinheitlich: Die Werte schwankten stark zwischen

6,3° und 11,5°. Mit einem durchschnittlichen NL-NSL-Winkel von 8,1° war eine durchschnittlich neutrale Neigung des Oberkiefers zur anterioren Schädelbasis zu verzeichnen. Eine eindeutige Änderung der Wachstumsrichtung konnte nicht festgestellt werden. Beim Vergleich mit der retrognathen Gruppe aus der Arbeit von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> (durchschnittliche Abnahme des NL-NSL-Winkels von 0,1° pro Jahr) konnte kein statistisch signifikanter Unterschied gefunden werden. Ähnliche Werte gibt auch die Arbeit von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> an: Sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Individuen beträgt die durchschnittliche jährliche Zunahme 0,1°. Daraus ließ sich folgern, daß die durchgeführte Therapie keinen Einfluß auf die Rotation der Maxilla in Relation zur anterioren Schädelbasis hatte.

#### **5.3.3.2.2 ML-NSL-Winkel**

In der maxillär retrognathen Hauptgruppe konnte keine statistisch signifikante Veränderung des ML-NSL-Winkels nachgewiesen werden. Der Winkel pendelte zwischen den Grenzwerten 30,4° und 38,1°. Es konnte weder eine anteriore noch eine posteriore Rotationstendenz der Mandibula im Laufe der Behandlung festgestellt werden, da auch in den einzelnen Altersgruppen die Werte zu stark schwankten. Mit einem durchschnittlichen Wert von 34,8° lag das Ergebnis nahe dem in der Literatur zu findenden Mittelwert von 32°. GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> konnte eine durchschnittliche Abnahme von 0,5° pro Jahr nachweisen. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> wird von einer durchschnittlichen jährlichen Abnahme von 0,3° und in der Arbeit von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> von 0,4° ausgegangen, die so hier nicht gefunden werden konnte.

#### **5.3.3.2.3 ML-NL-Winkel**

Analog zum Winkel ML-NSL veränderte sich der Winkel ML-NL ebenfalls kaum. Eine eindeutige Wachstumsrichtung war nicht erkennbar. Die Werte pendelten alle zwischen 21,8° und 30,7°. Der durchschnittliche Wert aller Altersgruppen lag bei 26,8°. Es lag somit weder ein vertikaler noch ein horizontaler Wachstumstyp vor. Beim Vergleich mit den anderen Hauptgruppen dieser Untersuchung fiel ein deutlicher Unterschied auf: die maxillär retrognathe



Hauptgruppe war die einzige Hauptgruppe, in der es nicht zu einer deutlichen skelettalen Bißvertiefung gekommen ist. In den anderen Hauptgruppen (distal-basale, neutral-basale und maxillär orthognathe Hauptgruppe) nahm der ML-NL-Winkel deutlich ab. So unterstrichen auch die Ergebnisse von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> den Unterschied zu dem in dieser Hauptgruppe Gefundenem. Sie errechnete eine mittlere Abnahme von 0,4° pro Jahr in der retrognathen Gruppe. Auch die BOLTON Standards<sup>25</sup> und BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> gaben eine durchschnittliche Abnahme des ML-NL-Winkels von 0,4°, bzw. 0,5° pro Jahr an. Worauf sich diese Unterschiede zurückführen ließen, blieb in dieser Auswertung unklar, da in der maxillär retrognathen Hauptgruppe keine entscheidend andere Therapie bezüglich der vertikalen Einflußnahme als in den anderen Hauptgruppen durchgeführt wurde.

#### **5.3.3.2.4 Gonionwinkel**

Der Gonionwinkel in der maxillär retrognathen Hauptgruppe nahm im Gegensatz zum ML-NL-Winkel um 0,3° pro Jahr im Median ab. Im Durchschnitt nahm der Gonionwinkel von 127,1° im Alter von 8 – 9 Jahren auf 124,7° im Alter von 16 – 17 Jahren ab (siehe gestrichelter Median). Der Kieferwinkel wurde etwas kleiner und die Mandibula rotierte etwas nach anterior. Dieses Ergebnis stimmte mit anderen aus der Literatur bekannten Werten überein. GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> fand eine deutlich ausgeprägtere anteriore Rotation der Mandibula in der retrognathen Gruppe (Abnahme um 0,8° pro Jahr), während die Angaben der BOLTON Standards<sup>25</sup> und von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> sich ähnlich den hier gefundenen Ergebnissen darstellten: In den BOLTON Standards<sup>25</sup> wurde eine durchschnittliche Abnahme von jährlich 0,4° und bei BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> eine von 0,4° bei den weiblichen Individuen und 0,3° bei den männlichen Probanden gefunden.

#### **5.3.3.2.5 Fazialachse**

In der maxillär retrognathen Hauptgruppe konnte in keiner Altersgruppe eine einheitliche Wachstumsrichtung gefunden werden. Die Werte schwankten zwischen 84,6° und 90,5° mit einem Mittelwert von 86,8°. Im Durchschnitt lag

also eine geringe Tendenz zu einem dolichofazialen Wachstumsmuster vor. Bei GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> waren ähnliche Ergebnisse in der retrognathen Gruppe dargestellt: Die Fazialachse nahm um durchschnittlich  $0,1^\circ$  pro Jahr zu. Der Mittelwert bei ihr betrug  $86,4^\circ$  und war somit vergleichbar mit dem hier gefundenen Wert. Beim Vergleich der maxillär retrognathen Hauptgruppe mit den anderen Hauptgruppen dieser Longitudinalstudie, konnte man keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Hauptgruppen messen.

#### **5.3.3.2.6 PFH/AFH-Quotient**

In allen Altersgruppen der maxillär retrognathen Hauptgruppe schwankte der Quotient stark. In den einzelnen Altersgruppen konnte keine einheitliche Wachstumsrichtungsänderung gemessen werden. Je jünger die Patienten jedoch zum Zeitpunkt der FRS-Aufnahme waren, desto kleiner war auch der PFH/AFH-Quotient. Mit zunehmendem Alter nahm auch der Mittelwert in den einzelnen Altersgruppen zu. Es konnte also eine behandlungsunabhängige aber altersabhängige Änderung der Wachstumsrichtung festgestellt werden. Die Zunahme des PFH/AFH-Quotienten betrug im Median  $0,4\%$  pro Jahr. GILBERT-BRESLER<sup>51</sup> stellte in ihrer Querschnittsstudie in der retrognathen Gruppe eine jährliche Zunahme des Quotienten um  $0,5\%$  im Median fest. Auch dies bestätigte, daß die Tendenz zur skelettalen Bißvertiefung nicht behandlungs- sondern wachstumsbedingt war.

### **5.3.4 Maxillär orthognathe Hauptgruppe (SNA-Winkel $> 79^\circ$ und $\leq 85^\circ$ , Hauptgruppe 4)**

#### **5.3.4.1 Sagittale Strukturmerkmale**

##### **5.3.4.1.1 SNA-Winkel**

In der maxillär orthognathen Hauptgruppe konnte keine statistisch signifikante Änderung des Oberkieferwachstums gemessen werden. Der SNA-Winkel

schwankte in allen Altersgruppen zwischen 79,9° und 82,2°. Diese Werte lagen sämtlich im Bereich der orthognathen Maxilla, d.h. alle Patienten, die zu Beginn der Behandlung eine orthognathe Maxilla hatten, blieben auch in diesem Bereich des SNA-Winkels. Das Kriterium für die Einteilung in die maxillär orthognathe Gruppe (Hauptgruppe 4) war wie oben beschrieben der SNA-Winkel zwischen 79° und 85°. Daher kam es in dieser Hauptgruppe zu keinen großen Schwankungen des SNA-Winkels. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> und in der Arbeit von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> wurde eine geringe Zunahme des SNA-Winkels beschrieben: 0,1° pro Jahr. Dieses Ergebnis unterschied sich nicht statistisch signifikant von den hier gemachten Beobachtungen. Auch der absolute Betrag unterschied sich nicht deutlich von unseren Ergebnissen. Im Folgenden wurde also verstärkt der Vergleich zu den BOLTON Standards<sup>25</sup> und zu BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> gezogen, da in dieser Hauptgruppe keine extremen sagittalen Dysgnathien der Maxilla zu erwarten waren. Somit konnten die Werte der BOLTON Standards<sup>25</sup> und von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> gut zum Vergleich herangezogen werden.

#### **5.3.4.1.2 SNB-Winkel**

Wie auch in den anderen 3 Hauptgruppen kam es in der maxillär orthognathen Hauptgruppe zu einer Zunahme des SNB-Winkels um durchschnittlich 0,4° pro Jahr. Zu Beginn der Behandlung lag in einigen Altersgruppen eine Tendenz zur mandibulären Retrognathie vor. Im Verlauf der Behandlung konnte in allen Altersgruppen eine orthognathe Mandibula erreicht werden, so daß zum Ende der Behandlung stets eine orthognathe Mandibula vorlag. Zusammen mit einer orthognathen Maxilla (Einteilungskriterium für diese Hauptgruppe, siehe auch Ergebnisse aus Kapitel 5.3.4.1.1) konnte auch auf eine neutral-basale Kieferrelation zum Ende der Behandlung geschlossen werden. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> konnte eine durchschnittliche jährliche Zunahme von 0,3° nachgewiesen werden. Ebenso fallen die Ergebnisse bei BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> aus. Die hier vorliegenden Ergebnisse der maxillär orthognathen Hauptgruppe untermauerten also die aus der Literatur bereits bekannten Werte.

#### **5.3.4.1.3 SN-Pg-Winkel**

Parallel zur Entwicklung des SNB-Winkels lief die des SN-Pg-Winkels ab: Die jährliche durchschnittliche Zunahme betrug hier ebenfalls  $0,4^\circ$  im Median. Der errechnete anfängliche Medianwert von  $77,3^\circ$  zeigte zu Beginn eine Tendenz zur mandibulären Retrognathie. Der errechnete durchschnittliche Endwert von  $80,9^\circ$  lag im Bereich der orthognathen Mandibula. Beim Vergleich mit den BOLTON Standards<sup>25</sup> und den Werten von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> konnte kein unterschiedliches Wachstumsverhalten des Unterkiefers nachgewiesen werden. Auch bei ihnen lag die jährliche Zunahme bei  $0,4^\circ$  im Median. Die absoluten Meßwerte lagen jedoch etwas höher.

#### **5.3.4.1.4 ANB-Winkel**

Im Median zeigte sich in der maxillär orthognathen Hauptgruppe deutlich, daß ein etwas größeres mandibuläres als maxilläres Wachstum stattfand: Die durchschnittliche Abnahme des ANB-Winkels betrug  $0,4^\circ$  pro Jahr. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> wurde nur eine jährliche Abnahme von  $0,1^\circ$  im Median angegeben. Bei BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> wurde eine durchschnittliche Abnahme von  $0,2^\circ$  pro Jahr sowohl bei den weiblichen als auch den männlichen Individuen genannt. Dieser geringfügige Unterschied konnte dadurch erklärt werden, daß in der maxillär orthognathen Hauptgruppe dieser Longitudinalstudie auch bei einigen Patienten eine distal-basale Kieferrelation zu Beginn der Behandlung vorkommen konnte. Zum Ende der Behandlung konnte jedoch im Median eine neutrale Kieferrelation nachgewiesen werden.

#### **5.3.4.1.5 Strecke S-N**

In allen Altersgruppen wuchs der Abstand zwischen den zwei kephalometrischen Meßpunkten Sella und Nasion um jährlich durchschnittlich  $0,7$  mm an. Im Median betrug die Strecke S-N im Alter von 8 – 9 Jahren  $66,7$  mm und stieg auf  $72,7$  mm im Alter von 17 – 18 Jahren an. Es zeigte sich ein sehr einheitliches Wachstumsverhalten aller Altersgruppen entlang des Medians. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> wurde eine jährlich Zunahme von  $0,6$  mm

im Median angegeben. Dies korrelierte gut mit den hier gemachten Beobachtungen. Beim Vergleich mit den anderen 3 Hauptgruppen stellte man in der neutral-basalen Hauptgruppe ebenfalls ein durchschnittliches jährliches Wachstum von 0,7 mm fest. In der distal-basalen und der maxillär retrognathen Hauptgruppe wurde eine gering höhere jährliche Zunahme gemessen: 1,0 mm in der distal-basalen Hauptgruppe und 0,9 mm in der maxillär retrognathen Hauptgruppe.

#### **5.3.4.1.6 Strecke Go-Me**

Im Median betrug das durchschnittliche Wachstum zwischen den kephalometrischen Meßpunkten Gonion und Menton 1,4 mm pro Jahr und war somit genau doppelt so groß wie das zwischen den Punkten Sella und Nasion. Im Alter von 8 – 9 Jahren maß die Strecke Go-Me durchschnittlich 61,8 mm. Im Alter von 17 – 18 Jahren war die Strecke auf 74,4 mm im Median angewachsen. Während im Alter von 8 – 9 Jahren die Strecke S-N länger als die Strecke Go-Me war, drehte sich dieses Verhältnis im Alter von 15 Jahren durch das größere Wachstum des Unterkiefers relativ zu dem der anterioren Schädelbasis um. Von diesem Zeitpunkt an war die Strecke Go-Me länger als die Strecke S-N. Es resultierte ein geraderes Gesichtsprofil. Beim Vergleich mit den BOLTON Standards<sup>25</sup> konnten fast identische Ergebnisse festgestellt werden: Die jährliche Zunahme betrug dort 1,3 mm im Median. Beim Vergleich mit der distal-basalen Hauptgruppe dieser Longitudinalstudie konnte ein deutlicher Unterschied festgestellt werden: In der distal-basalen Hauptgruppe betrug die jährliche Zunahme 1,7 mm im Median und fiel somit deutlich größer als die Zunahme in der neutral-basalen oder maxillär orthognathen Hauptgruppe aus. In der distal-basalen Hauptgruppe konnte dieses erhöhte Wachstum zum Ausgleich der distal-basalen Diskrepanz beitragen.

#### **5.3.4.1.7 Fazialkonvexität**

Die durchschnittliche Abnahme der Fazialkonvexität in der maxillär orthognathen Hauptgruppe betrug 0,25 mm pro Jahr, die Konvexität nahm ab, der A-Punkt entwickelte sich in Relation zur Fazialebene nach posterior;

mindestens einer der beiden die Fazialebene bestimmenden Punkte (Nasion und Pogonion) entwickelte sich weiter nach anterior. Die Schwankungen in den einzelnen Altersgruppen waren zum Teil erheblich. Die allgemeine Wachstumsrichtung und -tendenz ließ sich am Median ablesen: Das Gesichtsprofil wurde insgesamt konkaver. Eine jährliche Abnahme von 0,25 mm lag dabei schon sehr eng an überhaupt noch meßtechnisch feststellbaren Änderungen, wie weiter oben bereits erläutert wurde (s. Kap. 5.1.1, [BAUMRIND und FRANTZ<sup>14</sup>, CHACONAS et al.<sup>31, 32</sup>, DAHLBERG<sup>36</sup>]). Weiterhin konnte auch der Einfluß der Achsenstellung der Oberkieferinzisivi größeren Einfluß auf die sagittale Position des A-Punktes haben, als das Oberkieferwachstum an sich, da in Kap. 4.2.2.1.1 bereits festgestellt wurde, daß die sagittale Position der Maxilla sich nicht wesentlich veränderte. Also konnte man davon ausgehen, daß die Abnahme der Konvexität (gleich Zunahme der Konkavität) des Gesichtsprofils auch mit auf ein verstärktes Wachstum der Mandibula (Punkt Pog der Fazialebene) zurückgeführt werden konnte. Die in dieser Hauptgruppe gemessene Abnahme spiegelte sich in den anderen Hauptgruppen ganz ähnlich wieder.

### **5.3.4.2 Vertikale Strukturmerkmale**

#### **5.3.4.2.1 NL-NSL-Winkel**

In der maxillär orthognathen Hauptgruppe war beim NL-NSL-Winkel in allen Altersgruppen keine einheitliche Entwicklung feststellbar. Der NL-NSL-Winkel schwankte stark zwischen den Werten 4,5° und 9,5°. Mit einem durchschnittlichen NL-NSL-Winkel von 6,9° konnte eine neutrale Neigung des Oberkiefers zur anterioren Schädelbasis gemessen werden. Beim Vergleich mit den Werten von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> konnte kein signifikanter Unterschied beobachtet werden. Mit einer jährlichen Zunahme von 0,1° im Durchschnitt fiel ihr Ergebnis nicht wesentlich anders aus als das in der hier vorliegenden Longitudinalstudie. Auch beim Vergleich der maxillär retrognathen mit der maxillär orthognathen Hauptgruppe ließ sich kein Unterschied feststellen.

#### **5.3.4.2.2 ML-NSL-Winkel**

Eine ausgeprägte Veränderung des ML-NSL-Winkels fand in den einzelnen Altersgruppen nicht statt. Im Median konnte jedoch eine durchschnittliche Abnahme von  $0,4^\circ$  pro Jahr verzeichnet werden. Die anteriore Neigung der Unterkieferbasis zur Schädelbasis nahm also geringfügig zu. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> wurde die anteriore Rotation der Mandibula mit  $0,3^\circ$  pro Jahr angegeben. Es war kein signifikanter Unterschied meßbar. BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> maßen ebenfalls eine durchschnittliche Abnahme des ML-NSL-Winkels von  $0,4^\circ$  pro Jahr sowohl bei ihren männlichen als auch ihren weiblichen Probanden. Die hier vorliegenden Ergebnisse unterstrichen also die Ergebnisse, die aus der Literatur bereits bekannt waren.

#### **5.3.4.2.3 ML-NL-Winkel**

Im Median betrug die jährliche Abnahme des ML-NL-Winkels  $0,7^\circ$  pro Jahr. Die Mandibula rotierte nach anterior. Beim Vergleich mit den BOLTON Standards<sup>25</sup> und den Ergebnissen von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> fiel in den Kontrollgruppen eine durchschnittlich geringere Abnahme des ML-NL-Winkels auf. Die durchschnittliche Abnahme betrug in den BOLTON Standards nur  $0,4^\circ$  pro Jahr und auch bei BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> betrug die Abnahme nur  $0,5^\circ$  bei den weiblichen Individuen und  $0,4^\circ$  pro Jahr bei den männlichen Patienten. Es konnte somit eine deutlich größere Tendenz zur skelettalen Bißvertiefung in dem Kollektiv der Universität Würzburg gefunden werden als in den Vergleichsgruppen.

#### **5.3.4.2.4 Gonionwinkel**

In der maxillär orthognathen Hauptgruppe standen die Ergebnisse des Gonionwinkels im Gegensatz zu denen des ML-NSL- und ML-NL-Winkels. In keiner der Altersgruppen war eine eindeutige Wachstumsrichtung festzustellen. Die Durchschnittswerte schwankten stark zwischen  $120,3^\circ$  und  $129,1^\circ$  und lagen fast alle im Bereich eines neutralen Kieferwinkels. In den drei übrigen Hauptgruppen konnte dagegen eine deutliche Abnahme, wie auch in der

Literatur angegeben wird, gemessen werden. In den BOLTON Standards<sup>25</sup> wurde eine jährliche Abnahme von 0,4° im Median beschrieben und bei BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> eine Abnahme von 0,5° bei den weiblichen und 0,4° bei den männlichen Individuen. Die in dieser hier vorliegenden Hauptgruppe gefundenen Resultate konnten nicht in Übereinstimmung mit den übrigen Ergebnissen gebracht werden.

#### **5.3.4.2.5 Fazialachse**

Die Fazialachse schwankte in fast allen Altersgruppen stark. Eine deutliche Richtungsänderung der Fazialachse trat nicht ein. Die Werte variierten in allen Altersgruppen zwischen 86,6° und 90,2° mit einem Durchschnittswert von 88,9°. Damit lag weder ein dolichofaziales noch ein brachyfaziales Wachstumsmuster vor. Sämtliche Werte befanden sich im Bereich einer neutralen Schädelstruktur und gaben somit den aus der Literatur bekannten, altersunabhängigen Durchschnittswert von 90° wieder.

#### **5.3.4.2.6 PFH/AFH-Quotient**

In der maxillär orthognathen Hauptgruppe konnte mit Hilfe des Quotienten PFH/AFH ein einheitliches Wachstum gemessen werden: Die Medianwerte stiegen von anfänglich 64,9% im Alter von 8 – 9 Jahren auf 67,7% im Alter von 17 – 18 Jahren: Im Vergleich zueinander stieg das Wachstum der posterioren Gesichtshöhe mehr als das der anterioren Gesichtshöhe. Es trat eine Tendenz zur skelettalen Bißvertiefung um 0,3% pro Jahr auf. Dieses Ergebnis korrelierte gut mit den Ergebnissen der anderen Hauptgruppen und den Resultaten, die in dieser Hauptgruppe gefunden wurden (eine Ausnahme bildete der Gonionwinkel in dieser Hauptgruppe).



## 6 Zusammenfassung

In einer kephalometrischen Longitudinalstudie wurden 919 Fernröntgenseiten-aufnahmen von 290 kieferorthopädisch behandelten Jugendlichen (135 männliche und 155 weibliche Patienten) im Alter zwischen 8 und 18 Jahren ausgewertet. Das Durchschnittsalter der Patienten bei Behandlungsbeginn (Zeitpunkt  $t_0$ ) betrug 11,5 Jahre ( $\pm 1,9$  Jahre). Bis zu 5 FRS-Aufnahmen im Abstand von je einem Jahr konnten pro Patient ausgewertet werden.

Für die statistische Auswertung skelettaler FRS-Parameter wurde das Patientengut in verschiedene Untersuchungsgruppen eingeteilt:

1. Einteilung nach dem prätherapeutischen ANB-Winkel.
2. Einteilung nach dem prätherapeutischen SNA-Winkel.
3. Einteilung nach dem Alter bei Behandlungsbeginn.

Als Kontrollgruppen dienten die kephalometrischen Durchschnittswerte aus der Dissertation von GILBERT-BRESLER<sup>51</sup>, aus dem Werk von BHATIA und LEIGHTON<sup>19</sup> und aus den BOLTON Standards<sup>25</sup>. Im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollgruppen konnte folgendes Wachstum im Viscerocranium während der Behandlung gemessen werden (= bedeutet mit der Kontrollgruppe identisches Wachstumsmuster):

	Hauptgruppen →	Distal-basale	Neutral-basale	Maxillär retrognathe	Maxillär orthognathe
	FRS-Parameter ↓				
Sagittale Parameter	SNA-Winkel	=	=	=	=
	SNB-Winkel	> Zunahme	=	> Zunahme	=
	SN-Pg-Winkel	> Zunahme	=	> Zunahme	=
	ANB-Winkel	> Abnahme	=	> Abnahme	> Abnahme
	Strecke S-N	> Zunahme	=	=	=
	Strecke Go-Me	> Zunahme	> Zunahme	> Zunahme	=
	Fazialkonvexität	=	=	=	=
Vertikale Parameter	NL-NSL-Winkel	=	=	=	=
	ML-NSL-Winkel	< Abnahme	> Abnahme	< Abnahme	=
	ML-NL-Winkel	< Abnahme	> Abnahme	< Abnahme	> Abnahme
	Gonionwinkel	=	> Abnahme	< Abnahme	< Abnahme
	Fazialachse	=	=	=	=
	PFH/AFH-Quotient	< Zunahme	=	=	=

Tabelle 54: Auswirkung der kieferorthopädischen Behandlung in den 4 Hauptgruppen im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollgruppen

1. In der Gruppe mit einem **prätherapeutischen ANB-Winkel  $> 4^\circ$  (distal-basale Hauptgruppe)** konnte beim Vergleich des Wachstums unbehandelter Probanden (Kontrollgruppe) mit dem entsprechenden Wachstum behandelter Patienten ein kieferorthopädischer Effekt während der Behandlung anhand folgender sagittaler Parameter nachgewiesen werden: Die Zunahme des SNB- und des SN-Pg-Winkels der behandelten Patienten lag deutlich über der vergleichbaren Zunahme der entsprechenden Winkel in der Kontrollgruppe. Eine gegenüber der Kontrollgruppe signifikant größere Abnahme des ANB-Winkels ließ sich auf eine erfolgreiche Bißlage-Korrektur zurückführen. Bei den vertikalen FRS-Parametern ML-NSL, ML-NL und PFH/AFH konnten in der distal-basalen Hauptgruppe weniger stark ausgeprägte Wachstumsvorgänge im Vergleich zur Kontrollgruppe beobachtet werden. Gegenüber der Kontrollgruppe konnte demzufolge eine geringere Tendenz zur skelettalen Bißvertiefung festgestellt werden.
2. In der Gruppe mit einem **prätherapeutischen ANB-Winkel  $> 0^\circ$  und  $\leq 4^\circ$  (neutral-basale Hauptgruppe)** konnte ein behandlungsbedingter Effekt anhand folgender Parameter nachgewiesen werden: Die Zunahme der Strecke Go-Me (sagittaler Parameter) der kieferorthopädisch behandelten Patienten lag über der Zunahme der entsprechenden Strecke der Kontrollgruppe. Die Winkel ML-NSL und ML-NL (vertikale Parameter) nahmen stärker als in der Kontrollgruppe ab. Es resultierte eine im Vergleich stärkere Tendenz zur skelettalen Bißvertiefung.
3. Bei Patienten mit einem **prätherapeutischen SNA-Winkel  $\leq 79^\circ$  (maxillär retrognathe Hauptgruppe)** konnte im Vergleich zur Kontrollgruppe ein behandlungsbedingter Effekt anhand folgender sagittaler Parameter beobachtet werden: Der SNB- und der SN-Pg-Winkel und die Strecke Go-Me nahmen geringfügig stärker als in der Kontrollgruppe zu. Dazu analog nahm der ANB-Winkel stärker ab. Bei den vertikalen Winkeln ML-NSL-, ML-NL- und Gonionwinkel wurde eine gegenüber der Kontrollgruppe

reduzierte Abnahme beobachtet. Die skelettale Bißvertiefung fiel daher, ebenso wie in der distal-basalen Hauptgruppe, geringer als bei unbehandelten Probanden aus.

4. In der Gruppe mit einem **prätherapeutischen SNA-Winkel  $> 79^\circ$  und  $\leq 85^\circ$  (maxillär orthognathe Hauptgruppe)** wurde im Vergleich zur Kontrollgruppe nur bei folgenden Parametern ein Unterschied zu den unbehandelten Patienten gefunden. Der ANB-Winkel nahm deutlich stärker als in der Kontrollgruppe ab. Bei den vertikalen Parametern wurde ein uneinheitliches Abweichen von der Kontrollgruppe festgestellt. Während der ML-NL-Winkel gegenüber der Vergleichsgruppe eine größere Abnahme zeigte, konnte bezüglich des Gonionwinkels nur eine kleinere Reduktion als in der unbehandelten Kontrollgruppe gemessen werden.

Zusammenfassend konnte festgestellt werden: Bei Patienten mit prätherapeutisch ausgeprägteren Dysgnathien (distal-basale und maxillär retrognathe Hauptgruppe) konnte eine stärkere kieferorthopädische Einflußnahme auf das Gesichtsschädelwachstum als in den übrigen beiden Patientengruppen mit geringerer Ausprägung skelettaler Diskrepanzen (neutral-basale und maxillär orthognathe Hauptgruppe) nachgewiesen werden.

Insbesondere bei Patienten mit einem prätherapeutischen ANB-Winkel  $> 4^\circ$  (distal-basale Hauptgruppe) konnte die Korrektur der basalen Diskrepanz (signifikant größere Zunahme des SNB- und SN-Pg-Winkels und signifikant größere Abnahme des ANB-Winkels als in der unbehandelten Kontrollgruppe) eindeutig auf eine durchgeführte funktionskieferorthopädische Therapie zurückgeführt werden. Somit konnte hier ein Einfluß kieferorthopädischer Behandlung auf das skelettale Gesichts- und Schädelwachstum nachgewiesen werden.

## 7 Literaturverzeichnis – alphabetisch

1. Adenwalla ST, Kronman JH. Class II, division 1 treatment with Fränkel and Edgewise appliance. A comparative study of mandibular growth and facial esthetics. *Angle Orthod* 1985;55:281-98.
2. Ahlgren J, Laurin C. Late results of activator-treatment. A cephalometric study. *Br J Orthod* 1976;3:181-7.
3. Ahlgren J, Ingerwall B, Thilander B. Muscle activity in normal and postnormal occlusion. *Am J Orthod* 1973;64:445-56.
4. Ahlgren J. Beurteilung der Muskelfunktion bei der Aktivatortherapie. *Fortschr Kieferorthop* 1980;41:289.
5. Ahlgren J. Mechanism of mastication. *Acta Odont Scand* 1966;24:44.
6. Altuna G, Clar E, Freisfeld M, Schmuth G. Errors in determination of landmarks in connection with methodo-logical problems in roentgenographic growth studies. *Transactions of the European Orthodontic Society*. 1971:373-94.
7. Altuna G. The effect of excess occlusal force on eruption of the buccal segments and maxillary and mandibular growth direction in the macaca monkey. Master of Science Thesis, Department of Orthodontics, University of Toronto, 1979.
8. Andresen V, Häupl K, Petrik L. Funktionskieferorthopädie. 6. Aufl. Barth, München 1957.
9. Andresen V. Über das sogenannte „Norwegische System“ der Funktionskieferorthopädie. *Dtsch Zahnärztl Wschr* 1936;39,235-6.
10. Ascher F. Kontrollierte Ergebnisse der Rückbißbehandlung mit funktionskieferorthopädischen Geräten. *Fortschr Kieferorthop* 1971;32:149.
11. Ascher F. *Praktische Kieferorthopädie*. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien 1968.
12. Barton JJ. High-Pull headgear versus cervical traction: a cephalometric comparison. *Am J Orthod* 1972;62:517-29.
13. Baume LJ, Derichsweiler H. Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy? An experimental study on *Macaca Mulatta*. *Oral Surg* 1961;14:347.
14. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements. 2. Conventional angular and linear measures. *Am J Orthod* 1971;60:505-17.
15. Baumrind S, Korn EL, Isaacson RJ, West EE, Molthen R. Quantitative analysis of the orthodontic and orthopedic effects of maxillary traction. *Am J Orthod* 1983;84:384-98.
16. Baumrind S, Korn EL, Isaacson RJ, West EE, Molthen R. Superimpositional assessment of treatment-associated changes in the temporo-mandibular joint and the mandibular symphysis. *Am J Orthod* 1983;84:443-65.
17. Baumrind S, Korn EL, Molthen R, West EE. Changes in facial dimensions associated with the use of forces to retract the maxilla. *Am J Orthod* 1981;80:17-30.

18. Bernstein M, Rosol Jr KL, Gianelly AA. A biometric study of orthopedically directed treatment of Class II malocclusion. *Am J Orthod* 1976;70:683-9.
19. Bhatia SN, Leighton BC. *A manual of Facial Growth. A computer analysis of longitudinal cephalometric growth data.* Oxford University Press, Oxford, New York, Tokio, 1993.
20. Birkebeak L, Melsen B, Terp S. A laminographic study of the alterations in the temporomandibular joint following activator treatment. *Eur J Orthod* 1984;6:257-66.
21. Bishara SE, Jamison JE, Peterson LC, DeKock WH. Longitudinal changes in standing height and mandibular parameters between the ages of 8 and 17 years. *Am J Orthod* 1981;80:115-35.
22. Björk A. The principle of the Andresen method of orthodontic treatment, a discussion based on cephalometric x-ray analysis of treated cases. *Am J Orthod* 1951;37:437.
23. Böhm K. *Röntgenologische Befunde nach funktionskieferorthopädischer Distalbehandlung.* Med Diss, München 1974.
24. Broadbent BH. A new technique and its application to Orthodontics. *Angle Orthod* 1931;1:45.
25. Broadbent Sr BH, Broadbent Jr BH, Golden WH. *Bolton Standards of Dentofacial Developmental Growth.* Mosby, St Louis: 1975:136-61.
26. Buschang PH, Tangway R, Demirjian A, La Palme L, Goldstein H. Sexual dimorphism in mandibular growth of 7 French-Canadian children to 10 years of age. *Am J Phys Anthropol* 1986;71:33-7.
27. Buschang PH, Tangway R, Demirjian A, La Palme L, Turkewicz J. Mathematical models of longitudinal mandibular growth for children with normal and untreated Class II, division 1 malocclusion. *Eur J Orthod* 1988;10:227-34.
28. Calvert FJ. *An assessment of Andresen therapy.* Master of Science Thesis, Institute of Dental Surgery, University of London, 1979.
29. Cangialosi TJ, Meistrell Jr ME, Leung MA, Ko JY. A cephalometric appraisal of edgewise Class-II-non extraction treatment with extraoral force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93:315-24.
30. Carter NE. Dentofacial changes in untreated Class II, division 1 subjects. *Br J Orthod* 1987;14:225-34.
31. Chaconas SJ, Engel GA, Gianelly AA, Gorman JC, Grummonds DC, Lemchen MS, Nanda RS. The Digi-Graph work station. Part 1: Basic concepts. *J Clin Orthod* 1990;24:360-7.
32. Chaconas SJ, Jacobson RL, Lemchen MS. The Digi-Graph work station. Part 3: Accuracy of cephalometric analyses. *J Clin Orthod* 1990;24:467-71.
33. Charlier JP, Petrovic A, Herrmann-Stutzmann J. Effects of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of young rat condyle. *Am J Orthod* 1969;55:71-4.
34. Creeckmore TD, Radley LJ. Fränkel appliance therapy: orthopedic or orthodontic? *Am J Orthod* 1983;83:89-108.
35. Dahan MJ. *Der Bioaktivator: Erfahrungen und Resultate.* L'Orthodontie Francaise 1969;40:381.

36. Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. Interscience Publications, New York, 1940.
37. Demisch A. Effects of activator therapy on craniofacial skeleton on class II/1 malocclusion. *Trans Europ Orthod Soc* 1972;295-310.
38. Demisch A. Effects of activator therapy on the craniofacial skeleton in class II, division 1 malocclusions. *Trans Europ Orthod Soc* 1972;3:295-309.
39. Dermaut LR, Van den Eynde F, De Pauw G. Skeletal and dento-alveolar changes as a result of headgear activator therapy related to different vertical growth patterns. *Eur J Orthod* 1992;14:140-6.
40. DeVincenzo JP. A study in human subjects using a new device designed to mimic the protrusive functional appliances used previously in monkeys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;9(3):213-24.
41. DeVincenzo JP. Changes in mandibular length before, during and after successful orthopedic correction of Class II malocclusions using a functional appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:241-51.
42. DeVincenzo JP. Orthopedic and orthodontic effects resulting from the use of a functional appliance with different amounts of protrusive activation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:181-90.
43. Duterloo HS. Extra-orale tractie. Stafleu & Tholen, 1981.
44. Elder JR, Tuenge RH. Cephalometric and histologic changes produced by extraoral high-pull traction to the maxilla in *Macaca mulatta*. *Am J Orthod* 1974;66:599-644.
45. Elgoyhen JC, Moyers RE, McNamara Jr JA, Riolo ML. Craniofacial adaptation to protrusive function in young rhesus monkeys. *Am J Orthod* 1972;62:469-80.
46. Enlow DH. *Handbuch des Gesichtswachstums*. Quintessenz 1989.
47. Firouz M, Zernik J, Nanda R. Dental and orthopedic effects of high-pull headgear in treatment of class II, division 1 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102:197-205.
48. Forsberg CM, Odenrick L. Skeletal and soft tissue response to activator treatment. *Eur J Orthod* 1981;3:247-53.
49. Gianelly AA, Arena SA, Bernstein L. A comparison of Class II treatment changes noted with the light wire, edgewise and Fränkel appliances. *Am J Orthod* 1984;86:269-76.
50. Gianelly AA, Brosnan P, Martignoni M, Bernstein L. Mandibular growth, condyle position, and Fränkel appliance therapy. *Angle Orthod* 1983;53:131-42.
51. Gilbert-Bresler C. Eine kephalometrische Querschnittsstudie von kieferorthopädisch unbehandelten Patienten im Alter von 6-30 Jahren mit verschiedenen Fehlbildungen. Ergebnisse eine Fernröntgenstudie. *Med Diss, Würzburg* 2001.
52. Graber TM, Neumann B. *Removable orthodontic appliances*. Saunders, Philadelphia 1975.
53. Graber TM, Swain BF. *Current Orthodontic Concepts and Techniques*. Saunders, Philadelphia 1975.

54. Hansen K, Pancherz H, Hägg U. Long-term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth period: a cephalometric study. *Eur J Orthod* 1991;13:471-81.
55. Hansen K, Pancherz H. Long-term effects of Herbst treatment in relation to normal growth development: a cephalometric study. *Eur J Orthod* 1992;14:285-95.
56. Harris JE. A cephalometric analysis of mandibular growth rate. *Am J Orthod* 1962;48:161-74.
57. Harvold EP, Vargervik K. Morphogenetic response to activator treatment. *Am J Orthod* 1971;60:478-90.
58. Harvold EP. Experiments on mandibular morphogenesis. In: McNamara Jr J.A. (Ed.): *Determinants of mandibular form and growth*. Ann Arbor 1975, University of Michigan, 155-72.
59. Harvold EP. *The aktivator in interceptive orthodontics*. Mosby, St. Louis 1974.
60. Hasund A, Bøe OE, Jenatschke F, Norderval K, Thunold K, Whist P. *Klinische Kephalmetrie für die Bergen Technik*. Universitäts-Druck, Bergen/Norwegen 1976.
61. Hausser E. Ergebnis der Distalbißbehandlung am Fernröntgenseitenbild. *Fortschr Kieferorthop* 1961;22:186.
62. Haynes S. Profile changes in modified functional regulator therapy. *Angle Orthod* 1986;56:309-314.
63. Henry HL, Cleall JF. Radiographic cephalometric method of assessment of craniofacial growth in monkeys. *J Dent Res* 1974;369-374.
64. Herren P. Das Wirkungsprinzip des Distalbißaktivators. *Fortschr Kieferorthop* 1980;41:308-29.
65. Herren P. The activator's mode of action. *Am J Orthod* 1959;45:512-27.
66. Hinton RJ, McNamara Jr JA. Temporal bone adaptations in response to protrusive function in juvenile and young adult rhesus monkeys *Macaca mulatta*. *Eur J Orthod* 1984;6:155-74.
67. Hofrath H. Die Bedeutung von Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien. *Fortschr Orthod* 1931;1:232.
68. Holm N. *Distalbißbehandlung mit dem Aktivator. Ergebnisse von Nachuntersuchungen*. Studieweek, Bergen, 1970.
69. Hunter C. The correlation of facial growth with bodyheight and skeletal maturation at adolescence. *Angle Orthod* 1967;36:44-54.
70. Isaacson KG, Reed RT, Stephens CD. *Functional orthopedic appliance*. Blackwell Scientific Publications, 1990.
71. Jacobson SO, Paulin G. The influence of activator treatment on skeletal growth in Angle Class II/1 cases. A röntgenocephalometric study. *Eur J Orthod* 1990;12:174-84.
72. Jacobson SO. Cephalometric evaluation of treatment effect on Class II, division 1 malocclusion. *Am J Orthod* 1967;56:446-57.
73. Janson I. A cephalometric study of the efficiency of the bionator. *Trans Europ Orthod Soc* 1977;283-98.

74. Johnston Jr LE. A comparative analysis of Class II treatments. In: Vig PS, Ribbens KA (eds.): Science and clinical judgment in orthodontics, Monograph 19, Craniofacial Growth Series, Ann Arbor, 1986, Center of Human Growth and Development, University of Michigan.
75. Joho JP. The effects of extraoral low-pull traction to the mandibular dentition of *Macaca mulatta*. *Am J Orthod* 1973;64:555-77.
76. Kambara T. Dentofacial changes produced by extraoral traction forward force in the *Macaca irus*. *Am J Orthod* 1977;71:249-77.
77. Karwetzky R. Die Indikation des U-Bügelaktivators zeitlich und auf die Anomalie bezogen. *Fortschr Kieferorthop* 1984;45:45.
78. Kerr WJS, Ten Have TR, McNamara Jr JA, Grave CW. A comparison of skeletal and dental changes produced by Functional Regulators (FR-2 and FR-3). *Eur J Orthod* 1989;11:235-42.
79. Kiegle E. Veränderungen im Fernröntgenbild nach der Behandlung von Klasse II/1 Fällen mit dem Aktivator oder aktivatorähnlichen Geräten. *Fortschr Kieferorthop* 1981;42:375-85.
80. Klammt G. *Der Elastisch-offene Aktivator*. Barth, Leipzig 1984.
81. Knight H. The effects of three methods of orthodontic appliance therapy on some commonly used cephalometric angular variables. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93:237-44.
82. Komposch G, Hockenjos C. Die Reaktionsfähigkeit des temporomandibulären Knorpels. *Fortschr Kieferorthop* 1977;38:121.
83. Lagerström LO, Nielsen IL, Lee R, Isaacson RJ. Dental and skeletal contribution to occlusal correction in patients with the High-pull Headgear activator combination. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:495-504.
84. Lehman R, Romuli A, Bakker V. Five-year treatment results with a headgear-activator combination. *Eur J Orthod* 1988;10:303-18.
85. Lieb G. Untersuchung über Variationen im Aufbau des Gesichtsschädels und ihrem korrelativen Zusammenhang mit der individuellen Form des Kauorgans bei Gebißfehlbildungen. *Fortschr Kieferorthop* 1966;27:289.
86. Lieb G, Schlagbauer P. Anwendung des Aktivators beim Rhesusaffen. *Fortschr Kieferorthop* 1970;31:73.
87. Lieb G. Zur Frage der mandibulären Auswirkung kieferorthopädischer Behandlungsmaßnahmen. *Fortschr Kieferorthop* 1968;29:334.
88. Luder HU. Effects of activator treatment – evidence for the occurrence of two types of reaction. *Eur J Orthod* 1982;3:205-22.
89. Luder HU. Skeletal profile changes related to two patterns of activator effects. *Am J Orthod* 1982;81:390-6.
90. Lundström A. Method errors in an analysis of forward and vertical growth of lower incisors from serial profile radiographs of the head. *Schweiz Monatschr Zahnmed* 1970;80:527-34.
91. Malmgren O, Ömblus J. Treatment with an orthopedic appliance system. *Eur J Orthod* 1985;7:205-14.



92. Mamandras AH, Allen LP. Mandibular response to orthodontic treatment with Bionator appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:495-504.
93. Marschner JF, Harris JE. Mandibular growth and Class II treatment. *Angle Orthod* 1966;36:89-93.
94. McNamara Jr JA, Bookstein FL, Shaughnessy TG. Skeletal and dental changes following functional regulatory therapy on Class II patients. *Am J Orthod* 1985;88:91-110.
95. McNamara Jr JA, Bryan FA. Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study in *Macaca mulatta*. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:98-108.
96. McNamara Jr JA, Carlson DS. Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function. *Am J Orthod* 1979;76:593-611.
97. McNamara Jr JA, Conelly TG, McBride MC. Histological studies of temporomandibular joint adaptations. In: McNamara Jr J.A. (Ed.): Determinants of mandibular form and growth. Monograph 4, Craniofacial growth series, Ann Arbor 1975, Center for Human Growth and Development, University of Michigan.
98. McNamara Jr JA, Hinton RJ, Hoffmann DL. Histologic analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function in young adult rhesus monkeys *Macaca mulatta*. *Am J Orthod* 1982;82:288-98.
99. McNamara Jr JA, Howe RP, Dischinger TG. A comparison of the Herbst and Fränkel appliances in the treatment of Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98:134-44.
100. McNamara Jr JA. Neuromuskular adaptations to altered orofacial function. Monograph 1, Center for Human Growth and Development, University of Michigan.
101. McNamara Jr JA. Neuromuskular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am J Orthod* 1973;64:578-606.
102. McNamara Jr JA. Functional determinants of craniofacial size and shape. *Europ J Orthod* 1980;2:131.
103. McNamara Jr JA. Neuromuskuläre und skelettale Anpassung an veränderte Funktionen im orofazialen Bereich. *Inf Orthod Kieferorthop* 1973;4:376.
104. Meach CL. Veränderungen des Gesichtsschädelprofils bei Behandlung des Distalbisses (Angle Kl. II/1) mit extra-oralem Zug oder funktionskieferorthopädischem Gerät. *Fortschr Kieferorthop* 1966;27:261.
105. Meikle MC. The effect of Class II intermaxillary force on the dentofacial complex in the adult *Macaca mulatta* monkey. *Am J Orthod* 1970;58:323-40.
106. Meldrum RJ. Alterations in the upper facial growth of *Macaca mulatta* resulting from High-pull headgear. *Am J Orthod* 1975;67:393-411.
107. Melsen B, Enemark H. Effect of cervical anchorage studied by the implant method. *Trans Eur Orthod Soc* 1969;4:35-47.
108. Melsen B. Effects of cervical anchorage during and after treatment: an implant study. *Am J Orthod* 1978;73:526-40.
109. Moore RN, Dubois LM, Boice PA, Igel KA. The accuracy of measuring condylion location. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;95:344-47.

110. Moss JP. Cephalometric changes during functional appliance therapy. *Trans Eur Orthod Soc* 1962;3:327.
111. Moyers RE, Elgoyhen JC, Riolo ML, McNamara Jr JA, Kuroda T. Experimental production of Class III in rhesus monkey. *Trans Eur Orthod Soc* 1970;61-75.
112. Nanda R. Protraction of maxilla in rhesus monkey by controlled extraoral forces. *Am J Orthod* 1965;51:823-55.
113. O'Reilly MT, Nanda SK, Close J. Cervical and oblique headgear: A comparison of treatment effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103:504-20.
114. OP Heij DG, Callaert H, Opdebeek H. Effect of amount of protrusion built into bionator. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;11:17-30.
115. Owen AH. Maxillary incisolabial responses in Class II, division 1 treatment with Fränkel and Edgewise. *Angle Orthod* 1986;56:67-87.
116. Öztürk Y, Tanhuter N. Class II: a comparison of activator and activator headgear combination appliances. *Eur J Orthod* 1994;16:149-57.
117. Pancherz H, Anchus-Pancherz M. The headgear effects of the Herbst appliance: a cephalometric long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103:510-20.
118. Pancherz H, Fackel U. The skeletofacial growth pattern pre- and post-dentofacial orthopaedics. A long-term study of Class II malocclusions treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod* 1990;12:209-18.
119. Pancherz H, Hansen K. Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Eur J Orthod* 1986;8:215-28.
120. Pancherz H, Malmgren O, Hägg U, Ömblus J, Hansen K. Class II correction in Herbst and Bass therapy. *Eur J Orthod* 1989;11:17-30.
121. Pancherz H. A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment. *Am J Orthod* 1984;85:125-34.
122. Pancherz H. Long-term effects of activator (Andresen appliance) treatment. A clinical, biometric, cephalometric, röntgenographic and functional analysis. *Odont Revy* 1976;27, Suppl 35.
123. Pancherz H. The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex: a follow-up study after Herbst appliance treatment of Class II malocclusion. *Eur J Orthod* 1981;3:49-60.
124. Pancherz H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment: A cephalometric investigation. *Am J Orthod* 1982;82:104-13.
125. Pancherz H. Treatment of Class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation. *Am J Orthod* 1979;76:423-42.
126. Parkhouse RC. A cephalometric appraisal of cases of Angle's Class II, division 1 malocclusion treated by Andresen appliance. *Br Soc Study of Orthod* 1969;51:61-70.
127. Perez-Martines C. Cranial deformities among the Guanes Indians of Columbia. *Am J Orthod* 1960;46:539-43.

- 128.** Petrovic A, Stutzmann J, Gasson N. The final length of the mandible is it genetically predetermined? Is the functional maxipropulsion involving periodic forward repositioning the best procedure to overlengthening? In Carlson D.S. and Ribbens K.A. (ed.): Craniofacial Growth series, Ann Arbor 1981, Center for Human Growth and Development, University of Michigan.
- 129.** Petrovic A, Stutzmann J, Oudet CL. Control processes in the postnatal growth of the condylar cartilage of the mandible. In: McNamara Jr J.A.: Determinants of mandibular form and growth. Monograph 4, Craniofacial growth series, Ann Arbor 1975, Center for Human Growth and Development, University of Michigan.
- 130.** Petrovic A, Stutzmann J. Further investigation into the functioning of the „comparator“ of the servosystem in the control of the condylar cartilage growth rate and of the lengthening of the jaw. In Biology of Occlusal Development. J.A. McNamara Jr. (Ed.), Craniofacial Growth Series, monograph n° 7, Center for Human Growth and Development, University of Michigan, Ann Arbor 1977, 255-292.
- 131.** Petrovic A, Stutzmann J, Lavergne J. Effect of functional appliances on the mandibular condylar cartilage. In: Graber, T.M. (ed.): Physiologic principles of functional appliances. Mosby, St. Louis 1985.
- 132.** Petrovic A, Stutzmann J. Experimentelle Untersuchung der kieferorthopädischen Beeinflussbarkeit des Gesichtswachstum. Fortschr Kieferorthop 1980;41:212-22.
- 133.** Pfeiffer JP, Groberty D. Die Klasse-II-Okklusionsanomalie: Differentialdiagnose, klinische Anwendung der Aktivatoren. Inf Orthod Kieferorthop 1976;8:17.
- 134.** Pfeiffer JP, Groberty D. Simultaneous use of cervical appliance and activator: An orthopedic approach to fixed appliance therapy. Am J Orthod 1972;61:353.
- 135.** Reey RW, Eastwood A. The passive activator: case selection, treatment response and corrective mechanics. Am J Orthod 1978;73:378-409.
- 136.** Reich U, Dannhauer KH. Zur kraniofazialen Morphologie kieferorthopädisch unbehandelter Patienten aus dem Raum Sachsen. J Orofac Orthop / Fortschr Kieferorthop 1996;57:246-58(Nr.4).
- 137.** Rimmelink HJ, Tan BG. Cephalometric changes during headgear activator treatment. Eur J Orthod 1991;13:466-70.
- 138.** Remmer KR, Mamandras AH, Hunter WS, Way DC. Cephalometric changes associated with treatment using the activator, the Fränkel appliance and fixed appliance. Am J Orthod 1985;88:363-72.
- 139.** Richardson A. An investigation into the reproducibility of some points, planes and lines used in cephalometric analysis. Am J Orthod 1966;52:637-51.
- 140.** Riolo ML, Moyers RE, McNamara Jr JA, Hunter WS. An atlas of craniofacial growth. Ann Arbor, Center for Human Growth and Development, 1974.
- 141.** Sander FG, Lassak Ch. Die Beeinflussung des Wachstums mit der Vorschubdoppelplatte im Vergleich zu anderen funktionskieferorthopädischen Geräten. Fortschr Kieferorthop 1990;3:155-64.
- 142.** Schadelbauer E. Langzeitergebnisse nach Aktivatorbehandlung. Inf Orthod Kieferorthop 1984;4:419-30.

143. Schwarz AM. Die Röntgendiagnostik. Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore 1958.
144. Schwarz AM. Die Wirkungsweise des Aktivators. Fortschr Kieferorthop 1952;13:117-38.
145. Schwarz AM. Lehrgang der Gebißregelung. Urban & Schwarzenberg, München 1951.
146. Serfl HG. Bißlageverschiebung – eine Utopie? Fortschr Kieferorthop 1980;41:298-307.
147. Silcher H. Skeletal disharmonies and malocclusions. Am J Orthod 1957;43:679.
148. Sproule WR. Dentofacial changes produced by extraoral traction of the maxilla of *Macaca mulatta*: a histologic and serial cephalometric study. Master Thesis, University of Washington, Seattle, 1968.
149. Stöckli OW, Dietrich UC. Sensation and morphogenesis. Experimental and clinical findings following functional forward displacement of the mandible. Trans Eur Orthod Soc 1973;435-42.
150. Stöckli PW, Willert HG. Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkey. Am J Orthod 1971;60:142-55.
151. Stutzmann J, Petrovic A. Intrinsic regulation of condylar cartilage growth rate. Eur J Orthod 1979;1:41-54.
152. Teuscher U. Methoden der Klasse-II-Behandlung und ihre Resultate. Habil.-Schrift Zürich, Sept. 1988.
153. Teuscher U. Quantitative Behandlungsergebnisse mit der Aktivator-Headgear-Kombination. Wachstum und Therapieeffekte. Master Thesis, 1988.
154. Tiegelkamp KH. Über Veränderungen im Unterkiefer- und Gelenkbereich im Verlauf der kieferorthopädischen Behandlung. Fortschr Kieferorthop 1962;23:447.
155. Trayfoot J, Richardson A. Angle Class II, division 1 malocclusions treated by Andresen method. Br Dental J 1968;124:516-9.
156. Ülgen M, Schmuth GPE. Effekte des Aktivators bei der Klasse-II/1-Therapie. Fortschr Kieferorthop 1987;48:41-51.
157. Valant JR, Sinclair PM. Treatment effects of the Herbst appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989;95:138-47.
158. Van der Linden FPHM. Facial Growth and Facial Orthopedics. Quintessence, Chicago, 1975.
159. Van der Linden FPHM. Gesichtswachstum und faziale Orthopädie. Quintessenz, Berlin, 1984.
160. Vargervik K, Harvold EP. Response to activator treatment in Class II malocclusions. Am J Orthod 1985;88:242-51.
161. Watson WG. A computerized appraisal of the High-pull face-bow. Am J Orthod 1972;62:561-79.
162. Weinbach JR, Smith RJ. Cephalometric changes during treatment with open bite bionator. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;101:367-74.

163. Weinberger TW. Extra-oral traction and functional appliances – a cephalometric comparison Br J orthod 1973;1:35-9.
164. Weise W. Herausnehmbare kieferorthopädische Geräte. In: Schmuth, G. (Hrsg.): Kieferorthopädie I, Praxis der Zahnheilkunde 11. Urban & Schwarzenberg, München 1990.
165. Weise W. Kiefergelenkumbau bei kieferorthopädischen Bißverschiebungen und Bißhebungen im Lichte klinischer und röntgenologischer Befunde. Dtsch Zahnärztl Z 1961;16:913.
166. Weise W. Klinische Befunde, die für einen mandibulären bzw. artikulären Gewebeumbau sprechen. Fortschr Kieferorthop 1957;18:303.
167. Weise W. Zur Distalbißbehandlung mittels Aktivator. Fortschr Kieferorthop 1961;22:204.
168. Wieslander L, Buck DL. Physiologic recovery after cervical traction therapy. Am J Orthod 1974;66:294-301.
169. Wieslander L, Lagerström L. The effect of activator treatment on Class II malocclusion. Am J Orthod 1979;75:20-6.
170. Wieslander L. Early or late cervical traction therapy of class II malocclusion in the mixed dentition. Am J Orthod 1975;67:432-9.
171. Wieslander L. Intensive treatment of severe Class II malocclusions with headgear-Herbst appliance in early mixed dentition. Am J Orthod 1984;86:1-11.
172. Wieslander L. Long-term effect of treatment with the headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. Stability or relapse? Am J Orthod Dentofacial Orthop 1993;104:319-29.
173. Wieslander L. The effect of orthodontic treatment on the concurrent development of the craniofacial complex. Am J Orthod 1963;49:15-27.
174. Williams S, Melsen B. Condylar development and mandibular rotation and displacement during activator treatment: an implant study. Am J Orthod 1982;81:322-6.
175. Witt E, Sahm G, Hevia R. Der Bionator mit anteriorem Hochzug – Das Würzburger Konzept. Teil I. Prakt Kieferorthop 1990;4:285-92.
176. Witt E, Watted N. Wirkung intra- und extraoraler Hilfsmittel am Bionator. Eine kontrollierte Studie zum "Würzburger Konzept". J Orofac Orthop / Fortschr Kieferorthop 1999;60(4):269-78.
177. Woodside DG, Metaxas A, Altuna G. The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodelling. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987;92:181-98.
178. Woodside DG, Reed RT, Doucet JD, Thompson GW. Some effects of activator treatment on the growth rate of the mandible and position of the midface. Trans Europ Orthod Soc and Third Intern Orthod Congress 1975: 459-80.

# Danksagung

Für die freundliche Überlassung des Dissertationsthemas, die hilfreiche Unterstützung und die wertvollen Anregungen während der Arbeit sowie für die Übernahme des Korreferates möchte ich Herrn Prof. Dr. med. dent. E. Witt meinen herzlichen Dank aussprechen.

Herrn Prof. Dr. med. dent. R. Koch danke ich für die Übernahme des Referates.

Meinen Eltern danke ich für die Unterstützung, die ich während meines zahnmedizinischen Studiums an der Universität Würzburg und bei der Erstellung der Dissertation erfahren habe.

# Lebenslauf

**Name, Anschrift:** Valérie Sabine Bode, Kieferorthopädin  
Gräferstr. 32, 32657 Lemgo  
Email: valerie-bode@gmx.de

**Geboren:** am 21.03.1972 in Braunschweig

**Eltern:** Prof. Dr. rer. nat. Dieter Wilhelm Bode und  
Dr. med. Monika Anna Bode, geb. Lang

## **Schulischer Bildungsweg:**

Sommer 1978 – Sommer 1982 Grundschule  
Sommer 1982 – Sommer 1991 Engelbert-Kämpfer-Gymnasium in Lemgo,  
Abschluß: Allgemeine Hochschulreife

## **Akademischer Bildungsweg:**

01.11.91 Aufnahme des Studiums der Zahnmedizin, Universität  
Würzburg

15.10.92 Naturwissenschaftliche Vorprüfung

19.04.94 Zahnärztliche Vorprüfung

21.08.95 – 21.12.95 Studienaufenthalt an der Universität Umea, Schweden  
im Rahmen des Erasmus-Programms

19.11.96 Abschluß des Studiums der Zahnmedizin mit dem  
Staatsexamen, Universität Würzburg

03.12.96 Approbation als Zahnärztin

06.12.96 Adolf-und-Inka-Lübeck-Preis der Universität Würzburg

## **Zahnärztliche / kieferorthopädische Tätigkeit:**

01.02.97 – 31.01.98 zahnärztl. Assistentenstelle in der Klinik und Poliklinik  
für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Prof. Dr. Dr.  
J. Reuther, Universität Würzburg

01.02.98 – 31.01.00 kieferorthopädische Weiterbildung in der Poliklinik für  
Kieferorthopädie, Prof. Dr. D. Drescher, Universität  
Düsseldorf

01.02.00 – 31.03.01 kieferorthopädische Weiterbildung in der kieferortho-  
pädischen Fachpraxis Dres. J. u. R. Röhling, Bielefeld

seit 01.04.01 Zulassung in der kieferorthopädischen Gemeinschafts-  
praxis Dr. Christoph Grave, ZÄ Valérie Bode,  
Papenburg

25.04.01 Fachzahnarztprüfung für Kieferorthopädie, ZÄK  
Westfalen-Lippe, Vorsitz: Frau Prof. Dr. U. Ehmer,  
Universität Münster

Lemgo, den 14.10.2002