

Aus dem Fachbereich Medizin
der Johann Wolfgang-Goethe-Universität
Frankfurt am Main

betreut am
Zentrum der Gesundheitswissenschaften
Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin
Direktor: Prof. Dr. David Groneberg

**Korrelationen zwischen der Okklusion und der Oberkörperstatik bei Frauen der
Altersgruppe 51 bis 60 Jahre**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin
der Johann Wolfgang-Goethe-Universität
Frankfurt am Main

vorgelegt von
Polyna Sosnov
aus Lugansk, Ukraine

Frankfurt am Main, 2020

Aus dem Fachbereich Medizin
der Johann Wolfgang-Goethe-Universität
Frankfurt am Main

betreut am
Zentrum der Gesundheitswissenschaften
Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin
Direktor: Prof. Dr. David Groneberg

**Korrelationen zwischen der Okklusion und der Oberkörperstatik bei Frauen der
Altersgruppe 51 bis 60 Jahre**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin
der Johann Wolfgang-Goethe-Universität
Frankfurt am Main

vorgelegt von
Polyna Sosnov
aus Lugansk, Ukraine

Frankfurt am Main, 2020

Dekan:	Prof. Dr. Stefan Zeuzem
Referentin:	PD Dr. Dr. Daniela Ohlendorf
Korreferent/in:	Prof. Dr. Peter Eickholz
Tag der mündlichen Prüfung:	05.07.2021

I. Inhaltsverzeichnis

I.	Inhaltsverzeichnis	1
II.	Abkürzungsverzeichnis	4
III.	Abbildungsverzeichnis	6
IV.	Tabellenverzeichnis	11
1	Einleitung	16
2	Grundlagen	19
2.1	Craniomandibuläres System.....	19
2.1.1	Funktionelle Anatomie	19
2.1.2	Funktion und Okklusion	23
2.2	Muskuloskelettales System des Oberkörpers	26
2.2.1	Funktionelle Anatomie	26
2.2.2	Oberkörperstatik und funktionelle Aspekte der aufrechten Haltung.....	31
2.3	Wechselseitige Beziehungen von craniomandibulärem und muskuloskelettalem System	37
2.3.1	Craniomandibuläres und muskuloskelettales System	37
2.3.2	Aktuelle Studienlage	43
2.3.3	Schlussfolgerung und Arbeitshypothesen	46
3	Material und Methoden	49
3.1	Material	49
3.1.1	Probanden	49
3.1.2	Messsysteme	52
3.2	Methode.....	54
3.2.1	Modellanalyse.....	54
3.2.2	Axiographie	55
3.2.3	Videorasterstereographie	55

3.3	Auswertungsparameter	57
3.3.1	Modellanalyse.....	57
3.3.2	Axiographie	58
3.3.3	Videorasterstereographie	59
3.3.4	Statistische Auswertungsverfahren.....	61
4	Ergebnisse	62
4.1	Normwerte der Oberkörperstatik.....	62
4.2	Habituelle Okklusion vs. symmetrische Okklusionsblockade	64
4.3	Gruppenvergleiche	66
4.3.1	Einfluss anamnestischer Parameter	66
4.3.2	Einfluss der Modellanalyse	67
4.3.3	Einfluss der Axiographie	85
4.4	Korrelationen.....	94
4.4.1	Modellanalyse.....	94
4.4.2	Axiographie	106
5	Diskussion	110
5.1	Ergebnisanalyse.....	110
5.1.1	Normwerte der Oberkörperstatik.....	110
5.1.2	Einfluss anamnestischer Parameter	114
5.1.3	Modellanalyse.....	117
5.1.4	Axiographie	126
5.2	Material/Methodenüberprüfung	131
5.2.1	Probandenkollektiv	131
5.2.2	Modellanalyse.....	132
5.2.3	Videorasterstereographie	132
5.2.4	Axiographie	133
5.3	Ausblick.....	134

6	Zusammenfassung/Abstract	136
6.1	Zusammenfassung	136
6.2	Abstract	138
7	Literaturverzeichnis	140
VIII.	Anhang	150
8.1	Tabellen	150
8.2	Dokumente	180
8.2.1	Anamnesebogen	180
8.2.2	Probandeninformation	182
8.2.3	Modellanalysebogen.....	189
8.2.4	Nutzungserlaubnis Zebris GmbH.....	190
IX.	Danksagung	191
X.	Schriftliche Erklärung	192

II. Abkürzungsverzeichnis

HWS	Halswirbelsäule
M.	Musculus
Mm.	Musculi
Lig.	Ligamentum
A.	Arteria
N.	Nervus
Art.	Articulare
CMS	craniomandibuläres System
MSS	muskuloskelettales System
ZNS	zentralnervöses System
CMD	craniomandibuläre Dysfunktion
DVT	digitales Volumentomogramm
SD	standard Deviation
BMI	Body-Mass-Index
WHO	World Health Organization
LCD	liquid-crystal display
z.B.	zum Beispiel
d.h.	das heißt
VP	vertebrae prominens
SP	sacrum point
AI SL	angulus inferior scapulae links
AI SR	angulus inferior scapulae rechts
DL	dimple left
DR	dimple right
TB	Toleranzbereich
KI	Konfidenzintervall
Min.	Minimum
Max.	Maximum
L	links
R	rechts
n	Anzahl

sym	symmetrisch
asymm	asymmetrisch
MLV	Mittellinienverschiebung
OK	Oberkiefer
UK	Unterkiefer
STZD	Stützzonendifferenz zum Sollwert
TBD	transversale Breite Differenz zum Sollwert
R6	erster Molar rechts
R3	Eckzahn rechts
L3	Eckzahn links
L6	erster Molar links
FZST	Frontzahnstufe
HOR	horizontal
VER	vertikal
LatR	Laterotrusion rechts
LatL	Laterotrusion links
DifRL	Differenz der Laterotrusionsstrecken
Prot	Protrusion
Öff	Mundöffnung
vs.	Versus
PKW	Personenkraftwagen
KFO	kieferorthopädische Therapie
Kreuzb	Kreuzbiss
Kopfb	Kopfbiss
O6	Okklusion erster Molar
Dev	Deviation
Def	Deflexion
Ini	initial
Inter	intermediär
Term	terminal

III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Kaumuskulatur, Zugrichtung der Muskeln bei Mundschluss ^{45(p64)}	21
Abbildung 2:	Kiefergelenk: knöchernen Strukturen und Bänder ^{47(p934)}	23
Abbildung 3:	Okklusionsklassen nach Angle ^{9(p70)}	25
Abbildung 4:	Bandapparat der Brustwirbelsäule ^{46(p235)}	27
Abbildung 5:	Gruppen der autochtonen Rückenmuskulatur ^{46(p244)}	28
Abbildung 6:	Becken- und Thoraxposition in Zusammenhang mit der Wirbelsäulenhaltung ^{60(p48)}	32
Abbildung 7:	Wechselbeziehungen von Kopfkinklation, Thoraxhebung und Beckenkipfung nach Brügger ^{61(p34)}	33
Abbildung 8:	Belastungsoptimierung der Wirbelsäule durch Form und Bandapparat ^{60(p44)}	34
Abbildung 9:	Verlagerung des Schwerpunktes in Abhängigkeit von der Kopfhaltung ^{52(p117)}	35
Abbildung 10:	erweitertes Brody Schema von skelettalen und muskulären Wechselbeziehungen zwischen CMS und MSS ^{52(p116)}	39
Abbildung 11:	Kopfniegung und Kieferrelation in Beziehung ^{48(p446)}	40
Abbildung 12:	Altersverteilung	49
Abbildung 13:	BMI Verteilung in %	50
Abbildung 14:	Häufigkeit sportlicher Betätigung in %	51
Abbildung 15:	JM Analyser ⁹⁶	53
Abbildung 16:	back mapper MiniRot Kombi ⁹⁷	53
Abbildung 17:	Triangulationsverfahren ⁹⁷	54
Abbildung 18:	Oberkiefermodell, Messplatte nach Schmuth, Schieblehre "Münchener Modell" [eigene Quelle]	55
Abbildung 19:	Positionsmarker Rücken [eigene Quelle]	56
Abbildung 20:	Laterotrusion links ¹⁰⁰	58
Abbildung 21:	Posselt Diagramm frontal ¹⁰⁰	59
Abbildung 22:	Rückenlänge D mit und ohne Okklusionssperre Mediane und Quartile	65
Abbildung 23:	sagittale Rumpfniegung mit und ohne Okklusionssperre, Mediane und Quartile	65

Abbildung 24:	Maximale Rotation bei symmetrischem und asymmetrischem Platzangebot im Oberkiefer, Mediane und Quartile.....	69
Abbildung 25:	Schulterblattrotation bei unterschiedlichem Platzangebot der Stützzonen im Oberkiefer, Mediane und Quartile	70
Abbildung 26:	maximale Rotation bei unterschiedlichem Platzangebot der Stützzonen im Oberkiefer, Mediane und Quartile	70
Abbildung 27:	Schulterstandwinkel rechts bei normaler und vergrößerter transversaler Ausdehnung im Oberkiefer, Mediane und Quartile.....	72
Abbildung 28:	Beckentorsion bei normgroßer und nicht normgroßer horizontaler Frontzahnstufe, Mediane und Quartile.....	74
Abbildung 29:	Rückenlänge S bei neutraler und mesialer Okklusion des ersten Molaren rechts, Mediane und Quartile.....	76
Abbildung 30:	frontale Rumpfeigung bei neutraler und distaler Okklusion des ersten Molaren rechts, mediane und Quartile	76
Abbildung 31:	Schulterstandwinkel rechts bei neutraler und distaler Okklusion des rechten Eckzahnes, mediane und Quartile	77
Abbildung 32:	Beckenrotation bei neutraler und distaler Eckzahnokklusion rechts, Mediane und Quartile.....	77
Abbildung 33:	Schulterblattabstand bei neutraler, distaler und mesialer Eckzahnverzahnung links, Mediane und Quartile.....	79
Abbildung 34:	sagittale Rumpfeigung bei neutraler, Distaler und mesialer Eckzahnokklusion links, Mediane und Quartile	80
Abbildung 35:	Lordosewinkel bei neutraler und distaler Eckzahnokklusion links, Mediane und Quartile.....	80
Abbildung 36:	Schulterblattabstand bei neutraler und distaler Okklusion des ersten linken Molaren, Mediane und Quartile	81
Abbildung 37:	Schulterblattrotation bei distaler und mesialer Okklusion des ersten Molaren links, Mediane und Quartile	81
Abbildung 38:	maximale Rotation bei distaler und mesialer Okklusion des ersten Molaren links, Mediane und Quartile	82
Abbildung 39:	Schulterblattabstand bei neutraler und nicht neutraler Molarenokklusion, Mediane und Quartile	83
Abbildung 40:	Schulterblattabstand in Abhängigkeit von der Okklusionsklasse, Mediane und Quartile.....	85

Abbildung 41:	Schulterstandwinkel rechts bei normaler, eingeschränkter und hypermobiler Laterotrusion rechts, Mediane und Quartile	87
Abbildung 42:	Schulterstandwinkel links bei normaler, eingeschränkter und hypermobiler Laterotrusion rechts, Mediane und Quartile	87
Abbildung 43:	thorakaler Biegungswinkel bei normaler, hypo- und hypermobiler Laterotrusion nach rechts, Mediane und Quartile	87
Abbildung 44:	Achsabweichung bei einer symmetrischen Bewegungsreichweite nach rechts und links, nach rechts oder links weiter reichenden Laterotrusion, Mediane und Quartile	89
Abbildung 45:	Beckenstand bei einer symmetrischen Bewegungsreichweite nach rechts und links, nach rechts oder links weiter reichenden Laterotrusion, Mediane und Quartile	89
Abbildung 46:	Schulterblattstand bei normaler, hypo- oder hypermobiler.. Protrusion, Mediane und Quartile.....	90
Abbildung 47:	Standardabweichung der Rotation bei Deviation und Deflexion, Mediane und Quartile.....	92
Abbildung 48:	Achsabweichung bei keiner vorhandenen und einer linksseitigen Abweichung der Mundöffnungsbahn, Mediane und Quartile.....	93
Abbildung 49:	Schulterblattrotation in Abhängigkeit von der transversalen Breite im Oberkiefer	96
Abbildung 50:	Lordosewinkel in Abhängigkeit von der transversalen Breite im Oberkiefer	96
Abbildung 51:	Rückenlänge D in Abhängigkeit von der Stützzoneendifferenz im Oberkiefer links.....	96
Abbildung 52:	Rückenlänge S in Abhängigkeit von der Stützzoneendifferenz im Oberkiefer links.....	96
Abbildung 53:	sagittale Rumpfneigung in Abhängigkeit von der Differenz der Oberkieferstützonenlängen in mm	97
Abbildung 54:	frontale Rumpfneigung in Abhängigkeit von der Differenz der Oberkieferstützonenlängen.....	97
Abbildung 55:	maximale Seitabweichung in Abhängigkeit von der Differenz der Oberkieferstützonenlängen in mm	97
Abbildung 56:	Beckenrotation in Abhängigkeit von der Mittellinienverschiebung im Unterkiefer	99

Abbildung 57:	Rückenlänge D in Abhängigkeit von der linksseitigen Stützzonendifferenz im Unterkiefer	99
Abbildung 58:	Schulterblattrotation in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren rechts.....	101
Abbildung 59:	Standardabweichung der Rotation in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren rechts	101
Abbildung 60:	Beckenrotation in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren rechts.....	101
Abbildung 61:	Standardabweichung der Seitabweichung in Abhängigkeit von der Stellung des Eckzahnes rechts	102
Abbildung 62:	Beckenrotation in Abhängigkeit von der Stellung des Eckzahnes rechts	102
Abbildung 63:	Schulterblattabstand in Abhängigkeit von der Stellung des Eckzahnes links.....	102
Abbildung 64:	sagittale Rumpfneigung in Abhängigkeit von der Stellung des Eckzahnes links.....	103
Abbildung 65:	Lordosewinkel in Abhängigkeit von der Stellung des Eckzahnes links.....	103
Abbildung 66:	Schulterstandwinkel rechts in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren links.....	103
Abbildung 67:	Schulterblattabstand in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren links	103
Abbildung 68:	Schulterblattrotation in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren links	104
Abbildung 69:	maximale Rotation in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren links	104
Abbildung 70:	Abhängigkeit von horizontaler Frontzahnstufe und sagittaler Rumpfneigung.....	104
Abbildung 71:	Schulterblattabstand in Abhängigkeit von der vertikalen Frontzahnstufe.....	105
Abbildung 72:	Rückenlänge D in Abhängigkeit von der vertikalen Frontzahnstufe.....	105
Abbildung 73:	Rückenlänge S in Abhängigkeit von der vertikalen Frontzahnstufe.....	105

Abbildung 74:	Lumbalwinkel in Abhängigkeit von der vertikalen Frontzahnstufe.....	105
Abbildung 75:	Lumbalwinkel in Abhängigkeit von der Protrusionsstrecke.....	107
Abbildung 76:	Schulterstandswinkel rechts in Abhängigkeit von der Protrusionsstrecke	107
Abbildung 77:	Schulterstandswinkel links in Abhängigkeit von der Protrusionsstrecke	107
Abbildung 78:	Schulterstandswinkel links in Abhängigkeit von der Laterotrusionsstrecke nach links	108
Abbildung 79:	Schulterblattstand in Abhängigkeit von der Laterotrusionsstrecke nach links	108
Abbildung 80:	Achsabweichung in Abhängigkeit von der Laterotrusionsdifferenz	108
Abbildung 81:	Standardabweichung der Seitabweichung in Abhängigkeit von der Laterotrusionsdifferenz	108
Abbildung 82:	Beckenstand in Abhängigkeit von der Laterotrusionsdifferenz.....	109
Abbildung 83:	Beckenstand in Abhängigkeit von der Laterotrusionsdifferenz.....	109
Abbildung 84:	Modellanalysebogen	189

IV.	<u>Tabellenverzeichnis</u>	
Tabelle 1:	Größe, Gewicht, BMI; normalverteilte Werte kursiv	50
Tabelle 2:	Kennwerte der Oberkörperstatik, normalverteilte Parameter grau hinterlegt	64
Tabelle 3:	Rückenparameter mit und ohne Okklusionssperre; normalverteilte Werte grau hinterlegt, signifikante p-Werte fett	65
Tabelle 4:	Vergleich der Oberkiefer Stützzoneendifferenz zwischen symmetrischem und asymmetrischem Platzangebot, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	68
Tabelle 5:	Gegenüberstellung der sagittalen Symmetrieverhältnisse im Oberkiefer, signifikante p-Werte fett	70
Tabelle 6:	Vergleich der Ausdehnung der transversalen Breite im Oberkiefer, signifikante p-Werte fett	71
Tabelle 7:	Gegenüberstellung der normgroßen und nicht-normgroßen horizontalen Frontzahnstufe, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	74
Tabelle 8:	Gegenüberstellung des ersten Molaren rechts in mesiodistaler Ausrichtung, signifikante p-Werte fett.....	75
Tabelle 9:	Gegenüberstellung des Eckzahnes rechts in mesiodistaler Ausrichtung, signifikante p-Werte fett.....	77
Tabelle 10:	Gegenüberstellung des Eckzahnes links in mesiodistaler Ausrichtung, signifikante p-Werte fett.....	79
Tabelle 11:	Gegenüberstellung des ersten Molaren links in mesiodistaler Ausrichtung, signifikante p-Werte fett.....	81
Tabelle 12:	Gegenüberstellung neutrale und nicht neutrale Okklusion, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	83
Tabelle 13:	Gegenüberstellung der Okklusionsklassen, signifikante p-Werte fett	84
Tabelle 14:	Gegenüberstellung der Bewegungsreichweiten nach rechts, signifikante p-Werte fett	86
Tabelle 15:	Gegenüberstellung der Symmetrie der seitlichen Unterkiefergrenzbewegungen, signifikante p-Werte fett	88

Tabelle 16:	Gegenüberstellung der Bewegungsreichweiten nach ventral, signifikante p-Werte fett	90
Tabelle 17:	Vergleich von Probandinnen mit und ohne Deviation oder Deflexion, signifikante p-Werte fett	91
Tabelle 18:	Gegenüberstellung der Abweichungszeitpunkte, signifikante p-Werte fett.....	93
Tabelle 19:	Korrelationen zwischen Oberkiefer- und Rückenparametern. Normalverteilte Werte grau hinterlegt, signifikante p-Werte fett	95
Tabelle 20:	Korrelationen zwischen Unterkiefer- und Rückenparametern. Normalverteilte Werte grau hinterlegt, signifikante p-Werte fett	98
Tabelle 21:	Korrelationen zwischen statischer Okklusion und Rückenparametern, signifikante p-Werte fett	100
Tabelle 22:	p-Werte und Effektstärken für Korrelationen zwischen der Axiographie und den Rückenparametern, normalverteilte Werte grau hinterlegt, signifikante p-Werte fett	106
Tabelle 23:	Größe, Gewicht, BMI im Vergleich.....	115
Tabelle 24:	Vergleich mit oder ohne kieferorthopädische Therapie. Signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert.....	150
Tabelle 25:	Häufigkeit sportlicher Betätigung, signifikante p-Werte sind fett markiert	150
Tabelle 26:	Vergleich der regelmäßig sportlich aktiven Probandinnen, signifikante p-Werte sind fett markiert	151
Tabelle 27:	Gegenüberstellung der sportlich aktiven und sportlich nicht aktiven Teilnehmerinnen, signifikante p-Werte sind fett markiert.....	152
Tabelle 28:	Vergleich der Probandinnen mit und ohne Migränekopfschmerz, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	152
Tabelle 29:	Gegenüberstellung der Teilnehmerinnen mit und ohne Kopfschmerzsymptomatik, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	153
Tabelle 30:	Vergleich der Probandinnen mit und ohne Kiefergelenksgeräuschen, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	154

Tabelle 31:	Gegenüberstellung der Probandinnen ohne Mittellinienverschiebung, MLV nach rechts und MLV nach links im Oberkiefer, signifikante p-Werte sind fett markiert154
Tabelle 32:	Gegenüberstellung der rechten Oberkieferstützzonen, normgroß und nicht-normgroß, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert155
Tabelle 33:	Gegenüberstellung von ausreichendem Platzangebot und Platzmangel in der rechten Oberkieferstützzone, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert156
Tabelle 34:	Gegenüberstellung der linken Oberkieferstützzonen, normgroß und nicht-normgroß, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert157
Tabelle 35:	Gegenüberstellung von ausreichendem Platzangebot und Platzmangel in der rechten Oberkieferstützzone, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert157
Tabelle 36:	transversaler Symmetrievergleich im Oberkiefer, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert158
Tabelle 37:	Vergleich der unterschiedlichen Mittellinienlagen im Unterkiefer, signifikante p-Werte sind fett markiert159
Tabelle 38:	Gegenüberstellung der rechten Unterkieferstützzonen, normgroß und nicht-normgroß, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert159
Tabelle 39:	Gegenüberstellung von ausreichendem Platzangebot und Platzmangel in der rechten Unterkieferstützzone, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert160
Tabelle 40:	Gegenüberstellung der linken Unterkieferstützzonen, normgroß und nicht-normgroß, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert161
Tabelle 41:	Gegenüberstellung von ausreichendem Platzangebot und Platzmangel in der linken Unterkieferstützzone, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert161
Tabelle 42:	Gegenüberstellung von symmetrischen und asymmetrischem Platzangebot der Unterkieferstützzonen, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert162

Tabelle 43:	Gegenüberstellung der Seitenverteilung des sagittalen Platzangebotes im Unterkiefer, signifikante p-Werte sind fett markiert	163
Tabelle 44:	Vergleich der transversalen Breitenverhältnisse im Unterkiefer, signifikante p-Werte fett	163
Tabelle 45:	Vergleich zwischen einer normgroßen und nicht-normgroßen vertikalen Frontzahnstufe, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	164
Tabelle 46:	Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kreuzbiss auf der rechten Seite, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	165
Tabelle 47:	Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kreuzbiss auf der linken Seite, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	165
Tabelle 48:	Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kopfbiss auf der rechten Seite, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	166
Tabelle 49:	Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kopfbiss auf der linken Seite, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	167
Tabelle 50:	Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kreuzbiss, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	167
Tabelle 51:	Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kopfbiss, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	168
Tabelle 52:	Gegenüberstellung distale und nicht distale Okklusion, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert.....	169
Tabelle 53:	Gegenüberstellung symmetrische und asymmetrische Okklusion im Molarenbereich, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	169
Tabelle 54:	Gegenüberstellung der Bewegungsreichweiten nach links.....	170

Tabelle 55:	Gegenüberstellung der maximalen Mundöffnungsweiten, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	171
Tabelle 56:	Vergleich von Probandinnen mit und ohne Deviation, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	171
Tabelle 57:	Vergleich von Probandinnen mit und ohne Deflexion, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert.....	172
Tabelle 58:	Vergleich von Probandinnen mit und ohne Abweichung nach rechts, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	173
Tabelle 59:	Vergleich von Probandinnen mit und ohne Abweichung nach links, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	173
Tabelle 60:	Vergleich von Probandinnen mit und ohne Abweichung initial, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	174
Tabelle 61:	Vergleich von Probandinnen mit und ohne Abweichung intermediär, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert	175
Tabelle 62:	Vergleich von Probandinnen mit und ohne Abweichung terminal ...	175
Tabelle 63:	Varianzanalyse	176

1 Einleitung

Unter verbesserten Bedingungen und höheren Lebensstandards werden Auswirkungen infolge des demographischen Wandels, vor allem in westlichen Populationen, immer deutlicher¹. Das Durchschnittsalter und der prozentuale Anteil älterer Personen steigt an^{2,3}. Ein großer Teil dieser Bevölkerungsgruppe ist bei guter allgemeiner Gesundheit und benötigt keine Unterstützung im alltäglichen Leben. Dies wird auch anhand der Lebenserwartung ohne Behinderung sichtbar⁴. Außerdem sind immer mehr Menschen über das gesetzliche Renteneintrittsalter hinaus berufstätig^{5,6}.

Trotz dessen bestehen permanente Umstrukturierungsprozesse nicht nur der Körperhaltung, sondern auch der dentalen Okklusion⁷. Anpassungen an Kurz- und Langzeitbelastungen, Abnutzungen von tragenden Strukturen in deren Folge und Kompensationen sind Bestandteile dieser Umwandlungen. Während die Okklusion mithilfe von modellanalytischen und axiographischen Verfahren quantifiziert und anhand von Richtwerten^{8,9} klassifiziert werden kann, fehlen diese bei Parametern der Oberkörperstatik. Die Quantität und Qualität von Veränderungen sollte aber evaluiert werden können, um physiologische von pathologischen Prozessen unterscheiden zu können¹⁰. Weiterhin erlauben standardisierte Ausgangswerte das Nachverfolgen von Therapiefortschritten über einen definierten Zeitraum¹⁰. Mit ihrer Hilfe können Leitlinien zu Notwendigkeit und Art von therapeutischen Eingriffen erstellt und deren Effektivität beurteilt werden¹¹.

In vielen Fällen werden Messungen bei symptomatischen Patienten vorgenommen, um eine bestehende Erkrankung zu identifizieren oder differentialdiagnostisch abzusichern. Aus diesem Grund können viele vorhandene Messwerte aus klinischen Datenbanken, vor, während oder nach Behandlungsbeginn¹²⁻¹⁴ entnommen werden. Ohne Vergleichswerte zu beschwerdefreien Situationen wird es allerdings erschwert Risikoabschätzungen vorzunehmen. Derzeit liegen aber nur Standardwerte für Parameter der Oberkörperstatik für Männer im Alter von 18-35¹⁵, 41-50¹⁶ und Frauen im Alter von 21-30¹⁷ Jahren vor.

Alterungsprozesse betreffen nicht nur einzelne Körperteile oder Organe, sondern das gesamte System, da Veränderungen von einzelnen Elementen das Zusammenwirken mit anderen unmittelbar beeinflussen. Über Funktionsketten können Anpassungsprozesse viele Bereiche erfassen. Um deren Interaktion und ggf. Ausgangspunkte für Störungen zu verstehen, werden Kenntnisse dieser Verbindungen benötigt.

Daraus folgt das Ziel dieser Arbeit, einerseits die Oberkörperstatik zu quantifizieren und Standardwerte für Frauen der Altersgruppe 51-60 zu erstellen und andererseits deren Verbindungen zu Parametern der statischen und dynamischen Okklusion zu evaluieren. Im Zuge dessen wird auch der Effekt einer kurzzeitig veränderten Okklusion auf die Oberkörperstatik untersucht.

Längerfristige Okklusionsveränderungen finden meist im Rahmen einer kieferorthopädischen Therapie statt. Da dies Auswirkungen auf die Haltung haben kann^{18,19}, wird auch dieses Merkmal in der vorliegenden Arbeit untersucht.

Nicht nur das Alter beeinflusst körperliche Veränderungen, auch allgemeinanamnestische Faktoren üben Einfluss auf die Körperhaltung aus. Beispielsweise zeigen Geschlechter unterschiedliche Lebenserwartungen²⁰ und Inzidenz altersbedingter Krankheiten auf²¹. Im Hinblick darauf sind Frauen im Alter von 51-60 besonders interessant, da die Menopause normalerweise in dieser Altersgruppe einsetzt²² und somit Probandinnen eine spezielle, weitreichende körperliche Veränderung lange nach Abschluss des Wachstums und hormonellen Umstellungen der Pubertät erfahren. Hormonelle Veränderungen im Rahmen der Menopause könnten zu einer postmenopausalen Osteoporose²³ führen, welche wiederum den Bewegungsapparat beeinflussen²⁴. Dabei ist die Wirbelsäule häufig infolge von Knochendichteschwund von Kyphosierung oder Belastungsbrüchen der Wirbelkörper betroffen²⁵. Da der Menstruationszyklus die posturale Stabilität, z.B. über eine erhöhte parasymphatische Aktivität, beeinflusst²⁶, könnte auch seine Veränderung während oder Abwesenheit nach der Menopause auf die Haltung wirken.

Mit steigendem Alter nehmen Muskelmasse und Körperkraft ab²⁷. Dieser Effekt kann durch Hormonshifts während und nach der Menopause verstärkt werden^{28,29}.

Hormonelle Veränderungen^{30,31} mit einem erhöhten Androgenspiegel, z.B. Testosteron, im Vergleich zum Östrogenlevel, können zu einer erhöhten Gesamtkörperfettmasse aber auch zu einer Verteilungsverschiebung dieser beitragen³². Es gibt Hinweise auf eine Verbindung zwischen dem Hormonhaushalt, Fettanteilsverringerung an den Beinen und Akkumulation von abdominellem und viszeralem Fettgewebe³³⁻³⁵. Auswirkungen auf die Oberkörperstatik und die Schwerpunktprojektion infolge dieser Veränderungen scheinen logisch und werden in dieser Arbeit mittels eines Vergleiches zu Frauen der jüngeren Altersgruppe¹⁷ untersucht.

Da Effekte der menopausalen Veränderungen durch sportliche Betätigung abgeschwächt werden können^{36,37}, wurde auch dieser habituelle Faktor in die Untersuchungen eingeschlossen.

Weiterhin sind Kopfschmerzen nicht nur das häufigste neurologische Symptom³⁸, sondern deren Prävalenz liegt auch beim weiblichen Geschlecht³⁹. Bei Frauen in der prämenopausalen oder menopausalen Phase könnten einerseits Hormonfluktuationen die Migräneneigung erhöhen, andererseits besteht ein Verdacht auf Kopfschmerzinduktion durch Hormonersatztherapie⁴⁰.

Diese nicht mehr wachstumsbedingten Faktoren machen die Altersgruppe der Frauen von 51-60 besonders interessant für Untersuchungen innerhalb der Probandinnengruppe als auch für Vergleiche mit anderen Altersgruppen und Geschlechtern. Untersucht werden die Daten von 101 subjektiv beschwerdefreien und gesunden Freiwilligen zur Ermittlung von alters- und geschlechtsspezifischen Normwerten der Oberkörperstatik und deren Zusammenhängen zur Okklusion.

2 Grundlagen

Das folgende Kapitel stellt zunächst das craniomandibuläre System sowie das muskuloskelettale System des Oberkörpers vor. Es werden die Anatomie und Funktion der einzelnen Gebiete beschrieben und Zusammenhänge und wechselseitige Beeinflussungsmöglichkeiten anhand aktueller Studien dargestellt. Auf dieser Grundlage werden dann die Arbeitshypothesen erstellt.

2.1 Craniomandibuläres System

2.1.1 Funktionelle Anatomie

Das craniomandibuläre System ist eine komplexe funktionelle Einheit, zu dessen Strukturen Knochen und Gelenke, Muskeln, Faszien, Zähne und Zahnhalteapparat, Speicheldrüsen sowie deren Innervation und Vaskularisierung gehören.

Die skelettalen Anteile des Schädels werden in ein Neurocranium und ein Viscerocranium eingeteilt. Zum Neurocranium gehören die Ossae Occipitale, Sphenoidale, Frontale, Parietale und Temporale. Os Ethmoidale, Vomer, Oberkiefer (Maxilla), Unterkiefer (Mandibula), und das Zungenbein gehören zum Viscerocranium. Die Schädelbasis besteht aus Anteilen beider Regionen⁴¹.

Ober- und Unterkiefer besitzen jeweils einen zahortragenden Teil, den Alveolarfortsatz. Dabei ist die Maxilla über die Sutura Zygomaticomaxillaris und Frontomaxillaris fest mit den anderen Schädelknochen verbunden. Über das Kiefergelenk, welches paarig angelegt ist, steht die Mandibula als einziger Schädelknochen beweglich mit dem übrigen Cranium in Verbindung. Eine weitere Besonderheit ist, dass der Unterkiefer als einziger Knochen mit zwei Gelenken die Medianlinie kreuzt.

Ein weiterer, wichtiger knöcherner Bestandteil ist das Zungenbein, welches nur über Muskulatur und Bänder mit dem Schädel verbunden ist. Die obere Zungenbeinmuskulatur bildet dabei den Mundboden und ist an Unterkieferbewegungen und dem Schluckakt beteiligt, die untere Zungenbeinmuskulatur beeinflusst Schlucken und Phonation.

In den Alveolarfortsätzen des Ober- und Unterkiefers sind die Zähne über das Wurzelzement und die Desmodontalfasern des Zahnhalteapparates verankert⁴². Das Parodont beherbergt zahlreiche Rezeptoren, Fibro-, Zemento- und Osteoblasten sowie

Zellen des Immunsystems und ist damit an der Wahrnehmung, Remodeling sowie Immunabwehr beteiligt^{42,43}.

Regulär besteht das Gebiss eines gesunden Erwachsenen pro Quadrant aus zwei Schneidezähnen, einem Eckzahn, zwei Prämolaren und drei Molaren, wobei der dritte Molar häufig Unregelmäßigkeiten aufweist oder gänzlich fehlt⁴⁴.

Für die Mobilität und Funktion des Kauapparates sind mehrere Muskelgruppen zuständig. Die erste Gruppe bildet die Kaumuskulatur, die direkt am Unterkiefer ansetzt.

M. Temporalis ist der große Schläfenmuskel, der der Fossa Temporalis zwischen Linea Temporalis und dem Arcus Zygomaticus sowie der Fascia Temporalis entspringt und am Processus Coronoideus des Unterkiefers ansetzt. Über seine fächerförmig verlaufenden Fasern, die dorsal eher horizontal liegen und im mittleren und ventralen Bereich schräg bis vertikal verlaufen, kann dieser Muskel über Adduktion und Elevation den Kieferschluss bewirken und über Re- und Laterotrusion die Feineinstellung der Okklusion vornehmen.

M. Masseter entspringt am Arcus Zygomaticus und setzt an der Tuberositas Masseterica des Angulus Mandibulae an. Dabei gliedert er sich in einen vertikal verlaufenden tieferen Anteil und einen größeren, schräger verlaufenden oberflächlichen Anteil. Er ist der kräftigste Mundschließer, ist aber auch an der Pro- und -wenn einseitig aktiviert- an der Laterotrusion beteiligt.

M. Pterygoideus Medialis entspringt in der Fossa Pterygoidea und zieht zur Tuberositas Pterygoideae am Angulus Mandibulae. Dabei verläuft er ventrokranial nach kaudodorsal und bildet mit dem *M. Masseter* eine Muskelschlinge. Dieser Verlauf erklärt auch hier die Funktion als Adduktor und Protrusor, sowie einseitig als Laterotrusor.

M. Pterygoideus Lateralis ist der vierte Kaumuskel, der vom Processus Pterygoideus sowie der Fascia Infratemporalis und der Crista Infratemporalis zur Fovea Pterygoidea und dem Discus Articularis zieht. Er verläuft nach dorsolateral, hat dabei einen kaudalen und einen kranialen Anteil. Dieser Muskel ist bei allen Unterkieferbewegungen beteiligt und stabilisiert den Kondylus-Discus Komplex gegen das Tuberculum Articulare. Außerdem verhindert er eine Posteriorverlagerung des Discus Articulare beim Kieferschluss⁹.

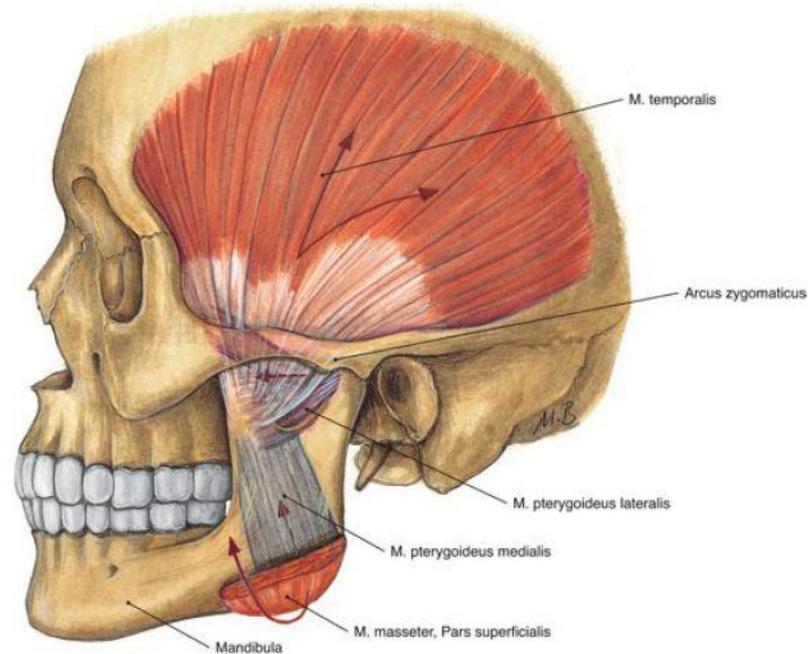


Abbildung 1: Kaumuskulatur, Zugrichtung der Muskeln bei Mundschluss^{45(p64)}

Die zweite Gruppe sind die akzessorischen Kaumuskeln, bestehend aus der Lippen- und Wangen- sowie mimischen Muskulatur. Hervorzuheben sind der M. Buccinator und der M. Orbicularis Oris.

In der dritten Gruppe steht die Zunge als eigene Einheit dar. Sie besteht aus einem Muskelkörper, der aus Binnenmuskeln innerhalb der Zunge und einstrahlenden Muskeln der Zungenwurzeln besteht. Ihre Schleimhaut ist mit Papillen bedeckt und ist Sitz der Geschmacksknospen. Die Zunge ist außerordentlich beweglich und maßgeblich an Kauen, Schlucken, Sprechen und Sensorik im Mund beteiligt^{46,47}.

Die vierte Muskelgruppe ist die Zungenbeinmuskulatur, die sich in supra- und infrahyal Einteilen lässt. Suprahyale Muskeln, wie der M. Mylohyoideus, M. Geniohyoideus, M. Stylohyoideus und M. Digastricus sind bei Unterkieferbewegungen, wie der Kieferöffnung beteiligt. Infrahyal liegende Muskulatur, wie der M. Omohyoideus und M. Sternohyoideus, wirken indirekt über die Zungenbeinposition. Über ihre weit ventral vor der Halswirbelsäule (HWS) liegende Position hat diese Muskelgruppe einen großen Hebelarm zum Unterkiefer und der Kopfneigung⁴⁸.

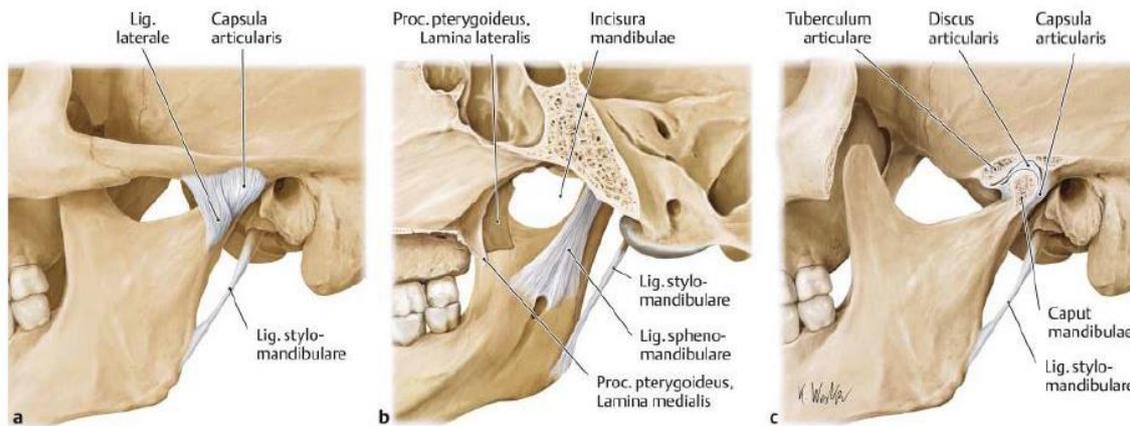
Auch die Hals- und Nackenmuskulatur mit den M. Obliquus Capitis inf. et sup., Mm. Rectus Capitis post und Mm. Scalenii ist maßgeblich an Kopfbewegungen und damit auch an der Positionierung des Unterkiefers beteiligt.

Musculi Suboccipitales wirken über die Stellung der Kopfgelenke und sind für die Feinmotorik des Kopfes verantwortlich⁴⁷.

Die Kiefergelenke werden über den Unterkieferkörper zu einem paarigen System verbunden. Sie bestehen aus dem knöchernen und knorpelüberzogenen Kondylen der Mandibula und der Fossa Glenoidales des Os Temporale mit dem Tuberculum und der Eminentia Articularis. Dabei nimmt die Gelenkgrube nicht nur den Gelenkkopf mit Discus auf, sondern auch das retroarticuläre Polster, welches Bindegewebe, Fettgewebe, Gefäße und Nerven enthält. Eine Besonderheit ist der faserknorpelige Discus Articularis, welcher das Gelenk in zwei Kammern teilt. Er besteht aus einem wenig vaskularisierten anterioren Teil, der kollagenfaserreich ist, und einem posterioren Teil, der vaskularisiert ist. Dabei wird der anteriore Teil in das ca. 2mm dicke anteriore Band, eine ca. 1mm dicke intermediäre Zone und ein ca. 3mm dickes posteriores Band unterteilt, welche der Gelenkscheibe eine bikonkave Form geben. Auch der posteriore Anteil kann weiter aufgeschlüsselt werden, er besteht aus den zwei Blättern der bilaminären Zone, die das retroarticuläre Polster umschließen. Das obere Blatt enthält elastische Fasern und läuft zur Fissura Petrosquamosa und Tympanosquamosa; das untere Blatt ist straff und kollagenfaserreich und ist am Collum Mandibulae befestigt. Der Discus selbst ist mit Bändern an den medialen und lateralen Polen des Kondylus verankert. Umschlossen wird das Gelenk von einer Kapsel, die innen die Synovialflüssigkeit zur Ernährung und Gleitfähigkeit dient, beherbergt. Mit dem Discus ist das Kapselinnere anterior verbunden, dort inseriert auch der M. Pterygoideus Lateralis. Außen an der Kapsel setzen Bänder an, lateral das Lig. Temporomandibulare und medial das Lig. Mediale⁹.

Extrinsische Bänder limitieren Extreimbewegungen des Unterkiefers. Dazu zählen die Lig. Stylomandibulare, Lig. Sphenomandibulare und die Raphe Pterygomandibularis.

Der walzenförmige Kondylus ermöglicht eine Rotation in der discomandibulären Kammer als auch eine Translation des Kondylus-Discus-Komplexes in der discotemporalen Kammer des Gelenks.



Linkes Kiefergelenk in der Ansicht von lateral (a) und rechtes Kiefergelenk von medial (b). Nach Eröffnung des (hier linken) Kiefergelenks (c) wird der Discus articularis sichtbar.

Abbildung 2: Kiefergelenk: knöchernen Strukturen und Bänder^{47(p934)}

Die Blutversorgung der Gesichtsregion erfolgt hauptsächlich über die A. Carotis Externa und ihre Äste, zu einem kleineren Teil über die A. Carotis Interna^{46,45}.

Innerviert werden diese Strukturen hauptsächlich von den Schlundbogensnerven, dabei ist der N. Trigeminus für die Sensitivität des Gesichtes, der Zähne und Schleimhäute sowie für die motorische Innervation der Kaumuskeln verantwortlich. Für einen kleinen Teil der Exterosensitivität, die vorderen 2/3 der gustatorischen Fasern der Zunge, die Viszeromotorik der Drüsen und die Motorik der mimischen Muskeln sowie M. Occipitofrontalis, M. Digastricus (venterposterior), M. Stylohyoideus und M. Stapedius ist der N. Facialis verantwortlich. Weitere wichtige Hirnnerven sind der N. Glossopharyngeus, N. Vagus und N. Hypoglossus.

Nicht direkt zum CMS gehörende aber in unmittelbarer Nähe liegende Strukturen sind die drei großen Speicheldrüsen Glandula Parotis, Sublingualis und Submandibularis sowie das Ohr mit dem im Innenohr liegenden Hör- und Gleichgewichtsorganen⁴⁹.

2.1.2 Funktion und Okklusion

Das craniomandibuläre System hat eine Vielzahl von Funktionen, an denen es beteiligt ist, wie Atmung, Lautbildung, Mimik, Wahrnehmung und Nahrungsaufnahme. Alle diese Aufgaben erfordern ein komplexes Wechselspiel aus Rezeptoren, Innervation und Motorik. Im Folgenden wird lediglich auf Okklusion und Unterkiefermobilität eingegangen.

Als biomechanische Okklusion wird der Zahnkontakt zwischen Ober- und Unterkieferzähnen verstanden. Dabei gibt es die statische Okklusion, bei der der

Unterkiefer unbeweglich ist und die dynamische Okklusion⁵⁰, bei der die Zahn-Zahn-Kontakte durch Unterkieferbewegungen zustande kommen.

Die statische Okklusion kann eingeteilt werden in die maximale Interkuspitation, bei der eine höchstmögliche Anzahl an Vielpunktkontakten zwischen Ober- und Unterkieferzähnen besteht. Sie ergibt sich aus einer stabilen Verzahnung bei nahezu vollständig erhaltenen Stützzonen⁵¹.

Die habituelle, also gewohnheitsmäßige Verzahnung der beiden Kiefer, kann, muss aber nicht mit der maximalen Interkuspitation übereinstimmen. Eine gelenkbezogene Unterkieferposition, bei der die Kondylus-Diskus-Relation und Belastung der beteiligten Gewebe physiologisch ist, wird als zentrische Okklusion bezeichnet. Dabei ist die Kondylenposition nicht seitenverschoben. Auch diese Position muss weder mit der maximalen noch mit der habituellen Interkuspitation übereinstimmen. Besonders ist dabei zu beachten, dass das Kiefergelenk als einzige Ausnahme nicht nur von knöchernen, muskulären oder bindegewebigen Strukturen in seiner Lage beeinflusst wird. Vor allem beim Kieferschluss sowie Unterkiefergrenzbewegungen wird es von den Zähnen, ihrer Morphologie und Position geführt.

Als Ruhelage wird jene Okklusion bezeichnet, die bei einer entspannten und aufrechten Kopf- und Rumpfhaltung eingenommen wird, häufig ist dabei der Zahnkontakt reduziert. Eine Nonokklusion besteht dann, wenn Ober- und Unterkieferzähne keinen Kontakt miteinander eingehen⁸.

In der statischen Okklusion kann über bestimmte Zahn-Zahn-Beziehungen die Modellanalyse durchgeführt werden.

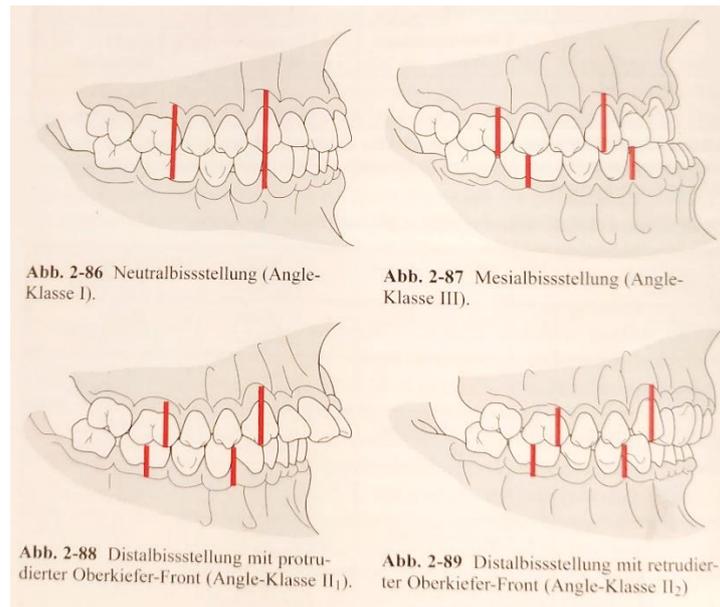


Abbildung 3: Okklusionsklassen nach Angle^{9(p70)}

Grenzbewegungen des Unterkiefers rahmen die dynamische Okklusion. Dabei kann zwischen symmetrischen und asymmetrischen Bewegungen unterschieden werden. Dadurch, dass die Kiefergelenke über den Unterkieferkörper verknüpft werden, ist eine Einzelbewegung nicht möglich⁴¹.

Als erste symmetrische Bewegung wird die Mundöffnung betrachtet. Diese beginnt auf den ersten 15-20mm mit einer Rotation im Kiefergelenk, dabei wird die Translation initiiert. Für eine weitere physiologische Mundöffnung gleitet der Kondylus-Discus-Komplex nach anteriokaudal. Die maximale Mundöffnung ist beträgt im Durchschnitt 40-60mm⁹.

Die zweite symmetrische Bewegung ist die Protrusion, auch hierbei bewegen sich die Kondylen nach ventral und kaudal mit einem Normbereich von 7-11mm⁹.

Als dritte und letzte symmetrische Bewegung ist die Retrusion zu nennen, die aber abhängig von der Gelenkbahn, orofazialen Muskulatur und Zahnstellung nicht immer möglich ist. Wenn sie ausgeführt werden kann, liegt ihr Maximum bei 0,5-1,5mm⁹.

Asymmetrische Bewegungen sind die Latero- und Mediotrusion, die untrennbar miteinander verbunden sind. Es bewegt sich immer ein Kondylus mit seiner Unterkieferseite nach lateral, während sich der andere Kondylus nach antero-kaudo-medial verschiebt und die entsprechende Unterkieferseite nach medial wandert. Hierbei liegt die maximale Bewegungsreichweite im Bereich zwischen 7 und 12mm⁹.

Die Latero- und Mediotrusion müssen dabei nicht linear sein, wobei das Kiefergelenk und die Okklusion Freiräume für Sideshift-Bewegungen bieten. Der Kondylus führt dabei

eine Roll-Gleit-Bewegung durch⁴¹. Alle diese Grenzbewegungen können mithilfe der Posselt-Diagramme dargestellt und während physiologischer Funktionen miteinander kombiniert werden.

Für die Okklusion gibt es mehrere Konzepte, nach denen bestimmte Zahngruppen diese Bewegungen führen. Physiologisch ist die Dynamik des Unterkiefers Front-Eckzahngeführt, dabei gleiten bei der Protrusion die unteren Incisivi an den Palatinalflächen der Oberen entlang. Bei Seitwärtsbewegungen des Unterkiefers übernehmen die Eckzähne mit ihren besonders langen und gut innervierten Wurzeln die Führungsposition. Die Seitenzähne werden bei den Bewegungen diskludiert.

Sind Seitenzähne an der dynamischen Okklusion beteiligt, kann es sich dabei um eine uni- oder bilaterale Gruppenführung handeln⁵⁰, bei der Unilateralen führt die Laterotrusionsseite. Gruppenführungen treten bei Abnutzung von Front/Eckzähnen oder entsprechend gestaltetem Zahnersatz auf.

Alle Formen der dynamischen Okklusion sind in einem funktionierenden craniomandibulären System gelenkprotektiv und unterstützen das muskuläre Gleichgewicht.

Funktionell hat die Okklusion mehrere Aufgaben zu erfüllen. Mithilfe eines Mörser-Pistill artigen Ineinandergreifens von Höckern und Fossae der Seitenzahnoberflächen und einer scherenartigen Frontzahnposition soll das adäquate Zerkleinern der Nahrung gewährleistet werden. Über genau aufeinander abgestimmte statische und dynamische Kontakte nach Polz werden dabei Kippkräfte vermieden, die Zahnhalteapparat, Alveolarknochen, Kaumuskulatur oder das Kiefergelenk schädigen können. An der Zahnmorphologie ist somit das „form follows function“ Prinzip perfekt ersichtlich⁵².

2.2 Muskuloskelettales System des Oberkörpers

2.2.1 Funktionelle Anatomie

Grundlage dieses Systems bildet die Wirbelsäule. Sie besteht aus 33-34 Wirbeln und ihren Zwischenwirbelscheiben. Die Wirbelsäule ist in folgende Abschnitte gegliedert: die obersten sieben Wirbel bilden die Halswirbelsäule, danach kommen zwölf Brustwirbel, fünf Lendenwirbel, fünf Kreuzwirbel und vier bis fünf Steißwirbel. Dabei sind die fünf Kreuzwirbel zum Os Sacrum und die Steißwirbel zum Os Coccygis verschmolzen.

Die Wirbelsäule macht ca. 40% der Gesamtkörpergröße aus, der Rest entfällt zum Großteil auf die untere Extremität⁵³.

In der Sagittalebene besitzt die Wirbelsäule zwei nach ventral konvexe Krümmungen, auch Lordosen genannt, und zwei nach dorsal konvexe Krümmungen, auch Kyphosen genannt. Im Hals- und Lendenbereich ist eine Lordose, im Brust- und Sakralbereich eine Kyphose⁵⁴.

Wirbelfortsätze dienen dabei als Muskelansätze und Hebelarme. Über die schwammartige Knochenbälkchenstruktur wird eine Leichtbauweise erzeugt, die bei minimalem Eigengewicht maximale Belastung aufnehmen und trotzdem noch eine gewisse Elastizität beibehalten kann.

Wichtige Bänder der Wirbelsäule sind das Ligamentum Longitudinale anterius und posterius sowie die kleineren Ligamenta Flava, Nuchae, Intertransversaria, Interspinalia und Ligamentum Supraspinale. Sie erhöhen die Festigkeit der Wirbelsäule, stabilisieren sie bei Bewegungen und schützen die Bandscheiben. Im durch die Wirbel gebildeten Kanal liegt das Rückenmark.

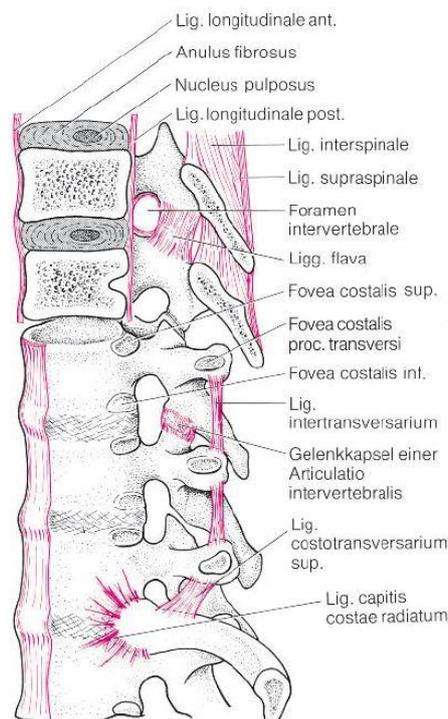


Abbildung 4: Bandapparat der Brustwirbelsäule^{46(p235)}

Der oberste Halswirbel, der Atlas, ist gelenkig mit der Schädelbasis verbunden. Im Brustbereich schließt sich der Brustkorb mit dem Brustbein und zwölf Rippenpaaren an.

Muskeln des Halses können in oberflächliche, tiefe, obere- und untere Zungenbeinmuskeln eingeteilt werden. Verbindungen bestehen zum Unterkiefer, Schultergürtel, Atemhilfsmuskulatur und den Kopfgelenken.

Zu den oberflächlichen Muskeln gehören der M. Trapezius und M. Sternocleidomastoideus⁴⁵. Erster ist an der Bewegung des Schultergürtels beteiligt, der zweite Muskel neigt und dreht den Kopf sowie hebt das Kinn an.

Musculi Scaleni bilden die Gruppe der tiefen Halsmuskulatur, bewegen die HWS, hängen den Thorax an der Wirbelsäule auf und sind maßgeblich an der Rippenatmung beteiligt.

Die Muskulatur der Wirbelsäule wird in tiefe, autochtone und eingewanderte ventrolaterale Muskulatur eingeteilt⁴¹.

Zur tiefen, autochtonen Rückenmuskulatur, die auch zum Musculus Erector Spinae zusammengefasst wird, gehören drei Untergruppen. Die unterste Schicht bildet der mediale Trakt. Er besteht aus kurzen Muskeln direkt rechts und links der Dornfortsätze der Wirbel. Diese verlaufen entweder gerade: Mm. Interspinales, M. Spinalis (spinales System) oder schräg: Mm. Rotatores breves et longhi, M. Multifidus, M. Semispinalis (transversospinales System). Sie sind für die Stabilisierung und feine Bewegungen der Wirbelgelenke sowie Unterstützung der Dorsalflexion und ipsilateraler Flexion zuständig.

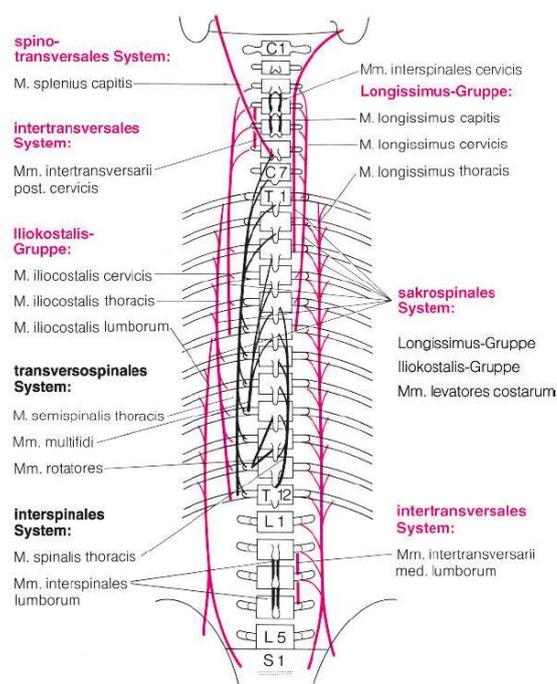


Abbildung 5: Gruppen der autochtonen Rückenmuskulatur^{46(p244)}

Der laterale Trakt bedeckt diese Muskelgruppe. Auch hier gibt es gerade verlaufende Muskelstränge: M. Iliocostalis, M. Longissimus (sacrospinales System) und schräg verlaufende: M. Splenius (spinotransversales System) und Mm. Intertransversarii und Levators Costarum (intertransversales System). Die Muskeln des lateralen Traktes sind größtenteils deutlich länger als die des medialen. Sie sind für die Dorsalextension und ipsilaterale Flexion zuständig. Über den Verlauf schräger Muskelzüge bestehen Verbindungen zur schrägen Bauchmuskulatur. Daraus entstehen lange, spiralförmige funktionelle Ketten, die bei der Rumpfdrehung zum Einsatz kommen⁴¹.

Zusätzlich zu diesen beiden Systemen ist die tiefe Nackenmuskulatur (Mm. Suboccipitales) hervorzuheben, die über die Stellung der Kopfgelenke für die Feinmotorik der Kopfhaltung zuständig sind. Diese Muskeln verlaufen gerade als auch schräg und bestehen teils aus autochthoner und teils aus eingewanderter Muskulatur. Bei beidseitiger Kontraktion bewirken sie eine Dorsalflexion. Einseitig ist der M. Obliquus Capitis inferior für die Kopfdrehung nach ipsilateral und der M. Obliquus Capitis superior für die Kopfdrehung nach kontralateral und gleichzeitiger Neigung nach ipsilateral zuständig.

Zur eingewanderten, ventralen Rückenmuskulatur gehören die spinokostalen und spinohumeralen Muskeln.

Spinocostale Muskulatur erstreckt sich zu den Rippen (M. Serratus posterior superior et inferior) und unterstützen die Atembewegungen. Spinohumerale Muskeln verbinden Die Wirbelsäule mit Schultergürtel und Oberarm⁴⁶.

Hervorzuheben sind der M. Trapezius, der das Schulterblatt bewegen und den Kopf nach dorsal beugen oder drehen und neigen kann sowie M. Latissimus Dorsi, der den Oberarm bewegt und bei fixiertem Arm als Atemhilfsmuskel fungiert.

Thoraxmuskulatur besteht aus Atemhilfsmuskulatur (Schulter-, Hals- und Brustmuskeln) sowie primärer Zwischenrippenmuskulatur. Ihre Funktion besteht aus dem Verspannen und Stabilisieren der Thoraxwand, Inspiration und Expiration.

Der wichtigste Atemmmuskel, der den Brust- vom Bauchraum trennt, ist das Zwerchfell. Es besteht aus horizontal verlaufenden Fasern und einer mittigen bindegewebigen Platte. Darin liegen Durchtrittsstellen für die Aorta, Vena Cava, Nervus Vagus, Speiseröhre, Nervus Sympathicus sowie kleinere Nerven und Gefäße. Neben der Atemfunktion ist es an der Bauchpresse beteiligt.

Zwischen Brustkorb und oberem Beckenrand spannt sich die Bauchwand. Sie besteht aus drei Schichten, deren Muskelfasern horizontal, schräg nach kranial-medial und kaudal-

medial verlaufen. In Wechselwirkung mit der autochthonen Rückenmuskulatur wird der Rumpf von ihr nach vorne und zur Seite gebeugt als auch rotiert. Über die Bauchpresse und den Tonus der Bauchwand werden die Bauchorgane in Position gehalten und der intraabdominelle Druck reguliert. Auch die Atmung wird so unterstützt.

Über die synergistischen Muskelverflechtungen aus tiefer Rückenmuskulatur und Bauchmuskeln wird die Körperspannung gehalten und ein Vorwärts- oder Rückwärtsfallen verhindert⁵⁵.

Begrenzt das Zwerchfell die Bauchhöhle nach oben, ist sein unteres Pendant der Beckenboden. Es trägt die Bauch- und Beckenorgane und bildet verschließbare Durchtrittswege für die Darm-, Harn- und Genitaltrakte (Sphinkterfunktion). Auch der Beckenboden ist wie das Zwerchfell in drei Schichten angeordnet. Die Muskelfasern verlaufen gerade, gekrümmt oder ring-/achtförmig.

Zusammen bilden die das Abdomen umgebenden Muskeln die Core-Muskulatur, welche die Rumpfhaltung stabilisiert und eine optimale Kraftentwicklung und -weiterleitung ermöglicht⁵⁶.

Über den Schultergürtel, bestehend aus Schulterblatt und Schlüsselbein, ist die obere Extremität mit dem Rumpf verknüpft. Dabei steht das Schlüsselbein gelenkig mit dem Brustbein in Verbindung. Zusammen mit dem Schulterblatt stellt es das Gelenk zum Oberarm. Verbindungen mit dem Rumpf können dabei kontinuierlich (Lig. Costoclaviculare und Lig. Coracoclaviculare) oder diskontinuierlich (Art. Sternoclavicularis, Art. Acromioclavicularis) sein.

Das Schultergelenk ermöglicht durch wenig knöchernen Führung eine große Bewegungsfreiheit, die hauptsächlich Stabilisierung des Gelenkes erfolgt über Bänder und die Rotatorenmanschette. Dabei können die Muskeln in eine dorsale Muskelgruppe mit Ansatz am Humerus und eine ventrale Muskelgruppe eingeteilt werden.

Zur dorsalen Gruppe zählen die M. Levator Scapulae, M. Rhomboideus major und minor. Darüber hinaus gibt es Rumpf- und Kopfmuskeln, die am Schultergürtel inserieren. Letztere sind der M. Trapezius und M. Sternocleidomastoideus, die über die Kopfhaltung die Unterkieferlage mit beeinflussen können⁴⁸.

Die ventrale Gruppe besteht aus den M. Serratus anterior, Subclavius und Pectoralis Major.

Die untere Extremität ist über den Beckengürtel mit dem Rumpf verbunden. Dabei wird die knöchernen Grundlage von den Ossa Coxae, Sacrum und Coccygis gebildet. Beide Ossa Coxae sind über eine faserknorpelige Symphyse miteinander verbunden und stehen

über das Art. Sacroiliaca gelenkig mit der Wirbelsäule in Kontakt. Der Bandapparat des Hüftgelenks ist deutlich starrer als der des Schultergelenks, weil hier beim Stehen und Laufen das Körpergewicht auf das Standbein verlagert wird. Auch die Hüftmuskulatur kann in eine ventrale und eine dorsale Gruppe eingeteilt werden. Diese oft großen und kräftigen Muskeln, wie der M. Iliopsoas, M. Psoas Major oder M. Glutaeus Maximus, bewegen die untere Extremität. Wenn diese der punctum fixum ist, beeinflussen sie die Beckenneigung und stabilisieren es beim Stand. Über ventral am Becken ansetzende Bauchmuskeln wird dessen Neigung auch infolge des Atemrhythmus verändert: bei der Inspiration verstärkt sich die Lendenlordose und der obere Beckenrand bewegt sich nach anterokaudal⁵⁵.

2.2.2 Oberkörperstatik und funktionelle Aspekte der aufrechten Haltung

Auf den ersten Blick ist Stehen etwas, das nach einer einfachen, alltäglichen Tätigkeit aussieht. Doch müssen dabei sehr viele Elemente reibungslos ineinandergreifen. Ossäre, muskuläre und ligamentäre Strukturen bilden das tragende Gerüst, über das Zug-, Druck- und Scherkräfte geleitet werden. Diese resultieren einerseits aus der Schwerkraft und Körpermasse andererseits aus Bewegungen und Auslenkungen des Schwerpunktes. Über Muskelursprünge und Ansätze an dem Halteapparat werden Hebelkräfte auf den Bewegungsapparat übertragen.

Dabei sollte die Körperhaltung ergonomisch, also räumlich und zeitlich, aufeinander abgestimmt sein, um die normale Funktion der inneren Organe und eine effiziente Beweglichkeit zu ermöglichen⁵⁷. Beteiligte Gewebe sollen physiologisch belastet und der Energieaufwand für Bewegungen minimal gehalten werden⁵⁸. Eine ökonomische Ausgangsposition ermöglicht eine höhere Arbeitsleistung als eine unergonomische. Dies erfordert optimal zusammenarbeitende Strukturen, wie Knochen, Bänder, Muskeln und Faszien.

Die Dynamik des Systems ermöglicht einen hohen Anpassungsgrad an neue Bedingungen und Kompensation von Asymmetrien. Äußere und innere Einflüsse, wie das Tragen von Lasten oder das Ausstrecken eines Armes, werden erfasst und eingebunden⁵⁹. So wirken stützmotorische Systeme mit Bewegung erzeugenden Abläufen zusammen. Für jede Bewegung ist eine entsprechende Haltung für Ausgangs- und Endposition zu verzeichnen. Bei länger anhaltenden oder häufig auftretenden Einflüssen kann der

Bewegungsapparat einem Remodelling unterzogen werden, um den Belastungen besser standzuhalten.

Eine aufrechte Körperhaltung nach Kubalek-Schröder⁶⁰ und Brügger⁶¹ besteht dabei aus folgenden Komponenten und deren Ausrichtung zueinander (Abbildung 6):

- Flexion der Kopfgelenke mit Streckung des Übergangs von HWS zur thorakalen Wirbelsäule
- Retrale Position des Schultergürtels mit Schwerpunkt über dem Thorax;
- Außenrotation des Schultergelenks;
- Ventrokraniale Thoraxposition;
- Beckenkipfung mit lumbaler Lordose;
- Hüftflexion, bei der der Oberschenkel punctum fixum und das Becken punctum mobile ist;
- Hüftabduktion und Hüftaußenrotation.

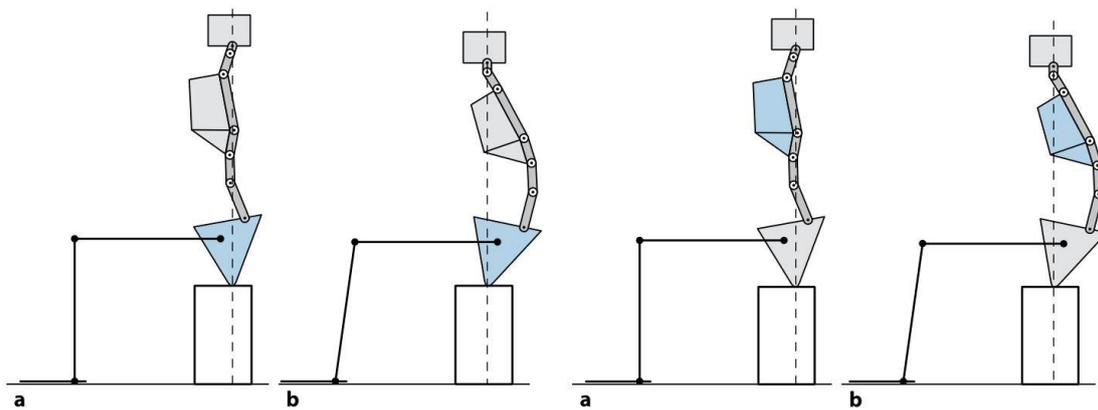


Abbildung 6: Becken- und Thoraxposition in Zusammenhang mit der Wirbelsäulenhaltung^{60(p48)}

Die Positionen der einzelnen Elemente wirken auf und über die Wirbelsäulenkrümmungen^{61,56} und ihre Inklination in frontaler und sagittaler Ebene (Abbildung 7).

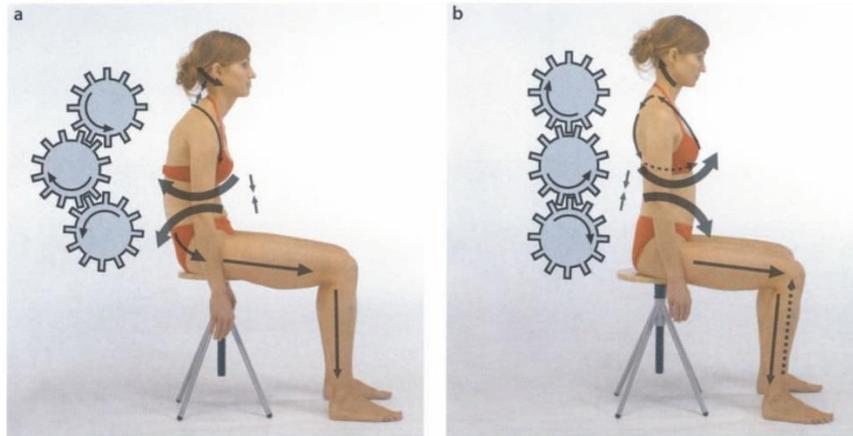


Abbildung 7: Wechselbeziehungen von Kopfkliniation, Thoraxhebung und Beckenkipfung nach Brügger^{61(p34)}

Nach Albrecht kommen noch folgende Anforderungen hinzu: eine Kopfposition in Verlängerung der Körperlängsachse und eine 3-Punkt-Belastung der Füße. Bei einer Projektion des Körperschwerpunktes auf die Mitte der Unterstützungsfläche ergibt sich eine Inklination von 5-8° in sagittaler Richtung. Daraus ergibt sich eine „neutrale“ Schichtung der Körpersegmente übereinander, aus der eine ökonomische Muskelspannung und eine optimale Belastung durch die Schwerkraft resultiert⁵⁶. Es wird nur die Haltungsmuskulatur beansprucht und die motorische Muskulatur steht für koordinierte Zielbewegungen zur Verfügung.

Nach Ahlers und Jakstat soll die Frontalebene den Körper symmetrisch teilen, in der Sagittalebene liegen der Kopfschwerpunkt, das Oberarmkopfzentrum, das Schwerkraftzentrum, das Hüftkopfzentrum, das Knie und das Sprunggelenk auf der Lotlinie, die den Schwerpunkt mittig auf die Standfläche zwischen den Fußsohlen projiziert^{48,55}. Dieses labile Gleichgewicht wird muskulär aufrechterhalten, der Stützapparat leitet die dabei entstehenden Kräfte.

Nicht nur die Positionierung der einzelnen Elemente zueinander, sondern auch deren Einzelfunktionen wirken im Komplex des Stehens zusammen, die Vermittlung und Verbindung dieser Komponenten wird häufig vom Rückgrat erfüllt.

Funktionell betrachtet ist die Wirbelsäule nicht nur namensgebend und charakteristisch für Wirbeltiere, sie erfüllt auch zentrale Funktionen, wie Schutz des Rückenmarks, Tragen des Körpergewichtes oberhalb des Beckens, aufrechter Stand, Balance und Federung sowie Beweglichkeit des Rumpfes. Beim Stehen wird eine stoßdämpfende Funktion erfüllt⁵³. Sie verbindet den Kopf als oberstes Element mit den Füßen zu einem kraniosakralen System. Über den Schulter- und Beckengürtel erfolgen die Verknüpfung

und Steuerung der oberen bzw. unteren Extremität. Das Becken wird nicht nur zum Verbindungsteil zur unteren Extremität und der Standfläche, sondern auch zur Basis der aufrechten Wirbelsäule. Dabei weisen die Hüftgelenke als Kugelgelenke großen motorischen Spielraum auf, der von einem extrem belastbaren Bandapparat beschränkt, kontrolliert und stabilisiert wird.

Über eine Vorspannung der Längsbänder der Wirbelsäule werden die Kerne der Zwischenwirbelscheiben komprimiert und damit ein intrinsisches Equilibrium der Wirbelsäule erzeugt, welches Druck gleichmäßig verteilen kann⁶². Dieser wird in axiale Kompression und Deformation umgewandelt (Abbildung 8).

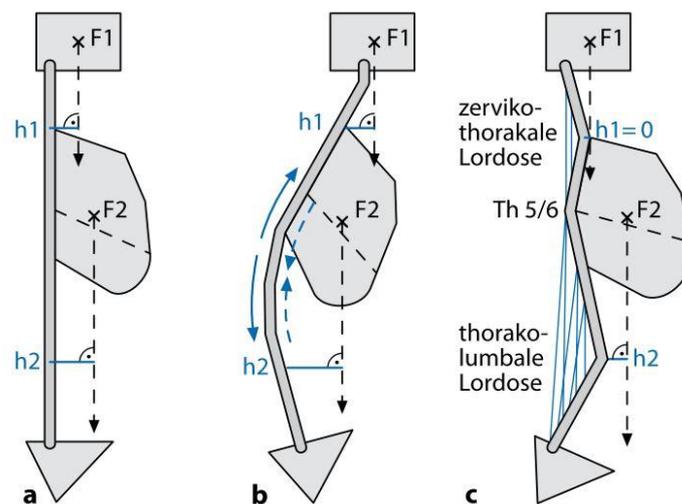


Abbildung 8: Belastungsoptimierung der Wirbelsäule durch Form und Bandapparat^{60(p44)}

Unterschiedliche Abschnitte der Wirbelsäule haben dabei, bedingt durch unterschiedliche Funktion, verschiedene Verhältnisse von Bandscheibendicke zu Wirbelkörperhöhe. In mobileren Bereichen, wie der HWS, stellen die Bandscheiben mit ihrer höheren Elastizität und Plastizität einen größeren Anteil. Im starrereren thorakalen und lasttragenden lumbalen Teil dominieren die knöchernen Anteile⁶³.

Wirbelkörper und Bandscheiben erfüllen vor allem tragende und stoßdämpfende Funktionen.

Das dynamische Geschehen der Oberkörperstatik stellt ein komplexes biomechanisches Gleichgewicht dar. Dieses wird von intrinsischen sowie extrinsischen Faktoren, wie anatomischen Strukturen, hereditären und erworbenen Charakteristiken sowie physischer und psychischer Gesundheit, beeinflusst⁶⁴.

Dazu gehören Vorerkrankungen wie Bandscheibenvorfälle oder Knochenbrüche, sportliche Aktivität, Alter und Gewichtsverteilung bei z.B. Übergewicht oder Schwangerschaft. Der Zustand der Muskulatur spielt dabei eine große Rolle. Narbenzüge nach Unfällen oder Operationen können die physiologische Funktion erschweren. Auch Medikamente beeinflussen die Haltung, z.B. erleichtern Muskelrelaxantien oder Psychopharmaka den aufrechten Stand, sedierende Medikamente fördern eher das Gegenteil. Schmerzen oder Erschöpfungszustände, auch simple Müdigkeit führen häufig zu einer „krummen“ Körperhaltung. So wirkt die Psyche auf den Körper und umgekehrt. Ein gerader Stand wird dabei nicht selten mit Stolz und Selbstbewusstsein assoziiert, während ein gesenkter Kopf und runde Schultern einen niedergeschlagenen Eindruck bewirken können. Ein weiterer, sehr wichtiger Faktor ist die gewohnheitsmäßig eingenommene Haltung, über das Verharren über viele Stunden werden Positionen zementiert und deren Änderung ist häufig anstrengend⁵⁶. Fehlhaltungen resultieren in einer neuromuskulären Dysbalance und haben oft Schädigungen von beteiligten Strukturen zur Folge⁵⁶.

Die Körperhaltung resultiert dabei aus den Anforderungen an das aufrechte Stehen und Gehen⁶³. Dadurch, dass die obere Extremität keine tragende Funktion erfüllt, liegt der Körperschwerpunkt relativ weit oben. Bedingt durch die ventrale Lage von Kopf und Thorax folgt seine Lage vor der Wirbelsäule^{60,55}.

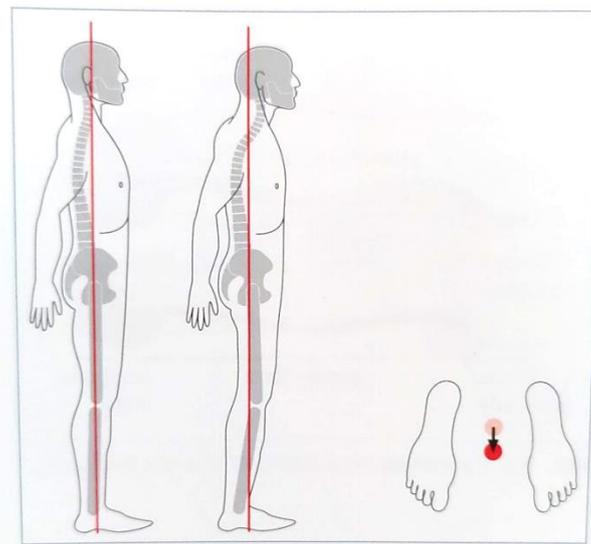


Abbildung 9: Verlagerung des Schwerpunktes in Abhängigkeit von der Kopfhaltung^{52(p117)}

Zusammen mit einer kleinen Unterstützungsfläche, in die das Lot des Schwerpunktes fallen muss, ergibt sich ein labiles Standgleichgewicht. Daraus ergeben sich

physiologische Schwankungen in sagittaler und frontaler Richtung, auch wird dabei eine konstante Dauerbelastung tragender Strukturen vermieden. Diese Schwankungen der Projektion des Körperschwerpunktes auf die Standfläche werden von rhythmischen Aktivitäten, wie Atmung und Herzschlag aber auch von der Körperposition und aktueller Tätigkeit beeinflusst. Sie werden in einem funktionierenden System möglichst geringgehalten, bei einer Schädigung der regulierenden Strukturen, wie z.B. des Cerebellums, können größere Pendelbewegungen die Folge sein.

Biomechanisch lassen sich zwei Modelle unterscheiden, die helfen die Mechanik des Stehens zu beschreiben. Einerseits das aufrechte oder invertierte Pendel mit dem Sprunggelenk als Pendelachse, andererseits das zwei-Pendel-Modell mit dem Hüftgelenk als zweites Scharnier. Bei beiden gibt es Schwankungen an den Achsen um ein labiles Gleichgewicht herum⁵⁹. Sie betragen normalerweise ca. 5mm in sagittaler und ca. 8mm in frontaler Ebene⁶⁵. Die Fußsohlen stellen den Fixpunkt dar und die Pendelbewegung erfolgt in der Sagittalebene. Das Schwerelot geht durch den Dens Axis, das Hüftgelenk, Kniegelenk und Sprunggelenk. Bei aufrechtem Stand sollten diese Punkte also vertikal übereinander angeordnet sein, wobei Abweichungen Fehlbelastungen bewirken. Über Aktion und Reaktion werden immer auch benachbarte Strukturen beeinflusst, denn jede physiologische Bewegung eines Gelenks bewirkt eine im Nachbargelenk⁶⁰. Diese Faktoren entwickeln stehen zu einem aktiven Vorgang.

Kontrolliert vom zentralnervösen System wird mit der niedrigstmöglichen Muskelaktivität und physiologischer Belastung der beteiligten Gewebe ein hoher Effizienzgrad aufrechterhalten⁶³.

Dazu werden eingehende Informationen, wie Somatosensorik oder Impulse aus visuellen und vestibulären Zentren, im Kleinhirn vorverarbeitet und in den Hirnstamm geleitet⁶⁶. Besonders wichtig sind Afferenzen des Gleichgewichtsorgans, des visuellen Systems, der muskulären und faszialen Rezeptoren sowie die Stellung der Kopfgelenke.

Motorische Kerne im Thalamus leiten diese Informationen in den Motokortex der Großhirnrinde, wo Bewegungen geplant werden. In einem aus Basalganglien bestehenden Funktionskomplex werden die Signale noch einmal verschaltet und die Bewegungsplanung- und Ausführung unterstützt. Diese Vorgänge werden permanent von aktivierenden und hemmenden Feedbackprozessen moduliert.

Nach Verarbeitung setzen Hirnnerven oder spinale Systeme über Motoneurone die Impulse in Aktivität um und erzeugen so eine neuromuskuläre Verknüpfung.

Muskeln erzeugen Kräfte, die zu Bewegungen führen, dabei wirken Flexoren und Extensoren zusammen.

Über eine tonische Dauerkontraktion der Haltemuskulatur des Rumpfes und der unteren Extremität wird der Stand stabilisiert und an die Position des Körpers im Raum angepasst. Diese Vorgänge werden als Halterelex⁶⁶ bezeichnet und wirken, z.B. bei Beschleunigungen, auf den Körper. Gelenke werden dabei muskulär dynamisch-elastisch fixiert, indem Agonisten- und Antagonistengruppen parallel aktiviert werden⁵⁹. Um diesen Muskeltonus über längere Zeit aufrecht erhalten zu können, sind die dafür eingesetzten Muskelfasern auf Ausdauer spezialisierten Untereinheiten aufgebaut. Jeder neue Einfluss der Schwerkraft auf Positionsänderungen von Kopf, Rumpf und Extremitäten wird neu bewertet und so angepasst, dass das Gleichgewicht bestehen bleibt⁶⁶.

Dabei wird die Grundspannung in tonogenen Zentren des Stammhirns vorgegeben.

Faszien unterstützen die Kraftweiterleitung über parallel zu den Muskeln verlaufende Fasern und setzen damit harmonische Bewegungsmuster fort.

Nicht nur der Halte- und Bewegungsapparat ist für den Stand verantwortlich, auch der Brust- und Bauchraum mit den inneren Organen wirkt stabilisierend. Entscheidend dafür ist die Bauchpresse, bei der Bauchdeckenmuskulatur, Zwerchfell und Beckenboden über eine Komprimierung der Brust- und Bauchhöhlen die Wirbelsäule hydraulisch unterstützen⁶³.

2.3 Wechselseitige Beziehungen von craniomandibulärem und muskuloskelettalem System

2.3.1 Craniomandibuläres und muskuloskelettales System

Das craniomandibuläre und das muskuloskelettales System sind über viele Schnittstellen miteinander verbunden. Anbindungsstellen bestehen einerseits über funktionell-anatomische als auch über globale Mechanismen. Über die Aufrechterhaltung des dynamischen Gleichgewichtes wachen zentralnervöse Strukturen die auf Informationsfluss von den sensorischen Organen angewiesen sind. Diese lassen sich einteilen in Somatosensorik, Viszerosensorik und spezielle Sinnesorgane. Somatosensorik vermittelt Information aus Mechanorezeptoren, wie Druck-, Berührung-, und Vibrationsimpulse, Schmerz- und Temperatureindrücke sowie Propriozeption. Letztere umfasst Tiefenwahrnehmung sowie Informationen über Stellung, Bewegung,

Dehnung und Kontraktion aus Muskelspindeln, Golgi-Sehnenorganen und Rezeptoren der Gelenkkapseln⁴⁷.

Viszerosensorik umfasst Rezeptoren der inneren Organe und Gefäße sowie die Nozizeption und Temperaturempfinden. Die dazugehörigen Sensoren befinden sich in der Haut des Kopf- und Gesichtsbereiches, in der Schleimhaut von Mund, Nase und Nasennebenhöhlen, im Kiefergelenk sowie dem dentoalveolären Komplex und Zahnmark⁵².

Als spezialisierte Wahrnehmungsmechaniken sind das visuelle, auditive, vestibuläre, gustatorische und olfaktorische System zu nennen.

Über die Hirnnerven N. Trigemini, N. Facialis, N. Glossopharyngeus, N. Vagus werden die ankommenden Signale in das Zentrale Nervensystem (ZNS) weitergeleitet und über die Formatio Reticularis und den Thalamus weiter geschaltet und verarbeitet⁶⁷.

Afferente Hinterstrangbahnen des Rückenmarks und efferente Pyramidenbahnen verbinden den sensomotorischen Kortex mit den motorischen Endstreifen von den Basalganglien bis zu den motorischen Endplatten.

Aus der verarbeiteten Information resultieren Reaktionen und Anpassungen an aktuelle Reize und Anforderungen. Motorische Kerne und Bahnen vermitteln Bewegungsimpulse, Regulations- und Viscerale Afferenzen sorgen für Funktionsmodulation von Organen, wie Speicheldrüsen oder Koordination des Kau- und Schluckaktes, der Balance und der Ausrichtung von Wahrnehmung auf neue Impulse.

Komplexe Bewegungsmuster und Abläufe werden im Kleinhirn überwacht und aufeinander abgestimmt.

Besonders wichtig ist dabei der N. Trigemini, dessen Kerne, mithilfe von visuellen Informationen die Koordination der Körperhaltung beeinflussen^{68,69}. Er sammelt Informationen aus der Gesichtshaut, Schleimhaut von Mund, Nase und Nebenhöhlen, Teilen der Ohrmuschel und des äußeren Gehörganges, der Hornhaut, des Zahnmarks und des dentoalveolären Komplexes, der Unterkiefermuskulatur, des Kiefergelenks und der bilaminären Zone sowie der harten und weichen Hirnhäute der vorderen und mittleren Schädelgruppe⁵².

Die Trigeminikerne liegen im oberen Cervicalmark, der Medulla Oblongata, im Pons und im Mesencephalon und sind somit weitläufig verteilt⁷⁰. Nervus Trigemini hat von allen Hirnstammnerven die größte Dicke⁶⁷. Er ist weitläufig vernetzt und hat eine sehr hohe Anzahl synaptischer Verbindungen mit anderen Nerven. Auch psychische Einflüsse, wie Stress, nehmen über das limbische System Einflüsse auf seine motorischen

Kerne und können so z.B. Bruxismus erzeugen⁷⁰. Seine multiplen Verknüpfungen zum Kleinhirn, der Nacken- und Halsmuskulatur, den oculomotorischen Muskeln und Innenohr wirken maßgeblich an der posturalen Kontrolle mit⁷¹⁻⁷³.

Der Mesencephalische Kern hat dabei eine Sonderrolle, da er funktionell einem peripheren Ganglion ähnelt und so besonders sensibel für auf- und absteigende Stimuli ist⁶⁴.

Mechanische Verbindungen gehen aus der anatomischen Nähe des craniomandibulären Systems (CMS) und muskuloskelettalen Systems (MSS) hervor.

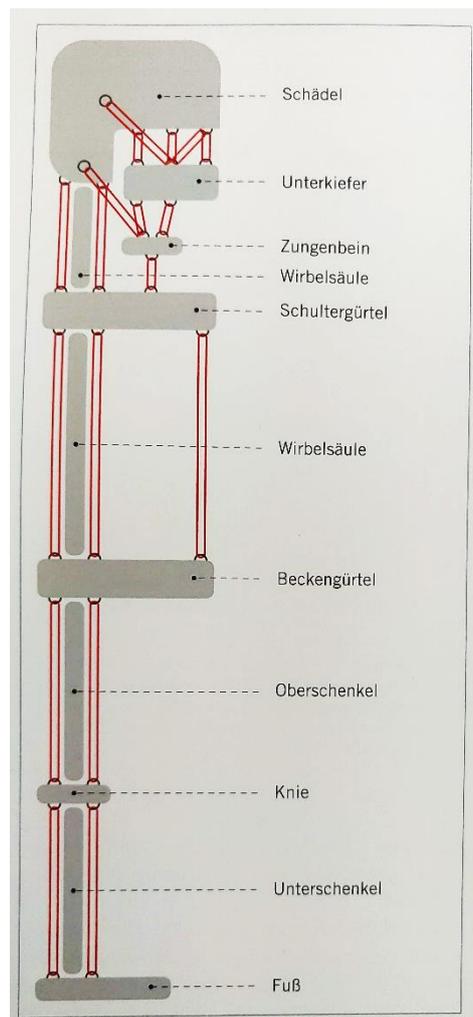


Abbildung 10: erweitertes Brody Schema von skelettalen und muskulären Wechselbeziehungen zwischen CMS und MSS^{52(p116)}

Skelettale Verbindungen liegen knöchern über das Kiefergelenk vor. Hier wird Kraft über das Os Temporale auf die übrigen Schädelknochen übertragen^{74,75}. Diese stehen suttural beweglich untereinander in Verbindung. Über Verstreben des Gesichtsschädels und der Schädelbasis werden die Kräfte umgeleitet und verteilt⁴⁶. Als Schnittstelle zur

Wirbelsäule dienen das Sphenobasiliargelenk, das Atlantookzipital- und das Alantoaxialgelenk.

Über die Stellung des Unterkiefers und damit zusammenhängenden sutturen Dehnungen wird die Zirkulation der cerebrospinalen Flüssigkeit als auch die Dura mater beeinflusst⁷⁶. Über die Halswirbelsäule und ihre Muskulatur lässt sich die funktionelle Anbindung zwischen Kopf, Rumpf und oberer Extremität gut nachverfolgen. Nach cranial arbeiten die Muskeln der HWS mit den Kauhilfsmuskeln⁷⁷ und dem Mundboden zusammen, nach kaudal mit dem Schultergürtel und Brustmuskeln, an der Wirbelsäule entlang bildet die tiefe Schicht der autochtonen Rückenmuskeln ein craniosakrales Kontinuum⁷⁸.

Die Halsneigung und Kopfstellung nehmen Einfluss auf das Kiefergelenk und damit die Unterkieferposition.

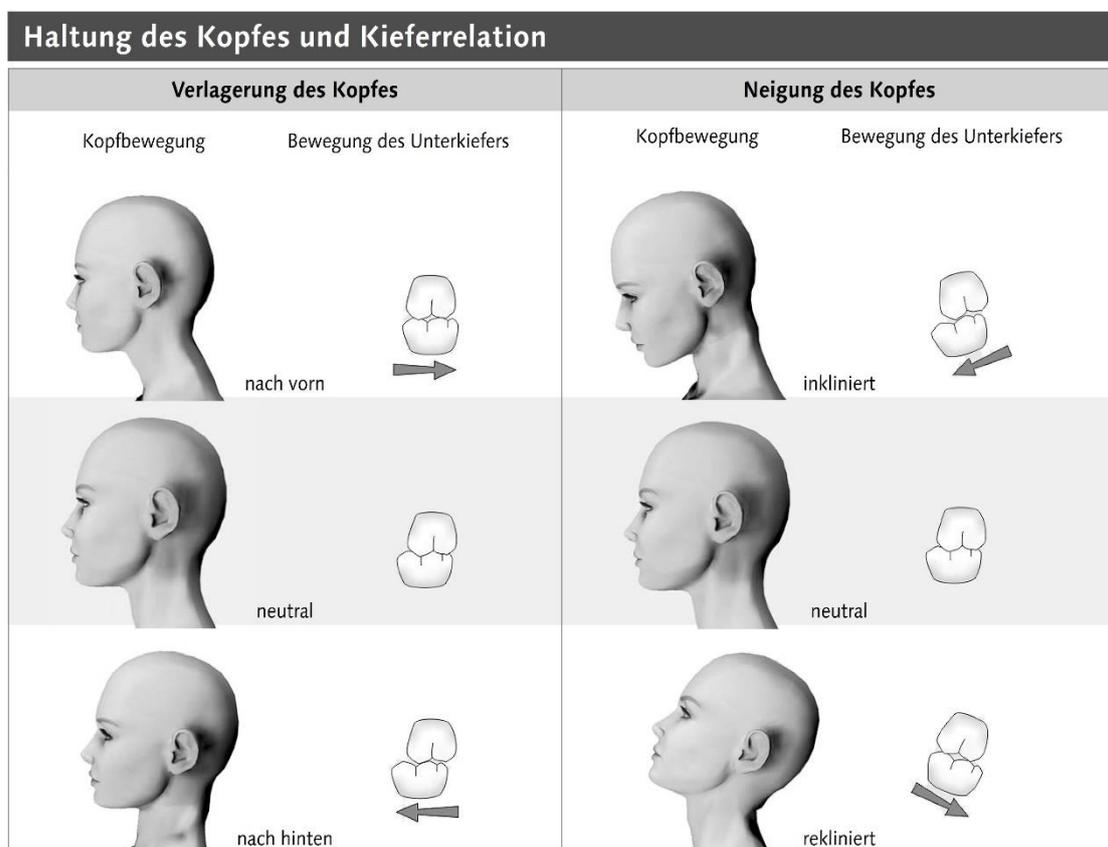


Abbildung 11: Kopfneigung und Kieferrelation in Beziehung^{48(p446)}

Da der Kopfschwerpunkt vor seiner knöchernen Auflagefläche liegt, muss die Kopfhaltungsbalance mit Muskeln und Bändern aktiv aufrechterhalten werden. Über

ihren Ansatz/Ursprungsverlauf wirkt eine veränderte Kopfhaltung so auf die umliegenden Strukturen.

Die verschiedenen Haltungen von HWS und Kopf hängen mit der Position des Schultergürtels und des Brustbeins zusammen.

Das knöcherne Skelett bietet die starren Elemente, die Kräfte umleiten oder als Hebel dienen. Verknüpft und bewegt werden diese vom Muskel- und Fasziensystem. Muskeln können dabei in funktionelle Gruppen aus Agonisten und Antagonisten gegliedert werden⁷⁵. Faszien verbinden diese dabei zu einem Komplex⁷⁹.

Übergänge werden dabei von bindegewebigen Strukturen, wie Sehnen, Bändern, Gelenkkapseln und Periost gebildet. Diese komplexen Zusammenhänge ermöglichen weitläufige funktionelle Verkettungen⁸⁰.

Auftretende Kräfte, wie Zugbelastungen, werden über das Fasziensystem umgeleitet, verteilt und erzeugen so ein stabiles System, welches flexibel reagieren kann und in dem einzelne Punkte vor Überbelastung geschützt sind. Druck wird in Zug umgewandelt, in dem Elastizität und Anordnung der bindegewebigen Fasern ausgenutzt werden, beteiligte Elemente der funktionalen Kette werden entsprechend ausgerichtet^{81,82}.

Besonders am Fasziensystem ist, dass es einem übergeordneten, den ganzen Körper durchziehenden System, der bindegewebigen Matrix zugeordnet werden kann. Dazu gehören elastische und kollagene Fasern, Zellen, wie Fibrozyten, Makromoleküle und interstitielle Gewebsflüssigkeit. Zellen des Immunsystems, Kapillaren, Nervenenden und Sinneszellen sind in diesem dreidimensionalen Netzwerk genauso eingebettet wie große Leitungsbahnen, Organe und Muskeln. Dieses Netzwerk organisiert und strukturiert Zellen zu Einheiten, aus denen makroskopische Strukturen zusammgebaut werden. Das Bindegewebe umgibt dabei die Muskelzellen, fasst sie stufenweise zu Muskelfasern, Muskelbündeln und schließlich zum ganzen Muskel zusammen. Seine Hülle wird zur Faszie, die an seinen Enden zur Sehne übergeht, die dann im Periost des Knochens mündet. Organe werden durch bindegewebige Hüllen gestützt und an knöchernen oder muskulären Tragestrukturen befestigt. Gefäße und Nerven werden zwischen und zu Ihren Zielorten geleitet und verknüpft. Übergänge in andere Organ-, Muskelfaszien oder ins Periost sind dabei fließend.

Zur Oberfläche hin wird die Umhüllung zum subkutanen Bindegewebe, der Hautfaszie. In die Tiefe liegt das durale Hüllsystem des Schädels und Rückenmarkkanals, welches den Liquor cerebrospinalis beinhaltet. Dieses System ist am Foramen Magnum und Ossacrum befestigt und bildet so eine craniosacrale Verbindung. An den Austrittspunkten

der Spinalnerven befinden sich Verbindungen zum Knorpel der Zwischenwirbelscheiben⁷⁴.

Innerhalb dieses Kontinuums bilden Muskeln mithilfe der Faszien Ketten, die die Körperhaltung stabilisieren und bei allen Bewegungen mitwirken. So wird das Skelett von Kopf bis Fuß verspannt und unter Einfluss der Schwerkraft im dreidimensionalen Raum ausgerichtet.

Diese Verspannungen werden in Form von myofascialen Ketten zu Makrostrukturen, die die Körperspannung massiv beeinflussen⁷². So werden mehrere Muskeln durch den Fasziensammehang zu einer funktionellen Einheit⁸¹. Dies geschieht nicht nur passiv, sondern auch mithilfe von aktiv kontraktiven Elementen⁸².

Wichtige Beispiele hierfür sind die Spirallinie, die ähnlich einer Doppelhelix Rotationsbewegungen unterstützt aber auch die Wirbelsäule umfasst und so das Gleichgewicht unterstützt oder die tiefe Frontallinie, die den Zwerchfellrhythmus mit der Beckenmuskulatur und dem Gangrhythmus verbindet und die über autonome Ganglien mit dem vegetativen Nervensystem verknüpft sind⁸³.

Auch ist die Kopf- und Körperhaltung durch die Atmung beeinflusst. Bei der physiologischen Nasenatmung wird der Luftstrom über die Nasenmuscheln gleichmäßig in die Luftröhre geleitet. Liegt eine Mundatmung vor, wird der Luftstrom an der Rachenrückwand verwirbelt, was zu einer erhöhten Beanspruchung der Zwischenrippmuskulatur und des Zwerchfells führt. Das führt zu einer erhöhten Aktivität der Atemhilfsmuskulatur, die wiederum die Kopfhaltung beeinflusst. Um das zu kompensieren, wird der Kopf nach dorsal überstreckt, die Mundöffnung vergrößert und die Zunge vorverlagert. Die daraus resultierende Blickfeldkipfung wird ebenfalls kompensiert, was zum einem den Oberkörper nach vorne beugt und zum anderen, um das Schwerpunktlot in seiner Basis zu halten, Flexoren des Rumpfes aktiviert. Auch bewirkt die permanente Mundöffnung und Zungenverlagerung eine Bewegungseinschränkung des Zungenbeins. Hier werden Zusammenhänge, die den ganzen Körper beeinflussen, besonders deutlich⁵².

Als besondere Ausnahme sticht das Zungenbein hervor, welches über keine gelenkige Verbindung zu anderen Knochen verfügt, sondern muskulär und bindegewebig aufgehängt ist und dabei die Verbindung zwischen Unterkiefer, Schädelbasis, Mundboden, Kehlkopf, Schulter und Brustbein schafft^{41,46}. Es kann, bedingt durch diese Spezielle Lage punctum fixum oder punctum mobile der der supra- und infrahyalen Muskulatur sein.

2.3.2 Aktuelle Studienlage

In der aktuellen Entwicklung der Medizin wird die Vernetzung einzelner Fachbereiche immer wichtiger. Immer mehr interdisziplinäre Ansätze finden ihren Weg in den Behandlungsalltag.

Daraus resultiert ein höheres Interesse und die steigende Anzahl von Studien seit den 80er Jahren verdeutlicht die Bedeutung der evidenzbasierten Medizin.

In der systematischen Übersicht von Hanke⁸⁴ 2007 werden 355 Artikel zu den Zusammenhängen zwischen zahnmedizinischen und orthopädischen Befunden zwischen 1926 und 2005 analysiert. Dabei wurden Einflüsse des CMS auf das MSS in 131 und vom MSS auf das CMS in 171 Publikationen postuliert. Während sich die früheren Untersuchungen häufiger auf die Kopfhaltung oder Wirbelsäule fokussierten, kamen vor allem seit 1995 vermehrt auch Beinlängendifferenzen oder Beckenschiefstände in das Blickfeld der Forschung.

99,2% der Artikel weisen allerdings einen Evidenzgrad von III, IV oder V auf, was keine zuverlässigen Schlussfolgerungen erlaubt.

Perinetti⁸⁵2009 zeigen in ihrem Review anhand von 21 Studien aus den Jahren 1966-2009, dass die Evidenzlage, z.B. aufgrund von fehlenden Angaben über Okklusionsstatus, Vorerkrankungen von Probanden oder fehlender Korrektur der Alphafehler-Kumulierung, nicht ausreichend ist um posturale Messungen für dentale Behandlungen zu veranlassen.

Im Review von Michelotti⁸⁶ 2011 wird dargestellt, dass Verknüpfungen zwischen okklusalen und posturalen Parametern bestehen, diese aber keine Rückschlüsse auf Ursache oder Wirkung von Veränderungen dieser Faktoren zulassen. Auch kann auf Basis dieser Literaturübersicht keine eindeutige Therapieempfehlung oder klinisches Vorgehen ausgesucht werden.

Bracco⁸⁷ konnten 2004 an 95 Probanden zeigen, dass Unterschiede in der Körperhaltung zwischen der maximalen Interkuspidation, der myozentrischen und Ruhelage bestehen. Dabei wurden die Kieferpositionen und myographische Daten mithilfe von einem Kinesiographen und einem Myo-Monitor aufgezeichnet. Die posturale Kontrolle wurde mit einer Druckmessplatte aufgezeichnet. Es wurden die Druckverteilung auf die Fußsohlen, die Schwerpunktprojektion auf die Platte und die Schwingungen des Schwerpunktes zwischen den drei Kieferlagen verglichen. Die untersuchten Parameter waren die Abweichung von einer 50/50%-Verteilung des Gewichtes auf den rechten und

linken Fuß und die Abweichung des projizierten Körperschwerpunktes in sagittaler und frontaler Ebene von einer idealisierten Schwerpunktposition bei gleichmäßiger Fußbelastung. Die Ergebnisse zeigten bei 95,8% der Probanden eine kieferpositionsabhängige Gewichtsverteilungsänderung sowie eine Positionsänderung des tatsächlichen Schwerpunktes im Vergleich zum projizierten. Diese Ergebnisse waren statistisch signifikant, dennoch waren die Abweichungen unterhalb der klinischen Relevanzgrenze.

In der Pilotstudie von Fink⁸⁸ 2003 konnte an 20 gesunden Studenten gezeigt werden, dass eine Okklusionsänderung funktionelle Auswirkungen auf die HWS und das Iliosacralgelenk hat, diese waren jedoch nur von statistischer, nicht klinischer Relevanz. Lippold und Drerup⁸⁹ stellten den Zusammenhang zwischen Bisslage II (Distallage) und III (Mesiallage) sowie Oberkörperstatik im Bereich der oberen Wirbelsäule dar. Der Einfluss auf die untere Wirbelsäule konnte ausgeschlossen werden. Dabei wurden cephalometrische Röntgenaufnahmen sowie videorasterstereographische Aufzeichnungen benutzt. Auch wurde von derselben Arbeitsgruppe⁸⁹ Overjet und Rückenhaltung mithilfe von Modellanalyse und Videorasterstereographie korreliert. Es konnte keine statistisch signifikante Verbindung gezogen werden. Dies steht in Übereinstimmung mit der Untersuchung von 26 gesunden Probanden von Perinetti⁹⁰ – hier wurde die posturale Kontrolle und Schwerpunktschwankungen von Ruhelage und Interkuspitation des Unterkiefers untersucht. In dieser Studie wurde eine Fußdruckmessplatte benutzt um Abweichungen der Schwerpunktprojektion von einer idealen Schwerpunktposition, die Schwingungslänge, -Fläche, und -Beschleunigung unter den Konditionen Augen offen und Ruhelage des Unterkiefers, Augen offen und Interkuspitation sowie Augen geschlossen und Ruhelage oder Interkuspitation zu vergleichen.

2017 untersuchten Arienti⁹¹ et. al 1029 11-16 jährige Kinder auf Asymmetrien des Kopfes und Rumpfes, wie Skoliose oder andere knöcherne Deformationen. Es wurden keine Zusammenhänge in frontaler oder sagittaler Dimension gefunden. Sagittale Messungen beinhalteten den Abstand der Wirbel C7, L3 und S1 vom Kyphosescheitelpunkt. Für die frontale Ebene wurde der Adams Test durchgeführt. Dies ist eine Diagnosehilfe um skoliotische Abweichungen festzustellen. Die Kopfmorphologie wurde anhand von Fotografien in frontaler und sagittaler Richtung evaluiert. 96,1% der untersuchten Jungen und 93,5% der Mädchen wiesen keine Asymmetrien im Thoraxbereich auf. Die Prävalenz von einer Rumpfasymmetrie bei vorliegender Gesichtasymmetrie lag zwischen 0,90-

1,38%. Bei Betrachtung der sagittalen Gesichts- und Wirbelsäulenmorphologie lag die Assoziationsprävalenz zwischen 1,20-1,38%. Die Tests hatten eine sehr niedrige Sensitivität und Spezifität sowie positive und negative Vorhersagewerte.

März¹⁹ et al. nutzten Rasterstereographie an 44 Probanden, um die Wirbelsäulenhaltung unter verschiedenen Kieferpositionen zu betrachten. Diese wurden kurzzeitig mithilfe von Watterollen, Folien oder willkürlicher Unterkieferverschiebung erzeugt. Es fielen zwar folgende signifikante Unterschiede auf: zwischen der Tiefe der Cervicallordose bei habitueller und maximal rechtsseitig laterotrudierte Unterkieferposition, dem Kyphosewinkel bei habitueller, maximal Rechtsverschobener und mit zwei Watterollen gesperrter Unterkieferposition und der Lumbarlordosentiefe bei Ruhelage, mit zwei Watterollen oder einer 1mm dicken Folie gesperrten Unterkieferlage. Diese hatten jedoch, bedingt durch hohe Standardabweichung, keine eindeutige Aussagekraft.

Amandio et al. führten Untersuchungen an 13 Pistolenschützen (Nationalebene, 10 m Distanz) unter Zuhilfenahme von Aufbisschienen aus. Dabei wurde eine Aufbissverändernde mit einer Placeboschiene verglichen. Es wurde die elektromyografische Aktivität von der oberen Extremität und Körperschwankung beim Schießen untersucht. Dabei gab es keine Unterschiede zwischen Aufbisschiene, Placeboschiene und keiner Schiene, die interindividuellen Unterschiede waren dabei hoch.

Ivanov et al. untersuchten 20 kieferorthopädische Patienten mit einer Angle-Klasse II vor und einen Monat nach Beginn der kieferorthopädischen Therapie. Es wurden die elektromyografische Aktivität der Kaumuskulatur, posturale Kontrolle und computeroptische Tomografie des Rückens verglichen. Es wurde ein einseitig erhöhtes Biopotential der Kaumuskeln, welches mit einer Höhenveränderung des Os Ilium der Gegenseite korrelierte, festgestellt. Die Schwerpunktprojektion verschob sich um 2,00-5,02mm nach links und um 2,79-22,18mm nach hinten, in Abhängigkeit von habitueller Unterkieferposition oder Mundöffnung und geschlossenen oder geöffneten Augen.

Mason et al. haben Kinder zwischen 6 und 12 Jahren vor und nach Gaumennahterweiterung untersucht. Die Kinder waren in drei Gruppen eingeteilt: einseitiger Kreuzbiss, maxilläre Transversaldiskrepanz ohne Kreuzbiss und Kontrollgruppe. Es wurden Gang- und Bewegungsanalysen mithilfe eines sechs-Kamera-Systems, welches mit Druckmessplatten gekoppelt war, vor und nach Therapie durchgeführt. Es wurde nach kieferorthopädischer Therapie eine Verbesserung der Körperhaltung beim Laufen anhand des Romberg-Tests aber keine beim Stehen ermittelt.

Zhulev⁹² et al. verglichen 70 Patienten zwischen 18-25 Jahren mit CMD und Gebissanomalien vor und nach Therapie mit Okklusionsschienen sowie einer Kontrollgruppe. Dazu wurden DVTs und fotometrische Aufnahmen angefertigt. Dort konnte gezeigt werden, dass die bei CMD Patienten vorliegenden Kiefergelenkskompressionen sowie posturalen Asymmetrien wie Kopf-Schulter-Relation in der Frontalebene und sagittale Rumpfneigung mithilfe der Schienentherapie behoben werden. Vor Therapie war im DVT ein rechtsseitig um 55,2% verringerter Abstand des Kiefergelenkkopfes zum dorsalen Anteil im Vergleich zum Abstand vom ventralen Anteil der Gelenkfläche. Linksseitig lag die Verringerung bei 54,8%. Nach Therapie konnte diese rechts auf 15,1% und links auf 13,7% reduziert werden. Der Winkel zwischen einer Schulterverbindungs- und einer Augenverbindungsline in der Gruppe der behandelten Probanden (vor Therapie $3,52 \pm 3,54^\circ$) näherte sich nach Behandlungsabschluss dem Wert der Kontrollgruppe ($1,42 \pm 1,17^\circ$) an (nach Therapie $2,16 \pm 1,38^\circ$). Auch die Winkel zwischen der vertikalen Körperachse, der absoluten vertikalen und der Verbindungslinie Tragus-Schultermittelpunkt näherten sich nach Therapie den Werten der Kontrollgruppe an.

Piancino⁹³ et al. verglichen 81 Patienten mit Malokklusionen mithilfe von röntgenologischer Cephalometrie und spinal mouse. Dabei wurde festgestellt, dass Probanden mit einer posterioren Rotation der Kondylar-Orbital-Ebene weiter nach anterior geneigt waren als Probanden in Gruppe zwei, deren Kondylar-orbital-Ebene nach anterior rotiert war.

2.3.3 Schlussfolgerung und Arbeitshypothesen

Diese Ergebnisse weisen eine hohe Heterogenität und oft kleine Kohorten auf. Der Anspruch an evidenzbasierte Medizin erfordert deswegen systematische Studien an möglichst repräsentativen Gruppen.

Zudem fehlen Referenzwerte und Probanden unterschiedlicher Altersklassen, da insbesondere die damit verbundenen Entwicklungsstände nicht differenziert genug betrachtet werden.

Aus diesem Grund ist das Ziel der folgenden Arbeit die Untersuchung einer homogenen, aber trotzdem repräsentativen Gruppe in Hinblick auf die Oberkörperstatik und mögliche Zusammenhänge zu anamnestischen und okklusionsbezogenen Parametern.

Dazu zählen die Erhebung von Normwerten, mit deren Hilfe die Oberkörperstatik bewertet und auf deren Basis Vergleiche und Einteilungen stattfinden können.

Im Bereich der kieferorthopädischen Analyse wurden bewährte Methoden zur Quantifizierung von statischer und dynamischer Okklusion benutzt, um mögliche Zusammenhänge auf skelettaler und myofaszialer Ebene erfassen zu können.

Um eine hohe statistische Aussagekraft zu ermöglichen wurden in dieser Studie 101 subjektiv gesunde Probandinnen vermessen. Angesichts des demografischen Wandels, vor allem in der westlichen Welt, und dem steigenden Durchschnittsalter werden die anteilig größer werdenden Gruppen älterer Personen gesellschaftlich wichtiger.

Um geschlechtsspezifische Unterschiede herausarbeiten zu können, beschränkt sich die Teilnehmerinnenauswahl auf weibliche Freiwillige. Dabei ist die Altersgruppe zwischen dem 51 und 60 Lebensjahr besonders interessant im Hinblick auf mögliche Einflüsse der Menopause²³, da diese normalerweise zwischen dem 50. und 54. Lebensjahr einsetzt. Hieraus ergibt sich eine Situation mit erwachsenen Probandinnen, die keinen wachstumsbedingten Einflüssen mehr unterliegen aber im Gegensatz zu Männern der entsprechenden Altersgruppe eine weitreichendere körperliche Veränderung erfahren. So kann ein Vergleich zwischen den Geschlechtern Rückschlüsse auf diese Veränderungen geben und eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Altersgruppen helfen physiologische von pathologischen Veränderungen zu differenzieren.

Folgende Hypothesen sollen in dieser Dissertationsschrift überprüft werden:

Hypothese 1:

Es lassen sich repräsentative Normwerte für die Oberkörperstatik von gesunden Frauen zwischen 51 und 60 Jahren, nahe der Symmetrieachse bzw. der 0°- Achse bestimmen.

Hypothese 2:

Kurzfristige Änderungen der statischen Okklusion im Prämolarenbereich haben eine Änderung der statischen Oberkörperparameter in frontaler und sagittaler Ebene zur Folge.

Hypothese 3:

Allgemeinanamnestische Parameter haben Einfluss auf die Oberkörperstatik in Bezug auf:

- a) Eine in der Vergangenheit liegende kieferorthopädische Behandlung
- b) Häufigkeit sportlicher Betätigung der teilnehmenden Probandinnen
- c) Vorhandensein von Migräne oder nicht migräneinduziertem Kopfschmerz
- d) Vorliegen von Kiefergelenksgeräuschen

Hypothese 4: Parameter der kieferorthopädischen Modellanalyse und deren Abweichungen von physiologischen Normwerten stehen in Zusammenhang mit Oberkörperstatik in folgenden Bereichen:

- a) Oberkieferparameter in transversaler und sagittaler Ausrichtung
- b) Unterkieferparameter in transversaler und sagittaler Ausrichtung
- c) Statische Okklusion im Front- und Seitenzahnbereich

Hypothese 5: Ausmaße von Unterkiefergrenzbewegungen stehen in Zusammenhang mit Oberkörperstatik in sagittaler Ebene bei

- a) Hypomobilität des Unterkiefers
- b) Unterkiefermobilität im physiologischen Normbereich
- c) Hypermobilität des Unterkiefers
- d) Abweichungen von einer geradlinigen Mundöffnungsbahn im Sinne von Deviation und Deflexion

Hypothese 6: Ausmaße von Unterkiefergrenzbewegungen stehen in Zusammenhang mit Oberkörperstatik in frontaler Ebene bei

- a) Hypomobilität des Unterkiefers
- b) Unterkiefermobilität im physiologischen Normbereich
- c) Hypermobilität des Unterkiefers
- d) Abweichungen von einer geradlinigen Mundöffnungsbahn im Sinne von Deviation und Deflexion

3 Material und Methoden

Die Studie folgt dem Prinzip einer Querschnittsanalyse, bei der eine repräsentative Stichprobe auf Merkmalsverteilung und Zusammenhänge dieser Merkmale, hier Parameter der Rückenstatik mit denen der statischen und dynamischen Okklusion untersucht werden.

3.1 Material

3.1.1 Probanden

An dieser Untersuchung haben 101 subjektiv gesunde, weibliche Teilnehmer im Alter von 51-60 Jahren mit einem Altersdurchschnitt von $55,16 \pm 2,89$ SD Jahren freiwillig teilgenommen. Die teilnehmenden Frauen haben folgende Altersverteilung zum Untersuchungszeitpunkt (Abbildung 12):

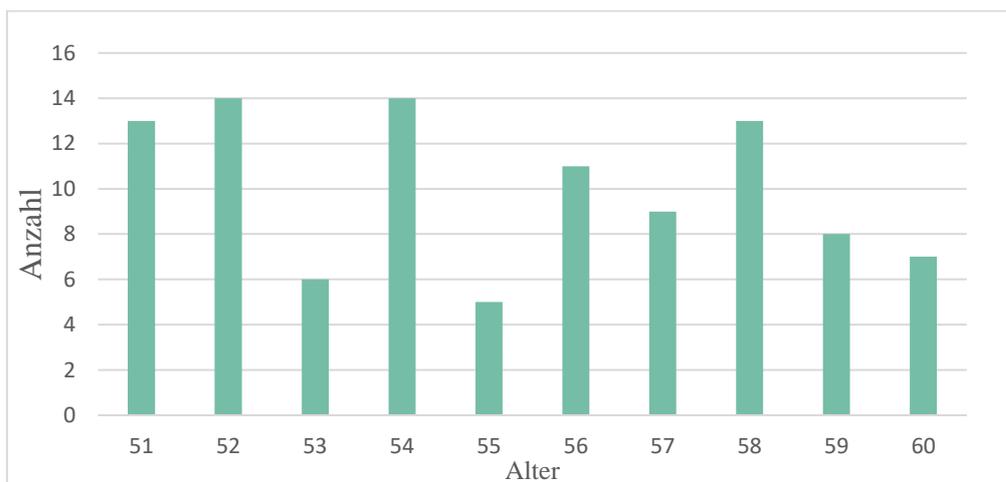


Abbildung 12: Altersverteilung

Größe, Gewicht und BMI der Teilnehmerinnen wurden mittels Fragebogen erhoben. Die Verteilung ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Größe, Gewicht, BMI; normalverteilte Werte kursiv

	Größe(m)	Gewicht(kg)	BMI(kg/m ²)
Mittelwert/Median	1,66	<i>69,30</i>	<i>25,02</i>
Standardabweichung		<i>12,14</i>	<i>4,55</i>
2SD		<i>24,28</i>	<i>9,11</i>
1. Quartil	1,63		
3.Quartil	1,70		
Mittelwert -2SD		<i>45,02</i>	<i>15,91</i>
Mittelwert+2SD		<i>93,57</i>	<i>34,12</i>

Beim BMI (Abbildung 13) lag der Höchstwert bei 41,27kg/m² und der Tiefstwert bei 16,04kg/m². Laut der WHO⁹⁴ Klassifikation waren 3,96%(4) der Probandinnen untergewichtig, 52,48%(53) normalgewichtig, 29,7%(30) übergewichtig und 13,86%(14) fettleibig.

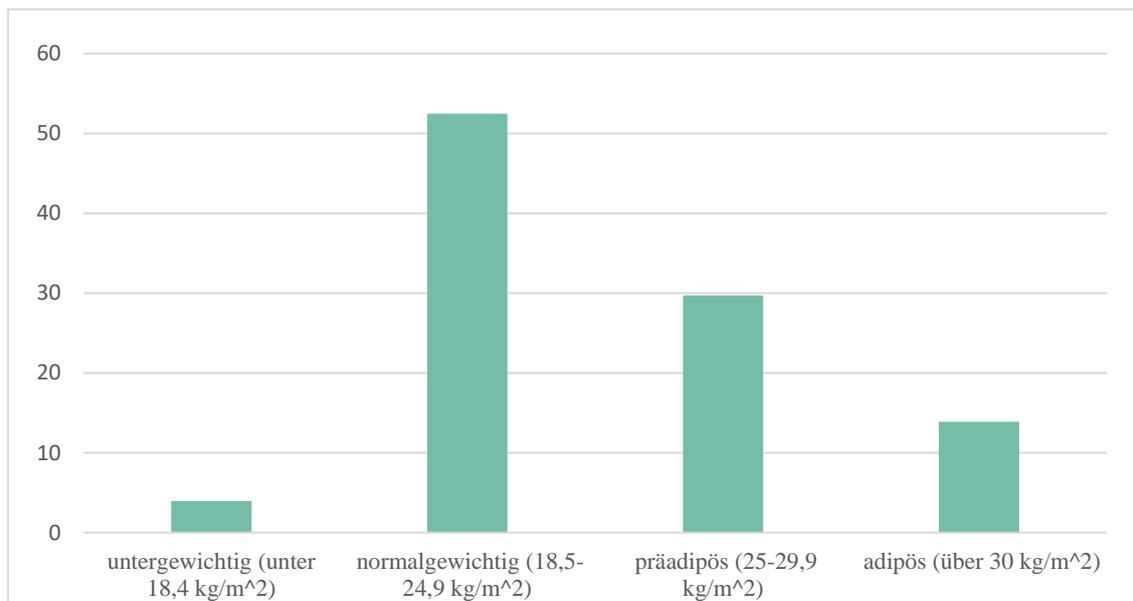


Abbildung 13: BMI Verteilung in %

Von den 101 untersuchten Probandinnen litten 51 unter diversen Allergien, wie Nickel, Pollen oder Hausstaub, 24 nahmen Medikamente wegen Schilddrüsenfehlfunktionen ein und 23 gegen Blutdruckproblematiken.

Die häufigsten angegebenen Beschwerden waren Kopfschmerzen, mit 17 positiven Angaben, Migräne mit 11 und Tinnitus mit 7. Verbreitete, vor mindestens 2 Jahren durchgeführte operative Eingriffe, waren Appendektomie und gynäkologische Eingriffe. Händigkeit war wie folgt verteilt: Rechtshänderinnen 93(92%), Linkshänderinnen 3 (3%), ursprünglich Linkshänderin aber umgelernt auf Rechtshändigkeit 3(3%), Ambidexter 1(1%). In der europäischen Bevölkerung wird der Linkshänderanteil auf ca. 10-15% geschätzt⁹⁵, genauere Erhebungen existieren nicht.

Weiterhin wurden die Probandinnen über ihre sportliche Aktivität befragt, 76,26% gaben dahingehend an regelmäßig aktiv zu sein und mind. 1x/ Woche Sport zu treiben (Abbildung 14).

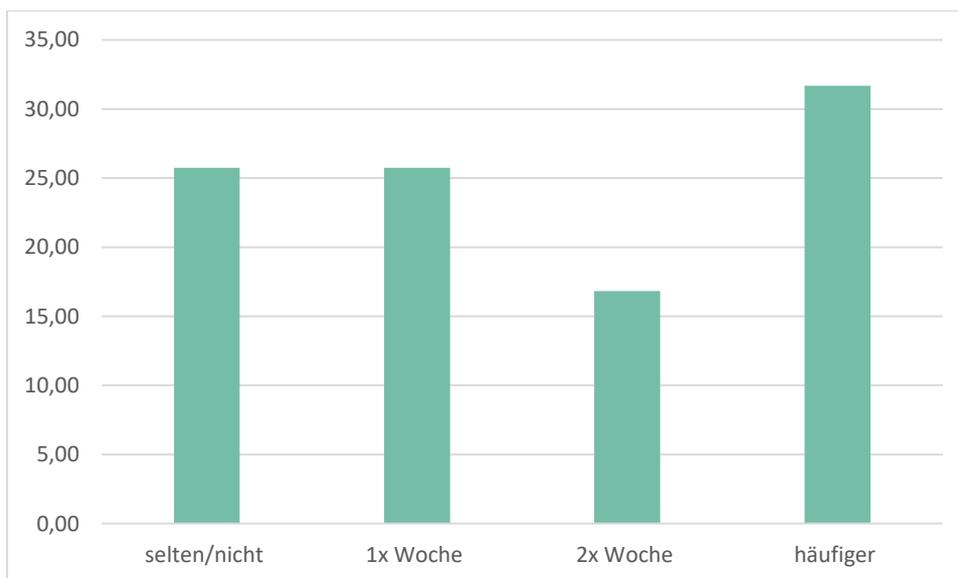


Abbildung 14: Häufigkeit sportlicher Betätigung in %

Unter den Teilnehmerinnen befanden sich Frauen mit unterschiedlichem sozioökonomischem Status und Berufen, was die Repräsentivität der Studie für die Gesamtbevölkerung erhöht. Es waren Teilnehmerinnen dabei, die eher sitzende Bürotätigkeiten ausübten aber auch Berufe, die mit viel Bewegung einhergingen, wie Kindergärtnerinnen oder Krankenschwestern. Hausfrauen, arbeitslose und berufstätige Frauen sind in der Studie vertreten. Ausschlusskriterien waren Erkrankungen des Bewegungs- und Stützapparates wie Osteoporose oder Rheuma; Unfälle,

Bandscheibenvorfälle oder Operationen in den letzten 2 Jahren vor Untersuchungsbeginn; Physiotherapie oder orthopädische Behandlung, z.B. mit Einlagen, während des Untersuchungszeitraumes, aktive kieferorthopädische Behandlung oder Medikamenteneinnahme, welche die Muskulatur beeinflusst, wie Muskelrelaxantien. Damit sollte sichergestellt werden, dass nur Probandinnen für die Studie herangezogen werden, welche keine akuten Erkrankungen, Fehlhaltungen oder Beschwerden aufweisen, die die Rückenstatik oder Okklusion beeinflussen. Zur Durchführung der Studie liegt ein genehmigter Ethikantrag vor (Ethik-Nr.: 103/16). Dessen Vorgaben beziehen sich auf die ethischen Grundsätze für die medizinische Forschung am Menschen. Diese werden in der aktuellen Version der Deklaration von Helsinki aus dem Jahr 2013 dargelegt.

3.1.2 Messsysteme

3.1.2.1 Kieferorthopädische Modellanalyse

Zunächst wurden Abdrücke des Ober- und Unterkiefers mit Kunststoff-Einweglöffeln (VITA SYSTEM 3D Master Einmal-Abdrucklöffel) erstellt, deren Größe individuell ausgewählt wurde. Die Abformung erfolgte mittels Alginat (Schütz dental TREALGIN CHROMATIC) einzeitig und einphasig. Danach wurde mit erwärmten Wachsplatten (Steinhart rosa Modellierwachs Standard in 1,25mm Platten) die habituelle Okklusion festgehalten.

3.1.2.2 Axiographie

Im Rahmen der Studie wurden mit dem Axiographen JMAlyser+ der Fa. Zebris (Isny, Deutschland) die Unterkiefergrenzbewegungen vermessen (Abbildung 15).

Das Gerät besteht aus einem Gesichtsbogen, in dem sich die Empfänger befinden und einem Unterkieferpositionsbogen mit vier Sensoren⁹⁶. Die Position der Sensoren wird dabei über Ultraschallimpulse mit 50 Hz an die Empfänger übermittelt. Der Messfehler

beträgt hierbei 1mm bzw. 2°. Aus der Laufzeitmessung werden dann im Programm WinJAW+ SW: V1.0 die Bewegungsbahnen berechnet.

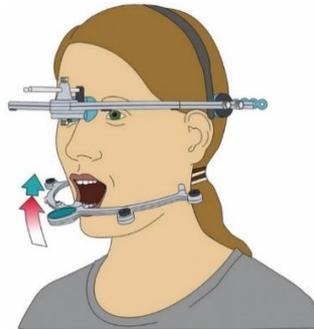


Abbildung 15: JM Analyser⁹⁶

3.1.2.3 Videorasterstereographie

Um die Oberkörperstatik zu quantifizieren, wurde ein dreidimensionaler Rückenscan mittels Videorasterstereographie mit dem Rückenscanner back mapper "MiniRot Kombi" (ABW GmbH, Frickenhausen/Germany) durchgeführt (Abbildung 16).



Abbildung 16: back mapper MiniRot Kombi⁹⁷

Im Verlauf einer Messung wird ein definiertes Streifenmuster mit 50 Hz und einer Auflösung von 1/100 mm auf die Rückenoberfläche projiziert und dann von einer LCD Kamera mit 18 mm Brennweite und Autofokus unter einem definierten Winkel aufgezeichnet. Es werden hierbei 15 Bilder pro Scanvorgang aufgenommen. Mithilfe der Triangulationstechnik (Abbildung 17) wird dann im Programm ABW med V4 ein

dreidimensionales Modell des Rückens konstruiert und anhand dessen Rückenparameter berechnet.

Videorasterstereographie stellt eine berührungslose, strahlenfreie und gut reproduzierbare Messmethode dar, mit der Formparameter des Rumpfes quantifiziert werden können.

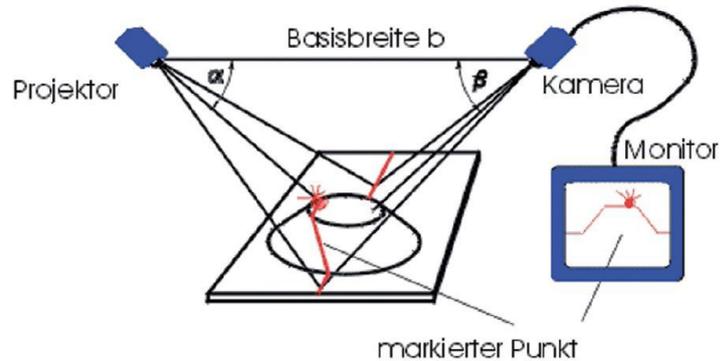


Abbildung 17: Triangulationsverfahren⁹⁷

Ein Scanvorgang dauert mit Berechnung aller Daten ca. 2 Sekunden⁹⁸, dabei liegt die Merkmalsgenauigkeit bei unter einem Millimeter und die Merkmalwiederholgenauigkeit bei unter einem halben Millimeter.

3.2 Methode

Alle Probandinnen wurden zunächst mündlich und schriftlich über die Versuchsbedingungen informiert, die Teilnahme erfolgte freiwillig und unentgeltlich. Vor der Untersuchung füllten die Teilnehmerinnen dann einen Anamnesebogen aus und unterschrieben die Einverständniserklärung (siehe Anhang 10.2.2). Ein exemplarischer Anamnesebogen ist im Anhang zu finden (siehe Anhang 10.2.1).

Auf die Abdrücke folgte die Vermessung der dynamischen Okklusion im Rahmen der Axiographie und anschließend der Rückenscan.

3.2.1 Modellanalyse

Anhand der mittels Alginateabdruck erstellten Gipsmodelle der Kiefer der Teilnehmerinnen und des dazugehörigen Wachsbisses wurde nun die Modellanalyse durchgeführt (Abbildung 18). Dabei wurden die Zahnbreiten und Positionen jeweils pro Kiefer, als auch in Relation der Kiefer zueinander bis auf einen Viertelmillimeter genau vermessen⁸ (siehe Anhang 10.2.3).



Abbildung 18: Oberkiefermodell, Messplatte nach Schmuth, Schieblehre "Münchener Modell" [eigene Quelle]

3.2.2 Axiographie

Für diese Vermessung wurde ein paraokklusaler Löffel individuell dem Unterkieferzahnbogen angepasst und mit dem Bissregistratmaterial Luxabited mg dental befestigt, sodass der Unterkiefer frei beweglich war und weder die statische noch die dynamische Okklusion beeinträchtigt waren. Zunächst wurde den Probandinnen ein Gesichtsbogen angelegt und parallel zur Bipupillarlinie ausgerichtet. Dann wurden die Ausgangsparameter kalibriert, indem drei Punkte, an denen sich die Frankfurter Horizontale orientiert⁹⁹, mithilfe des Axiographen aufgezeichnet wurden: Tragus superior links und rechts, sowie der Infraorbitalpunkt. Der Unterkieferpositionsbogen wurde dann mit einer magnetischen Halterung am paraokklusalen Bogen befestigt.

Die Probandinnen wurden instruiert ihre gewohnte Sitzposition einzunehmen und gerade nach vorne zu schauen. Die Aufzeichnung der Unterkieferbewegungen erfolgte sukzessive drei Mal, um intraindividuelle Messfehler zu vermeiden. Aus den drei Messwerten wurden dann jeweils die Mittelwerte berechnet.

3.2.3 Videorasterstereographie

Hierbei wurden die Probandinnen gebeten den Oberkörper bis auf die Unterwäsche zu entkleiden, sodass der Bereich vom Nacken bis zum Steißbein zu sehen war. Damit

Verfälschungen durch Reflexionen während der Messungen vermieden werden konnten, wurden Ketten oder anderer Schmuck ausgezogen sowie lange Haare hochgesteckt. Um die Messposition zu vereinheitlichen, gab es eine zum Rückenscanner waagrecht verlaufende Markierung auf dem Boden, an der sich die Teilnehmerinnen mit ihren großen Fußzehen orientieren konnten. Während der Messung wurden keine Schuhe getragen um mögliche Verzerrungen durch unterschiedliche Fußbetten und Absatzhöhen zu vermeiden. Auf der Rückenoberfläche wurden dann sechs selbstklebende, reflektierende Marker mit einem Durchmesser von 1 cm verteilt, die definierten skelettalen Strukturen zugeordnet waren (Abbildung 19):



Abbildung 19: Positionsmarker Rücken [eigene Quelle]

VP (vertebrae prominens C7), **SP** (sacrum point am Anfang der interglutealen Falte), **AISL** und **AISR** (Angulus Inferior Scapulae links und rechts) und **DL** und **DR** (dimple/Lumbalgrübchen links und rechts).

Der Rückenscan wurde bei reduzierten Lichtverhältnissen durchgeführt um Interferenzen zu vermeiden. Die Probandinnen wurden angewiesen ihre gewohnte Standposition einzunehmen, die Arme locker seitlich am Körper herabhängen zu lassen und gerade nach vorne zu schauen. Es wurden dann drei unmittelbar aufeinander folgende Messungen durchgeführt um intraindividuelle Messfehler durch z.B. externe Reize zu minimieren. Die Messwerte wurden dann gemittelt.

Nach diesen drei habituellen Messungen bekamen die Probandinnen jeweils eine Watterolle als Okklusionssperre in den Prämolarenbereich. Damit wurde der Abstand des Unterkiefers vom Oberkiefer um ca. 1cm vergrößert. In dieser neuen Situation erfolgten wieder drei aufeinander folgende Rückenscans.

3.3 Auswertungsparameter

3.3.1 Modellanalyse

Die Modellanalyse kann in drei Bereiche eingeteilt werden, ober-/unterkieferbezogene Werte oder Okklusionsparameter.

Bei den Oberkieferparametern wird zunächst die Sagittalebene untersucht. Es kann festgestellt werden, ob eine **Mittellinienverschiebung** nach links oder rechts besteht, indem die Zahnbogenmitte mit der Gaumennahtposition verglichen wird. Ein negativer Wert bedeutet dabei eine Verschiebung der Zahnbogenmitte nach links, ein positiver Wert eine Verschiebung nach rechts. Anhand der Frontzahnbreiten wird ermittelt welchen Sollwert die **Stützzonen** im Seitenzahnggebiet haben, dieser wird mit dem tatsächlich gemessenen Wert verglichen. Aus diesen Ergebnissen wird ermittelt ob die Stützzonen rechts und links vergrößert oder verkleinert sind. Außerdem kann über die **Stützzonendifferenz** berechnet werden ob eine Asymmetrie vorliegt und wie groß sie ist. In der Transversalebene kann die **Zahnbogenbreite** vermessen werden, dabei wird sichtbar ob eine Verbreiterung oder Verschmälerung vorhanden ist. Anhand der Raphe-Median-Ebene kann beurteilt werden ob der Zahnbogen symmetrisch oder asymmetrisch ist.

Auch bei den Unterkieferparametern können die Mittellinienverschiebung, Stützzonen und deren **Symmetrie** sowie die transversale Breite untersucht werden, ob der Zahnbogen jedoch symmetrisch oder asymmetrisch in der Breite ist, sieht man anhand der Modelle nicht.

Okklusionsparameter werden ermittelt, indem man beide Kiefer mit dem Wachsbiss in die habituelle Position des Patienten bringt und Zahnstellungen der beiden Kiefer zueinander vermisst.

An den Eckzähnen und ersten Molaren kann jeweils die **Okklusionslage** bestimmt werden. Sie wird nach Angle in die Klassen I Neutralbiss, II Distalbiss und III Mesialbiss

eingeteilt. Auch hier kann die Okklusion rechts und links gleich, also symmetrisch sein oder nicht.

Im Frontzahnsegment können die vertikale und horizontale **Frontzahnstufe** gemessen werden. Dabei wird ermittelt ob sie regelrecht, vergrößert oder verkleinert ist. Sie liegt normalerweise bei 2mm vertikal und horizontal.

Des Weiteren wird seitenweise untersucht ob Kopfbisse (Höcker-Höcker-Biss), Kreuzbisse (umgekehrter Überbiss) oder Bukkalokklusionen (Vorbeibiss) vorhanden sind.

3.3.2 Axiographie

Mit dem JM Analyser+ wurden folgende Bewegungen vermessen: Die maximale **Laterotrusion** nach rechts und links, die maximale **Protrusion** und **Mundöffnung** in mm.

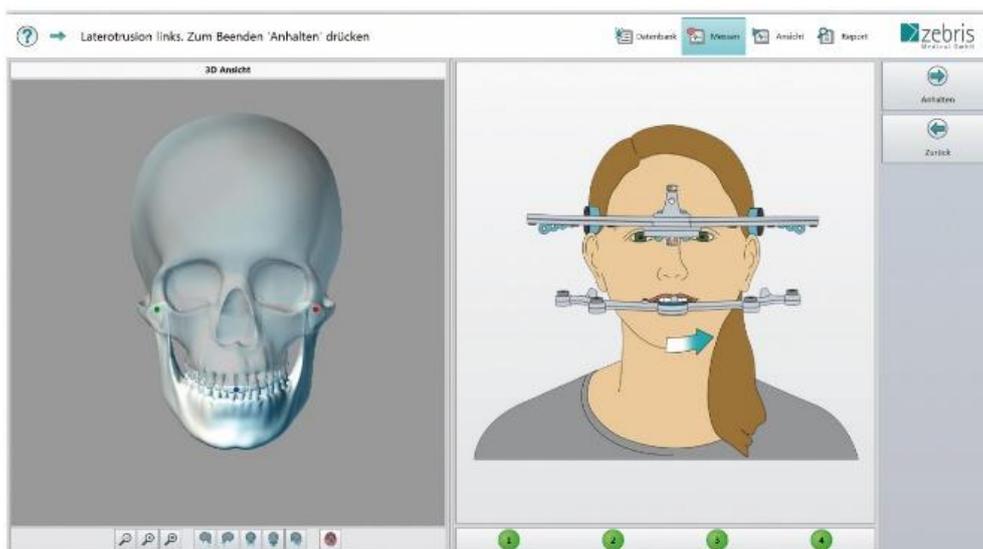


Abbildung 20: Laterotrusion links¹⁰⁰

Die Laterotrusion hat dabei einen Normbereich von 7-12mm⁹.

Aus den Werten der Laterotrusion rechts und links wird deren Differenz ermittelt und in drei Gruppen eingeteilt. Dabei sind in Gruppe eins Probandinnen, mit einer Differenz von 0 ± 1 mm, also mit einer ähnlichen Bewegungsreichweite nach rechts und links. In Gruppe zwei sind Probandinnen mit einer Differenz > 1 mm, also mit einer größeren Reichweite nach rechts als nach links und in Gruppe drei mit einer Differenz von < -1 mm, also mit einer nach links weiter reichenden Bewegungsspanne als nach rechts.

Als zweite Grenzbewegung wird die Protrusion, also die Bewegung des Unterkiefers nach ventral betrachtet. Die regelrechte Bewegungsspanne liegt bei 7-11⁹mm.

Die Mundöffnung ist die dritte Grenzbewegung des Unterkiefers, die normalerweise zwischen 40 und 60mm⁹ liegt.

Bei Durchführung der Messung wurden auch **Seitenabweichungen** des Unterkiefers von einer geradlinigen, symmetrischen Mundöffnungs- und Schließungsbahn aufgezeichnet. Daraus wird ersichtlich ob die Bewegungsreichweite regulär, eingeschränkt oder vergrößert ist. Weiterhin können die Bewegungsbahnen auf Symmetrie untersucht werden (Abbildung 21).

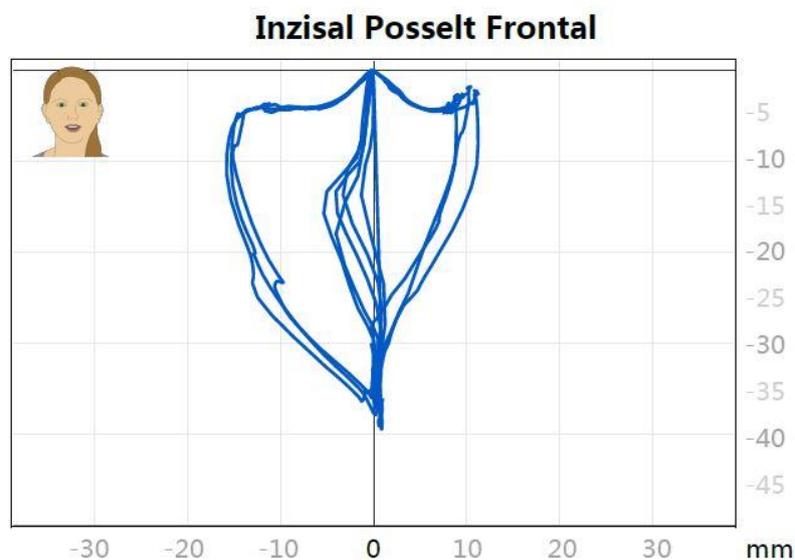


Abbildung 21: Posselt Diagramm frontal¹⁰⁰

Bei den Seitabweichungen der Mundöffnung wurde mithilfe des frontalen Posselt-Diagrammes dokumentiert zu welcher Seite diese vorlagen, in welcher Phase der Mundöffnung (initial/intermediär/terminal) Abweichungen vorhanden waren und ob es sich dabei um eine Deviation, d.h. eine Seitabweichung mit Rückkehr in die Medianebene, oder eine Deflexion, d.h. eine Abweichung ohne Rückkehr handelte.

3.3.3 Videorasterstereographie

Die Rückenparameter lassen sich in drei Gruppen einteilen:

Die erste Gruppe umfasst fünf Parameter, die den **Schultergürtel** beschreiben.

Schulterstandwinkel SSWL und SSWR :	An der linken und rechten Schulter konstruiert, dazu wird eine Ausgleichsgerade auf jede Schulter projiziert und ihr Winkel zur
--	---

Schulterblattabstand SBA:	Horizontalen in Grad gemessen. Der Mittelpunkt der Ausgleichgeraden ist dabei senkrecht über AIRL und AISR.
Schulterblattstand SBS:	Räumlicher Abstand zwischen AISR und AISL in mm.
Schulterblattrotation SBR:	Höhenunterschied zwischen AISR und AISL in mm. Positiv wenn AISR höher als AISL ist.
	Rotation der Strecke AISR-AISR in der Transversalebene in Grad.

Die zweite Gruppe charakterisiert die **Wirbelsäule**.

Rumpflänge D RDMM:	Räumlicher Abstand zwischen den Punkten VP und DM in mm, dabei stellt DM den Mittelpunkt zwischen der Strecke DL-DR dar.
RumpflängeS RSMM:	Räumlicher Abstand zwischen den Punkten VP und SP in mm.
Sagittale Rumpffneigung SRNG:	Winkel zwischen der Strecke VP-DM und der Senkrechten auf der Sagittalebene in Grad. Positiv bei Extension nach dorsal, negativ bei Flexion nach ventral.
Frontale Rumpffneigung FRNG:	Winkel zwischen der Strecke VP-DM und der Senkrechten auf der Frontalebene in Grad. Charakterisiert die Lateralabweichung, Positiv bei Neigung nach rechts, negativ bei Neigung nach links.
Achsabweichung Achs:	Differenz zwischen dem rechten Winkel und dem Winkel der Strecken VP-DM und DL-DR in Grad.
Thorakaler Biegungswinkel TBW:	Winkel zwischen der Strecke VP-KA und der Senkrechten in Grad. KA ist dabei der Kyphosescheitelpunkt.
Maximale Seitabweichung MaxS:	Maximaler Abstand zwischen der Strecke VP-DM und der Medianlinie in mm.
Standardabweichung der Seitabweichung Sabw:	mittlere quadratische Abweichung des Abstandes der Strecke VP-DM von der Medianlinie in mm.
Maximale Rotation MaxR:	Größter Betrag der Oberflächenrotation auf der Medianlinie in Grad.
Standardabweichung der Rotation Sabr:	mittlerer quadratischer Wert der Oberflächenrotation auf der Medianlinie in Grad, charakterisiert die Verdrehung der Dornfortsätze der Wirbel.
Kyphosewinkel Kyph:	Winkel zwischen dem oberen Wendepunkt bei VP und dem thorakolumbalen Wendepunkt IP in Grad. IP ist dabei der Punkt kaudal von KA, der die größte negative Oberflächenneigung aufweist.
Lordosewinkel Lord:	Winkel zwischen dem thorakolumbalen Wendepunkt an IP und dem unteren Wendepunkt bei DM in Grad.
Lumbaler Biegungswinkel lumb:	Winkel zwischen der Strecke KA-LA und der Senkrechten in Grad. LA ist dabei der Lordosescheitelpunkt.

In der dritten Gruppe wird das **Becken** beschrieben. Hier gibt es wieder fünf Parameter.

Beckenstand BADD:	Räumlicher Abstand DL-DR in mm.
Beckenstand BSG:	Höhendifferenz DL-DR in Grad. Positiv bei DR höher als DL.
Beckenstand BSmm:	Höhendifferenz DL-DR in mm. Positiv bei DR höher als DL.
Beckentorsion Btor:	Verwindung um die Querachse, berechnet aus der Differenz der Winkel der Flächennormalen auf DL und DR in Grad. Positiv wenn die Flächennormale an DR weiter nach oben gerichtet ist als an DL.
Beckenrotation Brot:	Winkel zwischen der Strecke DL-DR und der Horizontalen in der Transversalebene in Grad.

3.3.4 Statistische Auswertungsverfahren

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm BiAS 11.08 (epsilon-Verlag, Frankfurt) erstellt.

Normalverteilung: Die Messparameter wurden zunächst mit dem Kolmogorow-Smirnow-Test überprüft, um zu ermitteln, ob die Werte normalverteilt sind oder nicht. Gemäß diesen Resultaten wurden entweder parametrische oder nicht parametrische Testverfahren verwendet (Tabelle 63).

Gruppenunterschiede: Bei Vergleichen von Parametern jeweils einer Testperson, zwischen den Rückenscans mit Okklusionssperre und ohne, wurde der Einstichproben-T-Test bei Gauß-verteilten Werten benutzt. Waren Parameter nicht normalverteilt, kam der Wilcoxon-matched-pairs-Test zum Einsatz.

Für alle Gruppenvergleiche, bei denen die Werte nicht-normalverteilt waren, wurden äquivalente Tests durchgeführt. Bei Vergleichen zwischen zwei Gruppen kam dabei der Wilcoxon-Mann-Whitney-U-Test zum Einsatz, wenn mehr als zwei Gruppen vorhanden waren, wurde der Kruskal-Wallis-Test eingesetzt. Lag ein signifikanter p-Wert ($p \leq 0.05$) vor, wurde der Conover-Iman-Vergleich zum multiplen Paarvergleich verwendet. Alle p-Werte wurden Bonferroni-Holm korrigiert. Beim Wilcoxon-matched-pairs Test kommt die Effektstärke nach Cohen zum Einsatz ($d=0.2$ geringer Effekt, $d=0.5$ mittlerer Effekt, $d \geq 0.8$ großer Effekt), beim Wilcoxon-Mann-Whitney-U die Effektstärke R nach Rosenthal ($R=0,1$ geringer Effekt, $R=0,3$ mittlerer Effekt, $R=0,5$ großer Effekt, $R \geq 0,7$ sehr großer Effekt) und beim Kruskal-Wallis-Test die Effektstärke η^2 ($\eta^2=0.01$ geringer Effekt, 0.06 mittlerer Effekt, 0.14 großer Effekt).

Korrelationen: Waren beide Messreihen Gaußverteilt, wurde der Pearson-Korrelationskoeffizient berechnet. Für nicht-normalverteilte Parameter kam der Spearman-Kendall-Test zum Einsatz (Tabelle 63). Das **Signifikanzniveau** liegt bei 5%. Bei den Korrelationen wurde die Effektstärke nach Evans berechnet (<0.2 :Poor - $0.2-0.4$:weak - $0.4-0.6$:moderate - $0.6-0.8$:strong - >0.8 :optimal).

4 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden zuerst die Rückenparameter mit und ohne Okklusionssperre miteinander verglichen. Die zweite Ergebnisgruppe umfasst Vergleiche der Rückenparameter zwischen verschiedenen Subgruppen unter den Probandinnen. Im dritten Teil werden die Parameter des Rückenscans, der Allgemeinanamnese, der Axiographie und der Modellanalyse auf Korrelationen untersucht.

Bei sich signifikant unterscheidenden Gruppenwerten werden die Ergebnisse mithilfe von Box-Whisker-Plots dargestellt. Dabei wird die Box vom ersten und dritten Quartil begrenzt, umfasst also 50% aller Messwerte. Der Querbalken in der Box stellt den Median dar. Die Whiskers zeigen den minimalen beziehungsweise maximalen Wert innerhalb von $Q1-1,5 \cdot \text{Interquartilabstand}$ bis $Q3+1,5 \cdot \text{Interquartilabstand}$ an. Außerhalb dieses Bereiches liegende Werte werden mit einzelnen Punkten dargestellt.

4.1 Normwerte der Oberkörperstatik

In diesem Abschnitt werden die ermittelten Werte der Oberkörperstatik mit dem Toleranzbereich TB und Konfidenzintervalle KI vorgestellt (Tabelle 2).

Im Bereich der Schulterparameter ist die Neigung der Schultern fast gleich mit $27,28^\circ$ (TB $4,38^\circ-50,18^\circ$; KI $25,22^\circ-28,72^\circ$) für die linke Schulter und $28,53^\circ$ (TB $12,87^\circ-44,19^\circ$; KI $27,19^\circ-29,86^\circ$) für die rechte.

Die Distanz zwischen den Anguli Inferior Scapulae beträgt im Mittel $164,06\text{mm}$ (TB $120,94\text{mm}-207,94\text{mm}$; KI $159,8\text{mm}-168,31\text{mm}$). Die Höhendifferenz zwischen den beiden Punkten liegt bei $0,15^\circ$ (TB $-14,63^\circ-14,93^\circ$; KI $-1,76^\circ-1,69^\circ$), mit einer minimal höherstehenden rechten Schulter. Die Schulterblattrotation von $1,4^\circ$ (TB $-4,96^\circ-7,77^\circ$; KI $0,78^\circ-2,03^\circ$) deutet auf eine geringgradige Retroposition des linken Schulterblattes in Relation zum rechten an.

Die zweite Parametergruppe kennzeichnet die Wirbelsäule.

Der Abstand zwischen VP und SP beträgt $487,62\text{mm}$ (TB $433,70\text{mm}-541,54\text{mm}$; KI $482,3\text{mm}-492,94\text{mm}$) und zwischen VP und dem Mittelpunkt der Verbindungslinie zwischen DL und DR $452,32\text{mm}$ (TB $404,2\text{mm}-500,44\text{mm}$; KI $447,57\text{mm}-457,07\text{mm}$) und stehen in Verbindung mit der Wirbelsäulenlänge. Die sagittale Rumpfeigung liegt bei $-3,95^\circ$ (TB $-10,08^\circ-2,18^\circ$; KI $-4,56^\circ$ bis $-3,35^\circ$) und die frontale bei $-0,31^\circ$ (TB $-0,31^\circ$ bis $-2,98^\circ$; KI $-0,57^\circ$ bis $-0,05^\circ$). Damit sind die Probandinnen nach ventral mit einem

minimalen Trend nach links inkliniert. Die Achsabweichung liegt bei $-0,54^\circ$ (TB $-6,08^\circ$ - $5,00^\circ$; KI $-0,97^\circ$ bis $-0,21^\circ$) und ist damit sehr schwach ausgeprägt. Der thorakale Biegungswinkel liegt bei $14,5^\circ$ (TB $6,29^\circ$ - $22,72^\circ$; KI $13,69^\circ$ - $15,32^\circ$), er hängt mit der Kopfneigung nach ventral zusammen. Die maximale Seitabweichung zeigt mit $-4,5\text{mm}$ (TB $19,03\text{mm}$ - $10,03\text{mm}$; KI $-5,28\text{mm}$ bis $-2,5\text{mm}$) nach links. Hierbei beträgt die Standardabweichung der Seitabweichung $3,63\text{mm}$ (TB $-0,33\text{mm}$ - $7,59\text{mm}$; KI $3,06\text{mm}$ - $3,89\text{mm}$). Mit $5,78^\circ$ (TB $-11,54^\circ$ - $23,1^\circ$; KI $3,89^\circ$ - $6,86^\circ$) maximaler Rotation zeigen die Dornfortsätze der Wirbelkörper nach rechts, die Standardabweichung der Rotation liegt bei $3,81^\circ$ (TB $-0,57^\circ$ - $8,19^\circ$; KI $3,32^\circ$ - $4,18^\circ$). In der Gegenüberstellung ist der Kyphosewinkel mit $60,49^\circ$ (TB $26,54^\circ$ - $94,44^\circ$; KI $57,14^\circ$ - $63,84^\circ$) größer als der Lordosewinkel mit $52,61^\circ$ (TB $20,09^\circ$ - $85,12^\circ$; KI $49,4^\circ$ - $55,82^\circ$). Der Lumbalwinkel $14,44^\circ$ (TB $6,75^\circ$ - $22,13^\circ$; KI $13,68^\circ$ - $15,20^\circ$) zeigt an, wie weit der Lordosescheitelpunkt vor dem Kyphosescheitelpunkt liegt.

Die letzte Parametergruppe charakterisiert das Becken.

Der Abstand zwischen den Lumbalgrübchen beträgt $92,23\text{mm}$ (TB $66,02\text{mm}$ - $118,43\text{mm}$; KI $89,64\text{mm}$ - $94,81\text{mm}$), deren Höhenunterschied liegt bei 0° (TB $-5,26^\circ$ - $5,26^\circ$; KI $-0,42^\circ$ - $0,3^\circ$) oder $-0,03\text{mm}$ (TB $-8,18$ - $8,12$; KI $-0,68$ - $0,57$). Mit $-0,72^\circ$ (TB $-10,89^\circ$ - $9,45^\circ$; KI $-1,73^\circ$ - $0,28^\circ$) ist das Becken tendenziell links mehr nach vorne gekippt und mit $0,77^\circ$ (TB $-5,74^\circ$ - $7,28^\circ$; KI $0,13^\circ$ - $1,42^\circ$) Beckenrotation besteht ein minimaler Trend einer rechtsseitig weiter dorsal stehenden Beckenposition.

	Median	untere Toleranz- grenze	obere Toleranz- grenze	unteres Konfidenz- intervall	oberes Konfidenz-intervall	SD	2SD
SSWL (°)	27,28	4,38	50,18	25,22	28,72	11,45	22,90
SSWR (°)	28,53	12,87	44,19	27,19	29,86	7,83	15,66
SBA (mm)	164,06	120,94	207,17	159,80	168,31	21,56	43,11
SBS (°)	0,15	-14,63	14,93	-1,76	1,69	7,39	14,78
SBR (°)	1,40	-4,96	7,77	0,78	2,03	3,18	6,36
RDmm (mm)	452,32	404,20	500,44	447,57	457,07	24,06	48,12
RSmm (mm)	487,62	433,70	541,54	482,30	492,94	26,96	53,92
SRNG (°)	-3,95	-10,08	2,18	-4,56	-3,35	3,07	6,13
FRNG (°)	-0,31	-2,98	2,36	-0,57	-0,05	1,33	2,67
Achs (°)	-0,54	-6,08	5,00	-0,97	-0,21	2,77	5,54
TBW (°)	14,51	6,29	22,72	13,69	15,32	4,11	8,22
Sabw (°)	3,63	-0,33	7,59	3,06	3,89	1,98	3,96
MaxS (m)m	-4,50	-19,03	10,03	-5,28	-2,50	7,27	14,53
SabR (°)	3,81	-0,57	8,19	3,32	4,18	2,19	4,38
MaxR (°)	5,78	-11,54	23,10	3,89	6,86	8,66	17,32
Kyph (°)	60,49	26,54	94,44	57,14	63,84	16,97	33,95
Lord (°)	52,61	20,09	85,12	49,40	55,82	16,26	32,51
lumb (°)	14,44	6,75	22,13	13,68	15,20	3,85	7,69
BADD (mm)	92,23	66,02	118,43	89,64	94,81	13,10	26,20
BSG (°)	0,00	-5,26	5,26	-0,42	0,30	2,63	5,26
BSmm (mm)	-0,03	-8,18	8,12	-0,68	0,57	4,08	8,15
Btor (°)	-0,72	-10,89	9,45	-1,73	0,28	5,09	10,17
Brot (°)	0,77	-5,74	7,28	0,13	1,42	3,26	6,51

Tabelle 2: Kennwerte der Oberkörperstatik, normalverteilte Parameter grau hinterlegt

4.2 Habituelle Okklusion vs. symmetrische Okklusionsblockade

Um zu ermitteln, welchen Effekt eine symmetrische Okklusionssperre von ca. 1 cm im Prämolarenbereich auf die Oberkörperstatik hat, werden die jeweiligen Parameter mit und ohne Watterollen-Modifikation miteinander verglichen (Tabelle 3).

Bei der Rückenlänge D ist mit $p \leq 0,01$ ein signifikanter Unterschied zu verzeichnen, wobei ohne Okklusionssperre diese einen Wert von 452,32mm hat und er mit Okklusionssperre bei 451,83mm liegt. Auch die sagittale Rumpfneigung weist mit $p \leq 0,01$ einen signifikanten Unterschied auf. Ohne Okklusionssperre liegt sie bei $-3,95^\circ$ und mit bei $-3,71^\circ$. Alle anderen Vergleiche sind nicht signifikant.

Tabelle 3: Rückenparameter mit und ohne Okklusionssperre; normalverteilte Werte grau hinterlegt, signifikante p-Werte fett

	ohne Okklusionssperre		mit Okklusionssperre		p-Werte
	Median /Mittelwert	1;3 Quartil /Stabw.	Median /Mittelwert	1;3 Quartil /Stabw.	
SSWL (°)	27,37	23,03;31,93	26,71	23,48;32,69	0,95
SSWR (°)	28,53	25,25;32,6	29,53	25,98;33,49	0,04
SBA (mm)	164,06	21,56	163,37	20,91	0,19
SBS (°)	0,15	-4,48;4,96	0,83	7,79	0,05
SBR (°)	1,40	3,18	1,58	3,23	0,36
RDmm (mm)	452,32	24,06	451,83	24,50	0,01
RSmm (mm)	487,62	26,96	487,12	27,33	0,01
SRNG (°)	-3,95	3,07	-3,71	3,01	0,01
FRNG (°)	-0,31	1,33	-0,32	1,28	0,95
Achs (°)	-0,54	-1,96;0,97	-0,71	-1,76;0,94	0,81
TBW (°)	14,50	4,11	14,78	4,11	0,08
Sabw (mm)	3,63	2,31;4,82	3,35	2,3;4,89	0,76
MaxS (mm)	-4,50	-7,19;5,1	-3,49	-7,28;4,70	0,76
SabR (°)	3,81	2,43;5,26	3,79	2,72;5,61	0,28
MaxR (°)	5,78	-5,86;9,14	5,80	-6,97;9,09	0,35
Kyph (°)	60,49	16,97	61,10	16,25	0,59
Lord (°)	52,61	16,26	52,83	16,55	0,80
lumb (°)	14,44	3,85	14,75	3,76	0,28
BADD (mm)	92,23	13,10	92,58	12,79	0,39
BSG (°)	0,00	-1,52;1,11	-0,28	-1,54;0,87	0,71
BSmm (mm)	-0,03	-2,26;1,81	-0,33	-2,24;1,45	0,81
Btor (°)	-0,72	5,09	-0,53	5,16	0,44
Brot (°)	0,77	3,26	0,78	3,51	0,77

In Abbildung 22 und Abbildung 23 sind diese Vergleiche graphisch dargestellt.

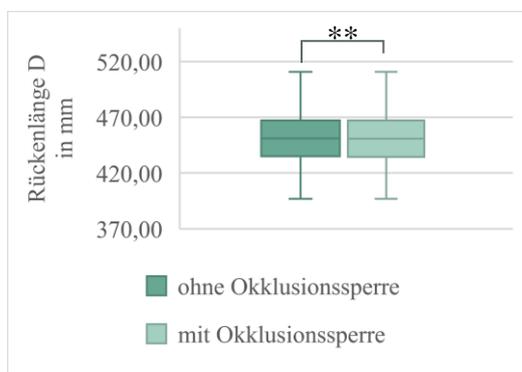


Abbildung 22: Rückenlänge D mit und ohne Okklusionssperre Mediane und Quartile

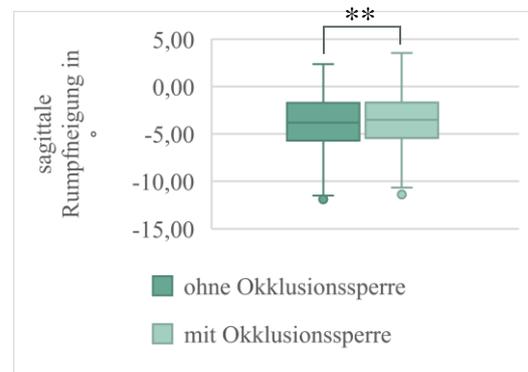


Abbildung 23: sagittale Rumpfeigung mit und ohne Okklusionssperre, Mediane und Quartile

4.3 Gruppenvergleiche

4.3.1 Einfluss anamnestischer Parameter

Mithilfe der im Fragebogen erhobenen Information zu Allgemeinanamnese und spezieller Vorgeschichte der Probandinnen wurden einzelne Charakterisierungen herausgegriffen um zu überprüfen, ob die Oberkörperstatik davon beeinflusst wird.

Einer der erfragten möglichen Einflüsse ist eine vorangegangene und abgeschlossene kieferorthopädische Therapie (Tabelle 24). Alle Parametervergleiche bezüglich abgeschlossener kieferorthopädischer Therapie und keiner Therapie sind nicht signifikant ($p \geq 0,05$).

Aufgrund ihrer Angaben wurden die Frauen hinsichtlich der sportlichen Betätigung eingeteilt. In Gruppe eins sind Frauen, die keinen regelmäßigen Sport treiben, in Gruppe zwei liegt die Frequenz bei einem Mal wöchentlich, in Gruppe drei bei zwei Malen wöchentlich und in Gruppe vier treiben die Probandinnen häufiger Sport.

In Tabelle 25 werden diese Gruppen verglichen, wobei keine signifikanten Gruppenunterschiede vorliegen ($p \geq 0,05$).

Als Zweites werden nur die Probandinnen einander gegenübergestellt, die regelmäßig Sport treiben, also die Gruppen zwei, drei und vier (Tabelle 26), hier sind alle Differenzen nicht signifikant ($p \geq 0,05$).

Die dritte Gegenüberstellung, die sich mit der sportlichen Betätigung auseinandersetzt, ist der Vergleich der sechsundzwanzig sportlich aktiven mit den fünfundsiebzig nicht regelmäßig sportlich aktiven Frauen (Tabelle 27). Zwischen den Gruppen gibt es keine signifikanten Unterschiede ($p \geq 0,05$).

Weiterhin werden die Einflüsse von Migräne, anderen Kopfschmerzen und Kiefergelenksgeräuschen hinsichtlich ihrer Wirkung untersucht. Unter Migräne leiden elf Probandinnen, davon sieben regelmäßig und vier ab und zu. Die restlichen neunzig Frauen haben keine Migränekopfschmerzen (Tabelle 28). Der Gruppenvergleich ergibt keine signifikanten Unterschiede ($p \geq 0,05$).

Vierundachtzig Probandinnen haben keine Kopfschmerzen, vier regelmäßig und dreizehn unregelmäßig (Tabelle 29). Auch hier finden sich keine signifikanten Unterschiede ($p \geq 0,05$).

Von regelmäßigen Kiefergelenksgeräuschen berichten neun Teilnehmerinnen, von unregelmäßigen sechzehn und sechsundsiebzig Frauen geben an, keine

Kiefergelenkgeräusche zu haben (Tabelle 30). In dieser Gegenüberstellung gibt es keine signifikanten Unterschiede ($p \geq 0,05$).

4.3.2 Einfluss der Modellanalyse

Bei der Modellanalyse werden anhand der Kiefermodelle Platzverhältnisse der einzelnen Kiefer sowie die statische Okklusion vermessen. Dabei können die Probandinnen mithilfe der Richtwerte nach Schopf^{8,101} in folgende Gruppen eingeteilt werden: der jeweilige Parameter fällt in den Normbereich, überschreitet oder unterschreitet ihn. Diese werden dann in ihrem Effekt auf die Rückenhaltung miteinander verglichen.

4.3.2.1 Oberkiefer

Zunächst wird die Mittellinienverschiebung betrachtet (Tabelle 31). Sechundsiebzig Probandinnen haben keine Mittellinienverschiebung, dreizehn weisen eine nach links und zwölf eine nach rechts auf. In dieser Gegenüberstellung sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen zu verzeichnen ($p \geq 0,05$).

Es werden die Stützzonen in ihrer Ausdehnung mit dem Sollwert verglichen.

Zuerst wird die rechte Stützzone betrachtet.

In Tabelle 32 werden neunundvierzig Frauen mit einer normgroßen Stützzone zweiundfünfzig Frauen, deren Stützzone nicht normgroß ist, gegenübergestellt.

Der Vergleich in Tabelle 33 findet zwischen dreiundfünfzig Frauen mit ausreichendem Platzangebot und achtundvierzig Frauen mit Platzmangel in der rechten Stützzone statt. Es sind keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen Gruppen zu verzeichnen ($p \geq 0,05$).

In Tabelle 34 werden dreiundvierzig Frauen mit einer normgroßen Stützzone mit den siebenundfünfzig Teilnehmerinnen, deren Stützzonengröße von der Norm abweicht, verglichen.

Fünfundvierzig Probandinnen ohne Platzmangel und fünfundfünfzig Probandinnen mit Platzmangel in der linken oberen Stützzone werden in Tabelle 35 miteinander verglichen. Auch hier unterscheiden sich die Gruppen nicht signifikant voneinander ($p \geq 0,05$).

Weiterhin ergibt der Vergleich von transversal symmetrischem und asymmetrischem Oberkiefer keine signifikanten Unterschiede ($p \geq 0,05$) (Tabelle 36).

Aus den Stützzonenwerten wird die Differenz berechnet (Tabelle 4) und hinsichtlich der Symmetrie des Platzangebotes eingeteilt. Die maximale Rotation ist mit einem $p \leq 0,001$ nach Bonferroni-Holm-Korrektur signifikant unterschiedlich mit einem Median von

7,75° in Gruppe eins und 3,59° in Gruppe zwei (Abbildung 24). In Gruppe eins beträgt der Interquartilabstand 6,15° und in Gruppe zwei 16,24°.

Tabelle 4: Vergleich der Oberkiefer Stützzoneendifferenz zwischen symmetrischem und asymmetrischem Platzangebot, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	symmetrisch n=33			asymmetrisch n=67			p
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	28,40	16,84	74,92	26,89	16,83	73,66	0,36
SSWR (°)	30,65	15,61	58,07	27,72	13,99	54,90	0,14
SBA (mm)	160,37	122,18	226,04	166,52	116,54	209,33	0,32
SBS (°)	1,44	-27,96	14,20	-0,35	-17,46	13,50	0,56
SBR (°)	2,66	-2,19	8,31	0,89	-7,66	8,97	0,03
RDmm (mm)	456,27	396,94	510,25	449,51	400,32	510,89	0,18
RSmm (mm)	494,48	431,19	543,49	485,56	426,76	554,55	0,12
SRNG (°)	-3,29	-11,89	1,71	-4,09	-11,50	2,36	0,70
FRNG (°)	-0,38	-3,58	1,98	-0,30	-3,99	3,26	0,77
Achs (°)	-0,46	-5,84	4,54	-0,62	-8,58	11,47	0,84
TBW (°)	15,44	7,83	22,41	14,11	6,68	24,17	0,23
Sabw (mm)	3,87	1,26	11,62	3,60	0,79	8,01	0,37
MaxS (mm)	-5,28	-20,66	14,30	-3,34	13,31	10,27	0,58
SabR (°)	3,99	1,33	10,33	3,81	1,22	11,49	0,71
MaxR (°)	7,75	-10,52	20,08	3,59	-12,78	14,01	0,001
Kyph (°)	60,61	35,61	95,98	58,55	14,13	103,55	0,43
Lord (°)	49,71	25,73	86,06	51,37	24,85	95,96	0,57
lumb (°)	14,02	8,30	21,61	14,62	7,22	30,03	0,36
BADD (mm)	96,72	62,90	113,36	91,45	61,47	116,81	0,14
BSG (°)	0,20	-5,46	3,81	0,00	-9,16	10,77	0,79
BSmm (mm)	0,36	-9,65	5,51	-0,03	-12,36	15,40	0,88
Btor (°)	-1,18	-16,02	9,67	-1,05	-16,42	14,35	0,85

Abbildung 24 stellt die Signifikanzen graphisch dar.

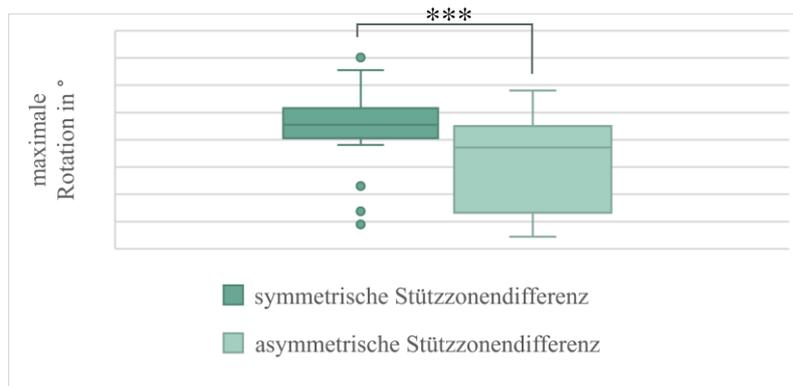


Abbildung 24: Maximale Rotation bei symmetrischem und asymmetrischem Platzangebot im Oberkiefer, Mediane und Quartile

Es folgt eine Gegenüberstellung der Stützzonenlängen im Seitenvergleich, dabei liegt die Differenz der Stützzonenlängen in Gruppe eins bei unter 1mm. Damit weisen die Probandinnen dieser Gruppe annähernd gleich große Seitenzahnstützonen auf. In Gruppe zwei ist die linke Stützzone größer, in Gruppe drei die Rechte. Die drei Gruppen unterscheiden sich bei folgenden Parametern signifikant voneinander:

Die Schulterblattrotation hat mit einem Median von $2,84^\circ$ in Gruppe eins einen deutlich höheren Wert als in Gruppe zwei mit $0,53^\circ$, hierbei liegt der p-Wert bei $\leq 0,03$. Der Interquartilabstand beträgt in Gruppe eins $4,36^\circ$ und in Gruppe zwei $4,17^\circ$ (Abbildung 25).

Die Maximale Rotation liegt im Median bei $8,23^\circ$ in Gruppe eins, $-5,68^\circ$ in Gruppe zwei und $5,75^\circ$ in Gruppe drei (Abbildung 26). Dabei unterscheiden sich Gruppe eins und zwei mit $p \leq 0,001$ und Gruppe eins und drei mit $p \leq 0,01$. Der Interquartilabstand liegt in Gruppe eins bei $5,84^\circ$, in Gruppe zwei bei $17,26^\circ$ und Gruppe drei bei $14,36^\circ$.

Tabelle 5: Gegenüberstellung der sagittalen Symmetrieverhältnisse im Oberkiefer, signifikante p-Werte fett

	symmetrisch n=33			L größer n=29			R größer n=38			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	28,75	16,84	74,92	25,64	16,83	73,66	27,70	17,27	63,20	0,37
SSWR (°)	30,65	15,61	58,07	27,47	16,39	51,22	28,68	13,99	54,90	0,37
SBA (mm)	160,37	122,18	226,04	168,37	137,76	203,91	165,07	116,54	209,33	0,25
SBS (°)	1,44	-27,96	14,20	-0,35	-17,46	12,54	-0,44	-14,24	13,50	0,88
SBR (°)	2,84	-2,19	8,31	0,53	-6,48	8,22	1,73	-7,66	8,97	0,03
RDmm (mm)	457,19	396,94	510,25	448,44	400,32	485,55	449,67	410,82	510,89	0,29
RSmm (mm)	497,50	431,19	543,49	486,58	426,76	521,58	485,13	430,58	554,55	0,15
SRNG (°)	-3,29	-11,89	2,36	-4,92	-11,50	1,00	-2,96	-9,93	1,67	0,11
FRNG (°)	-0,43	-3,58	1,98	0,14	-1,91	2,33	-0,43	-3,99	3,26	0,13
Achs (°)	-0,53	-5,84	4,54	0,35	-4,86	4,57	-1,17	-8,58	11,47	0,21
TBW (°)	15,16	7,83	22,41	13,81	6,68	20,61	14,56	6,74	24,17	0,27
Sabw (mm)	3,87	1,26	11,62	3,84	1,29	8,01	3,12	0,79	7,96	0,24
MaxS (mm)	-5,28	-20,66	14,30	-5,25	-13,08	14,30	-1,65	-13,31	10,27	0,06
SabR (°)	3,99	1,33	10,33	3,51	1,22	9,81	3,86	1,61	11,49	0,45
MaxR (°)	8,23	-10,52	20,08	-5,68	-12,46	14,01	5,75	-12,78	13,52	0,001
Kyph (°)	60,70	35,61	95,98	58,55	19,57	99,30	54,94	14,13	103,55	0,51
Lord (°)	49,71	25,73	86,06	52,43	24,85	95,96	50,33	27,43	92,47	0,78
lumb (°)	14,36	8,30	21,61	13,87	7,22	23,00	14,72	8,49	30,03	0,74
BADD (mm)	97,05	62,90	116,81	90,84	61,47	112,37	91,95	65,24	116,36	0,21
BSG (°)	0,20	-5,46	3,81	0,00	-6,71	4,21	-0,01	-9,16	10,77	0,59
BSmm (mm)	0,36	-9,65	5,51	-0,01	-10,19	6,95	-0,12	-12,36	15,40	0,63
Btor (°)	-1,18	-16,02	9,67	-1,81	-7,61	6,37	-0,51	-16,42	14,35	0,54
Brot (°)	1,17	-4,52	8,62	-0,76	-5,69	7,20	0,52	-5,58	9,89	0,16

Folgende Diagramme stellen dies graphisch dar.

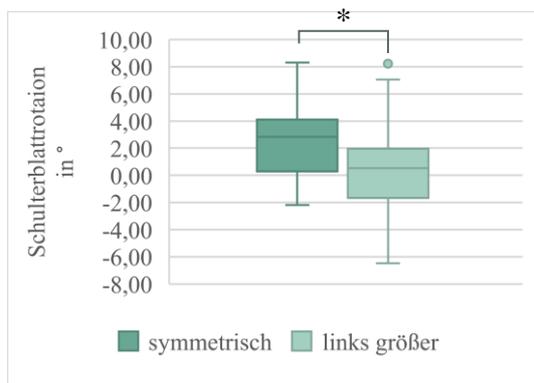


Abbildung 25: Schulterblattrotation bei unterschiedlichem Platzangebot der Stützzone im Oberkiefer, Mediane und Quartile

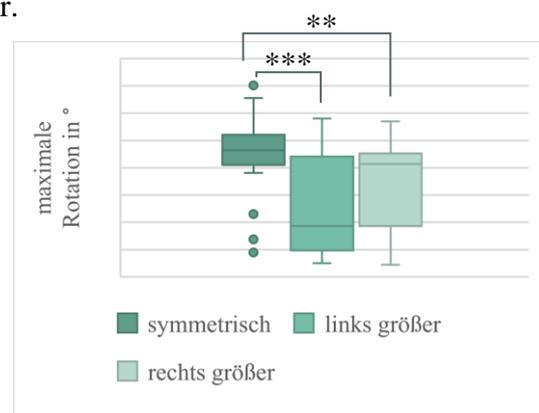


Abbildung 26: maximale Rotation bei unterschiedlichem Platzangebot der Stützzone im Oberkiefer, Mediane und Quartile

Die transversale Breite des Oberkiefers (Tabelle 6) wird nach ihrer Ausdehnung eingeteilt. Patientinnen mit einem normbreiten Kiefer werden in Gruppe eins eingeteilt.

Liegt eine Verschmälerung vor, wird sie der Gruppe zwei zugeordnet und bei einer Verbreiterung Gruppe drei. Zwischen den Gruppen eins und drei besteht ein signifikanter Unterschied bei dem Schulterstandwinkel rechts mit einem $p \leq 0,02$. Der Median liegt in Gruppe 1 bei $26,95^\circ$ und in Gruppe 3 bei $30,9^\circ$. Der Interquartilabstand beträgt $9,7^\circ$ in Gruppe 1 und $10,47^\circ$ in Gruppe 3 (Abbildung 27).

Tabelle 6: Vergleich der Ausdehnung der transversalen Breite im Oberkiefer, signifikante p-Werte fett

	norm n=30			verkleinert n=53			vergrößert n=18			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	25,22	16,83	73,66	27,91	17,27	74,92	27,76	19,10	39,94	0,61
SSWR (°)	26,95	13,99	51,22	28,64	17,15	44,38	30,89	21,45	58,07	0,03
SBA (mm)	163,50	116,54	226,04	164,92	122,18	209,33	158,84	126,60	203,86	0,72
SBS (°)	0,24	-14,37	12,54	-0,78	-17,46	14,20	2,03	-27,96	10,08	0,56
SBR (°)	11,12	-7,66	8,22	1,26	-6,48	8,97	1,85	-3,00	6,71	0,87
RDmm (mm)	455,40	396,94	503,43	448,24	400,32	510,89	453,01	418,15	510,25	0,65
RSmm (mm)	488,95	430,58	534,77	487,60	426,76	554,55	487,53	450,65	530,60	0,66
SRNG (°)	-3,52	-11,89	2,36	-3,51	-11,50	1,71	-4,84	-10,95	-0,04	0,82
FRNG (°)	-0,40	-3,99	2,14	-0,23	-3,58	3,26	-0,33	-2,02	2,33	0,84
Achs (°)	-1,31	-8,58	4,40	-0,48	-5,68	11,47	-0,39	-4,86	4,54	0,34
TBW (°)	14,72	6,74	20,68	13,88	6,68	22,78	14,96	7,25	24,17	0,69
Sabw (mm)	3,45	1,48	7,18	3,72	0,79	10,24	3,62	1,45	11,62	0,57
MaxS (mm)	-3,05	-14,55	9,06	-4,85	-17,37	14,30	-2,42	-20,66	9,31	0,54
SabR (°)	3,84	1,33	10,14	3,81	1,22	11,49	3,43	1,40	7,49	0,93
MaxR (°)	5,60	-12,78	14,01	6,00	-12,55	20,08	4,70	-10,53	13,83	0,87
Kyph (°)	61,40	32,84	99,30	30,27	14,13	103,55	55,28	42,95	100,65	0,58
Lord (°)	49,41	32,07	88,69	51,54	24,85	95,96	47,80	25,73	86,29	0,49
lumb (°)	14,70	7,67	23,00	14,72	7,22	21,61	12,72	10,39	30,03	0,83
BADD (mm)	95,30	62,90	116,81	94,61	65,24	116,36	87,80	61,47	112,76	0,46
BSG (°)	-0,35	-9,16	5,02	0,00	-4,93	10,77	0,47	-6,71	3,81	0,41
BSmm (mm)	-0,62	-12,36	9,36	-0,03	-8,21	15,40	0,59	-10,19	5,51	0,46
Btor (°)	0,05	-10,41	14,35	-1,91	-16,42	10,18	-0,98	-8,39	4,63	0,32
Brot (°)	1,22	-5,69	8,62	0,21	-4,52	9,89	0,49	-3,76	6,72	0,85

In Abbildung 27 wird dies dargestellt.

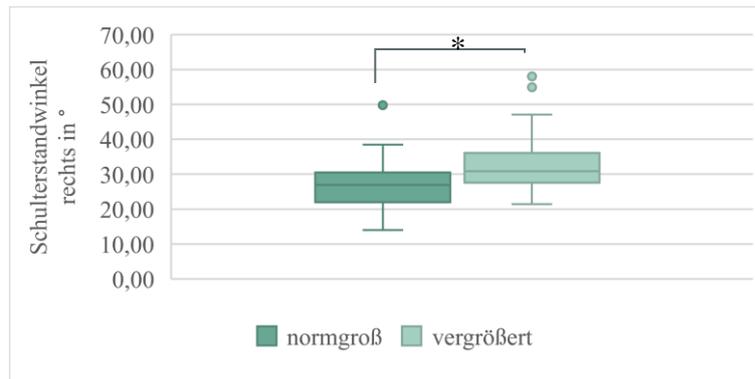


Abbildung 27: Schulterstandwinkel rechts bei normaler und vergrößerter transversaler Ausdehnung im Oberkiefer, Mediane und Quartile

4.3.2.2 Unterkiefer

Bei vierundvierzig Teilnehmerinnen liegt im Unterkiefer keine Mittellinienverschiebung vor, bei achtundzwanzig nach links und bei siebenundzwanzig nach rechts (Tabelle 37). Hier gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$). Tabelle 38 stellt den Vergleich zwischen neunundzwanzig Frauen, deren rechte Stützzone normgroß ist, und einundsiebzig Frauen, deren Stützzonegröße nicht in den Normbereich fällt, dar.

Dreiunddreißig Probandinnen ohne und siebenundsechzig mit Platzmangel in der rechten Stützzone werden in Tabelle 39 gegenübergestellt.

Der Vergleich zwischen einer normgroßen linken Stützzone bei zweiunddreißig Teilnehmerinnen und siebenundsechzig Frauen, deren Stützzone nicht der Normgröße entspricht wird in Tabelle 40 dargestellt. Tabelle 41 zeigt den Vergleich von sechsunddreißig Teilnehmerinnen ohne und dreiundsechzig mit Platzmangel in der linken Unterkieferstützzone.

Bei diesen Vergleichen ergeben sich keine signifikanten Gruppenunterschiede ($p \geq 0,05$). Vierundzwanzig Teilnehmerinnen weisen eine symmetrische Stützzonegröße auf, bei fünfundsiebzig sind die Stützzonegrößen ungleich lang. Die beiden Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (Tabelle 42, $p \geq 0,05$).

Bei vierundzwanzig Probandinnen sind die rechte und linke Stützzone gleich lang. Neununddreißig Probandinnen weisen eine links größere und sechsunddreißig eine rechts größere Stützzonegröße auf. Diese drei Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (Tabelle 43, $p \geq 0,05$).

Nun werden die transversalen Breitenverhältnisse untersucht. Vierunddreißig Teilnehmerinnen haben einen normbreiten Unterkiefer, bei fünfunddreißig ist er verschmälert und bei neunundzwanzig vergrößert. Zwischen diesen drei Gruppen gibt es keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 44, $p \geq 0,05$).

4.3.2.3 Statische Okklusion

Bei der statischen Okklusion wird untersucht ob verschiedene Merkmale der Lagebeziehung der Kiefer zueinander einen Einfluss auf Rückenparameter haben. Es wird zuerst die Frontzahnstufe betrachtet.

Tabelle 45 zeigt den Vergleich zwischen siebzehn Frauen mit einer normgroßen und vierundachtzig Teilnehmerinnen mit einer von der Normgröße abweichenden vertikalen Frontzahnstufe. Es ist kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zu verzeichnen ($p \geq 0,05$).

Die zweite Gegenüberstellung der normgroßen und nicht-normgroßen horizontalen Frontzahnstufe findet in Tabelle 7 statt. Dabei unterscheidet sich die Beckentorsion der beiden Gruppen mit $p \leq 0,001$ signifikant voneinander (Abbildung 28).

Der Median liegt in Gruppe eins mit $-2,96^\circ$ unter dem von Gruppe zwei mit $-0,46^\circ$. In Gruppe eins beträgt der Interquartilabstand $4,86^\circ$ und in Gruppe zwei $6,05^\circ$.

Tabelle 7: Gegenüberstellung der normgroßen und nicht-normgroßen horizontalen Frontzahnstufe, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	norm n=18			nicht norm n=83			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	25,93	19,73	72,96	27,46	16,83	74,92	0,92
SSWR (°)	28,95	15,61	47,06	28,41	13,99	58,07	0,94
SBA (mm)	169,01	122,18	203,91	163,04	116,54	226,04	0,56
SBS (°)	-3,53	-27,96	7,81	0,26	-14,24	14,20	0,06
SBR (°)	0,82	-7,66	8,31	1,71	-6,48	8,97	0,46
RDmm (mm)	445,57	410,82	492,06	451,26	396,94	510,89	0,50
RSmm (mm)	483,96	436,89	529,88	487,57	426,76	554,55	0,52
SRNG (°)	-4,36	-11,50	2,36	-3,76	-11,89	1,71	0,38
FRNG (°)	-0,96	-1,90	3,26	-0,27	-3,99	2,33	0,20
Achs (°)	-0,59	-5,35	3,66	-0,53	-8,58	11,47	0,58
TBW (°)	15,96	8,16	22,41	14,24	6,68	24,17	0,51
Sabw (mm)	3,78	1,48	11,62	3,60	0,79	8,01	0,19
MaxS (mm)	-5,20	-20,66	14,30	-3,77	-14,55	11,14	0,44
SabR (°)	3,57	1,47	10,33	3,81	1,22	11,49	0,82
MaxR (°)	5,92	-12,78	20,08	5,78	-12,55	17,80	0,98
Kyph (°)	66,76	43,05	95,98	57,43	14,13	103,55	0,09
Lord (°)	55,08	29,88	86,06	50,96	24,85	95,96	0,29
lumb (°)	16,01	8,49	21,61	13,87	7,22	30,03	0,13
BADD (mm)	96,89	76,04	116,81	91,81	61,47	116,36	0,15
BSG (°)	-0,24	-3,42	4,21	0,00	-9,16	10,77	0,54
BSmm (mm)	-0,41	-6,35	6,95	-0,03	-12,36	15,40	0,51
Btor (°)	-2,96	-16,02	2,93	-0,46	-16,42	14,35	0,001
Brot (°)	-0,17	-4,88	3,64	0,75	-5,69	9,89	0,07

Die Signifikanzen sind in Abbildung 28 dargestellt.

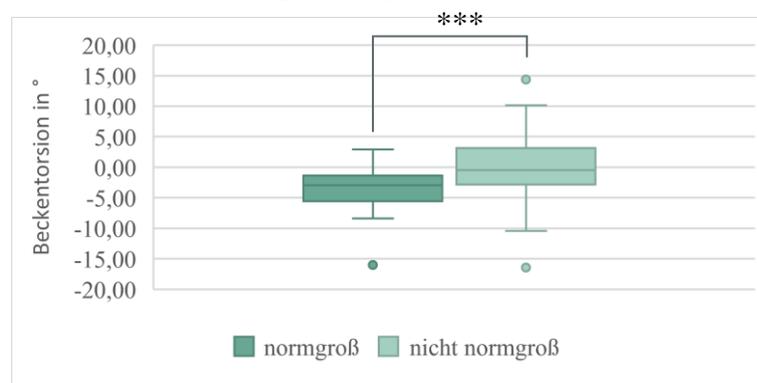


Abbildung 28: Beckentorsion bei normgroßer und nicht normgroßer horizontaler Frontzahnstufe, Mediane und Quartile

In den folgenden Aufstellungen werden die Positionen von einzelnen Zähnen an wichtigen Positionen einander gegenübergestellt.

Zuerst wird die Okklusionslage der rechten Sechsjahrmolaren in Tabelle 8 betrachtet. Sie kann einer neutralen, distalen oder mesialen Gruppe zugeordnet werden. Signifikante Unterschiede finden sich zwischen den Gruppen eins und drei der Rückenlänge S mit $p \leq 0,04$ und zwischen den Gruppen eins und zwei der frontalen Rumpfneigung mit $p \leq 0,04$. In Gruppe eins der Rückenlänge S liegt der Median mit 494,48mm höher als in Gruppe drei mit 474,99mm. Der Interquartilabstand beträgt 45,13mm in Gruppe eins und 31,65mm in Gruppe drei (Abbildung 29). Bei der frontalen Rumpfneigung liegt der Median in Gruppe eins mit $-0,59^\circ$ unter dem der Gruppe zwei mit $-0,11^\circ$. Die Interquartilrange beträgt $1,77^\circ$ in Gruppe eins und $1,8^\circ$ in Gruppe zwei (Abbildung 30).

Tabelle 8: Gegenüberstellung des ersten Molaren rechts in mesiodistaler Ausrichtung, signifikante p-Werte fett

	neutral n=41			distal n=42			mesial n=18			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,49	16,84	74,92	26,99	16,83	63,20	27,10	19,10	73,66	0,74
SSWR (°)	27,64	13,99	49,78	29,20	16,39	58,07	27,31	15,61	54,90	0,19
SBA (mm)	164,92	116,54	226,04	164,55	122,18	197,82	162,82	132,39	209,33	0,89
SBS (°)	1,44	-27,96	14,20	-0,84	-17,00	13,50	-4,40	-14,37	12,54	0,10
SBR (°)	1,61	-7,66	8,31	2,07	-3,85	8,97	0,81	3,93	8,22	0,36
RDmm (mm)	457,19	400,32	510,89	451,14	396,94	503,43	444,45	419,09	477,27	0,11
RSmm (mm)	494,48	430,58	554,55	487,79	426,76	543,49	474,99	442,14	514,44	0,05
SRNG (°)	-4,09	-11,89	1,71	-4,14	-10,36	0,01	-2,17	-11,50	2,36	0,31
FRNG (°)	-0,59	-3,99	1,77	-0,11	-1,94	3,26	-0,26	-2,02	2,14	0,05
Achs (°)	-0,92	-8,58	11,47	-0,41	-5,84	4,59	-0,43	-3,59	4,54	0,34
TBW (°)	14,11	6,74	22,78	14,68	6,68	22,37	14,62	8,26	24,17	0,91
Sabw (mm)	3,60	0,79	11,62	3,87	1,16	8,01	2,71	1,48	7,96	0,22
MaxS (mm)	-5,10	-20,66	11,14	-0,93	-13,08	14,30	-4,61	-13,31	7,02	0,23
SabR (°)	3,62	1,22	10,14	4,20	1,40	11,49	3,59	1,47	9,81	0,19
MaxR (°)	5,71	-12,78	17,80	6,75	-12,55	20,08	-3,43	-10,37	14,01	0,26
Kyph (°)	65,82	14,13	86,87	56,33	19,57	103,55	55,29	43,04	100,65	0,87
Lord (°)	51,40	26,10	95,96	51,40	24,85	92,47	44,77	28,86	86,29	0,28
lumb (°)	14,72	8,30	21,61	14,38	7,22	23,00	12,55	7,67	30,03	0,39
BADD (mm)	93,61	62,90	114,94	95,59	65,69	116,36	89,40	61,47	116,81	0,27
BSG (°)	0,01	-9,16	10,77	-0,13	-6,71	4,35	0,10	-4,49	4,21	0,97
BSmm (mm)	0,01	-12,36	15,40	-0,21	-10,19	8,48	-0,04	-6,93	6,95	0,97
Btor (°)	-1,61	-16,02	14,35	-1,31	-16,42	10,18	0,11	-7,61	5,54	0,88
Brot (°)	-0,38	-5,58	8,62	1,18	-5,69	9,89	-0,17	-4,44	7,20	0,08

Abbildung 29 und Abbildung 30 zeigen die signifikanten Ergebnisse.

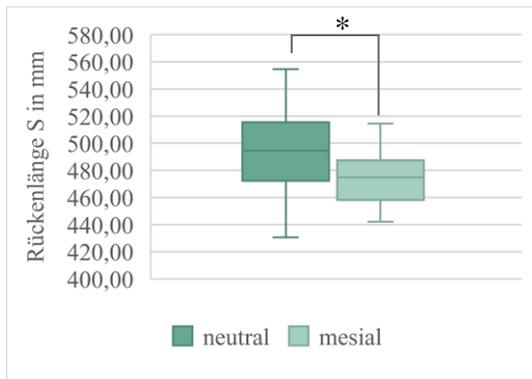


Abbildung 29: Rückenlänge S bei neutraler und mesialer Okklusion des ersten Molaren rechts, Mediane und Quartile

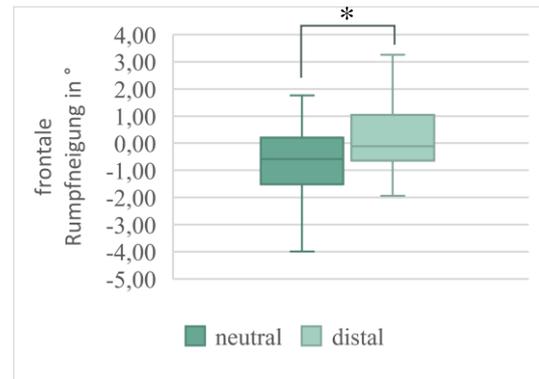


Abbildung 30: frontale Rumpfneigung bei neutraler und distaler Okklusion des ersten Molaren rechts, mediane und Quartile

Als zweites wird die mesiodistale Position der rechten Eckzähne in Tabelle 9 aufgeschlüsselt. In dieser Gegenüberstellung gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen eins und zwei bei den Parametern Schulterstandwinkel rechts mit $p \leq 0,05$ und Beckenrotation mit $p \leq 0,001$. In Gruppe eins liegt der Median des Schulterstandwinkels rechts mit $26,13^\circ$ unter dem von Gruppe zwei mit $30,06^\circ$. Der Interquartilabstand beträgt $8,68^\circ$ in Gruppe eins und $7,88^\circ$ in Gruppe zwei (Abbildung 31). Die Beckenrotation ist in der ersten Gruppe im Median bei $-0,76^\circ$ und $1,66^\circ$ in Gruppe zwei. Der Interquartilabstand beträgt $3,61^\circ$ in Gruppe eins und $4,31^\circ$ in Gruppe zwei (Abbildung 32).

Tabelle 9: Gegenüberstellung des Eckzahnes rechts in mesiodistaler Ausrichtung, signifikante p-Werte fett

	neutral n=37			distal n=46			mesial n=18			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,47	16,84	73,66	27,91	16,83	74,92	27,02	19,10	72,96	0,82
SSWR (°)	26,13	15,61	49,78	30,06	13,99	58,07	28,61	18,64	54,90	0,05
SBA (mm)	167,32	125,26	226,04	160,94	116,54	209,33	162,82	132,39	187,59	0,27
SBS (°)	0,26	-27,96	12,54	0,36	-14,24	13,50	-1,06	-17,00	14,20	0,30
SBR (°)	0,81	-7,66	7,07	2,07	-3,05	8,97	1,55	-3,93	8,31	0,09
RDmm (mm)	454,75	400,32	503,43	450,77	396,94	510,89	448,13	423,71	482,55	0,84
RSmm (mm)	492,18	426,76	534,77	485,64	431,19	554,55	487,54	450,50	521,58	0,91
SRNG (°)	-3,79	-11,89	1,71	-3,20	-10,36	1,67	-5,23	-8,99	2,36	0,24
FRNG (°)	-0,42	-3,99	1,77	-0,27	-3,90	3,26	0,01	-3,58	2,33	0,40
Achs (°)	-0,52	-5,35	11,47	-0,51	-8,58	4,59	-1,39	-4,86	4,54	0,77
TBW (°)	14,24	6,68	22,78	14,68	6,74	22,37	14,35	8,60	24,17	0,98
Sabw (mm)	3,06	0,79	11,62	4,15	1,16	7,96	3,10	1,48	5,06	0,04
MaxS (mm)	-4,50	-20,66	11,14	-3,92	-14,55	14,30	-4,78	-8,84	7,02	0,61
SabR (°)	3,42	1,22	10,14	3,60	1,36	11,49	4,54	2,16	9,81	0,11
MaxR (°)	-3,14	-12,78	13,65	6,76	-12,55	20,08	6,03	-10,44	17,80	0,08
Kyph (°)	66,39	19,57	100,65	55,72	14,13	103,55	55,29	42,95	86,28	0,18
Lord (°)	55,51	26,10	95,96	51,19	24,85	92,47	45,91	25,73	85,48	0,27
lumb (°)	14,43	8,52	30,03	14,48	7,22	23,00	13,23	7,67	19,79	0,51
BADD (mm)	90,32	61,47	110,76	94,68	65,24	116,36	94,63	67,91	116,81	0,54
BSG (°)	0,18	-4,93	10,77	-0,20	-9,16	4,35	0,15	-6,71	4,04	0,53
BSmm (mm)	0,24	-8,21	15,40	-0,31	-12,36	8,48	0,01	-10,19	5,51	0,55
Btor (°)	-1,53	-16,02	14,35	-0,70	-16,42	10,18	-1,16	-5,23	4,63	0,78
Brot (°)	-0,76	-5,58	8,62	1,66	-4,51	9,89	0,52	-5,69	7,20	0,001

Die signifikanten Ergebnisse werden in Abbildung 31 und Abbildung 32 dargestellt.

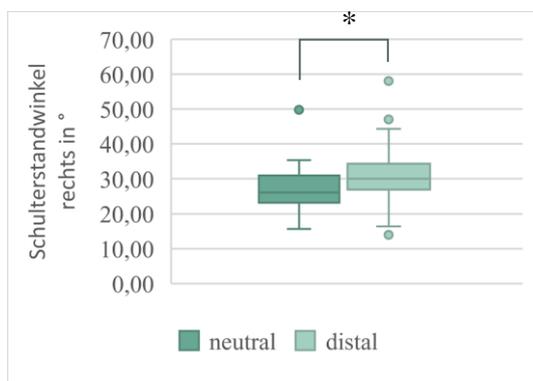


Abbildung 31: Schulterstandwinkel rechts bei neutraler und distaler Okklusion des rechten Eckzahnes, mediane und Quartile

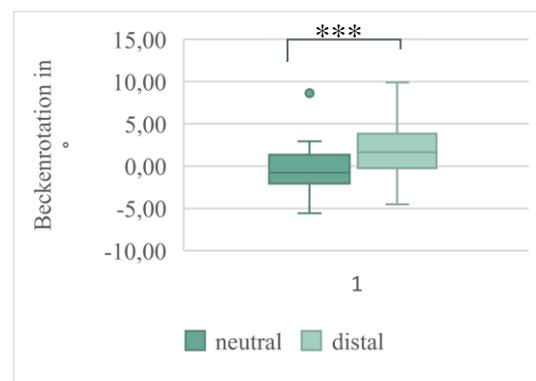


Abbildung 32: Beckenrotation bei neutraler und distaler Eckzahnokklusion rechts, Mediane und Quartile

Als dritter Punkt wird die linksseitige Eckzahnverzahnung in Tabelle 10 betrachtet. Der Schulterblattabstand unterscheidet sich signifikant zwischen den Gruppen eins und zwei, sowie zwei und drei mit $p \leq 0,01$ (Abbildung 33). Der Median der Gruppe zwei des Schulterblattabstandes liegt mit 156,88mm unter denen der Gruppen eins mit 171,78mm oder drei mit 174,35mm.

Der Interquartilabstand beträgt 25,8mm in Gruppe zwei, 30,23mm in Gruppe eins und 27,48mm in Gruppe drei.

Die sagittale Rumpfneigung hat ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen eins und zwei mit $p \leq 0,01$ und zwei und drei mit $p \leq 0,02$ (Abbildung 34). Hier liegt der Median der Gruppe zwei mit $-2,6^\circ$ über den der Gruppen eins mit $-4,9^\circ$ und drei mit $-5,25^\circ$.

Der Interquartilabstand beträgt $3,96^\circ$ in Gruppe zwei, $4,81^\circ$ in Gruppe eins und $5,81^\circ$ in Gruppe drei.

Der Lordosewinkel weist eine signifikante Differenz zwischen den Gruppen eins und zwei mit $p \leq 0,04$ auf (Abbildung 35). Der Median in Gruppe eins ist dabei mit $54,99^\circ$ höher als in Gruppe zwei mit $48,46^\circ$. Der Interquartilabstand beträgt $25,97^\circ$ in Gruppe eins und $16,19^\circ$ in Gruppe zwei.

Tabelle 10: Gegenüberstellung des Eckzahnes links in mesiodistaler Ausrichtung, signifikante p-Werte fett

	neutral n=39			distal n=51			mesial n=11			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	25,22	16,83	67,76	27,49	16,84	74,92	26,47	21,06	39,94	0,61
SSWR (°)	26,43	15,61	51,22	29,08	13,99	58,07	31,30	17,15	38,44	0,11
SBA (mm)	171,78	122,18	226,04	156,88	116,54	197,82	174,35	141,96	203,91	0,001
SBS (°)	0,33	-27,96	14,20	-0,78	-17,00	13,50	-3,43	-17,46	9,71	0,48
SBR (°)	1,45	-7,66	8,22	1,36	-3,85	8,97	2,19	-3,05	8,31	0,78
RDmm (mm)	448,44	396,94	510,25	451,26	417,75	510,89	458,85	411,08	491,71	0,50
RSmm (mm)	494,48	426,76	534,77	484,75	442,14	554,55	487,57	446,73	530,76	0,88
SRNG (°)	-4,90	-11,89	0,05	-2,60	9,86	2,36	-5,25	-10,36	-1,42	0,001
FRNG (°)	-0,40	-3,58	3,26	-0,27	-3,90	1,98	-0,38	-3,99	2,27	0,95
Achs (°)	-0,54	-5,35	4,57	-0,71	-8,58	11,47	1,66	-2,00	4,54	0,15
TBW (°)	14,49	6,68	22,41	14,41	6,74	24,17	14,70	7,25	18,70	0,94
Sabw (mm)	3,31	0,79	11,62	3,84	1,16	10,24	2,97	1,45	7,96	0,64
MaxS (mm)	-4,70	-20,66	14,30	-4,07	-17,37	11,14	-3,23	-13,08	5,31	0,61
SabR (°)	3,36	1,22	10,33	3,90	1,40	11,49	4,18	1,55	6,66	0,35
MaxR (°)	5,52	-12,78	20,08	6,00	-12,55	13,65	6,86	-10,65	10,82	0,94
Kyph (°)	66,84	19,57	103,55	57,43	14,13	87,35	55,51	35,74	99,30	0,14
Lord (°)	54,99	25,73	95,96	48,46	24,85	84,00	54,67	27,18	88,69	0,04
lumb (°)	14,98	7,67	30,03	13,46	8,30	20,81	12,54	7,22	23,00	0,28
BADD (mm)	95,77	70,15	113,36	88,18	61,47	116,81	94,61	67,91	112,37	0,09
BSG (°)	0,01	-6,71	4,21	-0,11	-9,16	10,77	1,51	-1,88	5,02	0,23
BSmm (mm)	-0,01	-10,19	6,95	-0,20	-12,36	15,40	2,06	-3,50	9,36	0,28
Btor (°)	-1,18	-7,11	14,35	-1,05	-16,42	10,18	-1,28	-6,83	4,63	0,94
Brot (°)	1,17	-4,88	7,70	0,27	-5,69	9,89	0,50	-5,58	4,77	0,77

Der signifikante Gruppenunterschied ist in Abbildung 33-Abbildung 35 zu sehen.

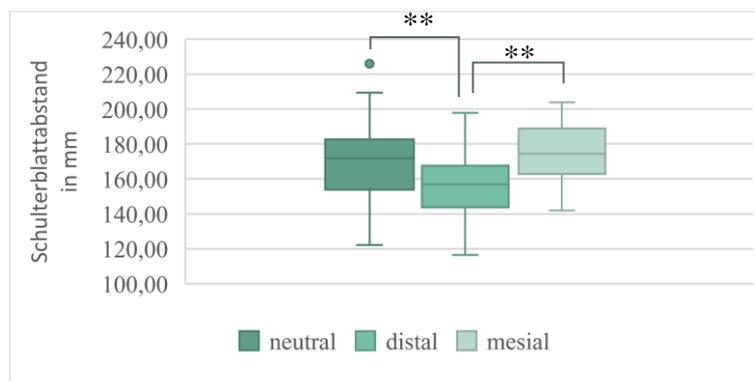


Abbildung 33: Schulterblattabstand bei neutraler, distaler und mesialer Eckzahnverzahnung links, Mediane und Quartile

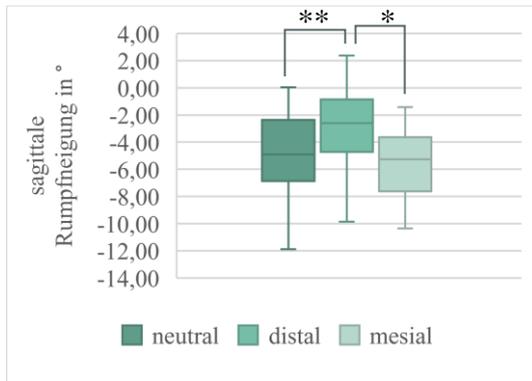


Abbildung 34: sagittale Rumpfneigung bei neutraler, Distaler und mesialer Eckzahnokklusion links, Mediane und Quartile

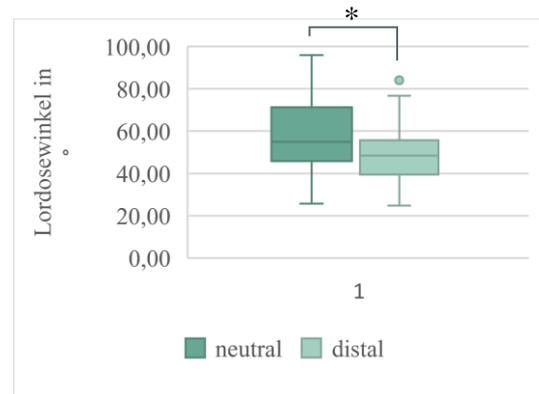


Abbildung 35: Lordosewinkel bei neutraler und distaler Eckzahnokklusion links, Mediane und Quartile

Der vierte Okklusionsparameter ist die Okklusionslage des linken ersten Molaren (Tabelle 11). Der Schulterblattabstand hat zwischen den Gruppen eins und zwei eine signifikante Differenz mit $p \leq 0,001$ (Abbildung 36). In Gruppe eins liegt der Median mit 176,51mm höher als in Gruppe zwei mit 151,91mm.

Der Interquartilabstand beträgt 25,18mm in Gruppe eins und 21,93mm in Gruppe zwei.

Die Schulterblattrotation unterscheidet sich mit $p \leq 0,03$ zwischen den Gruppen zwei und drei signifikant voneinander (Abbildung 37).

Der Median der Gruppe zwei liegt mit $1,96^\circ$ über dem von Gruppe drei mit $0,45^\circ$. Der Interquartilabstand beträgt $4,51^\circ$ in Gruppe zwei und $3,94^\circ$ in Gruppe drei.

Die maximale Rotation unterscheidet sich mit $p \leq 0,03$ zwischen den Gruppen zwei und drei voneinander (Abbildung 38). Auch hier ist der Median der Gruppe zwei mit $6,81^\circ$ höher als der in Gruppe drei mit $-4,35^\circ$. Der Interquartilabstand beträgt $12,18^\circ$ in Gruppe zwei und $18,12^\circ$ in Gruppe drei.

Tabelle 11: Gegenüberstellung des ersten Molaren links in mesiodistaler Ausrichtung, signifikante p-Werte fett

	neutral n=37			distal n=45			mesial n=19			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	28,11	17,27	74,92	28,24	16,84	72,96	25,64	16,83	41,80	0,63
SSWR (°)	27,28	15,61	58,07	29,44	13,99	51,22	26,43	16,39	49,78	0,22
SBA (mm)	176,57	122,18	226,04	151,91	116,54	189,19	163,05	125,26	203,91	0,001
SBS (°)	0,32	-27,96	14,20	-0,10	-17,00	10,75	-2,02	-17,46	13,50	0,68
SBR (°)	1,45	-7,66	8,31	1,96	-3,43	8,97	0,45	-3,34	6,36	0,04
RDmm (mm)	454,58	396,94	510,25	451,27	417,75	510,89	449,12	411,08	477,27	0,18
RSmm (mm)	491,53	426,76	530,76	488,95	456,22	554,55	486,98	430,58	518,52	0,26
SRNG (°)	-4,10	-11,89	1,00	-3,11	-11,50	2,36	-4,53	-10,36	0,20	0,41
FRNG (°)	-0,23	-3,99	3,26	-0,43	-3,90	2,33	-0,31	-2,02	2,27	0,98
Achs (°)	-0,54	-5,35	11,47	-0,62	-8,58	4,59	-0,24	-2,00	4,54	0,21
TBW (°)	13,91	6,68	24,17	15,35	6,74	22,78	14,73	7,25	22,41	0,58
Sabw (mm)	3,23	0,79	11,62	3,72	1,16	10,24	3,39	1,45	7,96	0,96
MaxS (mm)	-4,71	-20,66	14,30	-3,27	-17,37	11,14	-4,50	-13,08	10,27	0,46
SabR (°)	3,81	1,22	10,33	3,90	1,40	11,49	3,36	1,55	6,81	0,47
MaxR (°)	5,71	-12,78	20,08	6,81	-12,46	14,01	-4,35	-12,55	10,19	0,03
Kyph (°)	60,27	19,57	86,87	56,51	14,13	103,55	59,13	32,84	100,65	0,39
Lord (°)	50,96	26,10	95,96	49,58	24,85	92,47	51,38	28,86	88,69	0,41
lumb (°)	14,43	7,22	20,70	13,87	7,67	20,81	15,55	9,14	30,03	0,19
BADD (mm)	95,43	70,15	113,36	93,83	62,90	116,81	93,61	61,47	112,37	0,95
BSG (°)	-0,14	-4,93	10,77	-0,09	-9,16	4,21	0,48	-2,19	4,35	0,16
BSmm (mm)	-0,57	-8,21	15,40	-0,18	-12,36	6,95	0,84	-3,50	8,48	0,16
Btor (°)	-1,78	-7,11	9,67	-1,43	-16,42	7,38	0,17	-7,61	14,35	0,59
Brot (°)	0,47	-5,58	6,72	1,15	-5,69	9,89	-0,61	-4,51	4,77	0,22

Abbildung 36 - Abbildung 38 stellen die Signifikanzen graphisch dar.

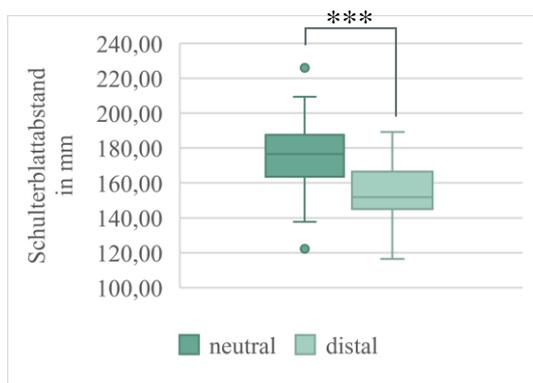


Abbildung 36: Schulterblattabstand bei neutraler und distaler Okklusion des ersten linken Molaren, Mediane und Quartile

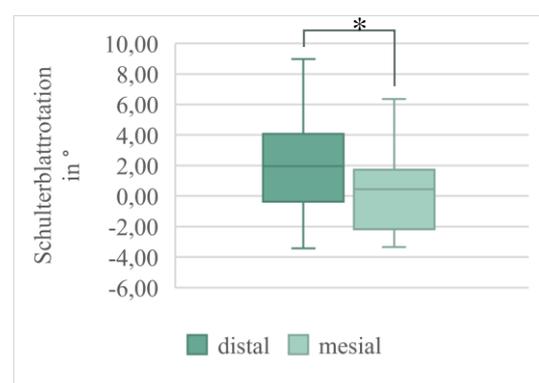


Abbildung 37: Schulterblattrotation bei distaler und mesialer Okklusion des ersten Molaren links, Mediane und Quartile

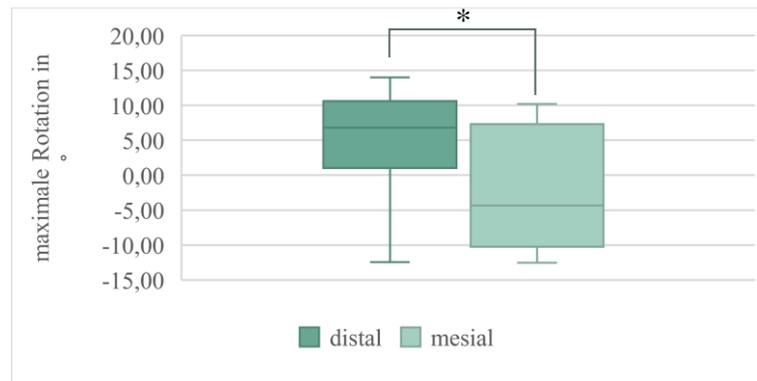


Abbildung 38: maximale Rotation bei distaler und mesialer Okklusion des ersten Molaren links, Mediane und Quartile

Im Hinblick auf Abweichungen der Seitenzähne von der regulären Verzahnung in der Transversalebene weisen acht Probandinnen einen Kreuzbiss auf der rechten Seite auf und dreiundneunzig keinen (Tabelle 46). Auch linksseitig haben acht Probandinnen eine Kreuzbissituation und dreiundneunzig nicht (Tabelle 47).

Auf der rechten Seite weisen neunzehn Teilnehmerinnen einen Kopfbiss auf, zweiundachtzig keinen (Tabelle 48), linksseitig haben siebzehn Teilnehmerinnen einen Kopfbiss, vierundachtzig nicht (Tabelle 49).

Insgesamt weisen dreizehn Probandinnen einen Kreuzbiss auf, die übrigen achtundachtzig keinen (Tabelle 50). Achtundzwanzig Teilnehmerinnen weisen einen Kopfbiss auf, dreiundsiebzig keinen (Tabelle 51).

Bei diesen Gegenüberstellungen stellen sich keine signifikanten Differenzen zwischen den Gruppen dar ($p \geq 0,05$).

Die Molarenokklusion wird nun bezogen auf den gesamten Kiefer untersucht.

Zuerst werden Probandinnen mit einer neutralen Verzahnung denen gegenübergestellt, deren Okklusion nicht neutral ist (Tabelle 12). Der Schulterblattabstand unterscheidet sich zwischen diesen beiden Gruppen mit $p \leq 0,01$. Dabei ist der Median in Gruppe eins mit 161,7mm kleiner als in Gruppe zwei mit 172,4mm. Der Interquartilabstand beträgt 30,67mm in Gruppe eins und 24,06mm in Gruppe zwei (Abbildung 39).

Tabelle 12: Gegenüberstellung neutrale und nicht neutrale Okklusion, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	nicht neutral n=80			neutral n=21			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,37	16,83	73,66	25,12	17,27	74,92	0,53
SSWR (°)	28,93	13,99	58,07	26,30	18,35	34,21	0,08
SBA (mm)	161,70	116,54	209,33	172,40	147,95	226,04	0,01
SBS (°)	-1,35	-17,46	13,50	2,45	-27,96	14,20	0,14
SBR (°)	1,26	-3,93	8,97	1,81	-7,66	8,31	0,93
RDmm (mm)	449,67	396,94	510,89	457,19	400,32	510,25	0,33
RSmm (mm)	486,80	426,76	554,55	495,89	431,66	530,76	0,21
SRNG (°)	-3,15	-11,50	2,36	-4,81	-11,89	-0,04	0,03
FRNG (°)	-0,24	-3,90	3,26	-0,59	-3,99	0,76	0,05
Achs (°)	-0,53	-8,58	4,59	-0,92	-5,35	11,47	0,28
TBW (°)	14,56	6,68	24,17	14,11	7,32	21,42	0,91
Sabw (mm)	3,72	1,16	10,24	3,09	0,79	11,62	0,39
MaxS (mm)	-3,92	-17,37	14,30	-4,85	-20,66	10,33	0,39
SabR (°)	3,88	1,40	11,49	3,32	1,22	9,18	0,13
MaxR (°)	6,59	-12,55	20,08	4,48	-12,78	17,80	0,49
Kyph (°)	56,33	14,13	103,55	66,56	35,61	86,87	0,17
Lord (°)	51,19	24,85	92,47	50,96	26,10	95,96	0,14
lumb (°)	14,43	7,22	30,03	14,43	8,30	20,70	0,79
BADD (mm)	92,25	61,47	116,81	95,89	70,15	110,76	0,48
BSG (°)	0,02	-9,16	4,35	0,00	-4,93	10,77	0,60
BSmm (mm)	-0,11	-12,36	8,48	-0,01	-8,21	15,40	0,62
Btor (°)	-0,86	-16,42	14,35	-2,04	-7,11	9,67	0,49
Brot (°)	0,83	-5,69	9,89	-0,38	-5,58	4,98	0,13

In Abbildung 39 wird dies graphisch dargestellt.

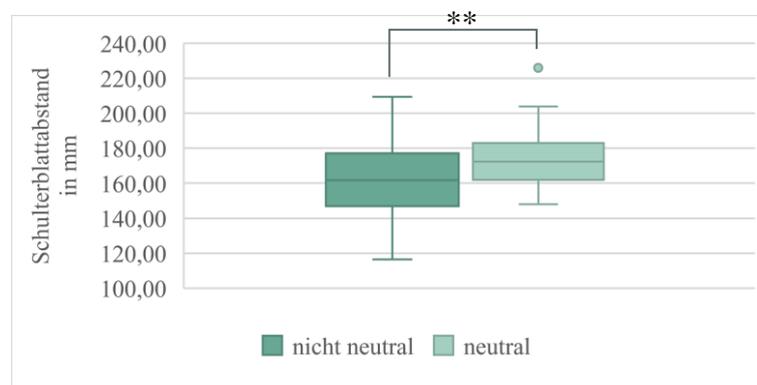


Abbildung 39: Schulterblattabstand bei neutraler und nicht neutraler Molarenokklusion, Mediane und Quartile

Die zweite Betrachtung schließt Probandinnen mit und ohne Distalokklusion ein (Tabelle 52). Diese beiden Gruppen weisen keine signifikanten Unterschiede auf ($p \geq 0,05$).

Die Okklusion wird nun auf ihre Symmetrie untersucht.

Zunächst wird untersucht ob sich Probandinnen mit beidseitig gleicher oder verschiedener Okklusionklasse voneinander unterscheiden (Tabelle 53), es ist keine signifikante Differenz zu verzeichnen ($p \geq 0,05$).

Die zwei symmetrischen Okklusionstypen und der asymmetrische werden zusammenfassend gegenübergestellt (Tabelle 13). Der Schulterblattabstand unterscheidet sich mit $p \leq 0,02$ zwischen Gruppe eins und zwei signifikant voneinander. Dabei ist der Median mit 172,4mm in Gruppe eins höher als in Gruppe zwei mit 155,08mm. Der Interquartilabstand beträgt 24,06mm in Gruppe eins und 23,73mm in Gruppe zwei.

Tabelle 13: Gegenüberstellung der Okklusionsklassen, signifikante p-Werte fett

	Angle1 n=21			Angle2 n=27			asymm n=46			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Mn.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL	25,12	17,27	74,92	26,69	18,91	63,20	28,35	16,83	73,66	0,71
SSWR	26,30	18,35	34,21	29,22	18,45	47,06	28,64	13,99	58,07	0,13
SBA	172,40	147,95	226,04	155,08	126,69	188,47	165,92	166,54	209,33	0,03
SBS	2,45	-27,96	14,20	-1,56	-17,00	7,96	0,03	-17,46	13,50	0,22
SBR	1,81	-7,66	8,31	2,57	-3,43	8,97	795,00	-3,93	8,22	0,15
RDmm	457,19	400,32	510,25	456,22	420,93	503,43	446,45	396,94	510,89	0,22
RSmm	495,89	431,66	530,76	488,95	456,22	543,49	486,16	426,76	554,55	0,32
SRNG	-4,81	-11,89	-0,04	-3,76	-9,86	0,01	-3,41	-11,50	2,36	0,16
FRNG	-0,59	-3,99	0,76	-0,27	-1,94	2,33	-0,07	-3,90	3,26	0,10
Achs	-0,92	-5,35	11,47	-0,53	-5,84	4,59	-0,54	-8,58	4,28	0,59
TBW	14,11	7,32	21,42	15,35	8,60	22,37	14,18	6,68	24,17	0,59
Sabw	3,09	0,79	11,62	3,63	1,16	5,89	3,90	1,29	10,24	0,18
MaxS	-4,85	-20,66	10,33	0,65	-10,39	9,31	-5,09	-17,37	14,30	0,21
SabR	3,32	1,22	9,18	4,16	1,40	11,49	3,84	1,47	10,33	0,27
MaxR	4,48	-12,78	17,80	6,54	-10,44	13,83	6,75	-12,55	20,08	0,41
Kyph	66,56	35,61	86,87	56,51	31,64	103,55	57,22	14,13	99,30	0,37
Lord	50,96	26,10	95,96	51,12	24,85	92,47	51,38	29,88	88,69	0,35
lumb	14,43	8,30	20,70	13,99	8,37	20,81	15,08	7,22	23,00	0,71
BADD	95,89	70,15	110,76	96,98	65,69	116,36	92,25	62,90	116,81	0,76
BSG	0,00	-4,93	10,77	-0,02	-6,71	4,04	-0,12	-9,16	4,35	0,87
BSmm	-0,01	-8,21	15,40	-0,03	-10,19	5,51	-0,42	-12,36	8,48	0,82
Btor	-2,04	-7,11	9,67	-1,53	-16,42	7,38	-0,64	-16,02	14,35	0,53
Brot	-0,38	-5,58	4,98	1,15	-5,69	9,89	1,22	-4,51	8,62	0,16

Dies wird in Abbildung 40 graphisch dargestellt.

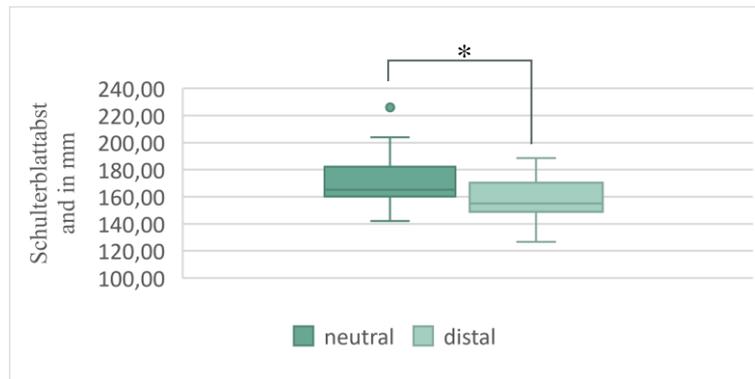


Abbildung 40: Schulterblattabstand in Abhängigkeit von der Okklusionsklasse, Mediane und Quartile

4.3.3 Einfluss der Axiographie

Die Probanden können Anhand ihrer Messwerte aufgeteilt werden. Es wird betrachtet, ob ein bestimmtes Merkmal vorliegt und ob es in den Normbereich fällt oder davon abweicht.

Bei der Laterotrusion sind in der ersten Gruppe Probandinnen mit einer normgroßen Bewegungsreichweite, in der zweiten Gruppe mit einer verkleinerten und in der dritten Gruppe mit einer vergrößerten Seitwärtsbewegung.

Zuerst wird die Laterotrusion nach rechts untersucht (Tabelle 14). Die signifikanten Unterschiede im Bereich der Schulterparameter liegen bei den Schulterstandwinkeln zwischen den Gruppen eins und drei: rechts $p \leq 0,05$ (Abbildung 41) und links (Abbildung 42) $p \leq 0,04$ sowie zwei und drei: rechts $p \leq 0,05$ und links $p \leq 0,03$. Bei beiden Schulterstandwinkeln liegt der Median in Gruppe drei höher als in Gruppe eins und zwei: rechts bei $33,06^\circ$ und links bei $31,36^\circ$. Der Interquartilabstand ist in Gruppe drei rechts bei $7,65^\circ$ und links bei $7,89^\circ$. Beim Schulterstandwinkel rechts liegt der Median in Gruppe eins bei $28,25^\circ$, mit einem Interquartilabstand von $6,35^\circ$ und in Gruppe zwei bei $27,07^\circ$ mit einem Interquartilabstand von $14,56^\circ$. Der linke Schulterstandwinkel ist in Gruppe eins bei einem Median von $26,49^\circ$ mit einem Interquartilabstand von $8,54^\circ$ und in Gruppe zwei bei $25,24^\circ$ mit einem Interquartilabstand von $10,13^\circ$.

Im Bereich der Wirbelsäulenparameter gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen eins und zwei mit $p \leq 0,02$ sowie eins und drei mit $p \leq 0,05$ beim thorakalen Biegungswinkel (Abbildung 43). Hier ist der Median der Gruppe eins mit $13,51^\circ$ niedriger als der in Gruppe zwei mit $15,82^\circ$ oder Gruppe drei mit $16,5^\circ$. Der

Interquartilabstand beträgt in Gruppe eins 5,83°, in Gruppe zwei 5,27° und in Gruppe drei 5,82°.

Tabelle 14: Gegenüberstellung der Bewegungsreichweiten nach rechts, signifikante p-Werte fett

	norm n=65			hypo n=26			hyper n=10			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,49	16,83	74,92	25,24	16,84	72,96	31,36	24,86	40,49	0,04
SSWR (°)	28,25	13,99	47,06	27,07	15,92	58,07	33,06	25,97	51,22	0,04
SBA (mm)	163,04	116,54	209,33	166,92	125,26	203,91	159,21	126,31	226,04	0,72
SBS (°)	0,32	-27,96	14,20	-2,07	-17,46	9,71	2,68	-12,53	10,75	0,11
SBR (°)	1,26	-6,48	8,97	1,81	-7,66	6,56	1,50	-2,19	8,31	0,98
RDmm (mm)	454,58	396,94	510,89	448,34	411,08	491,71	454,07	418,15	510,25	0,58
RSmm (mm)	487,57	426,76	554,55	488,77	430,58	543,49	492,15	450,50	534,77	0,78
SRNG (°)	-3,18	-11,89	1,71	-5,05	-10,36	2,36	-5,66	-10,09	-0,04	0,06
FRNG (°)	-0,30	-3,58	3,26	-0,41	-3,99	1,98	-0,37	-3,90	2,14	0,96
Achs (°)	-0,48	-8,58	11,47	-0,67	-5,84	4,59	-0,72	-3,59	3,13	0,84
TBW (°)	13,51	6,68	22,78	15,82	8,16	24,17	16,50	10,78	22,41	0,01
Sabw (mm)	3,70	0,79	11,62	3,31	1,16	8,01	3,80	2,39	5,06	0,72
MaxS (mm)	-3,27	-20,66	14,30	-4,79	-12,30	8,39	-6,04	-9,63	6,46	0,47
SabR (°)	3,66	1,22	11,49	4,09	1,40	10,14	3,76	1,85	9,81	0,60
MaxR (°)	5,78	-12,55	20,08	4,69	-12,78	13,65	6,46	-10,53	10,01	0,81
Kyph (°)	59,13	14,13	95,98	59,68	32,84	103,55	53,55	42,93	80,91	0,73
Lord (°)	51,95	24,85	95,96	49,02	27,43	92,47	47,53	25,73	85,48	0,46
lumb (°)	14,43	7,22	20,70	14,43	8,39	30,03	13,13	7,67	21,61	0,48
BADD (mm)	91,45	61,47	114,94	95,13	62,90	116,81	95,78	85,20	110,02	0,39
BSG (°)	-0,02	-9,16	10,77	0,21	-5,46	5,02	-0,24	-2,78	2,88	0,89
BSmm (mm)	-0,03	-12,36	15,40	0,27	-9,65	9,36	-0,41	-4,13	5,51	0,93
Btor (°)	-1,64	-16,42	10,18	-0,15	-10,41	14,35	-1,00	-5,23	4,65	0,38
Brot (°)	0,47	-5,69	9,89	0,84	-5,58	8,62	0,84	-1,57	7,20	0,66

Mithilfe von Abbildung 41-Abbildung 43 werden die signifikanten Ergebnisse gezeigt.

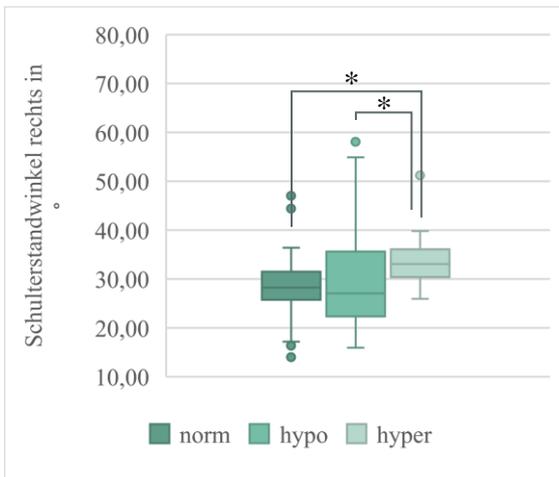


Abbildung 41: Schulterstandwinkel rechts bei normaler, eingeschränkter und hypermobiler Laterotrusion rechts, Mediane und Quartile

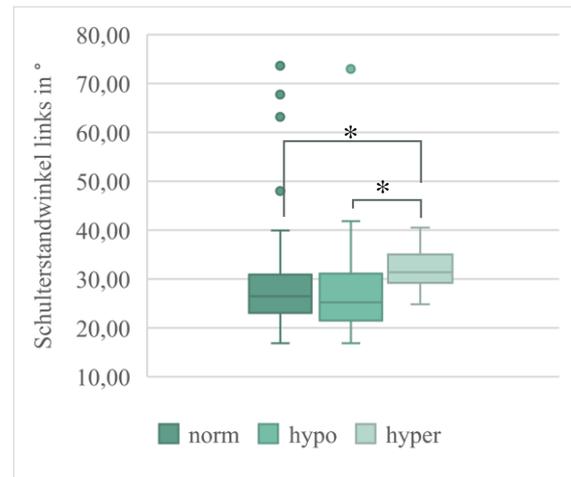


Abbildung 42: Schulterstandwinkel links bei normaler, eingeschränkter und hypermobiler Laterotrusion rechts, Mediane und Quartile

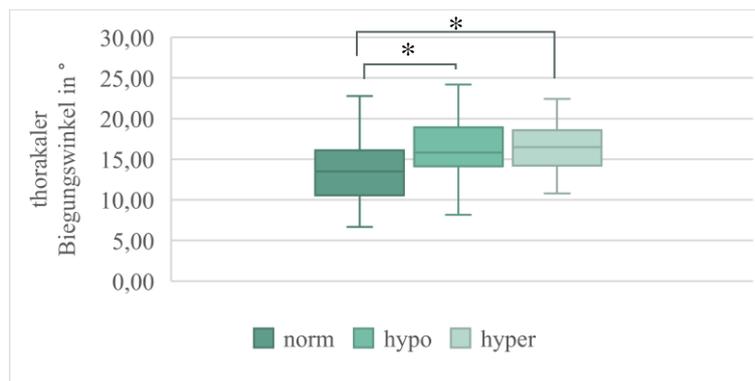


Abbildung 43: thorakaler Biegungswinkel bei normaler, hypo- und hypermobiler Laterotrusion nach rechts, Mediane und Quartile

Nun wird die Laterotrusion nach links betrachtet (Tabelle 54). Die erste Gruppe besteht aus neunundsechzig Probandinnen, die eine normale Bewegungsreichweite nach links haben. Bei dreiundzwanzig Frauen ist die Bewegungsreichweite eingeschränkt, bei neun übergroß. Zwischen der ersten und zweiten Gruppe besteht kein signifikanter Unterschied.

Der dritte untersuchte Parameter ist die Differenz der Laterotrusionsreichweiten (Tabelle 15). Der erste Parameter mit einem signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen eins und zwei mit $p \leq 0,03$ und den Gruppen zwei und drei mit $p \leq 0,04$ ist die Achsabweichung (Abbildung 44).

Der Median der Gruppe zwei liegt dabei mit $-1,5^\circ$ weiter unten als in Gruppe eins mit

-0,34° oder Gruppe drei mit -0,18°. Der Interquartilabstand liegt in Gruppe zwei bei 2,08°, in Gruppe eins bei 2,81° und in Gruppe drei bei 4,02°. Der zweite signifikante Unterschied zwischen den Gruppen zwei und drei mit $p \leq 0,05$ ist der Beckenstand (Abbildung 45). Der Median in Gruppe zwei ist mit -0,69° kleiner als in Gruppe drei mit 0,23°. Der Interquartilabstand beträgt in Gruppe zwei 2,6° und in Gruppe drei 2,4°.

Tabelle 15: Gegenüberstellung der Symmetrie der seitlichen Unterkiefergrenzbewegungen, signifikante p-Werte fett

	sym			R größer			L größer			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	28,24	16,83	73,66	25,80	17,27	74,92	27,46	16,84	40,49	0,34
SSWR (°)	28,82	15,61	51,22	28,09	13,99	54,90	28,39	15,92	58,07	0,98
SBA (mm)	171,71	122,18	197,82	160,48	116,54	226,04	162,49	126,31	209,33	0,50
SBS (°)	0,03	-14,37	13,50	-0,35	-27,96	14,20	0,95	-17,46	9,71	0,77
SBR (°)	0,89	-6,48	8,31	1,74	-3,43	8,97	1,79	-7,66	6,56	0,87
RDmm (mm)	449,13	400,32	510,25	451,27	414,72	510,89	457,03	396,94	491,71	0,79
RSmm (mm)	480,76	431,66	534,77	492,81	426,76	554,55	489,51	431,19	543,49	0,61
SRNG (°)	-3,94	-10,09	2,39	-3,86	-11,89	1,67	-3,53	-10,36	0,01	0,83
FRNG (°)	-0,40	-1,89	3,26	-0,30	-3,58	1,22	-0,25	-0,40	2,33	0,56
Achs (°)	-0,34	-5,68	4,57	-1,50	-8,58	3,66	-0,18	-5,84	11,47	0,02
TBW (°)	14,74	7,63	22,41	13,51	6,68	24,17	14,60	8,16	22,78	0,68
Sabw (mm)	3,35	1,48	10,24	3,60	0,79	11,62	3,91	1,81	7,96	0,20
MaxS (mm)	-4,25	-17,37	14,30	-3,13	-20,66	10,33	-4,80	-14,55	9,05	0,61
SabR (°)	3,45	1,22	10,33	3,59	1,33	11,49	4,25	1,61	10,14	0,25
MaxR (°)	5,54	-12,55	20,08	5,71	-12,46	17,80	6,59	-12,78	13,83	0,96
Kyph (°)	59,70	14,13	95,98	58,28	19,57	103,55	58,49	31,64	100,65	0,65
Lord (°)	51,46	26,10	95,96	51,37	25,73	92,47	49,06	24,85	88,69	0,86
lumb (°)	15,21	7,67	21,61	13,87	8,30	18,67	13,93	7,22	30,03	0,43
BADD (mm)	94,18	61,47	116,81	90,84	65,24	116,36	93,34	62,90	113,36	0,73
BSG (°)	0,17	-4,84	4,35	-0,69	-9,16	4,21	0,23	-6,71	10,77	0,04
BSmm (mm)	0,29	-7,22	8,48	-1,14	-12,36	6,95	0,37	-10,19	15,40	0,07
Btor (°)	-2,01	-16,42	10,18	-0,22	-7,52	14,35	-0,75	-10,41	9,67	0,06
Brot (°)	0,49	-5,69	7,20	0,90	-4,44	9,89	0,51	-5,58	8,62	0,87

Abbildung 44 und Abbildung 45 stellen die Signifikanzen graphisch dar.

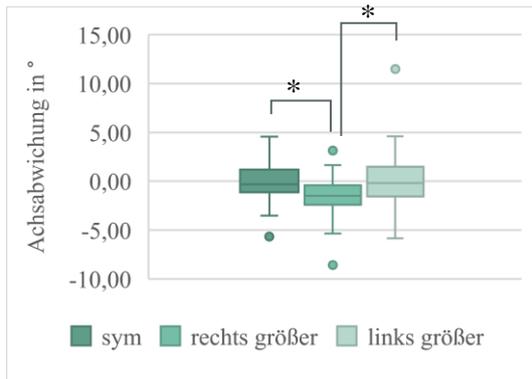


Abbildung 44: Achsabweichung bei einer symmetrischen Bewegungsreichweite nach rechts und links, nach rechts oder links weiter reichenden Laterotrusion, Mediane und Quartile

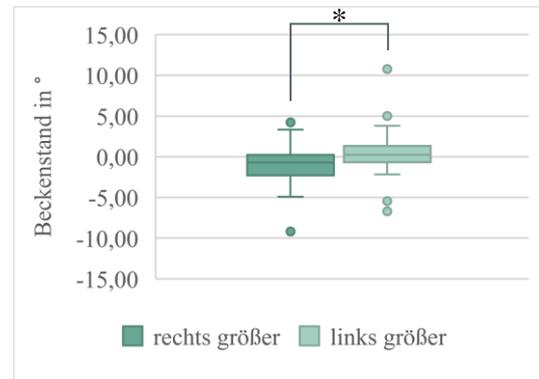


Abbildung 45: Beckenstand bei einer symmetrischen Bewegungsreichweite nach rechts und links, nach rechts oder links weiter reichenden Laterotrusion, Mediane und Quartile

In der folgenden Betrachtung werden die Frauen anhand ihrer Protrusionsstrecke eingeteilt ob sie dem Normbereich entsprechen, darunter oder darüber liegen (Tabelle 16): Bei dem Parameter Schulterblattstand gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen eins und zwei mit $p \leq 0,02$ und zwei und drei mit $p \leq 0,02$ (Abbildung 46). Der Median der Gruppe zwei ist dabei mit $-6,91\text{mm}$ kleiner als in Gruppe eins mit $0,07\text{mm}$ oder Gruppe drei mit $1,91\text{mm}$. Der Interquartilabstand liegt in Gruppe zwei bei $9,97\text{mm}$, in Gruppe eins bei $8,23\text{mm}$ und in Gruppe drei bei $7,3\text{mm}$.

Tabelle 16: Gegenüberstellung der Bewegungsreichweiten nach ventral, signifikante p-Werte fett

	norm n=74			hypo n=10			hyper n=17			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,59	16,83	74,92	24,77	16,84	72,96	29,11	17,27	40,49	0,12
SSWR (°)	28,64	13,99	58,07	25,03	15,92	54,90	30,97	19,24	51,22	0,14
SBA (mm)	163,05	116,54	209,33	158,58	132,39	179,73	182,06	126,31	226,04	0,39
SBS (°)	0,07	-27,96	14,20	-6,91	-14,37	7,92	1,91	-12,53	8,17	0,02
SBR (°)	1,53	-7,66	8,97	1,15	-2,57	6,56	1,74	-2,60	8,31	0,95
RDmm (mm)	450,77	400,32	510,89	449,56	424,10	468,93	464,67	396,94	503,43	0,51
RSmm (mm)	486,52	426,76	554,55	493,50	456,69	519,60	492,17	431,19	534,77	0,65
SRNG (°)	-3,98	-11,89	1,71	-3,04	-9,86	2,36	-5,20	-10,09	-0,79	0,29
FRNG (°)	-0,31	-3,99	3,26	-0,30	-1,08	1,77	-0,44	-3,90	2,14	0,44
Achs (°)	-0,53	-8,58	11,47	-0,43	-2,45	2,76	-0,56	-5,35	4,57	0,68
TBW (°)	14,33	6,68	21,42	17,66	8,26	24,17	13,91	7,32	22,78	0,09
Sabw (mm)	3,67	1,16	11,62	2,26	1,29	4,97	3,92	0,79	10,24	0,09
MaxS (mm)	-4,24	-20,66	14,30	-4,29	-7,36	5,43	-5,10	-17,37	9,05	0,80
SabR (°)	3,69	1,33	11,49	3,62	1,40	10,14	4,24	1,22	9,81	0,86
MaxR (°)	5,70	-12,78	20,08	5,07	-12,46	13,65	7,40	-10,53	14,01	0,61
Kyph (°)	59,34	14,13	99,30	63,55	49,58	103,55	50,95	31,64	82,08	0,25
Lord (°)	51,25	27,43	95,96	49,92	38,61	92,47	49,11	24,85	85,48	0,42
lumb (°)	14,61	7,22	23,00	13,93	11,75	30,03	13,12	7,67	21,61	0,39
BADD (mm)	91,94	61,47	116,36	96,85	62,90	116,81	95,78	78,04	113,36	0,19
BSG (°)	-0,07	-9,16	10,77	0,23	-2,81	3,01	0,61	-4,93	3,78	0,47
BSmm (mm)	-0,20	-12,36	15,40	0,37	-3,82	5,08	0,94	-8,21	6,91	0,39
Btor (°)	-1,12	-16,42	14,35	0,11	-6,42	4,49	-1,91	-16,02	6,66	0,69
Brot (°)	0,52	-5,69	9,89	1,38	-2,98	8,62	0,21	-2,08	7,20	0,59

In Abbildung 46 wird der signifikante Unterschied dargestellt.

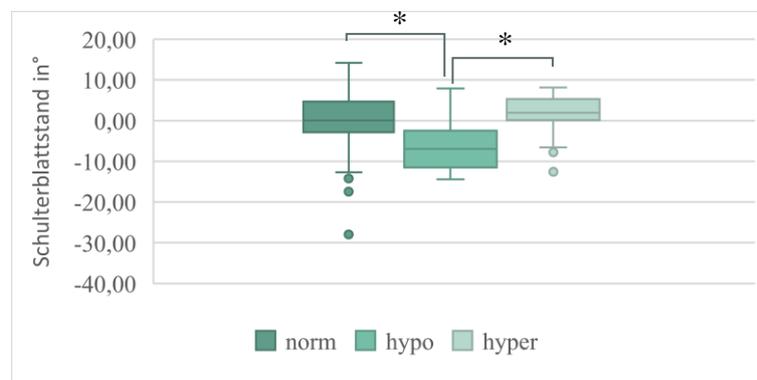


Abbildung 46: Schulterblattstand bei normaler, hypo- oder hypermobiler Protrusion, Mediane und Quartile

Im Folgenden werden die Teilnehmerinnen abhängig von ihrer Mundöffnung gruppiert (Tabelle 55), dabei weisen zweiundsiebzig Probandinnen eine reguläre und neunundzwanzig eine eingeschränkte Mundöffnung auf. Bei dieser Gegenüberstellung gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen Gruppe eins und zwei ($p \geq 0,05$).

Die nächste Einteilung basiert auf Vorhandensein von Abweichungen der Mundöffnungsbahn wie Deviation und Deflexion. (Tabelle 17): Zwischen den Gruppen zwei und drei gibt es einen signifikanten Unterschied der Standardabweichung der Rotation mit $p \leq 0,001$ (Abbildung 47). Diese beträgt in Gruppe zwei $2,94^\circ$ und in Gruppe drei $4,18^\circ$. Der Interquartilabstand liegt in Gruppe zwei bei $2,03^\circ$ und in Gruppe drei bei $2,89^\circ$.

Tabelle 17: Vergleich von Probandinnen mit und ohne Deviation oder Deflexion, signifikante p-Werte fett

	keine n=23			Deviation n=28			Deflexion n=46			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,48	16,83	74,92	27,70	17,27	73,66	26,89	18,47	72,96	0,61
SSWR (°)	28,42	16,39	35,39	27,85	13,99	54,90	28,96	18,35	58,07	0,54
SBA (mm)	163,05	126,31	209,33	170,29	116,54	197,33	162,24	122,18	226,04	0,85
SBS (°)	-1,66	-17,46	10,64	0,80	-11,85	14,20	0,03	-27,96	13,50	0,61
SBR (°)	0,76	-2,60	8,97	0,89	-3,93	5,19	2,21	6,48	8,31	0,30
RDmm (mm)	453,05	419,09	488,12	450,70	411,08	510,25	451,14	396,94	510,89	0,87
RSmm (mm)	482,92	450,65	530,95	495,19	446,73	530,60	486,60	426,76	554,55	0,38
SRNG (°)	-2,96	-10,09	0,20	-4,17	-10,36	1,67	-3,70	-11,89	2,36	0,47
FRNG (°)	-0,05	-3,90	2,27	-0,27	-3,58	1,67	-0,50	-3,99	3,26	0,63
Achs (°)	-0,10	-5,68	11,47	-0,92	-8,58	4,57	-0,71	-5,84	4,40	0,07
TBW (°)	14,84	8,16	22,41	15,01	6,74	24,17	14,02	6,68	22,37	0,59
Sabw (mm)	4,19	1,51	7,96	3,04	0,79	10,24	3,67	1,26	11,62	0,23
MaxS (mm)	-4,14	-14,55	10,33	-5,01	-17,37	9,06	-0,65	-20,66	14,30	0,24
SabR (°)	3,70	1,61	11,49	2,94	1,22	6,52	4,18	1,33	10,33	0,001
MaxR (°)	6,67	-11,72	13,06	5,41	-10,14	17,80	6,92	-12,55	20,08	0,80
Kyph (°)	58,84	14,13	100,65	54,83	39,57	103,55	60,08	19,57	87,35	0,95
Lord (°)	51,18	27,18	86,29	52,74	25,73	92,47	50,42	24,85	95,96	1,00
lumb (°)	16,08	8,30	30,03	14,21	8,49	23,00	13,67	7,22	20,81	0,20
BADD (mm)	91,19	61,47	110,02	95,63	65,69	116,36	93,72	70,15	116,81	0,44
BSG (°)	0,71	-4,84	10,77	-0,24	-9,16	3,78	-0,13	-6,71	5,02	0,17
BSmm (mm)	1,32	-7,22	15,40	-1,11	-12,36	6,91	-0,20	-10,19	9,36	0,13
Btor (°)	-0,32	-7,61	7,35	-0,40	-16,42	9,22	-1,78	-10,41	14,35	0,55
Brot (°)	0,39	-4,73	9,89	0,24	-3,74	7,70	1,31	-5,69	7,20	0,84

Abbildung 47 zeigt das signifikante Ergebnis.

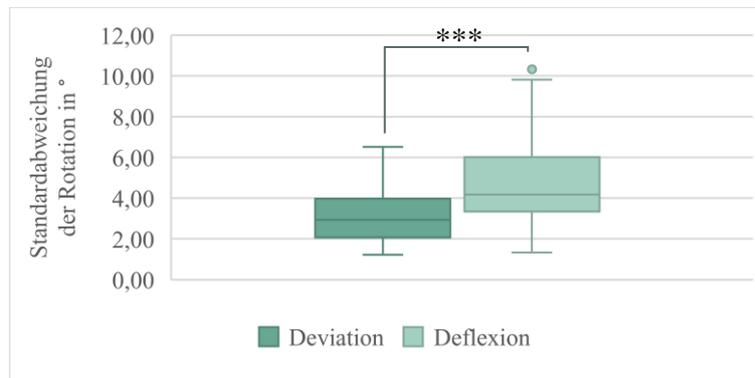


Abbildung 47: Standardabweichung der Rotation bei Deviation und Deflexion, Mediane und Quartile

Die Abweichungsparameter werden einzeln betrachtet.

Dreiunddreißig Frauen weisen eine Deviation auf, achtundsechzig nicht (Tabelle 56). In diesem Vergleich unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht signifikant voneinander ($p \geq 0,05$). Danach werden die Probandinnen mit einer Deflexion untersucht.

Hier weisen einundfünfzig Frauen eine Deflexion auf, die anderen fünfzig nicht (Tabelle 57). Zwischen den beiden Gruppen ergeben sich keine signifikanten Unterschiede ($p \geq 0,05$).

Bezüglich der Richtung der Abweichung wurden die Probandinnen in folgende drei Gruppen eingeteilt: In Gruppe eins befinden sich Probandinnen ohne Seitabweichung, in Gruppe zwei Frauen mit einer Abweichung nach rechts, in Gruppe drei Frauen mit einer Abweichung nach links (Tabelle 18). Dabei gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen eins und drei bei der Achsabweichung mit $p \leq 0,05$ (Abbildung 48). Diese liegt in Gruppe eins bei $-0,09^\circ$ und in Gruppe drei bei $-1,25^\circ$. Der Interquartilabstand beträgt $2,46^\circ$ in Gruppe eins und $2,86^\circ$ in Gruppe drei.

Tabelle 18: Gegenüberstellung der Abweichungszeitpunkte, signifikante p-Werte fett

	keine n=23			rechts n=30			links n=47			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,49	16,83	74,92	26,78	17,27	73,66	28,29	16,84	72,96	0,75
SSWR (°)	28,53	16,39	35,39	29,70	13,99	54,90	28,09	15,92	58,07	0,83
SBA (mm)	163,04	126,31	209,33	170,29	116,54	226,04	162,60	122,18	203,86	0,36
SBS (°)	-1,56	-17,46	10,64	1,00	-11,85	14,20	-0,10	-27,96	13,50	0,54
SBR (°)	0,71	-2,60	8,97	1,73	-6,48	5,19	1,61	-7,66	8,31	0,94
RDmm (mm)	456,27	419,09	488,12	450,70	396,94	510,89	451,26	410,82	492,06	0,71
RSmm (mm)	483,48	450,65	530,95	491,40	431,19	554,55	486,62	426,76	543,49	0,50
SRNG (°)	-3,02	-10,09	0,20	-3,69	-10,36	1,71	-4,10	-11,89	2,36	0,30
FRNG (°)	-0,09	-3,90	2,27	-0,40	-3,99	1,67	-0,47	-2,41	3,26	0,63
Achs (°)	-0,09	-5,68	11,47	-0,54	-8,58	4,57	-1,25	-5,84	4,40	0,05
TBW (°)	14,75	8,16	22,41	14,16	6,74	24,17	14,49	6,68	22,78	0,46
Sabw (mm)	4,24	1,51	7,96	3,62	0,79	8,01	3,50	1,29	11,62	0,69
MaxS (mm)	-4,50	-14,55	10,33	-2,10	-11,93	11,14	-4,73	-20,66	14,30	0,34
SabR (°)	3,59	1,36	11,49	3,58	1,22	7,08	3,99	1,33	10,33	0,16
MaxR (°)	6,64	-11,72	13,06	5,60	-10,71	17,80	6,54	-12,78	20,08	0,73
Kyph (°)	59,13	14,13	100,65	58,39	39,57	103,55	59,54	19,57	87,35	0,97
Lord (°)	51,40	27,18	86,29	55,43	25,73	95,96	46,01	24,85	86,06	0,55
lumb (°)	16,06	8,30	30,03	13,73	9,08	23,00	14,02	7,22	20,81	0,22
BADD (mm)	90,57	61,47	110,02	96,06	65,69	116,36	93,83	62,90	116,81	0,27
BSG (°)	0,57	-4,84	10,77	-0,16	-9,16	5,02	-0,14	-6,71	4,35	0,12
BSmm (mm)	1,01	-7,22	15,40	-0,32	-12,36	9,36	-0,39	-10,19	8,48	0,08
Btor (°)	0,17	-7,61	9,22	-0,87	-16,42	6,66	-1,91	-16,02	14,04	0,57
Brot (°)	0,27	-4,73	9,89	0,82	-5,58	7,70	0,53	-5,69	8,62	0,92

In Abbildung 48 wird das signifikante Ergebnis graphisch dargestellt.

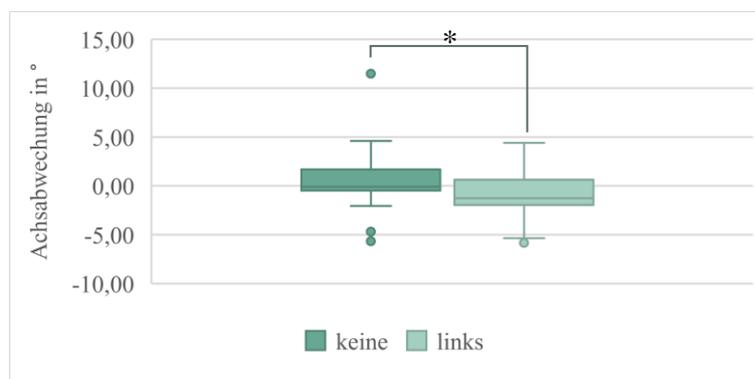


Abbildung 48: Achsabweichung bei keiner vorhandenen und einer linksseitigen Abweichung der Mundöffnungsbahn, Mediane und Quartile

Die Probandinnen mit Abweichungen nach rechts oder nach links werden nochmal den anderen gegenübergestellt.

Vierundvierzig Probandinnen weichen im Verlauf der Mundöffnung nach rechts ab, siebenundfünfzig nicht (Tabelle 58). Nach Links weichen sechsunddreißig der Teilnehmerinnen ab, fünfundsechzig nicht (Tabelle 59). In diesen zwei Gegenüberstellungen finden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$).

Im Folgenden werden die einzelnen Abweichungszeitpunkte betrachtet.

Siebzehn Probandinnen weisen in der initialen Mundöffnungsphase eine Bewegungsabweichung auf, vierundachtzig nicht (Tabelle 60).

Eine intermediäre Mittellinienabweichung besteht bei zweiundsiebzig Frauen, bei den restlichen neunundzwanzig Probandinnen besteht diese nicht (Tabelle 61).

Eine terminale Abweichung von einer geradlinigen Mundöffnung ist bei sechsundfünfzig Probandinnen zu verzeichnen, die Gruppe ohne Abweichung in der Schlussphase der Mundöffnung besteht aus fünfundvierzig Teilnehmerinnen (Tabelle 62).

Bei diesen drei Vergleichen der Mundöffnungsbahn gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen ($p \geq 0,05$).

4.4 Korrelationen

4.4.1 Modellanalyse

4.4.1.1 Oberkiefer

Die Parameter werden auf Abhängigkeiten voneinander untersucht. Zuerst wird der Oberkiefer betrachtet (Tabelle 19).

Tabelle 19: Korrelationen zwischen Oberkiefer- und Rückenparametern. Normalverteilte Werte grau hinterlegt, signifikante p-Werte fett

	MLV OK		OK_STZD_R		OK_STZD_L		OK_STZD		OK_TBD	
	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho
SSWL (°)	0,69	-0,04	0,50	0,07	0,59	0,06	0,43	0,08	0,41	0,08
SSWR (°)	0,78	-0,03	0,68	0,04	0,83	0,02	0,98	0,00	0,49	-0,07
SBA (mm)	0,41	0,08	0,51	0,07	0,18	0,13	0,25	-0,12	0,31	0,10
SBS (mm)	0,92	-0,01	0,43	0,08	0,31	0,10	0,92	0,01	0,28	0,11
SBR (°)	0,41	0,08	0,20	0,13	0,41	0,08	0,56	0,06	0,03	-0,22
RDmm (mm)	0,21	-0,13	0,10	-0,17	0,02	-0,24	0,67	0,04	0,35	-0,09
RSmm (mm)	0,88	-0,02	0,29	-0,11	0,04	-0,20	0,57	0,06	0,91	-0,01
SRNG (°)	0,70	0,04	0,97	0,00	0,22	-0,12	0,04	0,20	0,08	-0,17
FRNG (°)	0,96	-0,01	0,89	0,01	0,58	0,06	0,05	-0,19	0,16	-0,14
Achs (°)	0,88	-0,02	0,54	0,06	0,16	0,14	0,11	-0,16	0,82	0,02
TBW (°)	0,75	0,03	0,07	0,18	0,61	0,05	0,16	0,14	0,45	0,08
Sabw (mm)	0,11	-0,16	0,61	-0,05	0,76	0,03	0,11	-0,16	0,31	-0,10
MaxS (mm)	0,72	-0,04	0,38	0,09	0,90	-0,01	0,02	0,22	0,78	0,03
SabR. (°)	0,96	0,01	0,40	0,08	1,00	0,00	0,63	0,05	0,34	-0,10
MaxR (°)	0,97	0,00	0,12	0,16	0,43	0,08	0,39	0,09	0,84	-0,02
Kyph (°)	0,22	0,12	0,44	0,08	0,54	0,06	0,64	-0,05	0,15	0,14
Lord (°)	0,34	0,10	0,13	0,15	0,25	0,12	0,92	-0,01	0,05	0,20
lumb (°)	0,35	0,09	0,44	0,08	0,48	0,07	0,63	0,05	0,22	0,12
BADD (mm)	0,71	-0,04	0,47	-0,07	0,47	-0,07	0,91	0,01	0,99	0,00
BSG (°)	0,93	0,01	0,70	0,04	0,32	0,10	0,36	-0,09	0,70	0,04
BSmm (mm)	0,97	0,00	0,75	0,03	0,38	0,09	0,40	-0,08	0,76	0,03
Btor (°)	0,20	0,13	0,82	-0,02	0,13	-0,15	0,36	0,09	0,79	-0,03
Brot (°)	0,24	0,12	0,23	0,12	0,98	0,00	0,62	0,05	0,15	-0,14

Je größer die transversale Breite ist, desto kleiner ist die Schulterblattrotation mit $p \leq 0,03$ und $\rho = -0,22$ (Abbildung 49).

Die transversale Breite des Oberkiefers und der Lordosewinkel korrelieren positiv mit $p \leq 0,05$ und $\rho = 0,2$ (Abbildung 50).

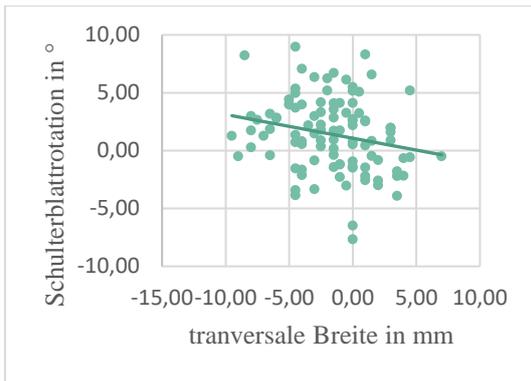


Abbildung 49: Schulterblattrotation in Abhängigkeit von der transversalen Breite im Oberkiefer

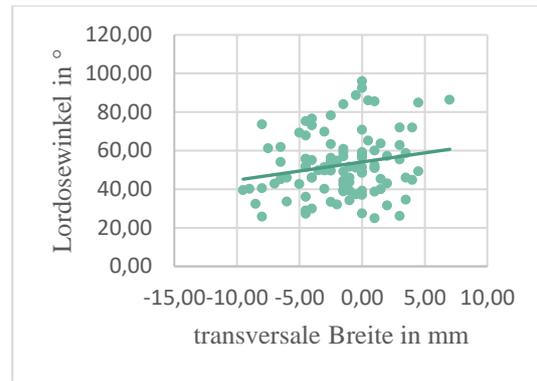


Abbildung 50: Lordosewinkel in Abhängigkeit von der transversalen Breite im Oberkiefer

Es liegen zwei Korrelationen mit der linken Stützzoneendifferenz vor.

Je stärker die Stützzone nlänge ihren Sollwert überschreitet, desto kleiner ist die Rückenlänge D mit $p \leq 0,02$, $\rho = -0,24$ und S mit $p \leq 0,04$, $\rho = -0,2$ (Abbildung 51, Abbildung 52).

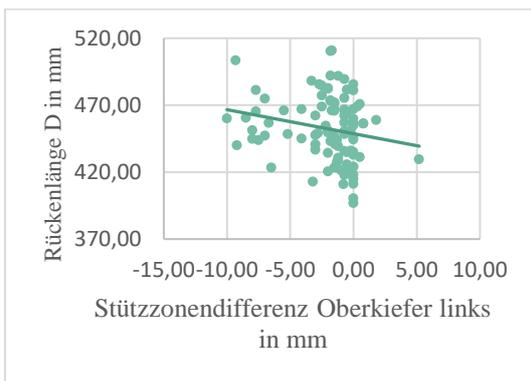


Abbildung 51: Rückenlänge D in Abhängigkeit von der Stützzoneendifferenz im Oberkiefer links

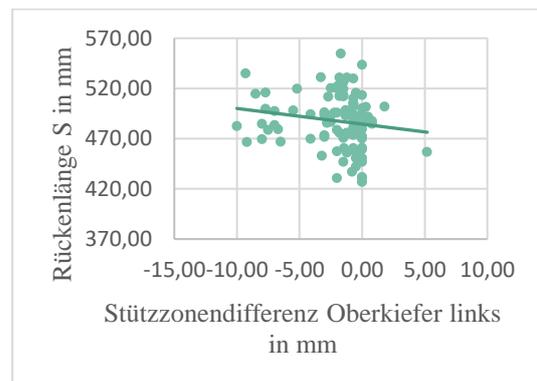


Abbildung 52: Rückenlänge S in Abhängigkeit von der Stützzoneendifferenz im Oberkiefer links

Die Differenz der Stützzone nlängen im Oberkiefer hat Zusammenhänge mit drei Rückenparametern.

Bei einer größeren Differenz, also einer rechts größeren Stützzone als links, ist die sagittale Rumpfneigung mit $p \leq 0,04$ und $\rho = 0,2$ größer (Abbildung 53) und die frontale Rumpfneigung mit $p \leq 0,05$ und $\rho = -0,19$ kleiner (Abbildung 54).

Je größer die rechte Stützzone als die linke ist, desto größer ist die maximale Seitabweichung mit $p \leq 0,02$ und $\rho = 0,22$ (Abbildung 55).

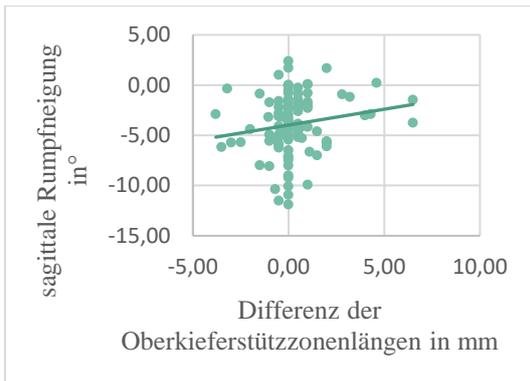


Abbildung 53: sagittale Rumpfneigung in Abhängigkeit von der Differenz der Oberkieferstützonenlängen in mm

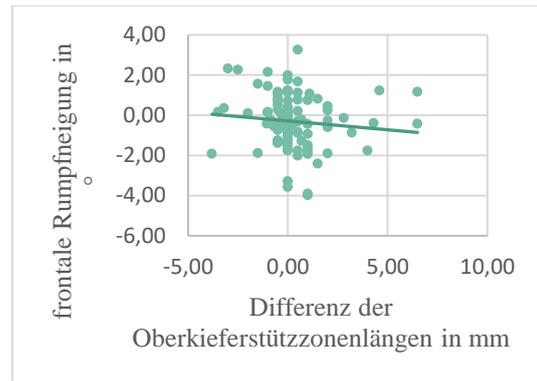


Abbildung 54: frontale Rumpfneigung in Abhängigkeit von der Differenz der Oberkieferstützonenlängen

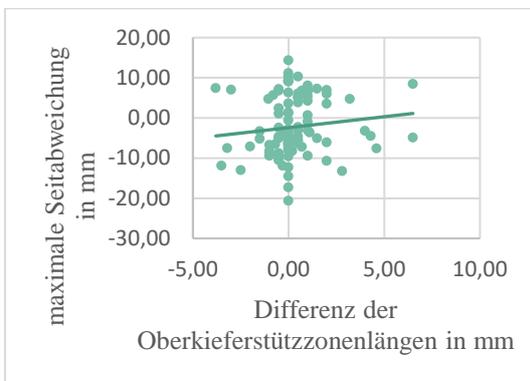


Abbildung 55: maximale Seitabweichung in Abhängigkeit von der Differenz der Oberkieferstützonenlängen in mm

4.4.1.2 Unterkiefer

Als zweites werden die Unterkieferwerte auf Korrelation mit Rückenparametern untersucht (Tabelle 20).

Tabelle 20: Korrelationen zwischen Unterkiefer- und Rückenparametern. Normalverteilte Werte grau hinterlegt, signifikante p-Werte fett

	MLV_UK		UK_STZD_R		UK_STZD_L		UK_STZD		UK_TBD	
	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho
SSWL (°)	0,63	0,05	0,48	-0,07	0,30	-0,11	0,66	-0,04	0,62	0,05
SSWR (°)	0,77	0,03	0,94	-0,01	0,70	0,04	0,85	0,02	0,57	0,06
SBA (mm)	0,26	0,12	0,20	0,13	0,87	-0,02	0,16	0,14	0,72	-0,04
SBS (mm)	0,30	0,10	0,58	0,06	0,60	-0,05	0,75	0,03	0,45	-0,08
SBR (°)	0,19	0,13	0,37	0,09	0,10	0,17	0,66	-0,04	0,77	-0,03
RDmm (mm)	0,09	-0,17	0,76	-0,03	0,03	-0,22	0,11	0,16	0,69	-0,04
RSmm (mm)	0,34	-0,10	0,29	0,11	0,47	-0,07	0,08	0,18	0,86	0,02
SRNG (°)	0,28	-0,11	0,87	-0,02	0,57	0,06	0,08	-0,18	0,18	-0,14
FRNG (°)	0,51	-0,07	0,09	0,17	0,21	0,13	0,40	0,09	0,79	-0,03
Achs (°)	0,77	0,03	0,75	0,03	0,68	-0,04	0,09	0,17	0,56	0,06
TBW (°)	0,13	0,15	0,37	0,09	0,23	0,12	0,82	-0,02	0,17	0,14
Sabw (mm)	0,27	0,11	0,83	0,02	0,85	-0,02	0,35	0,09	0,33	-0,10
MaxS (mm)	0,70	-0,04	0,11	0,16	0,21	0,13	0,67	-0,04	0,67	0,04
SabR. (°)	0,82	0,02	0,62	-0,05	0,36	0,09	0,96	0,01	0,68	-0,04
MaxR (°)	0,33	0,10	0,31	0,10	0,25	0,12	0,90	0,01	0,19	0,13
Kyph (°)	0,19	0,13	0,89	0,01	0,79	0,03	0,92	-0,01	0,75	0,03
Lord (°)	0,20	0,13	0,18	0,14	0,74	0,03	0,09	0,17	0,72	0,04
lumb (°)	0,93	0,01	0,49	-0,07	0,48	-0,07	0,72	0,04	0,51	-0,07
BADD (mm)	0,24	0,12	0,90	0,01	0,56	0,06	0,65	0,05	0,53	0,06
BSG (°)	0,79	0,03	0,37	-0,09	0,25	-0,12	0,39	0,09	0,63	0,05
BSmm (mm)	0,83	0,02	0,30	-0,11	0,19	-0,13	0,41	0,08	0,70	0,04
Btor (°)	0,55	-0,06	0,44	-0,08	0,47	-0,07	0,87	-0,02	0,74	-0,03
Brot (°)	0,05	0,20	0,71	0,04	0,39	0,09	0,59	-0,05	0,46	-0,08

Je weiter die Mittellinie im Unterkiefer nach rechts verschoben ist, desto größer ist die Beckenrotation mit $p \leq 0,05$ und $\rho = 0,2$ (Abbildung 56). Die Größe der Stützzoneendifferenz links korreliert negativ mit der Rückenlänge D mit $p \leq 0,03$ und $\rho = -0,22$ (Abbildung 57).

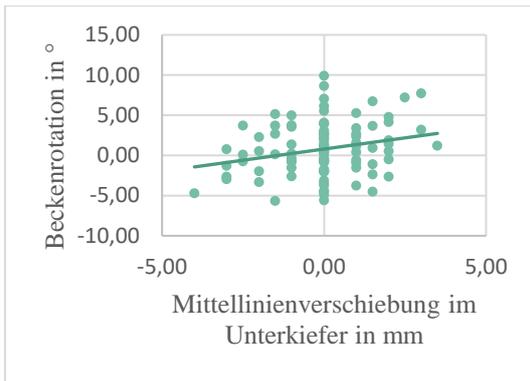


Abbildung 56: Beckenrotation in Abhängigkeit von der Mittellinienverschiebung im Unterkiefer

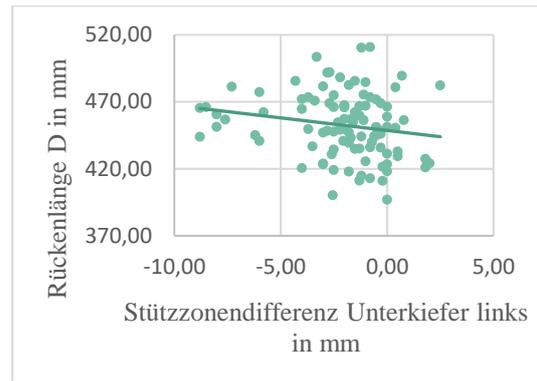


Abbildung 57: Rückenlänge D in Abhängigkeit von der linksseitigen Stützzonendifferenz im Unterkiefer

4.4.1.3 Statische Okklusion

Die Einflüsse der statischen Okklusion auf die Rückenparameter wird an den Positionen der Sechsjahrmolaren, der Eckzähne sowie der horizontalen und vertikalen Frontzahnstufen überprüft (Tabelle 21).

Tabelle 21: Korrelationen zwischen statischer Okklusion und Rückenparametern, signifikante p-Werte fett

	R6		R3		L3		L6		FZST_HOR		FZST_VER	
	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho
SSWL (°)	0,53	-0,06	0,62	0,05	0,77	0,03	0,39	0,09	0,50	0,07	0,19	0,13
SSWR (°)	0,11	0,16	0,14	0,15	0,67	0,04	0,05	0,20	0,08	0,18	0,08	0,18
SBA (mm)	0,81	-0,02	0,57	-0,06	0,001	-0,32	0,001	-0,30	0,12	-0,16	0,01	-0,24
SBS (mm)	0,74	-0,03	0,21	-0,12	0,79	-0,03	0,79	-0,03	0,36	0,09	0,51	0,07
SBR (°)	0,05	0,19	0,20	0,13	0,65	0,05	0,02	0,24	0,27	0,11	0,69	0,04
RDmm (mm)	0,44	0,08	0,96	0,01	0,43	0,08	0,07	0,18	0,79	-0,03	0,01	0,25
RSmm (mm)	0,43	0,08	0,94	-0,01	0,94	0,01	0,13	0,15	0,61	-0,05	0,02	0,23
SRNG (°)	0,38	-0,09	0,17	0,14	0,001	0,31	0,31	0,10	0,04	0,20	0,97	0,00
FRNG (°)	0,22	0,12	0,67	0,04	0,82	0,02	0,86	0,02	0,81	0,02	0,60	-0,05
Achs (°)	0,62	0,05	0,82	-0,02	0,29	-0,11	0,24	-0,12	0,17	-0,14	0,24	0,12
TBW (°)	0,95	0,01	0,71	0,04	0,69	0,04	0,34	0,09	0,43	0,08	0,88	-0,02
Sabw (mm)	0,13	0,15	0,01	0,24	0,60	0,05	0,93	0,01	0,38	0,09	0,14	0,15
MaxS (mm)	0,15	0,14	0,66	0,04	0,22	0,12	0,07	0,18	0,86	-0,02	0,61	-0,05
SabR. (°)	0,05	0,20	0,84	-0,02	0,39	0,09	0,28	0,11	0,87	0,02	0,57	0,06
MaxR (°)	0,06	0,19	0,26	0,11	0,56	0,06	0,01	0,24	0,41	0,08	0,19	0,13
Kyph (°)	0,39	-0,09	0,25	-0,12	0,24	-0,12	0,20	-0,13	0,23	-0,12	0,39	-0,09
Lord (°)	0,89	0,01	0,93	-0,01	0,05	-0,20	0,16	-0,14	0,97	0,00	0,97	0,00
lumb (°)	0,40	-0,08	0,77	-0,03	0,58	-0,06	0,07	-0,18	0,71	0,04	0,04	-0,20
BADD (mm)	0,21	0,13	0,32	0,10	0,16	-0,14	0,91	-0,01	0,71	-0,04	0,36	-0,09
BSG (°)	0,98	0,00	0,33	-0,10	0,52	-0,06	0,29	-0,11	0,24	-0,12	0,13	0,15
BSmm (mm)	0,87	0,02	0,47	-0,07	0,65	-0,05	0,35	-0,09	0,34	-0,10	0,16	0,14
Btor (°)	0,79	-0,03	0,42	0,08	0,81	0,02	0,65	-0,05	0,09	0,17	0,24	0,12
Brot (°)	0,02	0,25	0,02	0,24	0,69	0,04	0,07	0,18	0,13	0,15	0,43	0,08

Zusammenhänge sind an allen Positionen zu verzeichnen.

Die Stellung der ersten Molaren rechts zueinander hängt mit drei Rückenwerten zusammen. Je weiter mesial die Okklusion ist, desto größer ist die Schulterblattrotation. Der p-Wert liegt hier bei $p \leq 0,05$ und der rho bei 0,19 (Tabelle 21) Bei einer mesialeren Okklusion ist die Standardabweichung der Rotation mit $p \leq 0,05$ und $\rho = 0,2$ höher (Abbildung 59). Die Größen der Mesiallage und der Beckenrotation korrelieren mit $p \leq 0,02$ und $\rho = 0,25$ positiv miteinander (Abbildung 60).

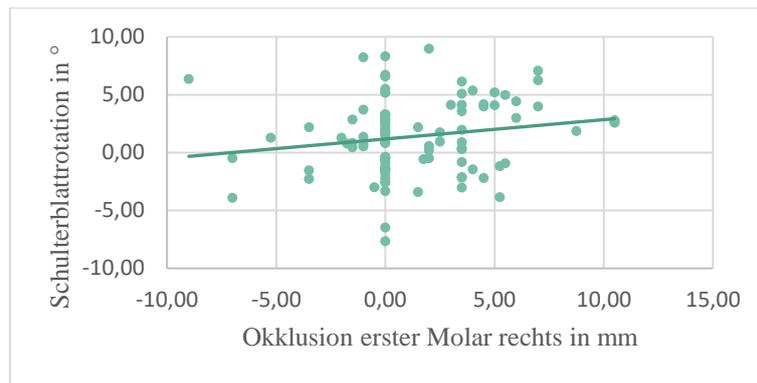


Abbildung 58: Schulterblattrotation in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren rechts

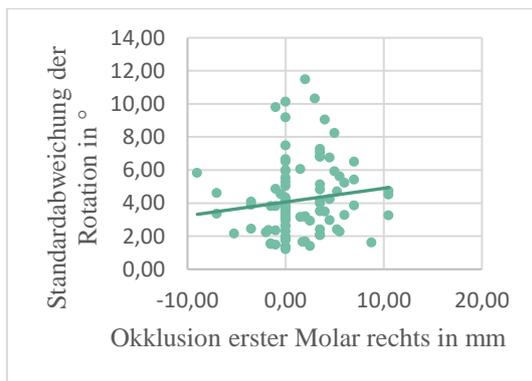


Abbildung 59: Standardabweichung der Rotation in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren rechts

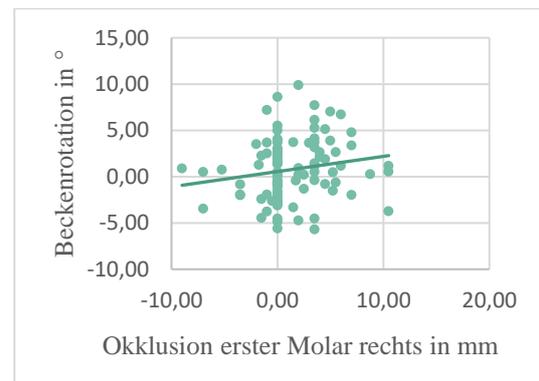


Abbildung 60: Beckenrotation in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren rechts

Bei der Lagebeziehung der rechten Eckzähne sind zwei Zusammenhänge zu Rückenparametern zu verzeichnen. Mit $p \leq 0,01$ und $\rho = 0,24$ ist die Korrelation zwischen der Eckzahnrelation und der Standardabweichung der Seitabweichung positiv (Abbildung 61). Auch die Beckenrotation wird mit $p \leq 0,02$ und $\rho = 0,24$ höher, je weiter sich die Bisslage nach mesial verschiebt (Abbildung 62).

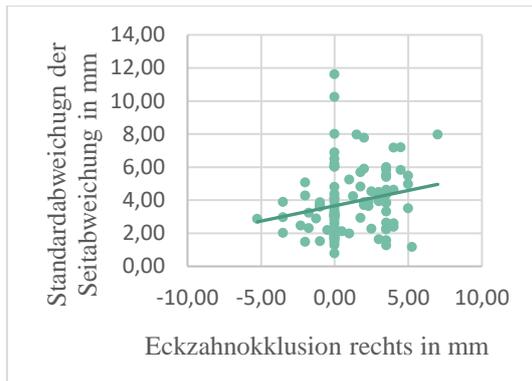


Abbildung 61: Standardabweichung der Seitabweichung in Abhängigkeit von der Stellung des Eckzahnes rechts

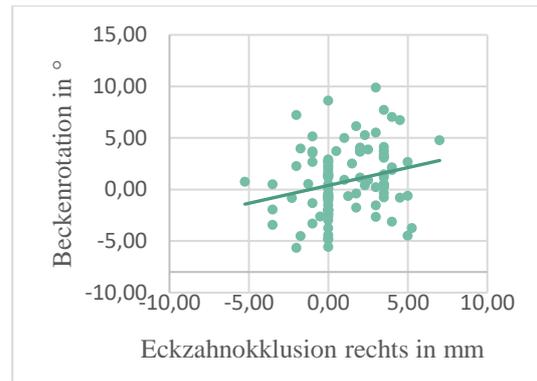


Abbildung 62: Beckenrotation in Abhängigkeit von der Stellung des Eckzahnes rechts

Die Okklusion der linken Eckzähne weist Zusammenhänge mit drei Rückenmessreihen auf. Der Schulterblattabstand verkleinert sich mit einer stärker mesial liegenden Okklusion mit $p \leq 0,001$ und $\rho = -0,32$ (Abbildung 63). Die sagittale Rumpfneigung wird umso höher, je weiter die Eckzahnokklusion mesial liegt, mit $p \leq 0,001$ und $\rho = 0,31$ (Abbildung 64). Die Größe des Lordosewinkels und der Mesiallage der linken Eckzähne korrelieren mit $p \leq 0,05$ und $\rho = -0,2$ negativ (Abbildung 65).

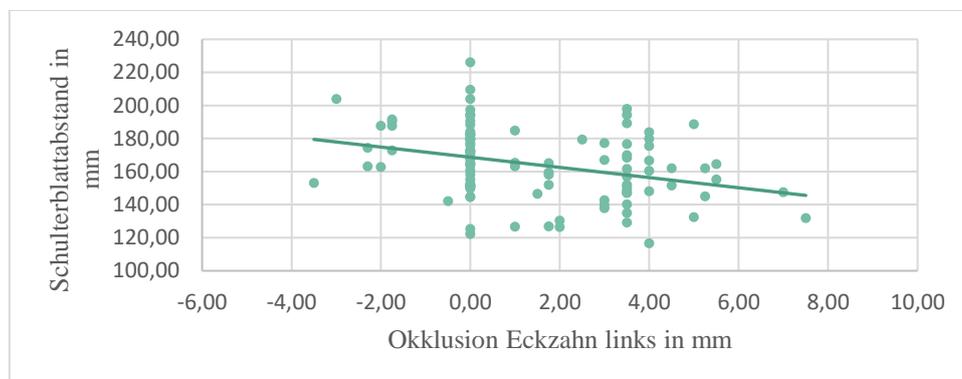


Abbildung 63: Schulterblattabstand in Abhängigkeit von der Stellung des Eckzahnes links

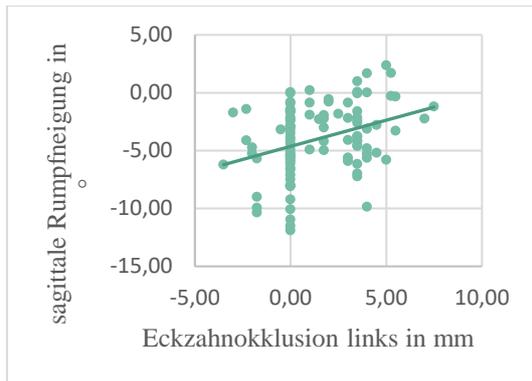


Abbildung 64: sagittale Rumpfneigung in Abhängigkeit von der Stellung des Eckzahnes links

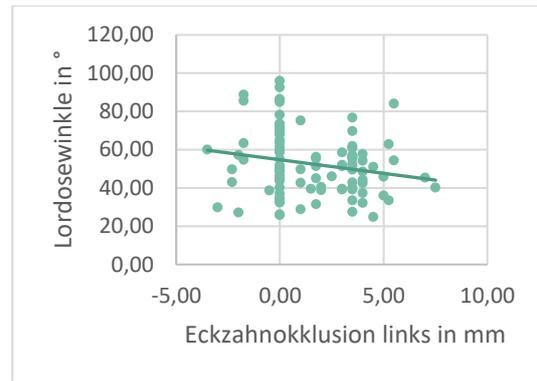


Abbildung 65: Lordosewinkel in Abhängigkeit von der Stellung des Eckzahnes links

Zwischen der Okklusion der ersten linken Molaren und Rückenparametern bestehen vier Zusammenhänge. Je weiter die Okklusion nach mesial geht, desto größer ist der Schulterstandwinkel rechts mit $p \leq 0,05$ und $\rho = 0,2$ (Abbildung 66). Mit größer werdender Mesiallage sinkt der Schulterblattabstand mit $p \leq 0,001$ und $\rho = -0,3$ (Abbildung 67). Die Schulterblattrotation steigt mit größer werdender Mesialokklusion des Sechsjahrmolaren links mit $p \leq 0,02$ und $\rho = 0,24$ (Abbildung 68). Mit $p \leq 0,01$ und $\rho = 0,24$ korrelieren die Mesialität der Okklusion und die maximale Rotation positiv miteinander (Abbildung 69).

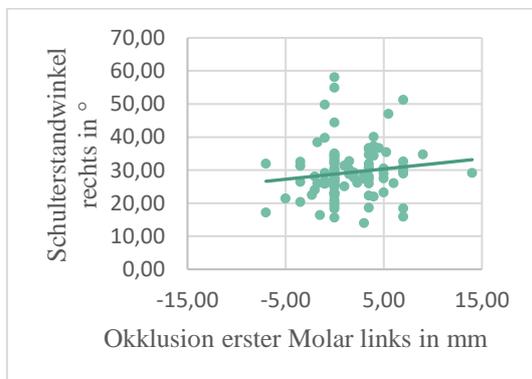


Abbildung 66: Schulterstandwinkel rechts in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren links

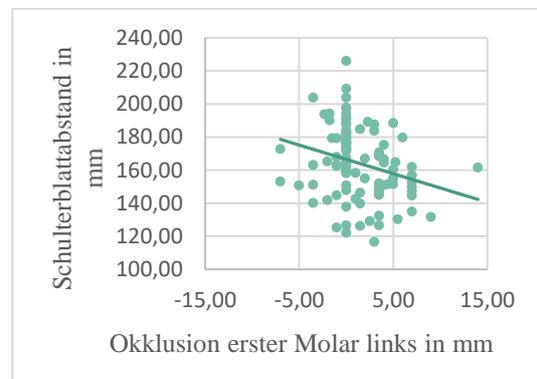


Abbildung 67: Schulterblattabstand in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren links

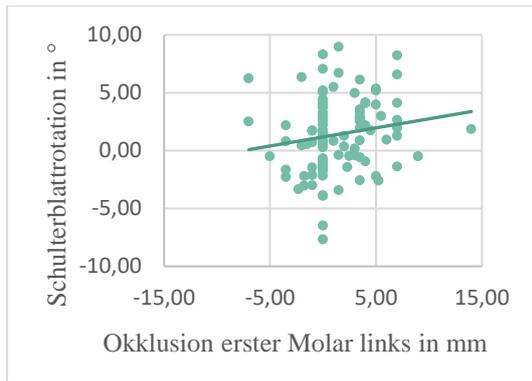


Abbildung 68: Schulterblattrotation in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren links

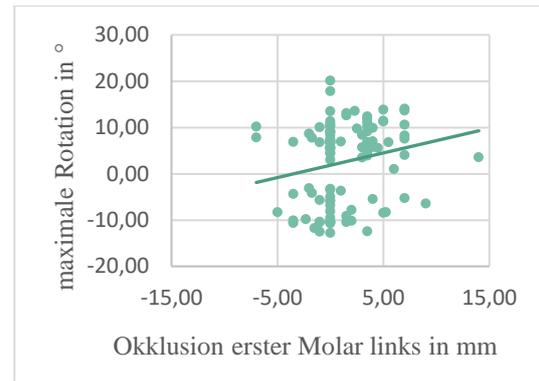


Abbildung 69: maximale Rotation in Abhängigkeit von der Stellung des ersten Molaren links

Die horizontale Frontzahnstufe hängt mit der sagittalen Rumpfneigung zusammen. Mit $p \leq 0,04$ und $\rho = 0,2$ ist die Korrelation positiver Natur.

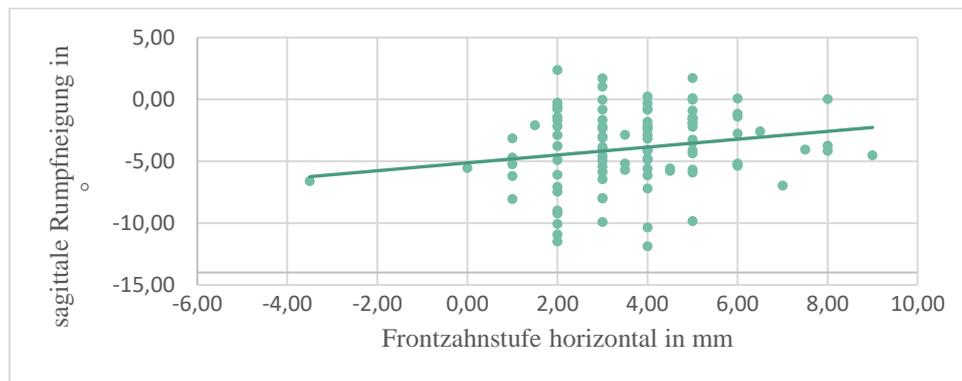


Abbildung 70: Abhängigkeit von horizontaler Frontzahnstufe und sagittaler Rumpfneigung

Rückenparameter und die vertikale Frontzahnstufe weisen an vier Schnittstellen Zusammenhänge auf. Die Korrelation zum Schulterblattabstand ist mit $p \leq 0,01$ und $\rho = -0,24$ negativ (Abbildung 71). Mit steigender Frontzahnstufe werden die Rückenlängen D (Abbildung 72) mit $p \leq 0,01$ und $\rho = 0,25$ und S (Abbildung 73) mit $p \leq 0,02$ und $\rho = 0,23$ größer. Zwischen der Höhe der vertikalen Frontzahnstufe und des Lumbalwinkels besteht mit $p \leq 0,04$ und $\rho = -0,2$ eine negative Korrelation (Abbildung 74).

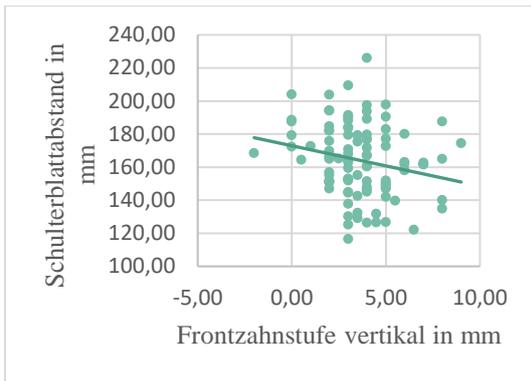


Abbildung 71: Schulterblattabstand in Abhängigkeit von der vertikalen Frontzahnstufe

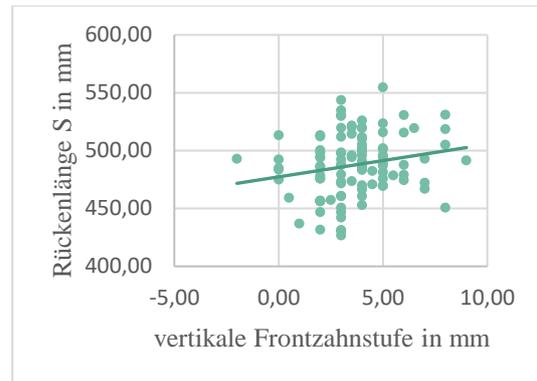


Abbildung 73: Rückenlänge S in Abhängigkeit von der vertikalen Frontzahnstufe

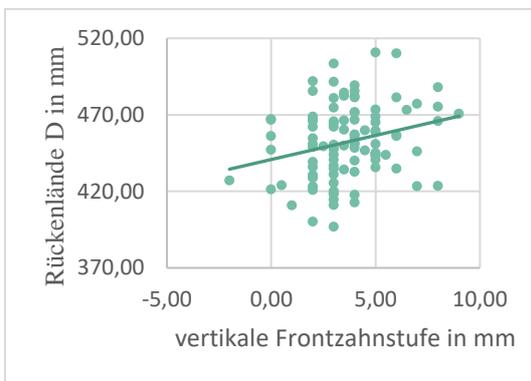


Abbildung 72: Rückenlänge D in Abhängigkeit von der vertikalen Frontzahnstufe

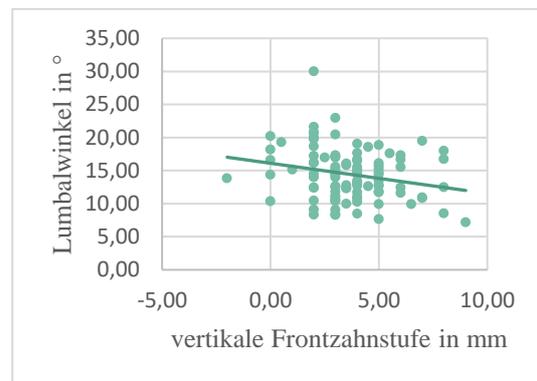


Abbildung 74: Lumbalwinkel in Abhängigkeit von der vertikalen Frontzahnstufe

4.4.2 Axiographie

Tabelle 22 zeigt die p-Werte und Effektstärken der Korrelationen zwischen der dynamischen Okklusion und der Oberkörperstatik. Das Signifikanzniveau liegt bei 5%.

Tabelle 22: p-Werte und Effektstärken für Korrelationen zwischen der Axiographie und den Rückenparametern, normalverteilte Werte grau hinterlegt, signifikante p-Werte fett

	LatR		LatL		DifRL		Prot		Öff	
	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho	p	rho
SSWL (°)	0,12	0,16	0,02	0,24	0,16	-0,14	0,04	0,21	0,11	-0,16
SSWR (°)	0,35	0,09	0,16	0,14	0,53	-0,06	0,02	0,24	0,77	-0,03
SBA (mm)	0,61	0,05	0,53	0,06	0,88	-0,02	0,70	0,04	0,12	0,15
SBS (°)	0,06	0,19	0,03	0,22	0,64	-0,05	0,20	0,13	0,99	0,00
SBR (°)	0,63	0,05	0,64	0,05	0,99	0,00	0,33	0,10	0,53	-0,06
RDmm (mm)	0,42	0,08	0,16	0,14	0,44	-0,08	0,41	0,08	0,99	0,00
RSmm (mm)	0,85	0,02	0,53	0,06	0,59	-0,05	0,91	-0,01	0,62	0,05
SRNG (°)	0,67	-0,04	0,60	-0,05	0,90	0,01	0,64	-0,05	0,68	0,04
FRNG (°)	0,44	-0,08	0,48	-0,07	0,95	-0,01	0,66	-0,04	0,58	0,06
Achs (°)	0,23	-0,12	0,46	0,07	0,02	-0,23	0,69	-0,04	0,34	0,10
TBW (°)	0,11	-0,16	0,24	-0,12	0,63	-0,05	0,57	-0,06	0,18	-0,13
Sabw (mm)	0,66	-0,04	0,17	0,14	0,03	-0,21	0,10	0,16	0,54	-0,06
MaxS (mm)	0,82	-0,02	0,13	-0,15	0,30	0,11	0,26	-0,11	0,98	0,00
SabR (°)	0,31	-0,10	0,86	0,02	0,11	-0,16	0,45	0,08	0,70	-0,04
MaxR (°)	0,80	-0,02	0,83	0,02	0,68	-0,04	0,26	0,11	0,22	-0,12
Kyph (°)	0,78	-0,03	0,55	-0,06	0,69	0,04	0,30	-0,10	0,27	0,11
Lord (°)	0,58	0,06	0,62	0,05	0,96	0,01	0,14	-0,15	0,76	0,03
lumb (°)	0,34	-0,10	0,22	-0,12	0,74	0,03	0,05	-0,19	0,90	0,01
BADD (mm)	0,83	-0,02	0,68	0,04	0,44	-0,08	0,99	0,00	0,37	-0,09
BSG (°)	0,37	-0,09	0,34	0,10	0,01	-0,24	0,77	-0,03	0,95	0,01
BSmm (mm)	0,43	-0,08	0,36	0,10	0,03	-0,22	0,88	-0,01	0,96	0,01
Btor (°)	0,59	-0,05	0,47	-0,07	0,80	0,03	0,47	-0,07	0,08	-0,18
Brot (°)	0,32	-0,10	0,59	-0,05	0,60	-0,05	0,92	0,01	0,52	-0,07

Zwischen den Werten der Protrusion und des Lumbalwinkels ergibt sich dabei eine Korrelation mit $p \leq 0,05$.

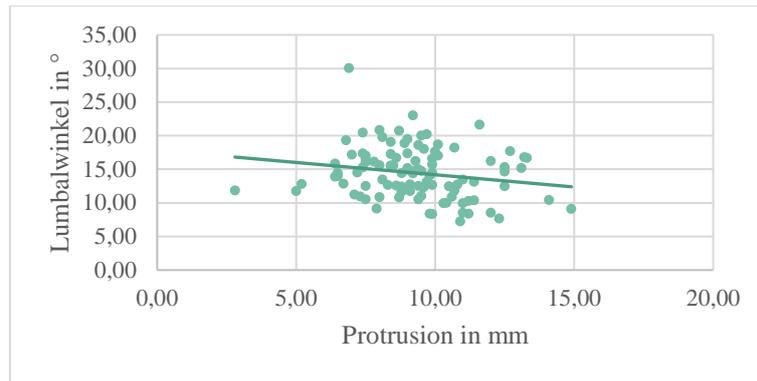


Abbildung 75: Lumbalwinkel in Abhängigkeit von der Protrusionsstrecke

Dabei wird der Lumbalwinkel kleiner, je größer die Protrusionsstrecke ist, die Effektstärke ρ liegt bei $-0,19$ (Abbildung 75). Je größer die maximale Protrusionsstrecke ist, desto größer sind auch die Schulterstandwinkel rechts (Abbildung 76) mit $p \leq 0,04$ und links (Abbildung 77) mit $p \leq 0,02$. Die Effektstärken ρ liegen mit $0,21$ und $0,24$ im schwachen Bereich.

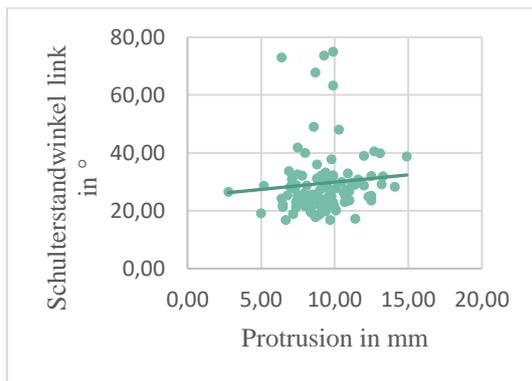


Abbildung 76: Schulterstandwinkel rechts in Abhängigkeit von der Protrusionsstrecke

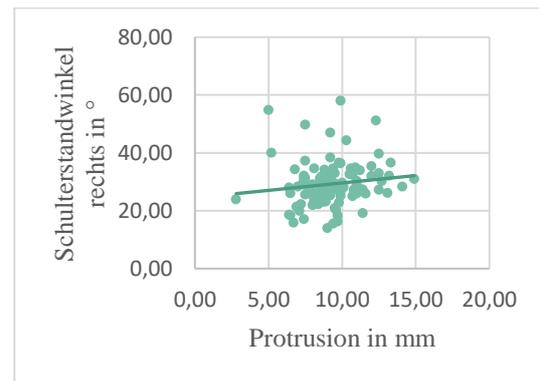


Abbildung 77: Schulterstandwinkel links in Abhängigkeit von der Protrusionsstrecke

Die Größe der Laterotrusion nach links korreliert positiv mit dem Schulterstandwinkel links mit $p \leq 0,02$ und einer Effektstärke ρ von $0,24$ (Abbildung 78). Auch der Schulterblattstand wird mit zunehmender Laterotrusion nach links größer. Hier liegt der p -Wert bei $p \leq 0,03$ und ρ bei $0,22$ (Abbildung 79).

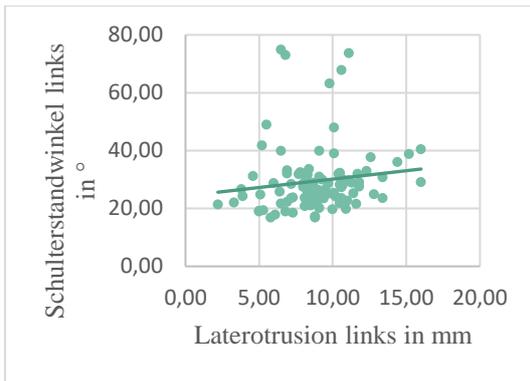


Abbildung 78: Schulterstandwinkel links in Abhängigkeit von der Laterotrusionsstrecke nach links

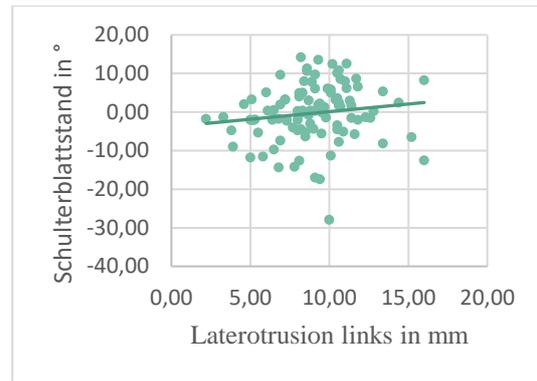


Abbildung 79: Schulterblattstand in Abhängigkeit von der Laterotrusionsstrecke nach links

Die Differenz der Seitwärtsbewegungen des Unterkiefers weist folgende vier Korrelationen zu Rückenparametern auf. Eine höhere Differenz, d.h. eine weiter nach rechts reichende Unterkiefergrenzbewegung hängt mit einer kleineren Achsabweichung zusammen. Hier betragen $p \leq 0,02$ und $\rho = 0,2$ (Abbildung 80). Je stärker die Unterkieferbewegung nach rechts dominiert, desto kleiner wird die Standardabweichung der Seitabweichung, p liegt bei $\leq 0,03$ und ρ bei $-0,21$ (Abbildung 81). Je größer die Differenz rechts-links ist, desto kleiner fällt der Beckenstand in Grad (Abbildung 82) mit $p \leq 0,01$ und $\rho = -0,24$ oder Millimeter (Abbildung 83) mit $p \leq 0,03$ und $\rho = -0,22$ aus.

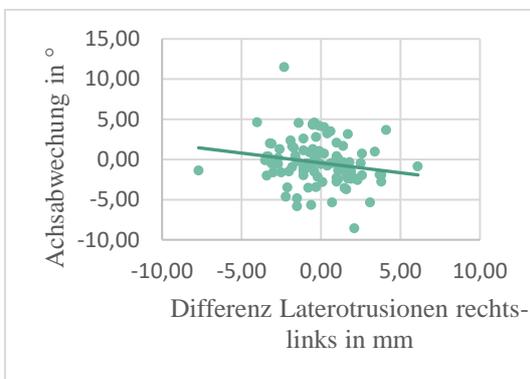


Abbildung 80: Achsabweichung in Abhängigkeit von der Laterotrusionsdifferenz

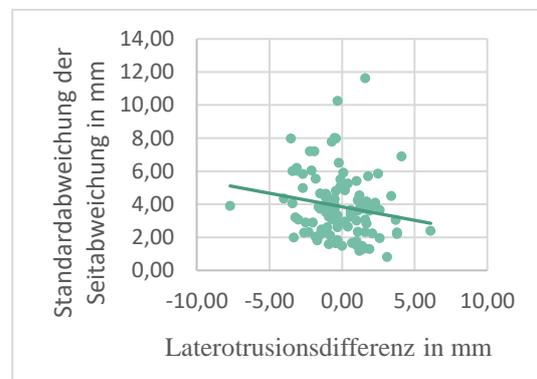


Abbildung 81: Standardabweichung der Seitabweichung in Abhängigkeit von der Laterotrusionsdifferenz

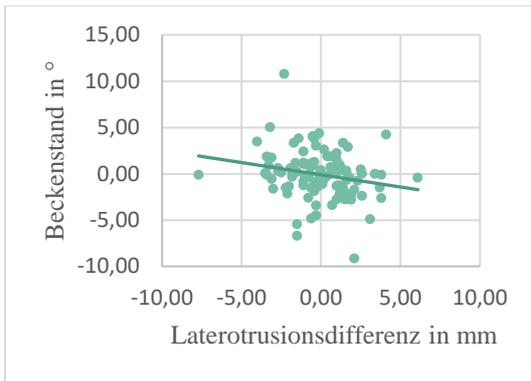


Abbildung 82: Beckenstand in Abhängigkeit von der Laterotrusionsdifferenz

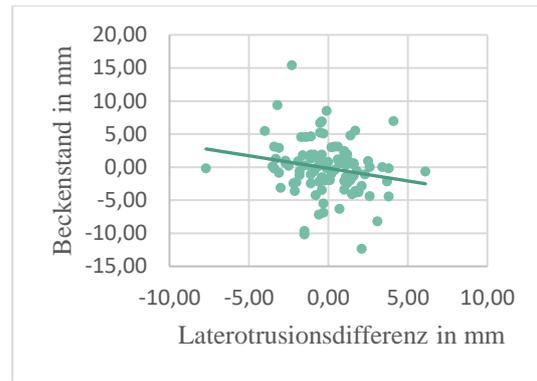


Abbildung 83: Beckenstand in Abhängigkeit von der Laterotrusionsdifferenz

5 Diskussion

Dieses Kapitel befasst sich mit der Zusammenführung, Analyse und Diskussion der Studienergebnisse sowie Überprüfung der Hypothesen aus Kapitel 2.3.3. Es werden kontextuelle Zusammenhänge zur aktuellen Literatur gezogen und evaluiert. Material und Methoden werden auf Unzulänglichkeiten geprüft sowie ein Ausblick für weiterführende Untersuchungen erstellt.

5.1 Ergebnisanalyse

Die Zusammenstellung der Ergebnisse richtet sich in ihrer Reihenfolge nach dem Kapitel 4. Zuerst erfolgt die Vorstellung der Oberkörperparameter, danach die Analyse der einzelnen Kiefer und die statische und dynamische Okklusion. Es werden Unterschiede zwischen Subgruppen und Zusammenhänge zwischen einzelnen Parametern aufgezeigt. Da viele statistisch signifikante Ergebnisse vorliegen werden sie wie folgt klassifiziert: Als klinisch relevant gelten Ergebnisse mit $p \leq 0,05$ und $\text{Mediandifferenz} \geq \text{Standardabweichung}$.

Übrige Ergebnisse zeigen keine klinisch relevanten Auswirkungen aber Tendenzen auf. Alle Korrelationen in dieser Arbeit weisen eine als schwach gekennzeichnete Effektstärke auf, auch diese verweist auf subklinische Trends. Unterhalb der Fehlergrenze von $1\text{mm}/1^\circ$ liegende Mediandifferenzen werden als solche gekennzeichnet.

5.1.1 Normwerte der Oberkörperstatik

Probandinnen dieser Studie haben eine insgesamt ausbalancierte Oberkörperstatik mit nur kleinen Abweichungen von einer symmetrischen und ausbalancierten Haltung.

Im Bereich der Schultern fällt die rechte Schulter im Median um $1,25^\circ$ stärker ab als die linke. Mit $0,15^\circ$ ist der Schulterblattstand nahezu symmetrisch, die Schulterblattrotation von durchschnittlich $1,4^\circ$ deutet auf eine minimale Tendenz zur Retroposition des rechten Schulterblattes. Der mittlere Schulterblattabstand beträgt $164,06\text{mm}$ und ist damit deutlich größer als der mittlere Abstand der Lumbalgrübchen mit $92,23\text{mm}$.

Die Rückenlängen S ($487,62\text{mm}$) und D ($452,32\text{mm}$) stehen in Zusammenhang mit der Wirbelsäulenlänge von C7 bis zum sacrum und der Länge der beweglichen Wirbelsäule ab C7. Mit einer sagittalen Rumpfneigung von $-3,95^\circ$ stehen die Teilnehmerinnen nach ventral geneigt, eine frontale Rumpfneigung von $-0,31^\circ$ stellt sich innerhalb des

symmetrischen Bereiches von $0\pm 1^\circ$ dar. Auch die mediane Achsabweichung von $-0,54^\circ$ deutet auf eine ausgeglichene Haltung des Oberkörpers hin. Da beide Werte im negativen Bereich liegen, deutet dies auf eine leichte Tendenz zur Neigung bzw. Krümmung nach links. Mit $14,51^\circ$ quantifiziert der thorakale Biegungswinkel die Ventralneigung des Kopfes. Die maximale Seitabweichung liegt mit $-4,5\text{mm}$ auf der linken Seite, die Standardabweichung der Seitabweichung deutet dabei mit $3,63^\circ$ auf einen relativ großen Spielraum. Eine maximale Rotation von $5,78^\circ$ bedeutet klinisch nach rechts rotierte Dornfortsätze der Wirbelkörper, mit $3,81^\circ$ Standardabweichung ist auch dieser Parameter recht variabel. Der Kyphosewinkel ist mit durchschnittlich $6,49^\circ$ um $7,88^\circ$ größer als der Lordosewinkel mit $52,61^\circ$. Mit einem $14,44^\circ$ großen Lumbalwinkel liegt der Lordosescheitelpunkt vor dem Kyphosescheitelpunkt. Auch das Becken steht symmetrisch mit einem Beckenstand von $0,00\text{mm}$ bzw. $-0,003^\circ$. Weiterhin liegen die Beckentorsion mit $-0,72^\circ$ und die Beckenrotation mit $0,77^\circ$ im ausgeglichenen Bereich von $0\pm 1^\circ$.

Im Vergleich mit Frauen im Alter von 21-30 Jahren¹⁷ die auch mit dem ABW BackMapper vermessen wurden, sind die Teilnehmerinnen dieser Studie im Schnitt 3cm kleiner und 6kg schwerer, mit einem daraus resultierenden, um $3,92\text{kg/m}^2$ höheren, BMI. Im Schulterbereich sind mehrere Parameter der beiden Gruppen ähnlich, jedoch ist der Abstand der Anguli Inferior Scapulae bei den älteren Frauen um $13,5\text{mm}$ größer. Dies könnte mit dem größeren Gewicht und BMI zusammenhängen, denn mit steigendem Alter gehen Muskelmasse und Kraft zurück²⁷. Dies könnte auf menopausale Veränderungen des Hormonhaushaltes zurückzuführen sein^{28,29}, sportliche Betätigung könnte diese Effekte beeinflussen^{36,37}.

Bei Betrachtung der Wirbelsäule wird eine stärkere S-Krümmung bei den älteren Probandinnen deutlich, im Bereich der Brustkyphose um $8,83^\circ$ und der Lendenlordose um $6,32^\circ$. Die Achsabweichung zeigt in die entgegengesetzte Richtung aber mit $0,75^\circ$ Unterschied fällt dieser unter die Messfehlergrenze von 1° .

Im Gegensatz zum Schulterblattabstand, ist der Abstand der Lumbalgrübchen bei den älteren Frauen um $7,33\text{mm}$ kleiner. Auch dies könnte im Zusammenhang mit einem höheren Fettanteil, geringerer Muskelmasse und deren Verteilung sowie dem höheren Gewicht und BMI der Teilnehmerinnen dieser Altersgruppe stehen. Hormonelle Veränderungen mit einer Tendenz zu höherem Androgenspiegel, z.B. Testosteron im Vergleich zum Östrogenlevel, können mit einem gesenkten Fettanteil an den Beinen und

einer Akkumulation von abdominellen und viszeralen Lipidspeichern in Zusammenhang stehen³²⁻³⁵.

Mit 1,43° Differenz ist die Beckenrotation der älteren Gruppe kleiner, die Differenzen der Beckentorsion und Rotationsrichtung fallen unter 1°. Damit sind viele Parameter der beiden Gruppen vergleichbar.

Drzał-Grabiec³¹ et al. verglichen zwei Gruppen von je 130 Frauen in Hinblick auf Oberkörperstatik. Die Teilnehmerinnen der ersten Gruppe waren zwischen 60 und 90 Jahre alt, die der zweiten 20-25 Jahre. Signifikante Differenzen gab es im Bereich der thorakalen Kyphose, auch Ergebnisse weiterer Studien¹⁰²⁻¹⁰⁵ belegen einen mit dem Alter größer werdenden Kyphosewinkel. Ursache könnten altersbedingte Veränderungen von ligamentären Strukturen und Bandscheiben der Wirbelsäule sein.

Gong³⁰ et al. zeigte 2019 an 226 Probanden im Alter von 20-89 Jahren mit dem Alter zunehmende cervicale Lordose- und thorakale Kyphosewinkel. Auch wurden dort mit dem Alter sinkende Unterschiede zwischen den Geschlechtern bemerkbar.

Veränderungen der lumbalen Lordose waren heterogener, mit einer Spanne von keiner signifikanten Differenz zwischen Personen unterschiedlichen Alters¹⁰⁶ bis hin zu einer abnehmenden Lumballordose¹⁰⁷. Weitere Studien deuten auf einen komplexen Alterungsverlauf der lumbalen Wirbelsäule mit differenzierten Prozessen kleinerer Wirbelsäulenabschnitte^{106,108,109}.

Aufgrund einer größeren Altersspanne der untersuchten Personen in diesen Studien und damit weniger Frauen pro Alterskategorie sind diese anfälliger für interindividuelle Schwankungen, wie Ausreißer, mit Einfluss auf die Ergebnisse^{109,30}.

Mit einer z.B. stärker ausgeprägten Wirbelsäulenkrümmung als in der jüngeren Probandinnengruppe aber gesundem und sportlich aktivem Lebensstil können physiologische Parameter und deren altersbedingte Veränderungen anhand der hier vorgestellten Werte verglichen, klassifiziert und bewertet werden. Auch geschlechtsspezifische Einflüsse, wie hormonelle Spiegel während des Menstruationszyklus beeinflussen posturale Parameter²⁶. Deren Veränderung oder Abwesenheit aufgrund der Menopause könnten spinale Kennwerte beeinflussen, unter anderem wirkt postmenopausale Osteoporose auf das motorische System²⁴.

Da unterschiedliche Geschlechter verschiedene Lebenserwartungen²⁰ und Inzidenzen für altersbedingte Erkrankungen²¹ aufweisen, werden Normwerte der unterschiedlichen Populationsuntergruppen als Referenz benötigt.

Auch Risikoanalysen können anhand dessen durchgeführt werden. In Abhängigkeit von Parameterklassifizierungen oder auch deren Veränderung und Geschwindigkeit dieser Veränderung im Vergleich zu Referenzwerten kann abgeschätzt werden wie das Risiko für Folgeerkrankungen ist. Da viele Berufe einen hohen zeitlichen Anteil sitzender Tätigkeit aufweisen, und dieser mit unterschiedlichen gesundheitlichen Folgen verknüpft ist^{110,23}, könnte deren Langzeiteffekt in folgenden Studien untersucht werden.

Die Oberkörperstatik ist wichtig, um Lebensqualität einschätzen zu können¹¹. Viele alters- und gesundheitsbedingte Einschränkungen sind stark mit Änderungen der Haltung, wie Verlagerung des Schwerpunktes, verknüpft^{102,111,112}. Diese Veränderungen sind oft über kompensatorische Mechanismen miteinander verbunden und Änderungen eines Parameters können mehrere andere beeinflussen¹¹³. Verletzungen durch Stürze, wie Frakturen oder Traumata des Kopfes, sind die häufigste Ursache bei älteren Personen¹¹⁴. Es bestehen Anzeichen für eine Verbindung zwischen der Fallneigung, Schwerpunktverlagerung und spinalen Veränderungen¹¹⁵.

5.1.1.1 Habituelle Okklusion vs. symmetrische Okklusionssperre

Im Vergleich der Rückenparameter im habituellen Schlussbiss und einer temporären Okklusionssperre mithilfe von Watterollen um ca. 5mm sind zwei signifikante Unterschiede zu verzeichnen. Der erste betrifft die Rückenlänge D und der zweite die sagittale Rumpfneigung. Die Mediandifferenzen beider Gegenüberstellungen liegen unter der Messfehlergrenze von 1mm bzw. 1°. Auch die Streuung der Parameter ist in beiden Gruppen nahezu gleich. Daraus folgt, dass diese kurzfristige Änderung der Okklusion keinen Einfluss auf die Oberkörperstatik hat¹¹⁶. Dies würde auch zu den Ergebnissen der Studie von März¹⁹ et al. 2017 passen, hier erfolgte die kurzzeitige Okklusionssperre mit verschiedenen dicken Folien oder Watterollen. Schupp¹¹⁷ et al. 2009 und Ohlendorf¹¹⁸ et al. 2014 zeigten jedoch auch, durch kurzfristige Intervention veränderte Okklusion, beeinflusste Haltungsänderungen. Allerdings untersuchte die erste Arbeitsgruppe elf und die zweite 23 männliche und weibliche Probanden. Die Kohorte dieser Dissertation umfasst durch ihre spezifische Geschlechts- und Altersauswahl der Teilnehmerinnen eine spezifische Bevölkerungsgruppe, deshalb sind die Ergebnisse nicht direkt vergleichbar. Im Alltag wird die Okklusion häufig für Minuten bis sogar Stunden beeinflusst. Zerkauen von, vor allem fester, Nahrung, kauen eines Kaugummis oder gar von Alltagsgegenständen wie Bleistiftenden. Über seine hochgradige Vernetzung werden all diese Impulse im craniomandibulären System aufgenommen und an das ZNS

weitergeleitet. Dort erfolgt dann die Bewertung der Information und Reaktion darauf. Aufgrund der Häufigkeit und tendenziell kurzen Einflussdauer dieser Impulse sollte ihnen in einem stabilen System keine weitreichende oder energieintensive Anpassung der gesamten Körperhaltung erfolgen. Da alle Probandinnen ausgewachsen sind und sich in einem langfristig beschwerdefreien Zustand befinden, ist davon auszugehen, dass dieser Zustand ein stabiles Gleichgewicht ist. Weiterführende Untersuchungen könnten erfassen wie viele Einflüsse welcher Stärke dieses Gleichgewicht an die Grenzen seiner Kompensation bringen könnten.

Ein wichtiger Faktor der Okklusionssperre ist die Zeit. Veränderungen, die langfristig sind, wären z.B. kieferorthopädische Behandlungen oder Therapie mit Schienen¹¹⁹.

Die **Hypothese 1** „Es lassen sich repräsentative Normwerte für die Oberkörperstatik von gesunden Frauen zwischen 51 und 60 Jahren, nahe der Symmetrieachse bzw. der 0°-Achse bestimmen“ lässt sich hiermit verifizieren.

Die **Hypothese 2** „Kurzfristige Änderungen der statischen Okklusion im Prämolarenbereich haben eine Änderung der statischen Oberkörperparameter in frontaler und sagittaler Ebene zur Folge“ gilt aufgrund von Abwesenheit signifikanter Ergebnisse mit $p \leq 0,05$ als widerlegt.

5.1.2 Einfluss anamnestischer Parameter

Bei Gegenüberstellung der Kohorte dieser Studie und der deutschen Bevölkerung im Mikrozensus von 2013 und Mensink et al. sind die Teilnehmerinnen sehr nahe am Durchschnitt ihrer Altersgruppe. Vor allem die Körpergröße weicht sehr wenig ab (Tabelle 23). Der BMI der Teilnehmerinnen ist etwas niedriger, das liegt an dem geringeren Anteil adipöser und höheren Anteil untergewichtiger Probandinnen. Auch im Vergleich zur Studie von Mensink¹²⁰ et al., welche 7000 Erwachsene in Deutschland umfasst, waren die Frauen der Altersgruppe 50-59 2,9cm kleiner, mit einem durchschnittlich 3,7kg höheren Gewicht und 2.38kg/m² höheren BMI. Dies kann darin begründet sein, dass 76.26% der Probandinnen regelmäßig Sport getrieben haben und 31,68% mindestens drei Mal die Woche sportlich aktiv waren.

	Probandinnen	Mikrozensus ¹²¹ 2013	Mensink ¹²⁰ 2013	Ohlendorf ¹⁷ et al. 2018
Größe (cm)	166,00	165,50	163,10	169,00
Gewicht (kg)	69,3	70,05	73,00	60,3
BMI (kg/m ²)	25,02	25,55	27,40	21,1
BMI < 18,5 (%)	3,96	2,00	1,00	6,00
BMI 18,5-24,9 (%)	52,48	50,55	38,10	87,8
BMI 25-29,9 (%)	29,70	31,30	33,50	4,7
BMI >30 (%)	13,86	16,20	27,30	0,9

Tabelle 23: Größe, Gewicht, BMI im Vergleich

Der erste untersuchte anamnestische Parameter ist eine durchgeführte kieferorthopädische Therapie. Es waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen mit und ohne Therapie zu verzeichnen. Da allerdings bei den meisten Probandinnen die kieferorthopädische Behandlung lange zurücklag und viele sich nicht an die Diagnose, Art der Behandlungsmaßnahmen und Erfolge bzw. Misserfolge der Therapie erinnern konnten, ist diese Abfrage von geringer Aussagekraft.

Als nächstes wurde der Einfluss von sportlicher Betätigung untersucht. Mit 75% Teilnehmerinnen ist der Anteil derer, die regelmäßig sportlich aktiv sind, hoch. Der Vergleich dieser beider Gruppen sowie detailliertere Aufschlüsselung nach Häufigkeit sportlicher Betätigung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Frauen bezüglich der Haltung. Keine der befragten Frauen war Leistungssportlerin, die einzige Angabe zu sportlicher Aktivität war die Häufigkeit, jedoch lässt sich allein durch diese Angabe das Fitnesslevel nicht eruieren. Zudem ist unbekannt wie lange der Sport schon ausgeführt wurde und welche Leistungsniveaus zu verzeichnen waren. Dazu kommt die sehr starke Heterogenität der ausgeführten Sportarten.

Vergleiche der Haltung zwischen Probandinnen mit und ohne Migräne oder mit und ohne andere Kopfschmerzen waren ebenso nicht signifikant bezogen auf die Körperhaltung. Ferracini¹²² et al. kommen in ihrer Untersuchung zu Migräne und Kopfhaltung zu einem gleichen Ergebnis. Da diese Symptomatik alleinstehend ist und keine der Probandinnen Beschwerden des Bewegungsapparates aufweist wäre auch hier wahrscheinlich, dass diese Symptomatik und deren Auslöser nicht ausreichend sind, um das posturale Gleichgewicht zu verändern. Auch sind einzelne spinale Befunde mit Kopfschmerzen assoziiert, jedoch ist keine Kausalität bekannt¹²³.

Zuletzt ergibt auch der Vergleich von Teilnehmerinnen mit und ohne Kiefergelenksgeräusche keine signifikanten Unterschiede in der Oberkörperstatik. Diese Geräusche sind oft Symptome von Störungen des craniomandibulären Systems, jedoch reichen sie allein nicht aus um eine craniomandibuläre Dysfunktion (CMD) zu indizieren und können bei gesunden Probandinnen auftreten^{48,124}. Allein das Vorhandensein dieser Geräusche ohne genaue Information über temporomandibuläre Verhältnisse, wie Kondylus-Diskus-Relation des Kiefergelenkes, lassen keine genauen Rückschlüsse auf deren Ursache und Auswirkung zu¹²⁵. Daraus lässt sich folgern, dass bei gesunden Probandinnen, wie den Teilnehmerinnen dieser Studie, Kiefergelenksgeräusche ein Indiz für mögliche Veränderungen des CMS sind, aber allein nicht ausreichen, um messbare Auswirkungen auf Parameter der Oberkörperstatik zu induzieren.

Zu der Verbindung dieser Symptome, spinalen Parameter und allgemeiner Gesundheit ist die Studienlage unzureichend, hier besteht also Bedarf nach weiterer Nachforschung.

In Zusammenhang mit der allgemeinen Beschwerdefreiheit und Gesundheit der Teilnehmerinnen, kann davon ausgegangen werden, dass der Schweregrad der geräuschauslösenden Faktoren gering ist und deshalb keine messbaren Auswirkungen auf die Oberkörperstatik zu verzeichnen sind.

Aufgrund von nicht vorliegenden statistisch signifikanten Ergebnissen mit $p \leq 0,05$ können **Hypothesen 3 a-d** „allgemeinanamnestic Parameter haben Einfluss auf die Oberkörperstatik in Bezug auf:

- a) Eine in der Vergangenheit liegende kieferorthopädische Behandlung
- b) Häufigkeit sportlicher Betätigung der teilnehmenden Probandinnen
- c) Vorhandensein von Migräne oder nicht migräneinduziertem Kopfschmerz
- d) Vorliegen von Kiefergelenksgeräuschen“

falsifiziert werden.

5.1.3 Modellanalyse

5.1.3.1 Oberkiefer

Signifikante Ergebnisse bezüglich des Oberkiefers finden sich in der transversalen und sagittalen Richtung.

5.1.3.1.1 Transversale Oberkieferparameter

Der Intergruppenvergleich ergibt einen im Median um $3,94^\circ$ größeren rechten Schulterstandwinkel, bedingt durch eine stärker abfallende rechte Schulter bei Probandinnen mit vergrößerter transversaler Breite als bei Frauen, bei welchen der Oberkiefer normbreit ist. Je breiter der Oberkiefer ist, desto kleiner wird die Schulterblattrotation, dabei steht bei transversalem Platzmangel, Normbreite oder Platzüberschuss bis 5mm das rechte Schulterblatt tendenziell weiter dorsal, als das linke: Abbildung 49. Erst bei einer Oberkieferüberbreite von mehr als 5mm deutet die positive Korrelation darauf, dass sich das linke Schulterblatt weiter dorsal als das rechte befindet. Eine größere transversale Breite steht auch in Beziehung mit einem größeren Lordosewinkel, der sich klinisch als stärkeres Hohlkreuz ersichtlich macht (Abbildung 50).

Die Mittellinienverschiebung im Oberkiefer allein hat keine signifikanten Zusammenhänge mit Oberkieferparametern, was daran liegen könnte, dass sie im Kontext mit den Seitenzähnen und deren Positionen zur Bisslage zusammengerechnet werden muss, um ihre volle Tragweite zu erfassen. Je nachdem zu welcher Seite die Mittellinie hin verschoben ist ergibt sich ein Platzmangel/-überschuss, der sich so auf die Seitenzahnposition auswirkt.

Bisslagenuntersuchungen erfordern im Gegensatz zu Quantifizierungen der Okklusion Fernröntgenseitenbilder, mit Hilfe derer Referenzebenen und Winkel bestimmt werden können, dies ist aber im Rahmen einer Querschnittsstudie an gesunden Freiwilligen jedoch ethisch nicht vertretbar.

5.1.3.1.2 Sagittale Oberkieferparameter

Im Bereich der sagittalen Oberkieferparameter ergibt der Intergruppenvergleich eine Schulterblattrotationsdifferenz. Bei einem symmetrischen Platzangebot steht, das rechte Schulterblatt im Median weiter dorsal als das linke, ist das Platzangebot links größer als rechts, stehen die Schulterblätter annähernd gleich weit dorsal (Abbildung 25).

Die nächste Gegenüberstellung zeigt eine im Median größere maximale Rotation bei symmetrischem Platzangebot im Oberkiefer als bei asymmetrischem, was ausdrückt, dass

die Dornfortsätze der Wirbel bei symmetrischem Platzangebot stärker nach rechts gedreht sind (Abbildung 24). Da die Streuung in der asymmetrischen Gruppe sehr viel größer ist als in der symmetrischen Gruppe, ist der Vergleich nicht von hoher Aussagekraft. Bei genauerer Gruppeneinteilung zeigt sich, dass die Wirbelsäulenrotation bei symmetrischem Platzangebot tendenziell stärker nach rechts ausfällt als bei rechtsseitig größerem Platzangebot, bei einem linken Mehrangebot an Platz die Dornfortsätze der Wirbelkörper hingegen nach links rotiert sind (Abbildung 26). Auch hier ist die Streuung der asymmetrischen Gruppen deutlich größer als die der symmetrischen Gruppe, mit $13,91^\circ$ Mediandifferenz ist der Unterschied zwischen der symmetrischen und der Gruppe mit linksseitigem Mehrangebot an Platz klinisch relevant.

Die Trendlinie im Zusammenhang zwischen sagittaler Platzverteilung im Oberkiefer und maximaler Seitabweichung zeigt, dass sich die Seite mit dem größeren Wert bei ca. 5mm größerer rechter Stützzoneendifferenz von links nach rechts umschlägt (Abbildung 59).

Im Bereich der links größeren Stützzone ist also auch die maximale Seitabweichung tendenziell auf der linken Seite, während sie bei einer rechts größeren Stützzone von linksseitig über keine Seitabweichung bis schwächer ausgeprägte maximale Seitabweichung auf der rechten Seite zeigt.

Betrachtet man die Oberkieferplatzverteilung in Zusammenhang mit frontaler und sagittaler Rumpfneigung, so zeigt sich in der Korrelation bei links größerem Platzangebot nur eine ventrale Neigung (Abbildung 53), während die Probandinnen bei rechtsseitigem Platzmehrangebot weniger nach ventral und nach links geneigt sind. Dabei verstärkt sich die Linksneigung tendenziell mit größerer rechter Stützzoneendifferenz als links (Abbildung 54). Der Grund für einen stärkeren Einfluss des rechtsseitigen Platzüberschusses könnte unterschiedlich ausgeprägte Muskulatur aufgrund der Präferenz einer Seite beim Kauen sein¹²⁶, dazu liegen aber nicht genug Daten vor, dies könnte in weiteren Studien untersucht werden.

Wird die linke Stützzone für sich allein untersucht, ergibt sich bei Frauen mit einer kleineren Rückenlänge D und S in der Korrelation mehr Platzangebot als bei größeren Probandinnen (Abbildung 51, Abbildung 52). Da die rechte Stützzone für sich betrachtet keine signifikanten Ergebnisse zeigt, könnte der Einfluss auch hier auf asymmetrisches Verhalten deuten.

Insgesamt betrachtet ergeben sich die meisten Gruppenunterschiede zwischen Oberkieferkennwerten und Wirbelsäulenparametern. Zusammenhänge zu

Beckenmesswerten sind hier nicht zu verzeichnen. Über ab- und aufsteigende Verbindungen wie myofasciale Ketten sind das Cranium und Sacrum zwar verbunden^{80,74}, jedoch können kleine Effekte, vor allem bei gesunden Probandinnen mit stabil ausbalancierter Statik über die große Distanz unter die Messbarkeitsgrenze fallen. Dies müsste in einem experimentellen Setup, welches stärker auf das Becken und die untere Extremität ausgerichtet ist, weiterführend untersucht werden.

5.1.3.2 Unterkiefer

Zwischen Subgruppen von Unterkieferparametern und Messwerten der Oberkörperstatik gibt es keine signifikanten Unterschiede, es sind aber an zwei Positionen signifikante Korrelationen zu verzeichnen. Diese beziehen sich auf die Wirbelsäulenparameter und den Beckengürtel, Zusammenhänge zu Schulterparametern zeichnen sich nicht ab. Auch hier hat das Platzangebot der linken Stützzone einen Zusammenhang mit der Rückenlänge D, Probandinnen mit einer kleineren Rückenlänge D haben weniger Platzmangel bis etwas Platzüberschuss, während eine größere Rückenlänge eher mit größerem Platzmangel assoziiert ist (Abbildung 57).

Besteht eine Mittellinienverschiebung MLV im Unterkiefer nach links, zeigt die Korrelation, dass auch die linke Beckenschaufel weiter dorsal ist, bei einer rechtsseitigen MLV besteht eher eine dorsale Beckenrotation nach rechts (Abbildung 56). Eine in der Dissertation von Vanessa Fisch gefundene Korrelation zwischen Unterkiefer MLV und Beckentorsion lässt sich hier nicht verzeichnen. Anhand der Modelle lässt sich die Mittellinienverschiebung nicht in mandibulär und alveolär unterscheiden. Eine alveoläre MLV bezieht sich auf die Stellung der Zähne im Zahnbogen, eine mandibuläre beinhaltet auch eine Schwenkung des Unterkieferkörpers. Die Mittellinienverschiebung im Oberkiefer ist dagegen immer dentoalveolär. Es wäre zu vermuten, dass eine mandibuläre MLV eine größere Auswirkung haben sollte, da über die Stellung der Kiefergelenke die Kopfdrehung und die Halswirbelsäulenrotation weitreichendere Positionsveränderungen hätte¹²⁷. Über die Wirbelsäule fortgeleitet, wäre eine Gegenrotation des Beckens, wie hier sichtbar, passend zu diesem Befund. Ohne radiographische Aufnahmen ist die Differenzierung jedoch nicht möglich.

Die transversalen Maße des Unterkiefers und Stützzone werte sowie Symmetrieverhältnisse haben keine Zusammenhänge zu Parametern der Oberkörperstatik. Insgesamt verschieben sich die Befunde: Oberkieferparameter sind

eher mit Schulter- und Wirbelsäulenwerten assoziiert, während der Unterkiefer mit Wirbelsäule und Becken in Verbindung steht. Auch ist die Anzahl der Zusammenhänge im Oberkiefer deutlich größer als im Unterkiefer. Einerseits ist der Unterkiefer mobil und könnte deswegen weniger Einfluss über die isolierten unterkieferbezogenen Parameter ausüben als der Oberkiefer. Oberkieferkennwerte beziehen sich zwar auf die Position der Zähne im Zahnbogen, doch formt dieser den Alveolarfortsatz aus und gibt damit auch die Grundform der knöchernen Maxilla vor. Ingmar Braun¹²⁸ zeigte in ihrer Dissertation 2008, dass die dentale Basis des Oberkiefers Zusammenhänge zum Arcus Zygomaticus und Interkondylarabstand aufweist, der Unterkiefer zeigt hingegen keine Einflüsse auf das Mittelgesicht oder Interkondylarabstand auf.

Auch Susanna Bergmann¹²⁹ zeigte 2017 Zusammenhänge zwischen Oberkieferzahnbogenbreite und Gesichtsbreite. Die Unterkieferzahnbogenbreite wies Zusammenhänge zum Abstand zwischen dem rechten und linken Gonion auf, jedoch keine zum Interkondylarabstand. Dies wurde damit begründet, dass das Caput Mandibulae im Gegensatz zum Gonion eine direkte Verbindung zum Gesichtsschädel besitzt und so auch im Wachstum miteinander verbunden ist.

Andererseits könnte der Oberkiefer auch einen stärkeren Einfluss auf Oberkörperstatik über die Kopfposition entfalten. Er bildet als großer Bestandteil des Viscerocraniums eine Art Gegengewicht zum Neurocranium und wirkt so auf die muskuläre Balance¹³⁰ der Schädelposition auf der Wirbelsäule.

5.1.3.3 Statische Okklusion

Die statische Okklusion bringt beide Kiefer im habituellen Schlussbiss zusammen, die Relationen an Schlüsselpunkten werden dann kategorisiert und mit den Rückenparametern in Verbindung gebracht. Die Aufnahme der Oberkörperstatik erfolgte unter Einnahme der habituellen Okklusion.

Unter den Ergebnissen dieses Unterkapitels sind Verbindungen zum Schulter- und Beckengürtel, sowie zur Wirbelsäule zu verzeichnen, diese werden in cranosakraler Richtung geordnet.

Keine signifikanten Befunde finden sich bei Analyse von Kopf/Kreuzbissbefunden. Dies passt zu den Ergebnissen vorheriger Reviews¹³¹ und Studien¹³², wobei Kopfbissbefunde in der aktuellen Literatur noch nicht untersucht worden sind.

Li¹³³ et al. 2020 haben zwar eine Volumenzunahme von nasalen und nasopharyngealen Atemwegsvolumina nach Behandlung von transversalen Engständen, zu denen Kopf- und Kreuzbisse im Seitenzahnbereich gehören, festgestellt. Obwohl ein Zusammenhang zwischen Kopfhaltung und Atemwegverlauf besteht⁵², konnten die Autoren aufgrund einer geringen Fallzahl keine weiter reichenden Effekte feststellen.

Da Kopf/Kreuzbisse indizierend für transversale Diskrepanzen der Kiefer zueinander sind, jedoch wenig Einflüsse von einzelkieferbezogenen Parametern zu verzeichnen sind, lässt sich daraus schließen, dass sie gut kompensiert werden können. Weitreichendere Auswirkungen könnten über den Einfluss dieser Parameter auf die Bisslage und damit die Unterkieferposition erfolgen, ohne radiographische Daten ist diese jedoch nicht ermittelbar.

5.1.3.3.1 Statische Okklusion und Schultergürtel

Im Bereich der Frontzähne ist ein Zusammenhang zwischen der vertikalen Frontzahnstufe zu verzeichnen, bei einem kleineren Überbiss weist die Korrelation auf einengrößeren Schulterabstand als bei einem vergrößerten Überbiss (Abbildung 71).

Im Vergleich zwischen einer neutralen und distalen Okklusion des rechten Eckzahnes, nimmt das rechte Schulterblatt bei Distalokklusion im Medianebene eine kaudalere Position ein (Abbildung 31).

Bei Betrachtung der linken Eckzahnokklusion ist der durchschnittliche Schulterblattabstand bei Distalokklusion signifikant kleiner als bei neutraler oder mesialer Verzahnung (Abbildung 33).

Die dazugehörige Korrelation zeigt, je mesialer die Okklusion ist, desto größer wird der Schulterblattabstand (Abbildung 63).

Im Bereich der Okklusion des Sechsjahrmolaren, gibt es auf der rechten Seite eine Assoziation zwischen einer distaleren Position des Zahnes und einer dorsaleren Position der rechten Schulter (Abbildung 58).

Bei einer mesialeren Okklusion des linken ersten Molaren, steht die rechte Schulter tendweise höher als bei einer distaleren Okklusion (Abbildung 66).

Wie auch bei dem rechten ersten Molaren, steht die rechte Schulter tendenziell weiter dorsal wenn die Okklusion des linken Molaren distal ist und annähernd symmetrisch zur linken Schulter bei mesialer Okklusion (Abbildung 37, Abbildung 68), der Unterschied ist jedoch mit 1,51° gering.

Verschiebt sich die Okklusion des linken Sechsjahrmolaren weiter nach distal, wird, wie bei der Okklusion des gleichseitigen Eckzahnes, der Schulterblattabstand eher kleiner (Abbildung 67).

Dabei ist der Unterschied zwischen den Medianen neutraler und distaler Okklusion mit 24,66mm klinisch relevant (Abbildung 36), während ein Vergleich von Distal- und Nondistalokklusion keine Aufschlüsse liefert. Da in der vorliegenden Stichprobe weniger als 10% der Teilnehmerinnen eine mesiale Okklusion aufweisen und die Gruppe der Nondistalokklusion aus neutraler, mesialer und asymmetrischer Bissposition besteht, sollte in weiterführenden Studien dieses Merkmal eingehend untersucht werden. Auch die Gegenüberstellung von symmetrischer und asymmetrischer Okklusion ergibt keine signifikanten Befunde. Des Weiteren muss zwischen Okklusion und Bisslage, welche nur mithilfe von radiographischen Daten bestimmt werden kann differenziert werden. Eine radiographische Untersuchung der gesunden, freiwilligen Teilnehmerinnen dieser Studie ist jedoch ethisch nicht vertretbar.

Bei Analyse der Okklusion des gesamten Kiefers, ist der Schulterblattabstand bei einer nicht neutralen Okklusion kleiner als bei einer neutralen (Abbildung 39). Genauer aufgeschlüsselt, ist er bei distaler Okklusion kleiner als bei neutraler (Abbildung 40). Die Gruppe der mesialen Okklusion kann nicht zum Vergleich herangezogen werden, da dieses Merkmal bei unter 10% der Probandinnen vorliegt.

Insgesamt fällt auf, dass bei einer distaleren Okklusion des linken ersten Molaren, Eckzahnes oder des ganzen Kiefers der Schulterblattabstand kleiner wird. Stehen die Schulterblätter enger zusammen, besteht die Vermutung aufgrund anatomischer Verhältnisse, dass auch die Vorspannung der Hals- und Nackenmuskulatur höher ist. Über die die trapezius-serratus-Muskelschlinge, die Schlüsselbeinposition und den M. sternocleidomastoideus könnte einerseits ein Zug auf den Unterkiefer entstehen, der eine distalere Bissposition begünstigt. Andererseits würde eine Rücklage des Unterkiefers dem myofaszialen Apparat mehr Spielraum nach dorsal verschaffen und es könnte sich eine Schulterlage mit näher aneinander stehenden Scapulae einpendeln.

Steht nur der erste Molar rechts oder links weiter distal, so befindet sich auch die rechte Schulter in einer dorsaleren Stellung.

Weiterhin ist auffällig, dass der rechte Schulterstandwinkel häufiger in Zusammenhang mit modellanalytischen Parametern steht als der linke. Eine mögliche Ursache wäre die Händigkeit, mit 92% Rechts- und nur 3% Linkshänderinnen in der teilnehmenden

Kohorte, kann dies in der aktuellen Studie nicht untersucht werden und sollte bei weiterer Forschung berücksichtigt werden. Auch andere asymmetrische Verhaltensweisen, welche den Schultergürtel betreffen, wie z.B. das Tragen einer Handtasche wären zu untersuchende Faktoren, denn sie haben laut Son¹³⁴ et al. messbare Auswirkungen auf die posturale Kontrolle. Frauen, die ihre Handtasche bevorzugt auf der rechten Seite tragen, wiesen in dieser Studie größere Schrittlängen und schmalere Schrittbreiten, sowie ein generell höheres Gangtempo auf, als Frauen die die linke Seite beim Taschentragen bevorzugt hatten.

5.1.3.3.2 Statische Okklusion und Wirbelsäule

Im Frontzahnbereich besteht ein Zusammenhang zwischen horizontalem Überbiss und der sagittalen Rumpfneigung. Wird die Frontzahnstufe größer, sind die Probandinnen in dieser Korrelation weniger nach ventral geneigt (Abbildung 70). Bei einer größeren horizontalen Frontzahnstufe könnte ein Richtung Halswirbelsäule verlagerter Unterkieferschwerpunkt dafür sorgen, dass der Gesamtschwerpunkt des Kopfes weiter dorsal liegt und die Körperneigung deswegen schwächer nach ventral ausbalanciert sein braucht.

Im Bereich der vertikalen Frontzahnstufe zeigt die Korrelation, dass Probandinnen mit einer größeren Rückenlänge D (Abbildung 72) und S (Abbildung 73) einen stärkeren Überbiss aufweisen. Auch in der Dissertation von Gerez 2019 über Männer im Alter von 41-50 findet sich der Effekt in einem ähnlichen Ausmaß wieder, die Vergleichbarkeit ist hierbei besonders groß, da das gleiche Messsystem verwendet wurde. Der Lumbalwinkel wird hierbei kleiner, was aussagt, dass der Lordosescheitelpunkt weniger weit vor dem Kyphosescheitelpunkt liegt (Abbildung 74).

Dies ist ein Indiz für eine weniger stark ausgeprägte S-Krümmung der Wirbelsäule, welches auch eine Vergrößerung der Distanz zwischen cranialem und kaudalem Wirbelsäulenmarker bewirken kann. Da sich die Krümmungsverhältnisse im Bereich der beweglichen Wirbelsäule ändern, passt dieser Befund sowohl zu den Korrelationen der Rückenlänge D als auch S.

Je distaler die Okklusion des rechten Eckzahnes positioniert ist, desto größer wird in der Korrelation die Standardabweichung der Seitabweichung (Abbildung 61).

Desto distaler die Okklusion des linken Eckzahnes einzuordnen ist, desto schwächer ist die Ventralneigung des Rumpfes in der Korrelation ausgeprägt (Abbildung 64). Bei

neutraler und mesialer Okklusion hat die sagittale Rumpfneigung tendenziell ein ähnliches Ausmaß (Abbildung 34). Wie die horizontale Frontzahnstufe deutet auch dieser Befund auf einen dorsaleren Kopfschwerpunkt.

Auch die Lordose ist bei distalerer Eckzahnokklusion links tendenziell flacher (Abbildung 65), der Unterschied ist zwischen neutraler und distaler Okklusionsklasse am deutlichsten (Abbildung 35). Jedoch ist die Streuung in der neutralen Gruppe deutlich größer als in der distalen.

Zwischen der frontalen Rumpfneigung bei neutraler und distaler Okklusion des rechten Sechsjahrmolaren besteht ein signifikanter Unterschied, die Mediandifferenz ist jedoch kleiner als der Messfehler von 1° , aus diesem Grund ist das Ergebnis nicht aussagekräftig (Abbildung 30).

Ebenfalls besteht eine Differenz zwischen den Medianen der Rückenlänge S, diese ist größer, wenn die Okklusion im neutralen Bereich liegt, als im mesialen (Abbildung 29). In der Gruppe mit neutraler Okklusion ist die Streuung deutlich größer als in der Gruppe mit Mesialokklusion.

Die dritte Verbindung zwischen Wirbelsäulenparametern und der Okklusion des ersten rechten Molaren besteht aus einer tendenziell kleineren Standardabweichung der Rotation bei mesialerer Okklusionslage (Abbildung 59).

Eine distalere Okklusion der linken ersten Molaren ist mit einer stärkeren maximalen Rotation nach rechts assoziiert, während die Dornfortsätze der Wirbelsäule im neutralen und mesialen Okklusionsbereich in der Korrelation tendenziell nicht rotiert sind oder nach links zeigen (Abbildung 69). Zwischen der mesialen und distalen Gruppe besteht ein besonders großer Unterschied (Abbildung 38).

Dieser Zusammenhang könne auf eine rotatorische Komponente deuten. Bei einem Distalstand befindet sich der erste linke Molar weiter dorsal, dies könnte eine Unterkieferschwenkung nach links nach sich ziehen, die sich auch auf Kopf- und Schulterposition auswirkt und eine Gegendrehung der Wirbelsäule erforderlich macht. Mit $11,16^\circ$ Differenz und einem Richtungswechsel der Rotation zwischen der mesialen und distalen Gruppe ist diese Differenz klinisch relevant. Dies könnte auch mit dem Befund verbunden werden, dass bei einer distaleren Okklusion des Sechsjahrmolaren rechts, die rechte Schulter weiter dorsal steht. Hier wäre eine spiralförmige Verwindung der Wirbelsäule die Folge. Da aber auch bei einem Distalstand des linken Sechsjahrmolaren die rechte Schulter weiter dorsal positioniert ist, müsste der

Rotationsverlauf der Wirbelsäule genauer untersucht werden. Dieser könnte möglicherweise in den Wirbelsäulenabschnitten unterschiedlich verlaufen, um etwaige Schwenkungen zu kompensieren oder im Gegenteil, sie zu verstärken.

5.1.3.3.3 Statische Okklusion und Beckengürtel

Wenn die horizontale Frontzahnstufe im Normbereich liegt, ist die linke Beckenseite im Median mehr nach oben gerichtet, während der Median der Beckentorsion bei einem nicht normgroßen Überbiss nahezu bei Null liegt (Abbildung 28).

Ist die Okklusion des rechten Eckzahnes distaler, steht auch das Becken tendenziell rechts weiter dorsal, bei Mesialokklusion hingegen befindet sich die linke Beckenseite dorsaler (Abbildung 62).

Hierbei ist der Unterschied zwischen den Medianen der neutralen und distalen Okklusionsklasse am deutlichsten (Abbildung 32).

Ebenfalls zeigt die Korrelation, dass sich bei einer distaleren Okklusion des rechten ersten Molaren, die rechte Beckenseite weiter dorsal als die linke befindet und bei mesialerer Okklusion positioniert sich die linke Beckenseite dorsaler (Abbildung 60).

Damit haben zwei Schlüsselparameter der rechtsseitigen Okklusion, bei distalerer Stellung, eine Verbindung zu einer rechtsseitig dorsaleren Beckenposition. Dieser Befund weist eine Parallele zu einer dorsaler stehenden rechten Schulter bei Distalokklusion des ersten rechten Molaren auf. Ebenso kann dies mit dem oben genannten Rotationsverlauf der Wirbelsäule verbunden sein und sollte in weiteren Studien genauer nachverfolgt werden. Während statistische Zusammenhänge im Bereich des Schultergürtels eher mit der linksseitigen Okklusion zu verzeichnen sind, weisen die Beckenparameter nur Verbindungen zur rechten Okklusionsseite auf. In Kombination mit dem Richtungswechsel der Dornfortsatzrotation wäre eine Verwindung entlang der Wirbelsäule möglich.

Das Merkmal mesiale Okklusion des Unterkiefers konnte nicht im Gruppenvergleich untersucht werden, da es bei nur 6.9% der Probandinnen ausgeprägt war.

Viele der hier aufgeführten Merkmale der statischen Okklusion, die Zusammenhänge zu Oberkörperparametern aufweisen sind nicht isoliert zu finden. Jedoch gibt es keine Häufigkeitsanalyse von Merkmalskombinationen. Aus diesem Grund besteht Bedarf nach Untersuchungen, welche sich mit der Modellanalyse von symptomlosen Erwachsenen

befassen, um zu ermitteln welche Parameter in welchen Kombinationen besonders relevant sind.

Die **Hypothese 4**: „Parameter der kieferorthopädischen Modellanalyse und deren Abweichungen von physiologischen Normwerten stehen in Zusammenhang mit Oberkörperstatik in folgenden Bereichen:

- a) Oberkieferparameter in transversaler und sagittaler Ausrichtung
- b) Unterkieferparameter in transversaler und sagittaler Ausrichtung
- c) Statische Okklusion im Front- und Seitenzahnbereich“

kann in allen drei Unterpunkten durch statistisch signifikante Ergebnisse belegt werden. Klinisch relevante Ergebnisse finden sich bei Unterpunkt a) in Zusammenhang zwischen maximaler Rotation bei symmetrischem Platzangebot der Oberkieferstützzonen oder bei Vorliegen einer links größeren Stützzone als rechts. Weiterhin besteht ein klinisch relevanter Unterschied bei Unterpunkt c) zwischen den Schulterblattabständen bei neutraler und distaler Okklusion des linken ersten Molaren und der maximalen Rotation bei mesialer und distaler Okklusion desselben Zahnes.

5.1.4 Axiographie

Wie bei der statischen Okklusion, gibt es auch im Bereich der dynamischen Okklusion signifikante Ergebnisse im Bereich von Schulter- und Beckengürtel, sowie der Wirbelsäule. Auch diese Ergebnisse werden in cranosakraler Richtung geordnet.

5.1.4.1 Dynamische Okklusion und Schultergürtel

Im Intergruppenvergleich zwischen Bewegungsreichweiten des Unterkiefers nach rechts besteht bei Hypermobilität ein im Median größerer Schulterstandwinkel mit einer kaudaler hängenden Schulter rechts (Abbildung 41) und links (Abbildung 42) als bei normaler oder verkleinerter Mobilität.

Bei Betrachtung der Unterkiefergrenzbewegung nach links sind zwei Korrelationen zu verzeichnen. Die erste deutet auf einen größeren Schulterstandwinkel links bei höherer Unterkiefermobilität nach links (Abbildung 78). In Verbindung mit dem Befund bei rechtsseitiger Laterotrusion würde eine kleinere Unterkiefergrenzmobilität, die oft durch Verspannungen der Kiefer- und Nackenmuskulatur verursacht ist, über myofasziale

Ketten auch die Schultermobilität einschränken. Verkürzte elastische und kontraktile Strukturen könnten dabei die Schultern nach cranial ziehen^{48,52}.

In der zweiten Beziehung gibt es eine Tendenz zu einer links höher stehenden Schulter als rechts bei einer kleineren Kieferbeweglichkeit nach links (Abbildung 79). Ist die maximale Laterotrusion nach links größer, so steht eher die rechte Schulter höher als die linke.

Der Vergleich der Protrusionsstrecken ergibt einen kleineren Schulterblattstand bei Hypomobilität als bei normaler Bewegungsreichweite oder vergrößerter Protrusion (Abbildung 46). Die Differenz von 8,82mm zwischen Hypo- und Hypermobilität ist hierbei klinisch relevant. Bei normaler Bewegungsreichweite des Unterkiefers nach ventral stehen die Schultern im Median symmetrisch. Liegt eine Hypomobilität vor, steht die linke Schulter deutlich höher als die rechte, bei Hypermobilität ist die rechte Schulter etwas cranialer. Dieser Befund weist eine Parallele zur Laterotrusion nach Links auf.

Dies deutet auf eine unterschiedliche neuromuskuläre Reaktionslage in Bezug auf die Schulterposition. Auch hier wären, wie bei vorherigen Befunden bereits erwähnt, weitere Studien in Bezug auf Verhalten, die asymmetrische Schulterpositionen begünstigen, nötig. Außerdem besagt ein signifikanter Zusammenhand keine direkte Kausalität, denn ein dritter Faktor könnte Ursprung beider Parametervariation sein. Dies sollte in nachfolgenden Untersuchungen berücksichtigt und nachverfolgt werden.

Zwei positive Korrelationen sind zwischen der Protrusionsstrecke und den Schulterstandwinkeln rechts (Abbildung 76) sowie links (Abbildung 77) zu verzeichnen. Je weiter der Unterkiefer nach ventral geschoben werden kann, desto stärker fallen die Schultern ab. Auch hier, wie bei den Unterkieferseitwärtsbewegungen, können bei limitierten Unterkieferbewegungen verkürzte Strukturen die Schulterposition nach cranial ziehen.

5.1.4.2 Dynamische Okklusion und Wirbelsäule

Zwischen den Gruppen normgerechte und hypo-/hypermobile Laterotrusion nach rechts ist folgende Differenz zu verzeichnen (Abbildung 43): der thorakale Biegungswinkel, der die Kopfeigung nach ventral beschreibt ist bei Hyper-/Hypomobilität im Median ähnlich groß. Ist die Laterotrusion nach rechts im Normbereich, so ist der Kopf eher weniger nach ventral geneigt.

Vergleicht man die Symmetrie der Laterotrusionsstrecken, so ist bei symmetrischer oder nach links größerer Bewegungsreichweite des Unterkiefers, ist die Achsabweichung im Median bei unter 1° (Abbildung 44). Bei einer nach rechts größeren Mobilität ist die Achsabweichung hingegen eher negativ, also der Rücken der Probandinnen nach links gekrümmt. Die Differenzen sind jedoch mit $1,16^\circ$ zwischen symmetrischer und rechts mobilerem und $1,32^\circ$ zwischen rechts und links beweglicherem Unterkiefer gering.

Dabei zeigt eine negative Korrelation eine tendenziell größere Achsabweichung, also Wirbelsäulenkrümmung nach rechts bei weiterer Bewegungsreichweite nach links und eine tendenzielle Wirbelsäulenkrümmung nach links bei größerer Unterkiefermobilität nach rechts (Abbildung 80).

Auch zwischen der Laterotrusionsdifferenz und der Standardabweichung der Seitabweichung besteht eine negative Korrelation. Bei nach links höherer Mobilität ist die Standardabweichung größer als bei nach rechts höherer Mobilität (Abbildung 81).

Eine negative Korrelation zwischen der Protrusionsstrecke und dem Lumbalwinkel ergibt die Tendenz zu einem weniger weit vor dem Lordosescheitelpunkt liegenden Kyphosescheitelpunkt bei größerer Unterkiefermobilität nach ventral (Abbildung 75).

Bei Gegenüberstellung von Probandinnen, deren Mundöffnungsbahn keine Abweichung hat, mit denen, die eine unsymmetrische Mundöffnungsbahn haben, ist bei der ersten Gruppe auch die Achsabweichung im Median bei ca. 0° . Besteht eine Abweichung nach links, so ist auch die Wirbelsäule minimal nach links gekrümmt (Abbildung 48). Auch diese Mediandifferenz der Achsabweichungen fällt mit $1,16^\circ$ sehr klein aus.

Im Vergleich zwischen Probandinnen, die eine Deviation oder Deflexion aufweisen, ist bei Letzteren die Standardabweichung der Rotation im Median größer (Abbildung 47).

Die Abweichungen der Mundöffnungsbahn von einem linearen Verlauf können vielfältige Ursachen haben. Oft sind Verlagerungen des Discus articularis mit oder ohne Reposition die Ursache, aber auch der Zustand der Gelenkkapsel wie ihre Straffheit oder myogene Faktoren, wie mangelnde Muskelkoordination, können zu diesen Abweichungen führen. Ob Diese Abweichungen myogen oder arthrogen bedingt sind, lässt sich mithilfe der Axiographie allein nicht feststellen. Auch ein alleinstehendes Vorliegen einer Abweichung ohne weitere klinische Befunde oder Beschwerden spricht für eine langfristig vorliegende anatomische Veränderung des CMS mit Anpassung und Kompensation dieser Veränderung. Da nur 22,77% der Teilnehmerinne keine Deviation oder Deflexion aufwiesen, könnten diese anatomische Veränderungen zwar schon eine

messbare Abweichung der Mundöffnungsbahn provozieren aber dennoch innerhalb eines weit verbreiteten Normalzustandes liegen, zumal auch altersbedingte Prozesse im CMS ablaufen. In Zusammenhang mit fehlenden signifikanten Unterschieden im Bereich der maximalen Mundöffnungsdistanz und feiner aufgeschlüsselten Vergleichen von Abweichungsseite und -zeitpunkt spricht dies für ein an etwaige Veränderungen angepasstes und ausbalanciertes System. Ein weiteres Argument für nur subklinische Prozesse ist die Abwesenheit von Probandinnen mit einer eingeschränkten maximalen Mundöffnung. Da diese ein starkes Indiz für eine Störung des CMS ist, deutet ihre komplette Abwesenheit auch objektiv auf die Gesundheit der teilnehmenden Kohorte hin⁴⁸.

Hier könnten weitere Studien ansetzen, um zu untersuchen wie die Alterungsverläufe aussehen und welche Auswirkungen sie besitzen.

Im Gegensatz zu den Befunden aus den Dissertationsschriften von Fisch 2018 und Gerez 2019, die beide Zusammenhänge zwischen den Laterotrusionsreichweiten nach rechts und links und den Rückenlängen S und D ermittelt haben, weist die Kohorte dieser Studie solche Zusammenhänge nicht auf. Eine mögliche Ursache dafür sind die deutlich höheren Kyphose- und Lordosewinkel der Frauengruppe mit 51-60 Jahren: Der Brustkyphosewinkel ist in dieser Studie um $8,83^\circ$ größer als bei den Frauen im Alter von 21-30 und um $9,41^\circ$ größer als bei Männern im Alter von 41-50 Jahren und der Lendenlordosewinkel ist um $6,32^\circ$ größer als in der jüngeren Frauen und um $19,75^\circ$ größer als in der jüngeren Männergruppe. Dies könnte durch weiter fortgeschrittene Veränderungen der Wirbelsäule zu erklären sein, eine Möglichkeit ist ein erhöhter Wasser- und Elastizitätsverlust der Bandscheiben^{53,135}. Weiterhin könnte der sehr große Winkelunterschied im lumbalen Bereich zwischen Männern und Frauen im höheren Alter durch vorhergehende Schwangerschaften der weiblichen Teilnehmerinnengruppe und damit verbundene Belastung des Stützapparates verursacht worden sein.

Betsch¹³⁶ et al. haben 2015 Frauen während und nach der Schwangerschaft untersucht, dabei wurde Änderungen des Kyphose- aber nicht des Lordosewinkels festgestellt. Allerdings erfolgte die Nachuntersuchung kurz nach der Geburt, etwaige Langzeiteffekte wären Gegenstand weiterer Nachforschungen.

5.1.4.3 Dynamische Okklusion und Beckengürtel

Der erste Parameter mit einem signifikanten Ergebnis ist der Unterschied des Beckenstandwinkels zwischen einer rechts oder links größeren Laterotrusionsstrecke, die Mediandifferenz liegt aber unter der Messfehlergrenze von 1° , deshalb ist dieser Gruppenvergleich nicht aussagekräftig (Abbildung 45).

Das zweite Ergebnis ist eine negative Korrelation zwischen Laterotrusionsdifferenz und dem Beckenstand in $^\circ$ (Abbildung 82) und mm (Abbildung 83). Bei größerer Unterkiefermobilität nach links steht das Becken rechts tendenziell höher als links. Ist der Unterkiefer nach rechts mobiler als nach links, so steht das Becken links eher höher.

Der Parameter Kyphosewinkel ist stark haltungsabhängig und schwieriger reproduzierbar als andere Parameter, dies wurde durch eine starke Streuung der Messwerte sichtbar¹³⁷. Dies könnte ein Grund sein, weshalb keine statistisch signifikanten Zusammenhänge mit diesem Kennwert zu verzeichnen sind.

Es ist außerdem kein Zusammenhang zwischen Parametern der Modellanalyse, statischen oder dynamischen Okklusion und Beckenabstand zu verzeichnen. Im Gegensatz zum Schulterblattabstand ist dieser Parameter wenig durch Muskelaktivität veränderbar, da er die Distanz zwischen den Lendengrübchen misst. Diese liegen über den Iliosakralgelenken, deren Bewegungsspielraum durch einen sehr straffen Bandapparat stark eingeschränkt ist. Die wichtigste Bewegung in diesem Gelenk ist die Nudationsbewegung, bei der das Os Sacrum nach kraniodorsal bewegt und die Beckeneingänge z.B. beim Geburtsvorgang vergrößert wird⁴¹.

Die **Hypothese 5**: „Ausmaße von Unterkiefergrenzbewegungen stehen in Zusammenhang mit Oberkörperstatik in sagittaler Ebene bei:

- a) Hypomobilität des Unterkiefers
- b) Unterkiefermobilität im physiologischen Normbereich
- c) Hypermobilität des Unterkiefers
- d) Abweichungen von einer geradlinigen Mundöffnungsbahn im Sinne von Deviation und Deflexion

kann durch statistisch signifikante Ergebnisse in den Unterpunkten a) - c) verifiziert, Unterpunkt d) jedoch falsifiziert werden.

Die **Hypothese 6**: „Ausmaße von Unterkiefergrenzbewegungen stehen in Zusammenhang mit der Oberkörperstatik in frontaler Ebene bei

- a) Hypomobilität des Unterkiefers

- b) Unterkiefermobilität im physiologischen Normbereich
- c) Hypermobilität des Unterkiefers
- d) Abweichungen von einer geradlinigen Mundöffnungsbahn im Sinne von Deviation und Deflexion

weist bei allen Unterpunkten a) - d) statistisch signifikante Ergebnisse auf und kann somit bestätigt werden.

Dabei besteht bei den Unterpunkten a) und c) ein klinisch relevanter Unterschied des Schulterblattstandes zwischen hypo- und hypermobiler Protrusion des Unterkiefers.

5.2 Material/Methodenüberprüfung

5.2.1 Probandenkollektiv

Teilnehmerinnen dieser Studie wurden anhand einheitlicher Kriterien ausgewählt, um die Repräsentativität für ihre Altersgruppe zu erhöhen. Ausschlusskriterien wurden mittels Fragebogen erhoben. Aus diesem Grund könnten nicht diagnostizierte Vorerkrankungen vorliegen, alle Probandinnen waren jedoch zu dem Untersuchungszeitpunkt beschwerdefrei und es bestanden weder Verdachtsdiagnosen noch waren weiterführende Untersuchungen geplant. Hiermit ist die Gesundheit nur subjektiv belegt, da aber keine der teilnehmenden Frauen nur kurzfristig beschwerdefrei war oder eine Entlohnung für die Teilnahme bekommen hat, sind die Aussagen im Fragebogen vertrauenswürdig. Die Probandinnen wurden mittels verschiedener Methoden (Aushänge, telefonische Befragung, Empfehlung durch bereits vermessene Teilnehmerinnen) akquiriert. In Zusammenhang mit verschiedenen Berufen und sozioökonomischen Status ergab sich eine hohe Repräsentativität für die allgemeine Bevölkerung. Die Untersuchung wurde immer im gleichen Raum durchgeführt, dabei wurde auf eine Minimierung äußerer Einflüsse wie Raumtemperatur oder Lichtverhältnisse geachtet. Vor der Untersuchung stattfindende Aktivitäten wie arbeiten, sportliche Betätigung oder Art der Fortbewegung zur Untersuchungsstätte (PKW, öffentlicher Nahverkehr, Rad oder Fußläufigkeit) wurden nicht untersucht. Diese Faktoren könnten die Körperstatik beeinflussen, jedoch erhöht auch die fehlende Selektion die Repräsentativität der Oberkörperstatik im Alltag.

5.2.2 Modellanalyse

Die Analyse von Gipsmodellen der Kiefer ist eine bewährte und zuverlässige Möglichkeit Einzelkiefer- und Okklusionsparameter zu quantifizieren. Fehler können im Rahmen der Abdruckherstellung entstehen und zu einem verzogenen Modell führen. Auch Schrumpfung des Alginates und Gipsexpansion können Abweichungen von der tatsächlichen Situation erzeugen. Diesen Fehlern wurde mit Einhaltung von Verarbeitungszeiten der Materialien laut Packungsangabe entgegengewirkt. Mithilfe von einem bei der Untersuchung erstellten Bissregistrat konnte die Passgenauigkeit der Modelle zueinander überprüft werden.

Zu Erhöhung der Messgenauigkeit wurden eindeutig reproduzierbare Referenzpunkte, wie Höckerspitzen oder Fissurenkreuzungen, gewählt. Die Vermessung wurde Mithilfe von standardisierten Schieblehren nach „Münchener Modell“ und einer Messplatte nach Schmuth (1955) mit Visieren gegen Parallaxefehler durchgeführt.

Ohne radiographische Daten kann jedoch nicht zwischen dentalen und skelettalen Aspekten unterschieden werden.

5.2.3 Videorasterstereographie

Die dreidimensionale Vermessung des Rückens mit dem Backmapper MiniRot Kombi der Firma ABW GmbH Frickenhausen gehört zur Klasse der videorasterstereographischen Scanner. Diese Art der Quantifizierung der Oberkörperstatik hat den Vorteil der Berührungslosigkeit und Strahlenfreiheit. Die schnelle und unkomplizierte Durchführung minimiert die Fehleranfälligkeit.

Intra- und Intertesterreproduzierbarkeit ist hierbei hoch¹³⁸, dennoch sind die Messergebnisse zuverlässiger, wenn sie von der gleichen Untersuchungsperson durchgeführt werden¹³⁹.

Dadurch, dass die Messmethode den Rücken dreidimensional erfasst, im Gegensatz zur zweidimensionalen Überlagerung von herkömmlichen Röntgenaufnahmen, kann die Oberkörperstatik besser erfasst werden¹⁴⁰. Mit drei kurz hintereinander erfolgten Messungen und Bildung von Mittelwerten von Parameterkenngrößen wurden Effekte durch kurzzeitige Haltungsschwankungen minimiert, denn die Kurzzeitreliabilität ist höher als die Konsistenz von Messungen an unterschiedlichen Tagen¹⁴¹.

Das Messverfahren berechnet die Parameter anhand von Oberflächenpunkten des Rumpfes, eine genaue Positionsmessung knöcherner Strukturen ist hierbei nicht möglich. Mithilfe von Palpation knöcherner Fixpunkte wurden sechs reflektierende Marker platziert. Diese Platzierung hat laut Herstellerinformation eine Fehleranfälligkeit von 5%. Vor allem ist diese bei sehr hohem BMI oder starker Behaarung des Rückens erschwert, jedoch kamen diese Bedingungen im Probandinnenkollektiv dieser Studie nur zu einem sehr geringen Anteil vor. Andere Störfaktoren wie reflektierender Haarschmuck oder verschieden einfallende Lichtstrahlen wurden vor Messbeginn entfernt.

Die Kopfkinklation wurde anhand des Markers am siebten Halswirbel berechnet. Für eine genauere Aufschlüsselung, die auch in Bezug auf die Unterkieferposition wichtig ist, geht der Messbereich also nicht weit genug nach cranial. Auch eine Hyperkyphose könnte diesen Wert verfälschen.

5.2.4 Axiographie

Mithilfe vom JM Analyzer der Firma Zebris Medical Weitnau können zahn- und gelenkgeführte Bewegungen des Unterkiefers aufgezeichnet und quantifiziert werden^{142,143}.

Das Koordinatensystem wurde mithilfe von standardisierten schädelbezogenen Referenzpunkten individuell bestimmt^{144,99}, dieses Vorgehen folgt der aktuellen wissenschaftlichen Stellungnahme und erhöht so die Inter- und Intra-tester-Verlässlichkeit^{145,146}.

Auch hier sind, wie bei der Videorasterstereographie, Messungen am gleichen Tag verlässlicher als über einen Zeitraum von mehreren Tagen verteilt¹⁴⁷. Außerdem wurden auch die Bewegungen des Unterkiefer sukzessive 3 Mal aufgezeichnet, um durch Mittelwertbildung intraindividuelle Fehler zu minimieren⁹⁹.

Es wurden paraokklusale Löffel mithilfe eines direkt im Mund aushärtenden Acrylates am Unterkiefer befestigt, dies erfolgte unter Berücksichtigung der individuellen statischen Zahnkontakte¹⁴⁸ um die Bewegungsmuster nicht durch das Messgerät zu verfälschen. Ein paraokklusaler Löffel ermöglicht im Gegensatz zu einem periokklusalen einen habituellen Start- und Endpunkt der Bewegungen und erlaubt die Analyse zahnbezogener Bewegungsmuster des Unterkiefers⁹⁹. Diese Bewegungsbahnen können zuverlässig aufgezeichnet werden, bei Abweichungen von einer geraden Mundöffnungsbahn wie Deviation und Deflexion jedoch weist dieses Untersuchungsverfahren nur eine mäßige Sensitivität, Spezifität und Genauigkeit auf¹⁴⁹.

5.3 Ausblick

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung von gebissbezogenen und spinalen Parametern in Hinblick auf Zusammenhänge unter habituell eingennommener und experimentell veränderter Okklusion. Dabei konnte eine Grundlage für weitere Untersuchungen im Sinne von Normwerten der Oberkörperstatik erfolgreich quantifiziert werden. Außerdem zeigen zahlreiche statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen Parametern der Oberkörperstatik und statischer sowie dynamischer Okklusion Tendenzen globaler Zusammenhänge auf. Klinisch relevante Unterschiede zwischen Subgruppen okklusaler Parameter lassen sich bei statischer und dynamischer Okklusion finden, die Deutung dieser Befunde erwies sich jedoch mithilfe der aktuellen Literatur als nicht eindeutig durchführbar. Oft wurden Untersuchungen an Kindern/Jugendlichen⁹¹ oder Probandinnen mit Vorerkrankungen des Bewegungsapparates^{12,14} durchgeführt.

Das in dieser Studie vorgestellte Probandinnenkollektiv bietet aufgrund des gesunden Allgemeinzustandes und des selektierten Alters von 51-60 Jahren eine gute Grundlage um die hier vorgestellten Parameter und Zusammenhänge mit anderen Gruppen zu vergleichen. Da sich die auf klinischen Daten basierende Literatur in den meisten Fällen mit Patienten in diversen Erkrankungsstadien befasst, ist es umso wichtiger Daten von genügend großen Stichproben gesunder Probanden zu erheben um physiologische von pathologischen Veränderungen besser unterscheiden zu können. Dabei ist es wichtig verschiedene Rahmenbedingungen zu erfassen, die für die jeweiligen Veränderungen relevant sein könnten.

Für ein besseres Verständnis von Zusammenhängen, die stärker die rechte oder linke Körperseite betreffen, wären Untersuchungen sinnvoll, die einen ausreichend großen Anteil linkshändiger Personen untersuchen. Auch Verhaltensweisen, die die Körperhälften unterschiedlich stark beanspruchen, wie z.B. eine präferierte Kauseite oder das häufige Tragen einer Handtasche auf derselben Schulter können Haltungsmuster beeinflussen und könnten in weiteren Studien gezielt abgefragt werden.

Auch habituell bedingte Einflussfaktoren wie ausgeführte Sportarten und deren Betätigungsdauer sowie Einfluss auf Muskelgruppen der rechten oder linken Körperhälfte wären ein zu untersuchender Faktor.

Mit der Menopause kommt ein weiterer Faktor dazu, der das Potential hat, weitreichendere Veränderungen der physiologischen Konstitution zu verursachen. Hier besteht die Möglichkeit genauer abzufragen, in welchem Stadium (prä-/postmenopausal) sich Probandinnen befinden und sie entsprechend nach frühem, regelrechtem oder spätem Einsetzen der Menopause einzuteilen und zu vergleichen. Auch ggf. therapeutische Bedingungen dieses Zeitraumes, wie hormonelle Interventionen oder Hormonspiegel sollten dabei abgefragt werden.

Weiterhin wurden in dieser Studie viele weit verbreitete Merkmale der statischen und dynamischen Okklusion untersucht, diese Merkmale sind jedoch sehr selten isoliert anzutreffen. Es existiert in der aktuellen Literatur jedoch keine Datengrundlage über Häufigkeiten von Merkmalskombinationen. Es wäre also sinnvoll kieferorthopädische Messdaten in Relation zueinander zu setzen und deren Verbindungen zu Oberkörperstatik zu prüfen. Eine Möglichkeit der Zusammenfassung von verschiedenen Einzelpositionen der kieferorthopädischen Modellanalyse ist die Bisslagenbestimmung. Diese erfordert radiographische Daten in Form von Fernröntgenseitenbildern. Da Röntgenaufnahmen eines gesunden Probandinnenkollektivs allein zu Studienzwecken ethisch nicht vertretbar sind, mittlerweile aber im Rahmen kieferorthopädischer Therapie auch im Erwachsenenalter gängige Praxis sind, lassen sich diese Daten gegebenenfalls für zukünftige Untersuchungen auswerten.

In dieser Studie konnten an vielen Punkten Zusammenhänge zwischen Parametern festgestellt und anhand ihrer klinischen Relevanz bewertet werden. Um Kausalitäten und mögliche Cofaktoren eruieren zu können, werden weitere Untersuchungen benötigt. Diese sollten nicht nur in Form von Querschnitts- sondern auch von Langzeitstudien durchgeführt werden, um zeitliche Veränderungen evaluieren zu können. Dabei könnten stabilere von fluktuierenden Merkmalen differenziert werden und Hintergründe erfasst werden, die Befunde dieser Studie erklären könnten.

Weiterhin ist die Stabilität und Resilienz der neuromuskulären Reaktionslage, unter anderem in Abhängigkeit von Faktoren wie Geschlecht, Alter und in Verbindung mit gleichbleibenden oder sich über Zeit verändernden Merkmalen der Okklusion ein zu erforschendes Feld. Dazu wären Grenzen der Kompensation von Okklusionsveränderungen zu ermitteln, da deren Ausmaß und/oder zeitlicher Einfluss im vorliegenden Studienkonzept zu gering war, um die Oberkörperstatik nachhaltig zu beeinflussen.

6 Zusammenfassung/Abstract

6.1 Zusammenfassung

Interdisziplinäre Ansätze erhalten in der modernen Medizin immer mehr Bedeutung. Besonders in der Forschung stellen sich viele Themen als zu komplex dar, um nur von Spezialisten erfasst und bearbeitet werden zu können¹⁵⁰. Dabei werden oft Verknüpfungen gefunden, die in den evidenzbasierten Kontext eingeordnet, bewertet und in den Praxisalltag implementiert werden müssen¹⁵¹. Hierbei sind gegenseitige Einflüsse vom muskuloskelettalen und craniomandibulären System schon lange bekannt aber noch nicht hinreichend systematisch populationsbezogen untersucht⁴⁸.

Ein großer Anteil aktuell verfügbarer Daten über Oberkörperstatik und Okklusion sowie deren Zusammenhänge beruht auf klinischen Erhebungen, die in Zusammenhang von Diagnostik oder Therapie von Erkrankungen durchgeführt werden¹²⁻¹⁴.

Normwerte der Oberkörperstatik von gesunden Frauen oder auch Verbindungen zur Okklusion liegen nur für Frauen im Alter von 21-30 Jahren¹⁷ vor, aus diesem Grund war das Ziel dieser Studie diese Interdependenz näher zu betrachten.

Hierzu wurden 101 subjektiv gesunde freiwillige Frauen im Alter von 51-60 (55,16±2,89SD) Jahren untersucht, da zu dieser Altersgruppe keine aussagekräftige Studienlage vorliegt und diese Personengruppe, obwohl sie keinen wachstumsbedingten Veränderungen unterliegt, weitreichende körperliche Veränderungen im Rahmen der Menopause durchläuft. Es wurden allgemeinanamnestische Daten abgefragt und Wirbelsäulenparameter mittels eines Rückenscanners (backmapper miniRot Kombi, ABW GmbH, Frickenhausen, Deutschland) erhoben, dabei wurden auch Rückenparameter während einer temporären Okklusionssperre mittels Watterollen aufgezeichnet. Zur Durchführung einer Modellanalyse nach Schopf wurden Gipsmodelle der Kiefer angefertigt und vermessen. Mithilfe des Zebris WinJawAnalyzers (Isny, Deutschland) wurde eine axiographische Analyse der Grenzbewegungen der Kiefer durchgeführt.

Es konnten Normwerte der Oberkörperstatik für die untersuchte Probandinnengruppe erstellt werden. Diese zeigen eine ausbalancierte und nur schwach ausgeprägt asymmetrische Körperhaltung der untersuchten Frauen. Im Vergleich mit Personen

anderer Altersgruppen und Geschlechter ergaben sich Unterschiede, die in einen Kontext altersbedingter oder hormoneller Konstitutionsänderungen gesetzt werden konnten.

Eine Untersuchung kurzfristiger, symmetrischer Okklusionsänderung mithilfe von Watterollen im Prämolarenbereich ergab keine Änderung von Parametern der Wirbelsäule, des Schulter- oder Beckengürtels.

Im Anamnesebogen gesammelte Angaben zu kieferorthopädischer Behandlung, Häufigkeit sportlicher Betätigung, Vorhandensein migräneinduzierter oder anderweitiger Kopfschmerzen und Kiefergelenksgeräuschen ergaben ebenfalls keine signifikanten Zusammenhänge zur Oberkörperstatik.

Assoziationen bestehen hingegen zwischen modellanalytischen sowie axiographischen Parametern und der Oberkörperstatik. Im Folgenden werden klinisch relevante Wechselbeziehungen aufgeführt:

Bei Betrachtung des Platzangebotes der Stützzonen im Oberkiefer sind die Dornfortsätze der Wirbelkörper bei symmetrischem Platzangebot nach rechts gedreht, wenn jedoch die linke Stützzone ein größeres Platzangebot aufweist als die rechts, so sind die Dornfortsätze eher nach links rotiert.

Im Bereich der Okklusion des linken ersten Molaren wird der Schulterblattabstand und die maximale Rotation der Wirbelkörperdornfortsätze nach rechts tendenziell stärker wenn der Molar weiter distal okkludiert.

Bei Untersuchung der Protrusion steht bei Hypomobilität des Unterkiefers die linke Schulter cranialer als die rechte, bei Hypermobilität kehrt sich dies jedoch um und die rechte Schulter befindet sich tendenziell in einer höheren Position.

Diese Assoziationen und weitere in dieser Arbeit vorgestellten subklinische Verknüpfungen liefern vielfältige Anhaltspunkte für globale Zusammenhänge zwischen dem craniomandibulären und muskuloskelettalen System. Auf- und Absteigende Funktionsketten, myofasciale Verbindungen und neuromuskuläre Mechanismen können diesen Ergebnissen zugrunde liegen. Darüber hinaus stellen die hier vorgestellten Messergebnisse Resultate von Momentaufnahmen dar. Deshalb werden zur exakteren Eruierung dieser Ergebnisse zusätzliche Daten zu Verhaltensweisen und Merkmalskombinationen benötigt.

Mithilfe dieser Informationen können dann auch interdisziplinäre Verfahrensweisen der Medizin unterstützt und klinische Therapieansätze verbessert werden. Zum Beispiel könnten habituell bedingte Fehlbelastungen im Rahmen von craniomandibulären oder

spinalen Krankheitsbildern besser verstanden werden und Therapiekonzepte mithilfe von Orthopäden, Zahnärzten, Physiotherapeuten und Neurologen ausgearbeitet werden.

6.2 Abstract

Interdisciplinary approaches gain more importance in modern medicine. Especially in research topics tend to be too complex to be grasped and processed solely by specialists¹⁵⁰. Connections that have been identified need to be put in an evidence based context, evaluated and implemented in everyday practise¹⁵¹. Reciprocal connections between the musculoskeletal und craniomandibular systems have been known for a long time but there is no sufficient systematic research available on a population-wide scale⁴⁸. The majority of available data on upper body posture and dental occlusion as well as their interrelation is based on diagnostic or therapeutic clinical survey and thus linked to symptomatic subpopulations¹²⁻¹⁴.

Standard reference values of the upper body posture in healthy women and connections between posture and dental occlusion exist only for women aged 21-30¹⁷. Therefore the objective of this studyisto get a more precise picture of these conjunctions.

For this purpose, 101 subjectively healthy women in the age between 51-60 years (55,16±2,89 SD) were examined as there is no conclusive research on this age bracket. Females in this peer group are not affected by growth processes anymore, but they are subjected to a major physical change in form of the menopause.

Their medical history was queried as well as athletic activity. Spinal parameters were measured with a postural scanner (backmapper miniRot Kombi, ABW GmbH, Frickenhausen, Germany) in a habitual position as well as with a symmetrical occlusion barrier. To conduct a dental model analysis according to Schopf, plaster mock-ups of the upper and lower jaw were prepared and gauged. Axiographic measurements of posselt limit movements of the lower jaw were conducted with the Zebris WinJaw Analyzers (Isny, Germany). The statistical analysis was performed with BiAS 11.08 (epsilon-Verlag, Darmstadt); the significance level of every statistical test was set at $p \leq 0,05$.

Standard reference values of the upper body posture were created and evaluated based on this data. They show a balanced posture with only small scaled asymmetries in this cohort. Observable differences to participants of different age and gender can be linked to hormonal and age-related constitutional changes.

Investigations concerning the symmetrical short-term occlusion change by means of cotton rolls in the premolar regions revealed no changes in parameters of the shoulder, spinal or pelvic region.

Anamnestic factors as orthodontic treatment, physical activity, migraine or otherwise induced headaches and noises in the temporomandibular joint produced no significant influence on the upper body posture either.

Associations between parameters of static or dynamic dental occlusion and upper body posture could be found at several points. Clinically relevant findings will be listed hereafter.

Viewing the available space in the posterior dental row of the upper jaw, the spinous processes of the vertebral bodies are rotated to the right if the spatial conditions were symmetrical and rotated to the left if the left upper jaw exhibited more room than the right sided dental row.

Concerning only the first left molar, a more distal occlusion is linked to an increased shoulder blade distance and a more prominent maximal rotation of the spinal processes to the right.

Regarding the protrusion of the lower jaw, the right shoulder is positioned more cranial than the left one when the jaw is hypomobile and more caudal than the left one when the jaw is hypermobile.

These interconnections and further subclinical tendencies presented in this survey supply multifarious indications for widespread interlinking between the craniomandibular and musculoskeletal systems. Ascending and descending function chains, myofacial links and neuromuscular mechanisms could be the underlying causes for these results.

Furthermore, these measurements are only based on snapshot and require an additional investigation of behavioral patterns and combinations of characteristics.

By means of this information procedures in interdisciplinary medicine can be aided and clinical therapeutic approaches can be improved. For example, this could lead to a greater understanding of habitually conditioned disuse and dysponesis within the craniomandibular disorder spectrum which could then be used to develop an interdisciplinary therapeutic concept in collaboration with orthopedists, dentists, physiotherapists and neurologists.

7 Literaturverzeichnis

1. Kolb GF, Weißbach L. Demografischer Wandel : Veränderungen in Gesellschaft und Medizin und Entwicklungstendenzen in der Geriatrie. *Urologe A*. 2015;54(12):1701-1709. doi:10.1007/s00120-015-4004-z.
2. Harper S. Economic and social implications of aging societies. *Science*. 2014;346(6209):587-591. doi:10.1126/science.1254405.
3. Bloom DE, Chatterji S, Kowal P, et al. Macroeconomic implications of population ageing and selected policy responses. *The Lancet*. 2015;385(9968):649-657. doi:10.1016/S0140-6736(14)61464-1.
4. eurostat. Healthy life years statistics - Statistics Explained. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthy_life_years_statistics#Healthy_life_years_at_birth. Accessed January 22, 2020.
5. wissenschaftliche Dienste deutscher Bundestag. Arbeiten im Rentenalter: Studien, Statistiken, rechtliche Aspekte. <https://www.bundestag.de/resource/blob/410250/eb2888d81372b0fd7ea662a6c9626544/wd-6-027-13-pdf-data.pdf>. Accessed January 22, 2020.
6. Karl Brenke. Immer mehr Menschen im Rentenalter sind berufstätig: Erwerbstätige im Rentenalter. https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.415345.de/13-6-1.pdf. Accessed February 12, 2020.
7. Miranda F, Massaro C, Janson G, et al. Aging of the normal occlusion. *Eur J Orthod*. 2019;41(2):196-203. doi:10.1093/ejo/cjy044.
8. Schopf P. *Schädel- und Gebissentwicklung, Prophylaxe, kieferorthopädische Diagnostik, herausnehmbare Behandlungsgeräte*. 4., überarb. und erw. Aufl. Berlin: Quintessenz-Verl; 2008. Curriculum Kieferorthopädie; / Peter Schopf ; Bd. 1.
9. Strub JR, Kern M, Türp JC, Witkowski S, Heydecke G, Wolfart S. *Curriculum Prothetik*. 4., überarbeitete Auflage. Berlin, Barcelona, Beijing, Chicago, Istanbul, Kopenhagen, London, Mailand, Moskau, Neu-Delhi, Paris, Prag, São Paulo, Seoul, Tokio und Warschau: Quintessenz Verlags-GmbH; 2011.
10. Moufawad El Achkar C, Lenbole-Hoskovec C, Paraschiv-Ionescu A, Major K, Büla C, Aminian K. Classification and characterization of postural transitions using instrumented shoes. *Med Biol Eng Comput*. 2018;56(8):1403-1412. doi:10.1007/s11517-017-1778-8.
11. Blondel B, Schwab F, Ungar B, et al. Impact of magnitude and percentage of global sagittal plane correction on health-related quality of life at 2-years follow-up. *Neurosurgery*. 2012;71(2):341-8; discussion 348. doi:10.1227/NEU.0b013e31825d20c0.
12. Mika A, Unnithan VB, Mika P. Differences in Thoracic Kyphosis and in Back Muscle Strength in Women With Bone Loss due to Osteoporosis. *Spine*. 2005;30(2):241-246. doi:10.1097/01.brs.0000150521.10071.df.
13. Schröder J, Braumann KM, Reer R. Wirbelsäulenform- und Funktionsprofile: Referenzwerte für die klinische Nutzung bei Rückenschmerzsyndromen. *Orthopade*. 2014;43(9):841-849. doi:10.1007/s00132-014-2316-0.
14. Kumar MN, Baklanov A, Chopin D. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. *Eur Spine J*. 2001;10(4):314-319. doi:10.1007/s005860000239.
15. Ohlendorf D, Adjami F, Scharnweber B, et al. Standard values of the upper body posture in male adults. *Adv Clin Exp Med*. 2018;27(11):1521-1528. doi:10.17219/acem/70669.

16. Ohlendorf D, Gerez A, Porsch L, et al. Standard reference values of the upper body posture in healthy male adults aged between 41 and 50 years in Germany. *Sci Rep.* 2020;10(1):3823. doi:10.1038/s41598-020-60813-w.
17. Ohlendorf D, Fisch V, Doerry C, et al. Standard reference values of the upper body posture in healthy young female adults in Germany: an observational study. *BMJ Open.* 2018;8(8):e022236. doi:10.1136/bmjopen-2018-022236.
18. Parrini S, Comba B, Rossini G, et al. Postural changes in orthodontic patients treated with clear aligners: A rasterstereographic study. *J Electromyogr Kinesiol.* 2018;38:44-48. doi:10.1016/j.jelekin.2017.11.002.
19. März K, Adler W, Matta R-E, Wolf L, Wichmann M, Bergauer B. Hat die Änderung der Okklusion einen unmittelbaren Einfluss auf die Körperhaltung und die Wirbelsäule? : Pilotstudie einer dreidimensionalen Untersuchung mittels Rasterstereographie. *J Orofac Orthop.* 2017;78(3):221-232. doi:10.1007/s00056-016-0073-x.
20. Foster L, Walker A. Gender and active ageing in Europe. *Eur J Ageing.* 2013;10(1):3-10. doi:10.1007/s10433-013-0261-0.
21. Ostan R, Monti D, Guerresi P, Bussolotto M, Franceschi C, Baggio G. Gender, aging and longevity in humans: an update of an intriguing/neglected scenario paving the way to a gender-specific medicine. *Clin Sci.* 2016;130(19):1711-1725. doi:10.1042/CS20160004.
22. Rahman I, Åkesson A, Wolk A. Relationship between age at natural menopause and risk of heart failure. *Menopause.* 2015;22(1):12-16. doi:10.1097/GME.0000000000000261.
23. Boyle T, Fritschi L, Kobayashi LC, et al. Sedentary work and the risk of breast cancer in premenopausal and postmenopausal women: a pooled analysis of two case-control studies. *Occup Environ Med.* 2016;73(11):735-741. doi:10.1136/oemed-2015-103537.
24. Brech GC, Alonso AC, Luna NMS, Greve JM. Correlation of postural balance and knee muscle strength in the sit-to-stand test among women with and without postmenopausal osteoporosis. *Osteoporos Int.* 2013;24(7):2007-2013. doi:10.1007/s00198-013-2285-x.
25. Osteoporose - via medici: leichter lernen - mehr verstehen. <https://viamedici.thieme.de/lernmodule/orthop%C3%A4die/osteoporose>. Updated April 21, 2020. Accessed May 16, 2020.
26. Özer Kaya D, Toprak Çelenay Ş. Fluctuations of state anxiety, spinal structure, and postural stability across the menstrual cycle in active women. *Turk J Med Sci.* 2016;46(4):977-984. doi:10.3906/sag-1501-13.
27. Maltais ML, Desroches J, Dionne IJ. Changes in muscle mass and strength after menopause. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2009;9(4):186-197.
28. Brown M. Skeletal muscle and bone: effect of sex steroids and aging. *Adv Physiol Educ.* 2008;32(2):120-126. doi:10.1152/advan.90111.2008.
29. Pansini F, Cervellati C, Guariento A, et al. Oxidative stress, body fat composition, and endocrine status in pre- and postmenopausal women. *Menopause.* 2008;15(1):112-118. doi:10.1097/gme.0b013e318068b285.
30. Gong H, Sun L, Yang R, et al. Changes of upright body posture in the sagittal plane of men and women occurring with aging - a cross sectional study. *BMC Geriatr.* 2019;19(1):71. doi:10.1186/s12877-019-1096-0.
31. Drzał-Grabiec J, Snela S, Rykała J, Podgórska J, Banaś A. Changes in the body posture of women occurring with age. *BMC Geriatr.* 2013;13:108. doi:10.1186/1471-2318-13-108.
32. Ambikairajah A, Walsh E, Tabatabaei-Jafari H, Cherbuin N. Fat mass changes during menopause: a metaanalysis. *Am J ObstetGynecol.* 2019;221(5):393-409.e50. doi:10.1016/j.ajog.2019.04.023.

33. Berg G, Mesch V, Boero L, et al. Lipid and lipoprotein profile in menopausal transition. Effects of hormones, age and fat distribution. *Horm Metab Res.* 2004;36(4):215-220. doi:10.1055/s-2004-814450.
34. Douchi T, Yonehara Y, Kawamura Y, Kuwahata A, Kuwahata T, Iwamoto I. Difference in segmental lean and fat mass components between pre- and postmenopausal women. *Menopause.* 2007;14(5):875-878. doi:10.1097/GME.0b013e318032b2f9.
35. Abdunour J, Doucet E, Brochu M, et al. The effect of the menopausal transition on body composition and cardiometabolic risk factors: a Montreal-Ottawa New Emerging Team group study. *Menopause.* 2012;19(7):760-767. doi:10.1097/gme.0b013e318240f6f3.
36. Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Singh MAF. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr.* 2002;76(2):473-481. doi:10.1093/ajcn/76.2.473.
37. Igwebuike A, Irving BA, Bigelow ML, Short KR, McConnell JP, Nair KS. Lack of dehydroepiandrosterone effect on a combined endurance and resistance exercise program in postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008;93(2):534-538. doi:10.1210/jc.2007-1027.
38. Andlin-Sobocki P, Jönsson B, Wittchen H-U, Olesen J. Cost of disorders of the brain in Europe. *Eur J Neurol.* 2005;12 Suppl 1:1-27. doi:10.1111/j.1468-1331.2005.01202.x.
39. Shaefer JR, Khawaja SN, Bavia PF. Sex, Gender, and Orofacial Pain. *Dent Clin North Am.* 2018;62(4):665-682. doi:10.1016/j.cden.2018.06.001.
40. Sader E, Rayhill M. Headache in Pregnancy, the Puerperium, and menopause. *Semin Neurol.* 2018;38(6):627-633. doi:10.1055/s-0038-1673681.
41. Schünke M. *Funktionelle Anatomie: Topographie und Funktion des Bewegungssystems.* Stuttgart: Thieme; 2000.
42. Hellwig E, Klimek J, Attin T. *Einführung in die Zahnerhaltung: Prüfungswissen Kariologie, Endodontologie und Parodontologie ; mit 63 Tabellen.* 6., überarb. Aufl. Köln: Dt. Zahnärzte-Verl; 2013.
43. Eickholz P. *Parodontologie von A bis Z: Grundbegriffe für die Praxis.* 1. Aufl. Berlin u.a: Quintessenz Verl; 2013.
44. Singh N, Chaudhari S, Chaudhari R, Nagare S, Kulkarni A, Parkarwar P. A radiographic survey of agenesis of the third molar: A panoramic study. *J Forensic Dent Sci.* 2017;9(3):130-134. doi:10.4103/jfo.jfds_59_16.
45. Sobotta J, Putz R, Pabst R, eds. *Anatomie des Menschen: Der komplette Atlas in einem Band ; allgemeine Anatomie, Bewegungsapparat, innere Organe, Neuroanatomie ; Tabellenheft ; [Online-Zugang + interaktive Extras www.studentconsult.de. 22., neu bearbeitete Auflage.* München: Elsevier Urban & Fischer; 2007. http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=2929722&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm.
46. Schiebler TH, Korf H-W. *Anatomie: Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie, Topographie.* 10., vollständig überarbeitete Auflage. Darmstadt: Steinkopff Verlag; 2007.
47. Aumüller G, Wurzinger LJ. *Anatomie: 208 Tabellen.* 2. überarb. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010. Duale Reihe. <http://ebooks.thieme.de/9783131360427>.
48. Ahlers MO, Jakstat HA, Ahlers-Jakstat. *Klinische Funktionsanalyse: Manuelle Strukturanalyse ; interdisziplinäre Diagnostik.* 4. erw. und aktualisierte Aufl. Hamburg: DentaConcept-Verl; 2011.

49. Gutwald R, Gellrich N-C, Schmelzeisen R, eds. *Einführung in die zahnärztliche Chirurgie und Implantologie: Für Studium und Beruf ; mit 71 Tabellen.* 2., überarb. und erw. Aufl. Köln: Dt. Zahnärzte-Verl; 2010.
50. DGFDT. Terminologie & Nomenklatur - DGFDT: Version 2.0, verabschiedet 01.09.2005 Terminologie der Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik und Therapie (AFDT) und der Deutschen Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde (DGzPW). <https://www.dgfdt.de/terminologie-nomenklatur>. Accessed November 14, 2019.
51. DGpro/GSPDB. Wissenschaftliche Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V. (vormals DGZPW): Kieferrelationsbestimmung. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift.* 2010;(65(12)):766-775.
52. Boisserée W, Schupp W, Annunziato N. *Kraniomandibuläres und muskuloskelettales System: Funktionelle Konzepte in der Zahnmedizin, Kieferorthopädie und Manualmedizin.* Berlin: Quintessenz Verl; 2012.
53. Palastanga N, Soames R, Eggers R, Igelsböck I, Wappelhorst U, eds. *Anatomie und menschliche Bewegung: Strukturen und Funktionen.* 1. Auflage auf Grundlage der 6. englischen Auflage. München: Elsevier Urban & Fischer; 2015.
54. Platzer W. *Taschenatlas Anatomie, Band 1: Bewegungsapparat.* 11. Aufl. s.l.: Georg Thieme Verlag KG; 2013.
55. Trebsdorf M. *Funktionelle Anatomie des Bewegungssystems.* 1. Auflage. Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel Nourney Vollmer GmbH & Co. KG; 2017. Europa-Fachbuchreihe für Berufe im Gesundheitswesen.
56. Albrecht K. *Körperhaltung: Modernes Rückentraining ; [Antara-Lehrbuch.* 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Haug; 2013. Trainer.
57. Claus AP, Hides JA, Moseley GL, Hodges PW. Different ways to balance the spine: subtle changes in sagittal spinal curves affect regional muscle activity. *Spine.* 2009;34(6):E208-14. doi:10.1097/BRS.0b013e3181908ead.
58. Kempf H-D. *Die Neue Rückenschule: Das Praxisbuch.* 1st ed. 2010. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2010.
59. Berger W, Dietz V, Hufschmidt A, Jung R, Mauritz K-H, Schmidtbleicher D. *Haltung und Bewegung beim Menschen: Physiologie, Pathophysiologie, Gangentwicklung und Sporttraining.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1984.
60. Kubalek-Schröder S, Dehler F. *Funktionsabhängige Beschwerdebilder des Bewegungssystems: Brügger-Therapie - Reflektorische Schmerztherapie.* 2nd ed. 2013. Berlin, Heidelberg, Cham: Springer Berlin Heidelberg; Springer International Publishing AG; 2013.
61. Koch-Remmele C, Kreutzer R. *Funktionskrankheiten des Bewegungssystems nach Brügger: Diagnostik, Therapie, Eigentherapie.* 1st ed. 2007. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2007.
62. Drenckhahn D, ed. *Zellen- und Gewebelehre, Entwicklungslehre, Skelett- und Muskelsystem, Atemsystem, Verdauungssystem, Harn- und Genitalsystem.* 17., durchgesehene Auflage. München: Elsevier; 2008. Anatomie; makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie / Benninghoff; Drenckhahn ; Bd. 1.
63. Rizzi MA. *Die menschliche Haltung und die Wirbelsäule.* Stuttgart: Hippokrates-Verl; 1979. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis; 85.
64. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell T, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ, Mack S, eds. *Principles of neural science.* Fifth edition. New York, Lisbon, London: McGraw-Hill Medical; 2013.

65. Perry J, Oster W, Wiedenhöfer B, Berweck S, eds. *Ganganalyse: Norm und Pathologie des Gehens*. 1. Aufl. München: Urban & Fischer; 2003.
66. Robert F. Schmidt, Gerhard Thews, Brandes R, Lang F, Schmidt RF. *Physiologie des Menschen: Mit Pathophysiologie*. 32. Auflage; 2019. Springer-Lehrbuch. Accessed November 21, 2019.
67. Trepel M, Dalkowski K. *Neuroanatomie: Struktur und Funktion*. 7th ed. Philadelphia: Urban & Fischer Verlag GmbH & Co. KG; 2017.
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=5553843>.
68. Kopp S., Sebald WG., Langbein U. Craniomandibuläre Dysfunktion und Kieferorthopädie. *Kieferorthopäde*; 2003(17).
69. Losert-Bruggner B. Trigeminalneuralgie oder neuromuskuläre Dysfunktion der Kau-, Kopf- und Halsmuskulatur? *Manuelle Medizin*. 2000;38(3):192-197. doi:10.1007/s003370070035.
70. Dr. med. dent. Erich Wühr. Neuroanatomische Vernetzung des Kraniomandibulären Systems mit anderen Körpersystemen. https://www.kraniofaziale-orthopaedie.de/info_aerzte.php?site=grundlegende. Accessed September 18, 2019.
71. Buisseret-Delmas C, Compoin C, Delfini C, Buisseret P. Organisation of reciprocal connections between trigeminal and vestibular nuclei in the rat. *J Comp Neurol*. 1999;409(1):153-168. doi:10.1002/(sici)1096-9861(19990621)409:1<153:aid-cne11>3.0.co;2-#.
72. Cuccia A, Caradonna C. The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics*. 2009;64(1). doi:10.1590/S1807-59322009000100011.
73. Gangloff P, Louis J-P, Perrin PP. Dental occlusion modifies gaze and posture stabilization in human subjects. *Neurosci Lett*. 2000;293(3):203-206. doi:10.1016/s0304-3940(00)01528-7.
74. Dr. med. dent. Erich Wühr. Vernetzung des Kraniomandibulären Systems mit anderen Körpersystemen über das Faszien-system. https://www.kraniofaziale-orthopaedie.de/info_aerzte.php?site=grundlegende. Accessed September 18, 2019.
75. Dr. med. dent. Erich Wühr. *Kraniofaziale Orthopädie: Ein interdisziplinäres Konzept zur Diagnostik und Therapie von Patienten mit Muskel- und Gelenkschmerzen innerhalb und außerhalb des Kraniomandibulären Systems*. Verlag systemische Medizin.
<https://www.kraniofaziale-orthopaedie.de/download/kap01kranio.pdf>. Accessed September 18, 2019
76. Leonardi R, Cutrera A, Barbato E. Rapid maxillary expansion affects the sphenoid condylar synchondrosis in youngsters. A study with low-dose computed tomography. *Angle Orthod*. 2010;80(1):106-110. doi:10.2319/012709-56.1.
77. Moon H-J, Lee Y-K. The relationship between dental occlusion/temporomandibular joint status and general body health: part 1. Dental occlusion and TMJ status exert an influence on general body health. *J Altern Complement Med*. 2011;17(11):995-1000. doi:10.1089/acm.2010.0739.
78. Gonzalez HE, Manns A. Forward head posture: its structural and functional influence on the stomatognathic system, a conceptual study. *Cranio*. 1996;14(1):71-80. doi:10.1080/08869634.1996.11745952.
79. Kumka M, Bonar J. Fascia: a morphological description and classification system based on a literature review. *J Can Chiropr Assoc*. 2012;56(3):179-191.
80. Moon H-J, Lee Y-K. The relationship between dental occlusion/temporomandibular joint status and general body health: part 2. Fascial connection of TMJ with other parts of the body. *J Altern Complement Med*. 2011;17(12):1119-1124. doi:10.1089/acm.2010.0740.

81. Paoletti S. *Faszien: Anatomie, Strukturen, Techniken, Spezielle Osteopathie*. 2. Aufl. s.l.: Urban Fischer Verlag - Nachschlagewerke; 2011.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=808074>.
82. Schleip R, Klingler W, Lehmann-Horn F. Active fascial contractility: Fascia may be able to contract in a smooth muscle-like manner and thereby influence musculoskeletal dynamics. *Med Hypotheses*. 2005;65(2):273-277. doi:10.1016/j.mehy.2005.03.005.
83. Myers T, Earls J, Panzacchi C. *Faszien-Release zur Verbesserung der Körperhaltung: Für Beweglichkeit, Stabilität und Schmerzfreiheit*. 1. Aufl. München: Riva; 2016. <http://www.mv-g.de/mediafiles/articles/pdfdemo/9783868837339.pdf>.
84. Hanke BA, Motschall E, Türp JC. Association between orthopedic and dental findings: what level of evidence is available? *J Orofac Orthop*. 2007;68(2):91-107. doi:10.1007/s00056-007-0634-0.
85. Perinetti G, Contardo L. Posturography as a diagnostic aid in dentistry: a systematic review. *J Oral Rehabil*. 2009;36(12):922-936. doi:10.1111/j.1365-2842.2009.02019.x.
86. Michelotti A, Buonocore G, Manzo P, Pellegrino G, Farella M. Dental occlusion and posture: an overview. *Prog Orthod*. 2011;12(1):53-58. doi:10.1016/j.pio.2010.09.010.
87. Bracco P, Deregibus A, Piscetta R. Effects of different jaw relations on postural stability in human subjects. *Neurosci Lett*. 2004;356(3):228-230. doi:10.1016/j.neulet.2003.11.055.
88. Fink M, Wähling K, Stiesch-Scholz M, Tschernitschek H. The functional relationship between the craniomandibular system, cervical spine, and the sacroiliac joint: a preliminary investigation. *Cranio*. 2003;21(3):202-208.
89. Lippold C, Danesh G, Schilgen M, Drerup B, Hackenberg L. Sagittal jaw position in relation to body posture in adult humans--a rasterstereographic study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7:8. doi:10.1186/1471-2474-7-8.
90. Perinetti G. Dental occlusion and body posture: no detectable correlation. *Gait Posture*. 2006;24(2):165-168. doi:10.1016/j.gaitpost.2005.07.012.
91. Arienti C, Villafañe JH, Donzelli S, Zaina F, Buraschi R, Negrini S. Trunk and craniofacial asymmetry are not associated in the general population: a cross-sectional study of 1029 adolescents. *Eur J Med Res*. 2017;22(1):36. doi:10.1186/s40001-017-0280-y.
92. Zhulev EN, Ershov PE, Ershova OA. Vliianie distal'nogo smeshcheniia nizhnei cheliusti na razvitie postural'noi patologii. *Stomatologiya (Mosk)*. 2018;97(5):71-74. doi:10.17116/stomat20189705171.
93. Piacino MG, Dalmaso P, Borello F, et al. Thoracic-lumbar-sacral spine sagittal alignment and cranio-mandibular morphology in adolescents. *J Electromyogr Kinesiol*. 2019;48:169-175. doi:10.1016/j.jelekin.2019.07.016.
94. WHO Global InfoBase. The SuRF Report 2 Surveillance of chronic disease Risk Factors: Country-level data and comparable estimates Noncommunicable Diseases and Mental Health.
95. Carola Beck BP. Typisch Linkshänder – wo liegen die Unterschiede? <https://www.helleskoepfchen.de/linkshaender.html>.
96. Zebris Medical GmbH. Produktionformation JMA System.
97. Kai Wolf hW. Entwicklung und Einsatzmöglichkeiten eines AIS-vernetzten Video-Raster-Stereographie-Systems.
98. Ohlendorf D, Mickel C, Filmann N, Wanke EM, Groneberg DA. Standard values of the upper body posture and postural control: a study protocol. *J Occup Med Toxicol*. 2016;11:34. doi:10.1186/s12995-016-0122-9.

99. A. Hugger, S. Hugger, M. O. Ahlers, H. J. Schindler, J. C. Türp, B. Kordaß. Movement function of the mandible: A concept for structuring criteria for analysis and for standardizing computer-assisted recordings: Expert statement for developing Diagnostic Criteria for Dysfunction Die Bewegungsfunktion des Unterkiefers: Konzept zur Strukturierung von Analyse- kriterien und zur Standardisierung bei der computerunterstützten Aufzeichnung Stellungnahme im Rahmen der Erarbeitung von Diagnostischen Kriterien für Dysfunktion.*Zeitschrift für Kraniomandibuläre Funktion*. 2013;(5 (1)):41-53.
100. Zebris Medical GmbH.*Bildmaterial Nutzungserlaubnis*; 2018.
101. Schopf P.*Werkstoffe, festsitzende Apparaturen, kieferorthopädische Therapie, interdisziplinäre Aspekte*. 4., überarb. und erw. Aufl. Berlin: Quintessenz-Verl; 2008. Curriculum Kieferorthopädie; / Peter Schopf ; Bd. 2.
102. Kado DM, Huang M-H, Karlamangla AS, Barrett-Connor E, Greendale GA. Hyperkyphotic posture predicts mortality in older community-dwelling men and women: a prospective study.*Journal of the American Geriatrics Society*. 2004;52(10):1662-1667. doi:10.1111/j.1532-5415.2004.52458.x.
103. Kado DM. The rehabilitation of hyperkyphotic posture in the elderly.*Eur J Phys Rehabil Med*. 2009;45(4):583-593.
104. Ensrud KE, Black DM, Harris F, Ettinger B, Cummings SR. Correlates of Kyphosis in Older Women.*Journal of the American Geriatrics Society*. 1997;45(6):682-687. doi:10.1111/j.1532-5415.1997.tb01470.x.
105. Takahashi T, Ishida K, Hirose D, et al. Trunk deformity is associated with a reduction in outdoor activities of daily living and life satisfaction in community-dwelling older people.*Osteoporos Int*. 2005;16(3):273-279. doi:10.1007/s00198-004-1669-3.
106. Lee ES, Ko CW, Suh SW, Kumar S, Kang IK, Yang JH. The effect of age on sagittal plane profile of the lumbar spine according to standing, supine, and various sitting positions.*J Orthop Surg Res*. 2014;9(1):11. doi:10.1186/1749-799X-9-11.
107. Coskun Benlidayi I, Basaran S. Comparative study of lumbosacral alignment in elderly versus young adults: data on patients with low back pain.*Aging Clin Exp Res*. 2015;27(3):297-302. doi:10.1007/s40520-014-0274-3.
108. Pries E, Dreischarf M, Bashkuev M, Putzier M, Schmidt H. The effects of age and gender on the lumbopelvic rhythm in the sagittal plane in 309 subjects.*J Biomech*. 2015;48(12):3080-3087. doi:10.1016/j.jbiomech.2015.07.030.
109. Dreischarf M, Albiol L, Rohlmann A, et al. Age-related loss of lumbar spinal lordosis and mobility--a study of 323 asymptomatic volunteers.*PLoS One*. 2014;9(12):e116186. doi:10.1371/journal.pone.0116186.
110. Wilmot EG, Edwardson CL, Achana FA, et al. Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis.*Diabetologia*. 2012;55(11):2895-2905. doi:10.1007/s00125-012-2677-z.
111. Hirose D, Ishida K, Nagano Y, Takahashi T, Yamamoto H. Posture of the trunk in the sagittal plane is associated with gait in community-dwelling elderly population.*Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2004;19(1):57-63. doi:10.1016/j.clinbiomech.2003.08.005.
112. Sinaki M, Brey RH, Hughes CA, Larson DR, Kaufman KR. Balance disorder and increased risk of falls in osteoporosis and kyphosis: significance of kyphotic posture and muscle strength.*Osteoporos Int*. 2005;16(8):1004-1010. doi:10.1007/s00198-004-1791-2.

113. Barrey C, Roussouly P, Le Huec J-C, D'Acunzi G, Perrin G. Compensatory mechanisms contributing to keep the sagittal balance of the spine. *Eur Spine J.* 2013;22(Suppl 6):834-841. doi:10.1007/s00586-013-3030-z.
114. Palvanen M, Kannus P, Parkkari J, et al. The injury mechanisms of osteoporotic upper extremity fractures among older adults: a controlled study of 287 consecutive patients and their 108 controls. *Osteoporos Int.* 2000;11(10):822-831. doi:10.1007/s001980070040.
115. Imagama S, Ito Z, Wakao N, et al. Influence of spinal sagittal alignment, body balance, muscle strength, and physical ability on falling of middle-aged and elderly males. *Eur Spine J.* 2013;22(6):1346-1353. doi:10.1007/s00586-013-2721-9.
116. Maurer-Grubinger C, Avaniadi I, Adjami F, et al. Systematic changes of the static upper body posture with a symmetric occlusion condition. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):636. doi:10.1186/s12891-020-03655-x.
117. Schupp W, Oraki A, Haubrich J, Freesmeyer WB, Kopsahilis N. Okklusionsveränderungen und deren Auswirkungen auf den Halte- und Stützapparat. *Manuelle Medizin.* 2009;47(2):107-111. doi:10.1007/s00337-009-0673-2.
118. Ohlendorf D, Seebach K, Hoerzer S, Nigg S, Kopp S. The effects of a temporarily manipulated dental occlusion on the position of the spine: a comparison during standing and walking. *Spine J.* 2014;14(10):2384-2391. doi:10.1016/j.spinee.2014.01.045.
119. Kopp S, Friedrichs A, Pfaff G, Langbein U. Beeinflussung des funktionellen Bewegungsraumes von Hals-, Brust- und Lendenwirbelsule durch Aufbissbehelfe. *Manuelle Medizin.* 2003;41(1):39-51. doi:10.1007/s00337-002-0200-1.
120. Mensink GBM, Schienkiewitz A, Haftenberger M, Lampert T, Ziese T, Scheidt-Nave C. Übergewicht und Adipositas in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2013;56(5-6):786-794. doi:10.1007/s00103-012-1656-3.
121. Statistisches Bundesamt. Mikrozensus - Fragen zur Gesundheit - Körpermaße der Bevölkerung 2013.
122. Ferracini GN, Dach F, Chaves TC, et al. Cervico-occipital Posture in Women With Migraine: A Case-Control Study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016;46(4):251-257. doi:10.2519/jospt.2016.6166.
123. Farmer PK, Snodgrass SJ, Buxton AJ, Rivett DA. An investigation of cervical spinal posture in cervicogenic headache. *Phys Ther.* 2015;95(2):212-222. doi:10.2522/ptj.20140073.
124. Rocha T, Castro MA, Guarda-Nardini L, Manfredini D. Subjects with temporomandibular joint disc displacement do not feature any peculiar changes in body posture. *J Oral Rehabil.* 2017;44(2):81-88. doi:10.1111/joor.12470.
125. An J-S, Jeon D-M, Jung W-S, Yang I-H, Lim WH, Ahn S-J. Influence of temporomandibular joint disc displacement on craniocervical posture and hyoid bone position. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(1):72-79. doi:10.1016/j.ajodo.2014.09.015.
126. Rovira-Lastra B, Flores-Orozco EI, Ayuso-Montero R, Peraire M, Martinez-Gomis J. Peripheral, functional and postural asymmetries related to the preferred chewing side in adults with natural dentition. *J Oral Rehabil.* 2016;43(4):279-285. doi:10.1111/joor.12369.
127. Galli M, Papini A, Buffoli B, et al. Assessment of Atlanto-Axial and Mandibular Rotation by Cone Beam Computed Tomography. *J Craniofac Surg.* 2018;29(8):2237-2240. doi:10.1097/SCS.0000000000004476.

128. Ingmar Braun. *Kraniometrische Querschnittsstudie über die transversale Entwicklung vom Säugling bis zum Erwachsenen: Korrelationen zwischen Krania-, Gebiss- und Unterkieferbreite*. [INAUGURAL-DISSERTATION]. Philipps-Universität Marburg; 2008. Accessed March 11, 2020.
129. Susanna Bergmann. *Zusammenhang zwischen der Ober- und Unterkieferzahnbogenausdehnung in transversalen und longitudinalen Dimensionen und der fazialen Gesichtsmorphologie*. [Inaugural-Dissertation]. Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald; 2017. Accessed March 11, 2020.
130. Michael Honikel AB. Das craniomandibuläre System: Das CMS und seine Effekte auf die Körperhaltung. *Osteopathische Medizin*. 2007;8(2):22-26. https://epub.ub.uni-greifswald.de/frontdoor/deliver/index/docId/1985/file/diss_bergmann_susanna.pdf. Accessed September 18, 2019.
131. Manfredini D, Castroflorio T, Perinetti G, Guarda-Nardini L. Dental occlusion, body posture and temporomandibular disorders: where we are now and where we are heading for. *J Oral Rehabil*. 2012;39(6):463-471. doi:10.1111/j.1365-2842.2012.02291.x.
132. Mason M, Spolaor F, Guiotto A, Stefani A de, Gracco A, Sawacha Z. Gait and posture analysis in patients with maxillary transverse discrepancy, before and after RPE. *Int Orthod*. 2018;16(1):158-173. doi:10.1016/j.ortho.2018.01.003.
133. Li Q, Tang H, Liu X, et al. Comparison of dimensions and volume of upper airway before and after mini-implant assisted rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2020. doi:10.2319/080919-522.1.
134. Son S, Noh H. Gait changes caused by the habits and methods of carrying a handbag. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(8):969-971. doi:10.1589/jpts.25.969.
135. Hay O, Dar G, Abbas J, et al. The Lumbar Lordosis in Males and Females, Revisited. *PLOS ONE*. 2015;10(8):e0133685. doi:10.1371/journal.pone.0133685.
136. Betsch M, Wehrle R, Dor L, et al. Spinal posture and pelvic position during pregnancy: a prospective rasterstereographic pilot study. *Eur Spine J*. 2015;24(6):1282-1288. doi:10.1007/s00586-014-3521-6.
137. Drerup B, Ellger B, Meyer zu Bentrup FM, Hierholzer E. Rasterstereographische Funktionsaufnahmen. Eine neue Methode zur biomechanischen Analyse der Skelettgeometrie. *Orthopade*. 2001;30(4):242-250.
138. Melvin M, Mohokum M, Sylvia M, et al. Reproducibility of rasterstereography for kyphotic and lordotic angles, trunk length, and trunk inclination: a reliability study. *Spine*. 2010;35(14):1353-1358.
139. Yi Y-S, Yoo S-K, Lee D-G, Park D-S. Reliability and validity of rasterstereography measurement for spinal alignment in healthy subjects. *PTRS*. 2016;5(1):22-28. doi:10.14474/ptrs.2016.5.1.22.
140. Betsch M, Wild M, Rath B, Tingart M, Schulze A, Quack V. Strahlenfreie Diagnostik bei Skoliosen : Ein Überblick über die Oberflächen- und Wirbelsäulentopographie. *Orthopade*. 2015;44(11):845-851.
141. Schroeder J, Reer R, Braumann KM. Video raster stereography back shape reconstruction: a reliability study for sagittal, frontal, and transversal plane parameters. *Eur Spine J*. 2015;24(2):262-269. doi:10.1007/s00586-014-3664-5.
142. M.O.Ahlers, O.Bernhardt, H.A.Jakstat, B.Kordaß, J.C.Türp, H.J.Schindler, A.Hugger. Motion analysis of the mandible: concept for standardized evaluation of computer assisted recording of condylar movement. *Zeitschrift für Kranio-mandibuläre Funktion*. 2014;(6(4)):333-352.

143. Bölöni E. *Untersuchungen zur Messgenauigkeit des JMA-Systems*. [Düsseldorf, Univ., Diss., 2002].
144. Hugger A, Kordaß B. *Handbuch Instrumentelle Funktionsanalyse und funktionelle Okklusion: Wissenschaftliche Evidenz und klinisches Vorgehen*. Berlin: Quintessenz Publishing; 2018.
145. Best N. *Untersuchungen zur Reliabilität und Validität der dreidimensionalen Kiefergelenkfunktionsanalyse mittels Zebris WinJaw-System*. [Jena, Univ., Diss., 2010].
146. Demling, A. et Stiesch-Scholz, M. Vergleich der Reproduzierbarkeit elektronisch registrierter Funktionsparameter bei Patienten und Probanden. *Dtsch Zahnärztl Z*. 2007;(62(3)).
147. K-H. Utz, A. Hugger, M.O. Ahlers, W-D. Seeher. Instrumentelle zahnärztliche Funktionsanalyse: S2k-Leitlinie (Langversion) DGFDT, DGZMK. 2015.
https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/083-017k_S2k_Funktionsanalyse_2015-12.pdf.
148. M.O. Ahlers. The attachment of a paraocclusal tray adapter to the lower arch for axiography: an improved procedure. *Zeitschrift für Kranio-mandibuläre Funktion*. 2009;(1(3)):241-250.
149. DGFDT D. S2k Guideline (Extended Version): Instrumental functional Analysis in Dentistry. *Zeitschrift für Kranio-mandibuläre Funktion*. 2016;(8(3)):185-236.
150. Fulvio Mazzocchi. Scientific research across and beyond disciplines: Challenges and opportunities of interdisciplinarity.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6549017/>.
151. Seitz MW, Haux C, Knaup P, Schubert I, Listl S. Approach Towards an Evidence-Oriented Knowledge and Data Acquisition for the Optimization of Interdisciplinary Care in Dentistry and General Medicine. *Stud Health Technol Inform*. 2018;247:671-674.

VIII. Anhang

8.1 Tabellen

Tabelle 24: Vergleich mit oder ohne kieferorthopädische Therapie. Signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

Parameter	KFO1 (keine Therapie) n=64			KFO2 (Therapie) n=36			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,69	16,83	74,92	27,85	17,27	73,66	0,96
SSWR (°)	28,66	15,92	58,07	28,53	13,99	54,90	0,54
SBA (mm)	164,03	122,18	203,91	163,05	116,54	226,04	0,74
SBS (°)	0,29	-27,96	14,20	-0,35	-17,00	13,50	0,43
SBR (°)	1,53	-7,66	6,71	1,36	-3,43	8,97	0,67
RDmm (mm)	451,14	396,94	492,06	450,88	411,08	510,89	0,83
RSmm (mm)	489,94	430,58	543,49	484,75	426,76	554,55	0,93
SRNG (°)	-3,98	-11,89	1,71	-3,18	-11,50	2,36	0,47
FRNG (°)	-0,29	-3,99	3,26	-0,38	-3,29	2,33	0,87
Achs (°)	-0,54	-5,84	11,47	-0,54	-8,58	4,59	0,60
TBW (°)	14,56	7,25	22,78	13,92	6,68	24,17	0,25
Sabw (mm)	3,35	1,16	11,62	3,72	0,79	7,96	0,73
MaxS (mm)	-4,29	-20,66	14,30	-4,86	-14,55	10,27	0,61
SabR (°)	3,99	1,33	10,33	3,54	1,22	11,49	0,33
MaxR (°)	5,89	-12,78	20,08	5,68	-12,55	14,01	0,89
Kyph (°)	62,94	14,13	103,55	53,26	19,57	99,30	0,04
Lord (°)	51,39	27,43	95,96	46,01	24,85	88,69	0,15
lumb (°)	14,61	8,30	30,03	12,68	7,22	23,00	0,13
BADD (mm)	94,07	62,90	116,36	93,83	61,47	116,81	0,19
BSG (°)	0,01	-5,46	10,77	-0,02	-9,16	4,35	0,90
BSmm (mm)	-0,11	-9,65	15,40	-0,03	-12,36	8,48	0,92
Btor (°)	-1,78	-16,42	14,35	-0,33	-7,61	10,18	0,36
Brot (°)	0,49	-5,69	8,62	0,51	-4,73	9,89	0,96

Tabelle 25: Häufigkeit sportlicher Betätigung, signifikante p-Werte sind fett markiert

	selten Media n			1/Woch e			2- 3/Woche			häufige r			P- Wert
	n=26	Min.	Max.	n=26	Min.	Max.	n=17	Min.	Max.	n=32	Min.	Max.	
SSWL (°)	25,04	16,84	61,76	26,89	16,83	74,92	28,11	17,27	35,99	27,51	17,84	72,96	0,90
SSWR (°)	27,68	15,92	54,90	27,25	16,39	36,69	28,39	15,61	37,30	30,06	13,99	58,07	0,33
SBA (mm)	164,31	122,18	203,88	161,18	126,3	209,3	179,56	137,7	197,3	162,83	116,5	226,0	0,40
SBS (°)	0,37	8	6	1,73	1	3	-1,81	6	3	-0,74	4	4	0,31
SBR (°)	1,78	-7,66	8,97	2,00	-8,22	12,54	0,94	-3,93	8,31	0,76	-3,43	6,71	0,63

RDmm (mm)	444,27	396,9	503,4	456,25	421,4	492,0	448,24	414,7	510,2	457,29	410,8	510,8	0,36
RSmm (mm)	479,01	430,5	534,7	488,22	456,3	530,9	492,17	426,7	530,6	489,55	436,8	554,5	0,58
SRNG (°)	-5,05	11,50	0,20	-3,41	11,89	1,71	-3,51	-9,86	-0,04	-2,99	10,36	2,36	0,31
FRNG (°)	-0,33	-3,58	2,27	-0,21	-3,99	1,56	-0,44	-1,91	1,17	-0,31	-3,29	3,26	0,90
Achs (°)	-0,66	-3,73	11,47	-0,36	-5,84	4,54	-0,54	-5,35	4,59	-0,54	-8,58	4,57	0,98
TBW (°)	16,89	8,26	24,17	14,18	7,83	20,68	13,88	6,68	19,05	14,02	6,74	22,78	0,10
Sabw (mm)	3,89	1,64	11,62	3,45	1,16	10,24	2,64	0,79	6,19	3,72	1,29	7,19	0,09
MaxS (mm)	-4,78	20,66	14,30	-1,90	17,37	11,14	-3,77	11,92	8,39	-4,98	14,55	10,27	0,61
SabR (°)	4,45	1,52	11,49	3,61	1,33	9,04	2,96	1,36	6,66	3,74	1,22	7,49	0,07
MaxR (°)	7,28	12,78	20,08	5,62	11,72	13,50	5,30	10,13	10,82	6,26	12,55	13,83	0,92
Kyph (°)	66,33	32,84	100,6	58,49	35,61	95,98	55,27	19,57	103,5	51,21	14,13	99,30	0,08
Lord (°)	53,31	32,31	95,96	49,69	25,73	84,87	49,58	27,18	92,47	47,24	24,85	88,69	0,23
lumb (°)	15,09	7,67	30,03	15,03	8,30	20,45	13,12	10,38	18,00	12,72	7,22	23,00	0,25
BADD (mm)	92,34	62,90	113,3	94,07	67,91	116,3	95,43	76,04	110,0	93,53	61,47	116,8	0,92
BSG (°)	-0,06	-2,78	10,77	0,04	-5,46	5,02	-0,25	-4,93	3,46	0,29	-9,16	4,35	0,97
BSmm (mm)	-0,11	-3,64	15,40	0,06	-9,65	9,36	-0,44	-8,21	5,42	0,55	12,36	8,48	0,94
Btor (°)	-2,70	-8,39	14,35	1,01	16,02	9,67	1,24	-4,87	9,22	-1,52	16,42	10,18	0,06
Brot (°)	1,16	-4,88	9,89	-0,40	-5,58	7,03	0,27	-3,45	7,70	1,27	-5,69	6,72	0,59

Tabelle 26: Vergleich der regelmäßig sportlich aktiven Probandinnen, signifikante p-Werte sind fett markiert

	Sportler 2 n=26			Sportler 3 n=17			Sportler 4 n=32			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,89	16,83	74,92	28,11	17,27	35,99	27,51	17,84	72,96	0,80
SSWR (°)	27,25	16,39	36,69	28,39	15,61	37,30	30,06	13,99	58,07	0,16
SBA (mm)	161,18	126,31	209,33	179,56	137,76	197,33	162,83	116,54	226,04	0,28
SBS (°)	1,73	-8,22	12,54	-1,81	-14,24	6,59	-0,74	-17,46	13,50	0,16
SBR (°)	1,96	-3,34	5,35	0,94	-3,93	8,31	0,76	3,43	6,71	0,50
RDmm (mm)	456,25	421,42	492,06	448,24	414,72	510,25	457,29	410,82	510,89	0,54
RSmm (mm)	488,22	456,38	530,95	492,17	426,76	530,60	489,55	436,89	554,55	0,86
SRNG (°)	-3,41	-11,89	1,71	-3,51	-9,86	-0,04	-2,99	-10,36	2,36	0,77
FRNG (°)	-0,21	-3,99	1,56	-0,44	-1,91	1,17	-0,31	-3,29	3,26	0,77
Achs (°)	-0,36	-5,84	4,54	-0,54	-5,35	4,59	-0,54	-8,58	4,57	0,91
TBW (°)	14,18	7,83	20,68	13,88	6,68	19,05	14,02	6,74	22,78	0,71
Sabw (mm)	3,45	1,16	10,24	2,64	0,79	6,19	3,72	1,29	7,19	0,21
MaxS (mm)	-1,90	-17,37	11,14	-3,77	-11,92	8,39	-4,98	-14,55	10,27	0,38
SabR (°)	3,61	1,33	9,04	2,96	1,36	6,66	3,74	1,22	7,49	0,38
MaxR (°)	5,62	-11,72	13,50	5,30	-10,13	10,82	6,26	-12,55	13,83	0,99
Kyph (°)	58,49	35,61	95,98	55,27	19,57	103,55	51,21	14,13	99,30	0,77
Lord (°)	49,69	25,73	84,87	49,58	27,18	92,47	47,24	24,85	88,69	0,62
lumb (°)	15,03	8,30	20,45	13,12	10,38	18,00	12,72	7,22	23,00	0,53
BADD (mm)	94,07	67,91	116,36	95,43	76,04	110,01	93,53	61,47	116,81	0,89

BSG (°)	0,04	-5,46	5,02	-0,25	-4,93	3,46	0,29	-9,16	4,35	0,93
BSmm (mm)	0,06	-9,65	9,36	-0,44	-8,21	5,42	0,55	-12,36	8,48	0,87
Btor (°)	1,01	-16,02	9,67	1,24	-4,87	9,22	-1,52	-16,42	10,18	0,17
Brot (°)	-0,40	-5,58	7,03	0,27	-3,45	7,70	1,27	-5,69	6,72	0,66

Tabelle 27: Gegenüberstellung der sportlich aktiven und sportlich nicht aktiven Teilnehmerinnen, signifikante p-Werte sind fett markiert

	Sport nein n=24			Sport ja n=77			p-Wert
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	25,04	16,84	67,76	27,46	16,83	74,92	0,55
SSWR (°)	27,68	15,92	54,90	28,72	13,99	58,07	0,63
SBA (mm)	164,42	125,26	203,86	163,05	116,54	226,04	0,84
SBS (°)	0,21	-27,96	14,20	-0,10	-17,46	13,50	0,72
SBR (°)	1,78	-7,66	8,97	1,26	-3,93	8,31	0,49
RDmm (mm)	444,27	396,94	503,43	454,58	410,82	510,89	0,13
RSmm (mm)	479,01	430,58	534,77	488,95	426,76	554,55	0,15
SRNG (°)	-5,05	-11,50	0,20	-3,18	-11,89	2,36	0,11
FRNG (°)	-0,33	-3,58	2,27	-0,31	-3,99	3,26	0,86
Achs (°)	-0,82	-3,73	11,47	-0,48	-8,58	4,59	0,75
TBW (°)	16,89	8,26	24,17	14,11	6,68	22,78	0,04
Sabw (mm)	3,89	1,64	11,62	3,50	0,79	10,24	0,11
MaxS (mm)	-5,10	-20,66	9,31	-3,77	-17,37	14,30	0,53
SabR (°)	4,45	1,52	11,49	3,62	1,22	10,33	0,06
MaxR (°)	7,28	-12,78	17,80	5,68	-12,55	20,08	0,59
Kyph (°)	66,62	32,84	100,65	56,51	14,13	103,55	0,01
Lord (°)	55,09	32,31	95,96	49,11	24,85	92,47	0,06
lumb (°)	15,27	7,67	30,03	13,87	7,22	23,00	0,04
BADD (mm)	92,34	62,90	113,36	94,53	61,47	116,81	0,67
BSG (°)	-0,20	-2,78	10,77	0,12	-9,16	5,02	0,54
BSmm (mm)	-0,40	-3,64	15,40	0,11	-12,36	9,36	0,59
Btor (°)	-2,70	-8,39	14,35	-0,59	-16,42	10,18	0,08
Brot (°)	1,16	-4,88	9,89	0,27	-5,69	7,70	0,25

Tabelle 28: Vergleich der Probandinnen mit und ohne Migränekopfschmerz, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	Migräne ja n=11			Migräne nein n=90			p-Wert
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	27,46	16,83	74,92	26,99	18,89	35,99	0,92
SSWR (°)	28,24	15,61	54,90	29,73	13,99	58,07	0,25
SBA (mm)	164,97	122,18	226,04	151,82	116,54	179,96	0,04
SBS (°)	0,07	-27,96	14,20	0,15	-14,24	10,08	0,93

SBR (°)	1,31	-7,66	8,97	2,60	-1,22	8,22	0,23
RDmm (mm)	450,95	396,94	510,89	466,01	420,93	510,25	0,17
RSmm (mm)	487,53	426,76	554,55	497,98	456,22	530,60	0,53
SRNG (°)	-3,83	-11,89	2,36	-2,60	-8,08	1,67	0,43
FRNG (°)	-0,35	-3,99	3,26	0,45	-3,29	2,33	0,22
Achs (°)	-0,53	-5,68	4,59	-0,75	-8,58	11,47	0,43
TBW (°)	14,23	6,68	24,17	15,16	6,74	16,89	0,88
Sabw (mm)	3,45	0,79	11,62	3,86	2,31	7,19	0,22
MaxS (mm)	-4,29	-20,66	14,30	-4,73	-14,55	7,22	0,94
SabR (°)	3,82	1,22	11,49	3,54	1,85	9,81	0,61
MaxR (°)	5,62	-12,78	20,08	8,30	-5,82	14,01	0,10
Kyph (°)	60,04	14,13	103,55	51,15	39,57	70,71	0,17
Lord (°)	51,38	24,85	95,96	45,94	32,07	69,22	0,17
lumb (°)	14,67	7,22	30,03	12,66	7,67	19,79	0,13
BADD (mm)	94,86	61,47	116,81	87,43	77,85	102,29	0,11
BSG (°)	0,04	-4,93	5,02	-0,29	-9,16	10,77	0,29
BSmm (mm)	0,00	-8,21	9,36	-0,39	-12,36	15,40	0,31
Btor (°)	-1,48	-16,42	14,35	1,27	-5,23	7,38	0,08
Brot (°)	0,50	-5,69	9,89	1,87	-3,12	7,20	0,07

Tabelle 29: Gegenüberstellung der Teilnehmerinnen mit und ohne Kopfschmerzsymptomatik, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	ja n=17			nein n=84			p-Wert
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	26,49	16,83	74,92	28,75	18,47	72,96	0,35
SSWR (°)	28,64	13,99	58,07	28,39	18,45	38,44	0,83
SBA (mm)	162,27	116,54	209,33	179,56	132,39	226,04	0,04
SBS (°)	-0,23	-27,96	13,50	2,54	-17,00	14,20	0,21
SBR (°)	1,41	-7,66	8,97	1,61	-6,48	5,50	0,24
RDmm (mm)	451,27	410,82	510,89	448,24	396,94	492,06	0,68
RSmm (mm)	487,23	426,76	554,55	494,22	431,19	530,95	0,77
SRNG (°)	-3,40	-11,89	1,71	-4,09	-10,36	2,36	0,32
FRNG (°)	-0,29	-3,99	3,26	-0,42	-3,58	1,17	0,82
Achs (°)	-0,50	-8,58	11,47	-0,75	-5,68	4,59	0,45
TBW (°)	14,43	6,68	24,17	14,49	10,16	22,41	0,63
Sabw (mm)	3,60	0,79	11,62	3,86	1,48	10,24	1,00
MaxS (mm)	-3,92	-20,66	14,30	-4,93	-17,37	9,05	0,37
SabR (°)	3,61	1,22	11,49	4,61	1,61	7,08	0,37
MaxR (°)	5,75	-12,78	20,08	6,93	-10,71	17,80	0,78
Kyph (°)	58,28	19,57	100,65	74,32	14,13	103,55	0,07
Lord (°)	49,70	24,85	86,29	58,62	31,51	95,96	0,03
lumb (°)	13,95	7,22	30,03	15,82	8,52	23,00	0,09

BADD (mm)	92,25	61,47	116,36	96,98	78,04	116,81	0,05
BSG (°)	0,04	-9,16	10,77	-0,31	-4,84	3,98	0,41
BSmm (mm)	0,06	-12,36	15,40	-1,21	-7,22	6,67	0,27
Btor (°)	-1,12	-16,42	14,35	-2,21	-16,02	6,37	0,70
Brot (°)	0,46	-5,69	9,89	1,56	-3,45	7,70	0,20

Tabelle 30: Vergleich der Probandinnen mit und ohne Kiefergelenksgeräuschen, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	nein n=76			ja n=25			p-Wert
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	26,49	16,83	74,92	28,51	19,10	72,96	0,34
SSWR (°)	28,07	13,99	58,07	30,49	15,61	54,90	0,12
SBA (mm)	164,79	116,54	209,33	151,58	122,18	226,04	0,12
SBS (°)	0,03	-27,96	14,20	1,44	-17,46	10,72	0,65
SBR (°)	1,78	-7,66	8,97	0,89	-3,93	5,50	0,43
RDmm (mm)	449,32	396,94	510,25	459,71	144,08	510,89	0,09
RSmm (mm)	485,13	426,76	543,49	497,50	446,73	554,55	0,03
SRNG (°)	-4,10	-11,89	1,71	-2,92	-10,36	2,36	0,24
FRNG (°)	-0,29	-3,99	3,26	-0,42	-3,90	1,67	0,55
Achs (°)	-0,49	-8,58	11,47	-0,75	-5,68	4,57	0,29
TBW (°)	14,72	6,68	22,78	13,92	8,16	24,17	0,64
Sabw (mm)	3,45	0,79	11,62	3,86	1,48	7,77	0,59
MaxS (mm)	-3,92	-20,66	11,14	-4,93	-11,92	14,30	0,76
SabR (°)	3,76	1,33	11,49	3,82	1,22	10,33	0,31
MaxR (°)	5,89	-12,78	17,80	4,43	-10,65	20,08	0,53
Kyph (°)	60,04	19,57	100,65	51,15	14,13	103,55	0,09
Lord (°)	51,39	25,73	95,96	42,79	24,85	92,47	0,09
lumb (°)	14,67	7,22	30,03	13,46	8,37	23,00	0,31
BADD (mm)	93,72	61,47	116,36	94,61	65,69	119,81	0,94
BSG (°)	-0,01	-9,16	10,77	0,12	-4,84	3,78	0,68
BSmm (mm)	-0,02	-12,36	15,40	-0,86	-7,22	6,91	0,56
Btor (°)	-1,48	-16,02	14,35	-0,68	-16,42	9,22	0,81
Brot (°)	0,34	-5,69	9,89	1,15	-3,45	7,70	0,31

Tabelle 31: Gegenüberstellung der Probandinnen ohne Mittellinienverschiebung, MLV nach rechts und MLV nach links im Oberkiefer, signifikante p-Werte sind fett markiert

	keine n=76			links n=13			rechts n=12			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,14	16,83	73,66	29,95	16,84	74,92	27,37	21,32	63,20	0,50
SSWR (°)	28,07	13,99	58,07	29,86	15,92	35,01	28,79	18,45	36,38	0,78

SBA (mm)	165,12	116,54	209,33	156,88	134,94	179,96	162,28	126,69	226,04	0,44
SBS (°)	-0,23	-27,96	14,20	0,48	-11,60	10,08	0,94	-8,22	12,39	0,72
SBR (°)	1,10	-7,66	8,31	1,26	-2,19	8,97	2,08	-2,60	5,19	0,56
RDmm (mm)	450,17	369,94	510,89	468,83	428,89	541,25	452,26	423,22	489,37	0,11
RSmm (mm)	486,80	426,76	554,55	491,53	460,90	534,77	494,79	446,77	530,95	0,42
SRNG (°)	-3,98	-11,89	2,36	-4,10	-8,03	1,71	-2,73	-6,48	0,01	0,29
FRNG (°)	-0,31	-3,99	3,26	-0,13	-1,94	1,77	-0,43	-1,76	1,67	1,00
Achs (°)	-0,54	-8,58	11,47	-0,54	-2,48	2,59	-0,98	-5,84	4,59	0,95
TBW (°)	14,56	6,68	24,17	14,41	7,25	16,68	14,42	8,60	19,56	0,92
Sabw (mm)	3,67	0,79	11,62	3,86	1,16	6,50	2,68	1,57	4,63	0,17
MaxS (mm)	-4,71	-2,66	14,30	0,65	-10,60	11,14	-3,52	-9,63	8,39	0,70
SabR (°)	3,69	1,22	10,33	3,62	1,81	11,49	4,06	1,61	8,25	0,99
MaxR (°)	5,52	-12,78	20,08	6,71	-8,44	16,65	6,78	-8,30	11,43	0,60
Kyph (°)	59,91	14,13	100,65	51,15	31,64	66,84	56,36	42,56	103,55	0,21
Lord (°)	51,04	25,73	95,96	45,94	24,85	62,90	55,17	31,51	92,47	0,59
lumb (°)	14,83	7,67	30,03	12,49	7,22	19,48	13,73	8,49	20,01	0,04
BADD (mm)	94,86	61,47	116,81	87,26	62,90	116,36	89,38	65,69	108,99	0,15
BSG (°)	0,01	-9,16	10,77	-0,14	-1,53	3,34	0,56	-5,46	3,81	0,96
BSmm (mm)	-0,95	-12,36	15,40	-0,22	-2,28	4,76	0,98	-9,65	5,42	0,96
Btor (°)	-1,71	-16,02	14,35	-1,28	-7,14	2,64	1,40	-16,42	7,04	0,20
Brot (°)	0,36	-5,69	7,20	0,47	-3,74	9,89	2,54	-2,65	7,70	0,17

Tabelle 32: Gegenüberstellung der rechten Oberkieferstützzonen, normgroß und nicht-normgroß, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	norm n=49			nicht norm n=52			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,59	16,84	74,92	27,70	16,83	73,66	0,73
SSWR (°)	29,17	13,99	54,90	27,66	15,61	58,07	0,24
SBA (mm)	164,45	116,54	209,33	162,83	122,18	226,04	0,78
SBS (°)	-0,10	-27,96	14,20	0,20	-17,00	13,50	0,67
SBR (°)	1,81	-3,93	8,31	1,10	-7,66	8,97	0,26
RDmm (mm)	450,51	396,94	510,89	452,93	400,32	510,25	0,35
RSmm (mm)	487,60	430,58	554,55	487,10	426,76	534,77	0,65

SRNG (°)	-4,09	-11,50	1,71	-3,49	-11,89	2,36	0,69
FRNG (°)	-0,26	-3,99	3,26	-0,36	-3,29	2,33	0,72
Achs (°)	-0,37	-8,58	11,47	-0,61	-5,35	4,40	0,57
TBW (°)	14,82	6,74	24,17	14,16	6,68	22,41	0,26
Sabw (mm)	3,60	0,79	11,62	3,64	1,16	10,24	0,85
MaxS (mm)	-3,66	-20,66	11,14	-4,90	-17,37	14,30	0,42
SabR (°)	3,66	1,22	10,14	3,84	1,33	11,49	0,84
MaxR (°)	6,64	-10,65	17,80	5,41	-12,78	20,08	0,30
Kyph (°)	58,28	14,13	99,30	61,40	19,57	103,55	0,30
Lord (°)	51,25	26,10	88,69	49,70	24,85	95,96	0,60
lumb (°)	14,72	7,22	23,00	14,18	7,67	30,03	0,61
BADD (mm)	95,43	62,90	114,94	90,89	61,47	116,81	0,54
BSG (°)	0,06	-9,16	10,77	-0,06	-6,71	4,35	0,86
BSmm (mm)	0,01	-12,36	15,40	-0,11	-10,19	8,48	0,91
Btor (°)	-1,91	-7,52	14,35	-1,12	-16,42	10,18	0,90
Brot (°)	0,51	-5,58	8,62	0,49	-5,69	9,89	0,43

Tabelle 33: Gegenüberstellung von ausreichendem Platzangebot und Platzmangel in der rechten Oberkieferstützzone, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	norm/hyper n=53			hypo n=48			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,89	16,84	74,92	27,49	16,83	73,66	0,86
SSWR (°)	29,10	13,99	54,90	27,66	15,61	58,07	0,48
SBA (mm)	164,45	116,54	209,33	162,83	122,18	226,04	0,77
SBS (°)	-0,10	-27,96	14,20	0,20	-17,00	13,50	0,63
SBR (°)	1,86	-3,93	8,31	0,92	-7,66	8,97	0,08
RDmm (mm)	449,82	396,94	510,89	455,67	400,32	510,25	0,24
RSmm (mm)	487,48	430,58	554,55	489,25	426,76	534,77	0,47
SRNG (°)	-3,76	-11,50	1,71	-3,83	-11,89	2,36	0,99
FRNG (°)	-0,27	-3,99	3,26	-0,37	-3,29	2,33	0,55
Achs (°)	-0,46	-8,58	11,47	-0,58	-5,35	4,40	0,80
TBW (°)	14,92	6,74	24,17	14,02	6,68	22,41	0,11
Sabw (mm)	3,60	0,79	11,62	3,68	1,16	10,24	0,93
MaxS (mm)	-4,07	-20,66	11,14	-4,97	-17,37	14,30	0,44
SabR (°)	3,81	1,22	10,14	3,77	1,33	11,49	0,70
MaxR (°)	6,71	-10,65	17,80	4,89	-12,78	20,08	0,14
Kyph (°)	59,13	14,13	103,55	59,41	19,57	86,87	0,93
Lord (°)	51,25	26,10	92,47	49,41	24,85	95,96	0,36
lumb (°)	14,72	7,22	30,03	13,49	7,67	21,61	0,32
BADD (mm)	94,89	62,90	114,94	91,63	61,47	116,81	0,97
BSG (°)	0,01	-9,16	10,77	-0,01	-6,71	4,35	0,74
BSmm (mm)	-0,20	-12,36	15,40	-0,02	-10,19	8,48	0,74

Btor (°)	-1,91	-10,41	14,35	-1,12	-16,42	10,18	0,91
Brot (°)	0,90	-5,58	8,62	0,31	-5,69	9,89	0,19

Tabelle 34: Gegenüberstellung der linken Oberkieferstützzonen, normgroß und nicht-normgroß, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	norm n=43			nicht norm n=57			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,89	16,83	74,92	27,60	17,27	73,66	0,67
SSWR (°)	29,86	15,92	40,02	27,87	13,99	58,07	0,17
SBA (mm)	163,05	126,31	203,91	164,92	116,54	226,04	0,71
SBS (°)	1,44	27,96	14,20	-0,78	-17,00	13,50	0,66
SBR (°)	0,89	-6,48	8,31	1,61	-7,66	8,97	0,44
RDmm (mm)	448,44	396,94	489,37	456,75	412,74	510,89	0,01
RSmm (mm)	484,70	426,76	543,49	494,22	430,58	554,55	0,02
SRNG (°)	-4,15	-11,50	1,71	-2,92	-11,89	2,36	0,13
FRNG (°)	-0,38	-3,90	3,26	-0,30	-3,99	2,33	0,90
Achs (°)	-0,35	-5,84	11,47	-0,62	-8,58	4,59	0,19
TBW (°)	14,82	6,68	22,78	13,92	6,74	24,17	0,27
Sabw (mm)	3,70	1,26	11,62	3,63	0,79	10,24	0,67
MaxS (mm)	-4,70	-20,66	11,14	-4,50	-17,37	14,30	0,43
SabR (°)	3,71	1,22	10,14	3,82	1,33	11,49	0,81
MaxR (°)	6,71	-11,72	17,80	5,71	-12,78	20,08	0,37
Kyph (°)	58,28	14,13	99,30	60,27	31,64	103,55	0,72
Lord (°)	51,12	16,10	95,96	51,37	24,85	92,47	0,66
lumb (°)	14,62	7,22	23,00	14,36	7,67	30,03	0,84
BADD (mm)	93,61	61,47	113,36	93,83	65,24	116,81	0,52
BSG (°)	0,26	-5,46	10,77	-0,09	-9,16	5,02	0,11
BSmm (mm)	0,40	-9,65	15,40	-0,20	-12,36	9,36	0,10
Btor (°)	-1,99	-10,41	9,67	-0,68	-16,42	14,35	0,45
Brot (°)	0,21	-4,52	8,62	0,75	-5,69	9,89	0,99

Tabelle 35: Gegenüberstellung von ausreichendem Platzangebot und Platzmangel in der rechten Oberkieferstützzone, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	norm/hyper n=45			hypo n=55			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,89	16,83	74,92	27,60	17,27	73,66	0,68
SSWR (°)	29,10	15,92	40,02	28,08	13,99	58,07	0,43
SBA (mm)	163,05	126,31	203,91	164,92	116,54	226,04	0,75
SBS (°)	1,44	-27,96	14,20	-0,78	-17,00	13,50	0,65
SBR (°)	0,89	-6,48	8,31	1,61	-7,66	8,97	0,36
RDmm (mm)	448,44	396,94	489,37	456,75	412,74	510,89	0,01

RSmm (mm)	484,70	426,76	543,49	494,22	430,58	554,55	0,02
SRNG (°)	-4,15	-11,50	1,71	-2,92	-11,89	2,36	0,10
FRNG (°)	-0,38	-3,90	3,26	-0,30	-3,99	2,33	0,86
Achs (°)	-0,24	-5,84	11,47	-0,71	-8,58	4,59	0,15
TBW (°)	14,75	6,68	22,78	14,11	6,74	24,17	0,47
Sabw (mm)	3,70	1,26	11,62	3,63	0,79	10,24	0,60
MaxS (mm)	-4,70	-20,66	11,14	-3,77	-17,37	14,30	0,64
SabR (°)	3,71	1,22	10,14	3,82	1,33	11,49	0,95
MaxR (°)	6,71	-11,72	17,80	5,71	-12,78	20,08	0,37
Kyph (°)	58,55	14,13	100,65	60,27	31,64	103,55	0,98
Lord (°)	51,25	26,10	95,96	49,71	24,85	92,47	0,41
lumb (°)	14,72	7,22	30,03	13,99	7,67	21,61	0,54
BADD (mm)	93,61	61,47	113,36	93,83	65,24	116,81	0,64
BSG (°)	0,20	-5,46	10,77	-0,09	-9,16	5,02	0,16
BSmm (mm)	0,36	-9,65	15,40	-0,20	-12,36	9,36	0,15
Btor (°)	-2,04	-10,41	9,67	-0,59	-16,42	14,35	0,19
Brot (°)	0,50	-4,52	8,62	0,75	-5,69	9,89	0,81

Tabelle 36: transversaler Symmetrievergleich im Oberkiefer, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	symmetrisch n=29			asymmetrisch n=72			p-Wert
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	28,55	17,27	74,92	25,80	16,83	73,66	0,22
SSWR (°)	28,42	19,24	58,07	28,64	13,99	54,90	0,59
SBA (mm)	162,60	122,18	209,33	164,97	116,54	226,04	0,54
SBS (°)	0,32	-11,34	14,20	-0,71	-27,96	13,50	0,73
SBR (°)	1,75	-6,48	8,97	1,10	-7,66	8,31	0,45
RDmm (mm)	446,84	400,32	482,22	456,25	396,94	510,89	0,04
RSmm (mm)	479,40	426,76	523,59	492,49	431,19	554,55	0,03
SRNG (°)	-3,29	-10,09	0,05	-4,10	-11,89	2,36	0,68
FRNG (°)	-0,30	-3,58	3,26	-0,36	-3,99	2,33	0,79
Achs (°)	-0,51	-5,68	11,47	-0,57	-8,58	4,59	0,71
TBW (°)	15,35	6,68	22,78	14,23	6,74	24,17	0,43
Sabw (mm)	3,05	0,79	7,96	3,71	1,16	11,62	0,22
MaxS (mm)	-2,50	-13,31	14,30	-4,86	-20,66	11,14	0,23
SabR (°)	3,71	1,36	11,49	3,84	1,22	10,14	0,72
MaxR (°)	6,93	-10,53	20,08	4,98	-12,78	14,01	0,02
Kyph (°)	58,28	14,13	87,35	59,34	31,64	103,55	0,85
Lord (°)	51,54	27,18	95,96	-49,68	24,85	92,47	0,46
lumb (°)	14,43	8,30	21,61	14,43	7,22	30,03	0,42
BADD (mm)	88,18	74,54	110,02	94,86	61,47	116,81	0,36
BSG (°)	0,00	-4,93	10,77	-0,04	-9,16	5,02	0,64

BSmm (mm)	-0,01	-8,21	15,40	-0,19	-12,36	9,36	0,79
Btor (°)	-1,61	-6,57	14,35	-0,98	-16,42	10,18	0,51
Brot (°)	1,45	-2,64	9,89	0,49	-5,69	8,62	0,24

Tabelle 37: Vergleich der unterschiedlichen Mittellinienlagen im Unterkiefer, signifikante p-Werte sind fett markiert

Parameter	keine n=44			L n=28			R n=27			p-Wert
	Media n	Min.	Max.	Media n	Min.	Max.	Media n	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,79	16,83	74,92	26,10	17,27	73,66	26,70	19,73	67,76	0,85
SSWR (°)	29,17	15,61	40,02	28,44	18,64	54,90	28,42	17,15	58,07	0,94
SBA (mm)	164,55	126,69	226,04	161,91	125,26	197,82	167,99	122,18	203,91	0,76
SBS (°)	-1,05	-12,53	14,20	0,33	-17,00	12,54	0,24	-27,96	13,50	0,82
SBR (°)	1,74	-7,66	8,97	1,31	-3,85	3,98	1,81	-6,48	8,22	0,30
RDmm (mm)	449,47	412,74	510,89	460,20	420,38	510,25	448,24	396,94	480,89	0,11
RSmm (mm)	486,09	426,76	554,55	492,81	430,58	530,60	492,18	431,19	543,49	0,49
SRNG (°)	-4,14	-11,50	0,07	-3,45	-6,17	2,36	-3,19	-11,89	0,20	0,15
FRNG (°)	-0,27	-3,99	1,77	-0,12	-2,02	2,33	-0,42	-3,90	3,26	0,78
Achs (°)	-0,24	-5,84	4,59	-0,99	-5,35	11,47	-0,92	-2,81	4,17	0,38
TBW (°)	15,40	6,68	22,78	12,76	7,32	24,17	14,75	7,63	22,41	0,06
Sabw (mm)	3,77	1,16	7,96	3,32	0,79	10,24	3,89	1,51	11,62	0,50
MaxS (mm)	-4,71	-14,55	10,33	-2,61	-17,37	11,14	-4,73	-20,66	14,30	0,96
SabR (°)	3,63	1,36	11,49	3,94	1,22	6,81	3,86	1,33	10,33	0,79
MaxR (°)	6,32	-12,78	17,80	4,78	-12,46	13,83	6,80	-12,55	20,08	0,49
Kyph (°)	58,28	14,13	95,98	58,03	31,64	86,28	64,98	40,61	103,55	0,29
Lord (°)	49,46	27,43	85,48	51,17	24,85	76,63	51,54	27,18	95,96	0,49
lumb (°)	14,41	7,22	20,45	13,50	8,37	20,81	14,98	7,67	30,03	0,56
BADD (mm)	94,71	62,90	116,36	87,35	74,18	116,81	95,78	61,47	113,36	0,41
BSG (°)	0,17	-5,46	5,02	-0,36	-6,71	10,77	-0,11	-3,42	4,35	0,45
BSmm (mm)	0,24	-9,65	9,36	-0,53	-10,19	15,40	-0,20	-5,50	8,48	0,56
Btor (°)	-1,41	-16,42	9,22	-0,57	-16,02	14,35	-1,81	-8,39	10,18	0,53
Brot (°)	0,49	-5,58	9,89	0,09	-5,69	5,13	1,45	-4,51	7,70	0,28

Tabelle 38: Gegenüberstellung der rechten Unterkieferstützonen, normgroß und nicht-normgroß, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	norm n=29			nicht norm n=71			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,37	16,83	63,20	26,15	17,84	74,92	0,89
SSWR (°)	28,98	15,92	40,02	28,07	13,99	58,07	0,85
SBA (mm)	161,93	126,69	226,04	164,65	116,54	209,33	0,91
SBS (°)	-0,10	-27,96	14,20	0,15	-17,46	13,50	0,66
SBR (°)	2,18	-3,93	6,56	0,94	-7,66	8,97	0,13

RDmm (mm)	450,51	396,94	489,37	454,58	400,32	510,89	0,54
RSmm (mm)	488,95	431,19	543,49	487,48	426,76	554,55	0,45
SRNG (°)	-3,76	-10,95	1,71	-3,86	-11,89	2,36	0,98
FRNG (°)	-0,27	-3,58	3,26	-0,42	-3,99	2,33	0,15
Achs (°)	-0,88	-5,84	11,47	-0,53	-8,58	4,57	0,87
TBW (°)	14,92	7,32	21,42	14,11	6,68	24,17	0,28
Sabw (mm)	3,50	0,79	11,62	3,64	1,16	10,24	0,80
MaxS (mm)	-4,50	-20,66	11,14	-4,07	-17,37	14,30	0,84
SabR (°)	3,62	1,55	10,14	3,82	1,22	11,49	0,53
MaxR (°)	7,18	-11,72	17,80	5,52	-12,78	20,08	0,08
Kyph (°)	59,81	35,74	103,55	59,13	14,13	99,30	0,55
Lord (°)	51,25	32,07	92,47	49,71	24,85	95,96	0,28
lumb (°)	13,99	7,22	30,03	14,50	7,67	23,00	0,72
BADD (mm)	94,53	62,90	113,36	93,61	61,47	116,81	0,81
BSG (°)	-0,29	-5,46	10,77	0,12	-9,16	5,02	0,33
BSmm (mm)	-0,62	-9,65	15,40	0,19	-12,36	9,36	0,26
Btor (°)	-2,22	-16,42	7,38	-1,18	-16,02	14,35	0,51
Brot (°)	1,45	-3,45	8,62	0,21	-5,69	9,89	0,06

Tabelle 39: Gegenüberstellung von ausreichendem Platzangebot und Platzmangel in der rechten Unterkieferstützzone, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	norm/hyper n=33			hypo n=67			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,18	16,83	63,20	26,99	17,84	74,92	0,66
SSWR (°)	28,98	15,92	40,02	28,07	13,99	58,07	1,00
SBA (mm)	164,45	126,69	226,04	163,05	116,54	209,33	0,71
SBS (°)	-0,35	-27,96	14,20	0,24	-17,46	13,50	0,50
SBR (°)	2,60	-3,93	7,07	0,89	-7,66	8,97	0,03
RDmm (mm)	450,51	396,94	489,37	454,58	400,32	510,89	0,43
RSmm (mm)	488,95	426,76	543,49	487,48	430,58	554,55	0,64
SRNG (°)	-3,76	-10,95	1,71	-3,86	-11,89	2,36	0,86
FRNG (°)	-0,26	-3,58	3,26	-0,47	-3,99	2,33	0,05
Achs (°)	-0,75	-5,84	11,47	-0,53	-8,58	4,57	0,88
TBW (°)	14,82	6,68	22,37	14,11	6,74	24,17	0,36
Sabw (mm)	3,84	0,79	11,62	3,63	1,16	20,24	0,99
MaxS (mm)	-4,07	-20,66	11,14	-4,71	-17,37	14,30	0,65
SabR (°)	3,86	1,55	10,14	3,81	1,22	11,49	0,28
MaxR (°)	7,40	-11,72	17,80	5,30	-12,78	20,08	0,03
Kyph (°)	59,13	19,57	103,55	59,54	14,13	99,30	0,66
Lord (°)	51,25	32,07	92,47	49,71	24,85	95,96	0,27
lumb (°)	13,99	7,22	30,03	14,50	7,67	23,00	0,80
BADD (mm)	94,53	62,90	113,36	93,61	61,47	116,81	0,92

BSG (°)	-0,31	-5,46	10,77	0,23	-9,61	5,02	0,16
BSmm (mm)	-0,68	-9,65	15,40	0,30	-12,36	9,36	0,12
Btor (°)	-2,29	-16,42	7,38	-1,05	-16,02	14,35	0,29
Brot (°)	1,45	-3,45	8,62	0,21	-5,69	9,89	0,04

Tabelle 40: Gegenüberstellung der linken Unterkieferstützonen, normgroß und nicht-normgroß, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	norm n=32			nicht norm n=67			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,49	16,83	47,97	27,91	17,27	74,92	0,34
SSWR (°)	28,93	15,92	51,22	28,09	13,99	58,07	0,98
SBA (mm)	160,94	122,10	226,04	165,22	116,54	209,33	0,14
SBS (°)	0,26	-17,00	14,20	-0,10	-27,96	13,50	0,88
SBR (°)	2,07	-7,66	8,22	1,26	-6,48	8,97	0,10
RDmm (mm)	447,15	396,94	510,89	456,27	400,32	510,25	0,18
RSmm (mm)	485,66	431,19	554,55	492,17	426,76	534,77	0,71
SRNG (°)	-3,47	-9,86	1,71	-4,09	-11,89	2,36	0,96
FRNG (°)	-0,33	-3,58	3,26	-0,31	-3,99	2,33	0,37
Achs (°)	-0,64	-5,84	4,59	-0,54	-8,58	11,47	0,56
TBW (°)	15,22	7,83	20,68	14,11	6,68	24,17	0,35
Sabw (mm)	3,87	1,26	7,96	3,60	0,79	11,62	0,19
MaxS (mm)	-4,60	-14,55	14,30	-4,07	-20,66	10,33	0,44
SabR (°)	4,28	1,40	10,33	3,71	1,22	11,49	0,06
MaxR (°)	7,20	-12,78	20,08	5,68	-12,55	13,83	0,06
Kyph (°)	58,28	40,61	103,55	60,70	14,13	99,30	0,67
Lord (°)	50,19	32,07	92,47	51,38	24,85	95,96	0,93
lumb (°)	13,73	7,67	30,03	14,94	7,22	23,00	0,38
BADD (mm)	95,77	62,90	114,94	90,32	61,47	116,81	0,21
BSG (°)	-0,28	-5,46	3,46	0,13	-9,16	10,77	0,15
BSmm (mm)	-0,53	-9,65	5,42	0,11	-12,36	15,40	0,13
Btor (°)	-2,31	-10,41	7,35	-0,81	-16,42	14,35	0,09
Brot (°)	1,79	-4,88	8,62	0,21	-5,69	9,89	0,07

Tabelle 41: Gegenüberstellung von ausreichendem Platzangebot und Platzmangel in der linken Unterkieferstützzone, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	norm/hyper n=36			hypo n=63			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	26,47	16,83	47,97	28,18	17,84	74,92	0,23
SSWR (°)	28,93	15,92	51,22	28,07	13,99	58,07	0,87
SBA (mm)	161,70	122,18	226,04	165,22	116,54	209,33	0,23
SBS (°)	0,03	-17,00	14,20	0,24	-27,96	13,50	0,48

SBR (°)	2,45	-7,66	8,22	0,89	-6,48	8,97	0,07
RDmm (mm)	445,41	396,94	510,89	456,75	400,32	510,25	0,07
RSmm (mm)	485,66	431,19	554,55	492,17	426,76	534,77	0,58
SRNG (°)	-3,05	-9,86	1,71	-4,10	-11,89	2,36	0,63
FRNG (°)	-0,33	-3,58	3,26	-0,31	-3,99	2,33	0,21
Achs (°)	-0,84	-5,84	-4,59	-0,53	-8,58	11,47	0,36
TBW (°)	15,00	7,32	22,37	14,11	6,68	24,17	0,38
Sabw (mm)	3,67	0,79	7,96	3,64	1,16	11,62	0,81
MaxS (mm)	-4,29	-14,55	14,30	-4,86	-20,66	10,33	0,34
SabR (°)	4,01	1,40	10,33	3,81	1,22	11,49	0,09
MaxR (°)	6,92	-12,78	20,08	5,52	-12,55	13,83	0,10
Kyph (°)	58,71	40,61	103,55	60,27	14,13	99,30	0,45
Lord (°)	51,19	32,07	92,47	51,37	24,85	95,96	0,71
lumb (°)	13,67	7,67	30,03	14,98	7,22	23,00	0,36
BADD (mm)	95,16	62,90	114,94	90,32	61,47	116,81	0,30
BSG (°)	-0,30	-5,46	3,46	0,23	-9,16	10,77	0,04
BSmm (mm)	-0,53	-9,65	5,42	0,30	-12,36	15,40	0,04
Btor (°)	-2,14	-10,41	7,38	-0,90	-16,42	14,35	0,30
Brot (°)	1,66	-4,88	8,62	0,21	-5,69	9,89	0,08

Tabelle 42: Gegenüberstellung von symmetrischen und asymmetrischem Platzangebot der Unterkieferstützonen, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	sym n=24			asym n=75			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,29	16,83	74,92	27,08	16,84	72,96	0,80
SSWR (°)	29,86	15,61	49,78	28,07	13,99	58,07	0,71
SBA (mm)	166,47	125,26	226,04	164,45	116,54	209,33	0,75
SBS (°)	0,96	-7,74	12,54	-0,10	-27,96	14,20	0,60
SBR (°)	1,32	-1,54	8,97	1,61	-7,66	8,31	0,54
RDmm (mm)	450,70	396,94	503,43	451,26	400,32	510,89	0,86
RSmm (mm)	487,23	430,58	534,77	490,92	426,76	554,55	1,00
SRNG (°)	-3,35	-9,23	1,00	-4,10	-11,89	2,36	0,30
FRNG (°)	-0,16	-3,90	1,45	-0,42	-3,99	3,26	0,66
Achs (°)	-0,45	-5,68	4,57	-0,56	-8,58	11,47	0,64
TBW (°)	15,70	8,94	22,78	14,11	6,68	24,17	0,08
Sabw (mm)	3,55	1,16	7,18	3,70	0,79	11,62	0,45
MaxS (mm)	-1,58	-14,55	10,33	-4,73	-20,66	14,30	0,25
SabR (°)	3,90	1,22	11,49	3,81	1,33	10,33	0,82
MaxR (°)	6,79	-11,72	13,52	5,68	-12,78	20,08	0,28
Kyph (°)	55,79	14,13	95,98	59,81	19,57	103,55	0,33
Lord (°)	50,53	26,10	84,87	51,25	24,85	95,96	0,47
lumb (°)	14,61	8,30	20,45	14,36	7,22	30,03	0,66

BADD (mm)	91,03	67,91	116,36	93,83	61,47	116,81	0,40
BSG (°)	-0,01	-4,84	3,81	0,00	-9,16	10,77	0,67
BSmm (mm)	-0,01	-7,22	6,91	-0,18	-12,36	15,40	0,52
Btor (°)	0,05	-10,41	14,35	-1,78	-16,42	10,18	0,06
Brot (°)	0,26	-3,74	9,89	0,50	-5,69	8,62	0,74

Tabelle 43: Gegenüberstellung der Seitenverteilung des sagittalen Platzangebotes im Unterkiefer, signifikante p-Werte sind fett markiert

	sym n=24			L größer n=39			R größer n=36			p-wert
	Media n	Min.	Max.	Media n	Min.	Max.	Media n	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,29	16,83	74,92	26,49	17,27	72,96	27,37	16,84	63,20	0,80
SSWR (°)	29,86	15,61	49,78	27,47	13,99	51,22	28,81	15,92	58,07	0,90
SBA (mm)	166,47	125,26	226,04	163,05	115,54	203,91	168,69	126,60	209,33	0,46
SBS (°)	0,96	-7,74	12,54	0,33	-17,46	14,20	-1,08	-27,96	13,50	0,73
SBR (°)	1,32	-1,54	8,97	0,94	-7,66	8,31	1,84	-3,93	7,07	0,79
RDmm (mm)	450,70	396,94	503,43	449,51	400,32	510,89	457,80	410,82	492,06	0,50
RSmm (mm)	487,23	430,58	534,77	484,75	431,66	554,55	495,02	426,76	530,76	0,42
SRNG (°)	-3,35	-9,23	1,00	-3,02	-11,50	2,36	-4,46	-11,89	1,71	0,36
FRNG (°)	-0,16	-3,90	1,45	-0,47	-3,58	2,33	-0,07	-3,99	3,26	0,34
Achs (°)	-0,45	-5,68	4,57	-0,96	-8,58	4,40	-0,01	-5,35	11,47	0,06
TBW (°)	15,70	8,94	22,78	14,21	6,74	22,41	13,85	6,68	24,17	0,20
Sabw (mm)	3,55	1,16	7,18	3,63	0,79	7,77	3,87	1,45	11,62	0,33
MaxS (mm)	-1,58	-14,55	10,33	-4,71	-10,73	14,30	-5,09	-20,66	11,14	0,46
SabR (°)	3,90	1,22	11,49	3,66	1,40	10,33	4,01	1,33	10,14	0,97
MaxR (°)	6,79	-11,72	13,52	5,52	-12,78	20,08	6,67	-12,55	13,65	0,51
Kyph (°)	55,79	14,13	95,98	59,54	31,64	100,65	60,04	19,57	103,55	0,62
Lord (°)	50,53	26,10	84,87	49,58	24,85	95,96	54,83	25,73	92,47	0,22
lumb (°)	14,61	8,30	20,45	14,02	7,67	30,03	14,40	7,22	20,01	0,87
BADD (mm)	91,03	67,91	116,36	94,61	61,47	116,81	93,03	62,90	112,17	0,62
BSG (°)	-0,01	-4,84	3,81	-0,09	-9,16	4,21	0,10	-3,42	10,77	0,44
BSmm (mm)	-0,01	-7,22	6,91	-0,18	-12,36	6,95	-0,05	-6,35	15,40	0,40
Btor (°)	0,05	-10,41	14,35	-1,99	-7,61	9,67	-1,53	-16,42	10,18	0,18
Brot (°)	0,26	-3,74	9,89	1,18	-5,69	7,20	0,16	-5,58	8,62	0,76

Tabelle 44: Vergleich der transversalen Breitenverhältnisse im Unterkiefer, signifikante p-Werte fett

	norm n=34			verkleinert n=35			vergrößert n=29			p-Wert
	Media n	Min.	Max.	Media n	Min.	Max.	Media n	Min.	Max.	
SSWL (°)	24,86	16,83	74,92	28,20	17,27	63,20	29,74	18,89	67,76	0,14
SSWR (°)	28,08	15,92	54,90	28,80	17,15	44,38	28,93	13,99	58,07	0,81

SBA (mm)	164,73	125,26	194,07	164,65	122,18	226,04	160,37	116,54	203,86	0,94
SBS (°)	-0,93	-17,00	12,54	-0,01	-17,46	14,20	2,02	-27,96	10,08	0,42
SBR (°)	1,08	-7,66	8,22	1,71	-3,93	8,97	1,61	-6,48	6,71	0,64
RDmm (mm)	448,98	411,08	503,43	451,27	410,82	510,89	456,27	400,32	510,25	0,20
RSmm (mm)	486,11	430,58	534,77	492,18	426,76	554,55	487,48	431,66	530,76	0,69
SRNG (°)	-4,46	-11,89	2,36	-2,89	-10,09	0,07	-3,79	-10,95	1,67	0,54
FRNG (°)	0,01	-1,90	2,14	-0,42	-3,58	3,26	-0,43	-3,99	2,33	0,08
Achs (°)	-0,53	-5,68	4,59	-0,48	-5,35	11,47	-0,54	-8,58	4,54	0,94
TBW (°)	14,80	7,83	24,17	14,49	6,68	22,41	14,41	6,74	22,78	0,39
Sabw (mm)	3,78	1,26	6,89	3,31	0,79	8,01	3,70	1,45	11,62	0,83
MaxS (mm)	-5,27	-11,92	11,14	-4,70	-14,55	14,30	-2,34	-20,66	9,31	0,62
SabR (°)	3,84	1,22	10,14	3,90	1,36	11,49	3,54	1,40	9,04	0,74
MaxR (°)	4,34	-12,78	14,01	6,64	-12,55	20,08	5,52	-10,52	13,83	0,78
Kyph (°)	63,55	14,13	99,30	59,13	19,57	103,55	55,27	31,64	100,65	0,26
Lord (°)	53,40	26,10	88,69	50,96	28,86	92,47	44,20	24,85	95,96	0,27
lumb (°)	15,27	7,67	23,00	14,72	8,39	21,61	13,46	7,22	30,03	0,56
BADD (mm)	93,72	62,90	116,81	95,43	61,47	114,94	90,32	67,91	112,76	0,92
BSG (°)	-0,50	-4,84	4,21	0,01	-4,93	10,77	0,48	-9,16	5,02	0,38
BSmm (mm)	-0,74	-7,22	6,95	-0,03	-8,21	15,40	0,61	-12,36	9,36	0,39
Btor (°)	-1,11	-7,14	14,35	-0,90	-16,42	10,18	-1,81	-16,02	7,04	0,72
Brot (°)	0,51	-5,69	8,62	0,53	-4,73	9,89	0,47	-5,58	7,03	0,87

Tabelle 45: Vergleich zwischen einer normgroßen und nicht-normgroßen vertikalen Frontzahnstufe, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	norm n=17			nicht norm n=84			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	25,80	18,91	73,66	27,37	16,83	74,92	0,95
SSWR (°)	26,67	20,99	37,30	28,97	13,99	58,07	0,16
SBA (mm)	166,52	146,99	203,86	163,05	116,54	226,04	0,26
SBS (°)	2,54	-27,96	12,54	-0,23	-17,46	14,20	0,40
SBR (°)	0,89	-6,48	4,15	1,66	-7,66	8,97	0,11
RDmm (mm)	449,12	400,32	492,06	451,27	396,94	510,89	0,41
RSmm (mm)	478,44	431,66	513,24	489,94	426,76	554,55	0,10
SRNG (°)	-4,10	-10,95	1,00	-3,64	-11,89	2,36	0,36
FRNG (°)	-0,61	-1,94	2,33	-0,27	-3,99	3,26	0,38
Achs (°)	-0,92	-4,86	4,57	-0,47	-8,58	11,47	0,15
TBW (°)	12,47	8,26	22,41	14,74	6,68	24,17	0,23
Sabw (mm)	3,23	1,16	11,62	3,67	0,79	8,01	0,68
MaxS (mm)	-4,85	-20,66	7,02	-3,72	-14,55	14,30	0,31
SabR (°)	3,32	1,22	6,75	3,88	1,33	11,49	0,25
MaxR (°)	-4,35	-10,52	13,83	6,67	-12,78	20,08	0,07
Kyph (°)	70,71	31,64	100,65	58,42	14,13	103,55	0,18

Lord (°)	57,63	24,85	95,96	50,34	25,73	92,47	0,19
lumb (°)	16,20	8,37	30,03	14,18	7,22	23,00	0,05
BADD (mm)	94,82	70,15	116,36	93,72	61,47	116,81	0,51
BSG (°)	0,00	-6,71	3,78	-0,01	-9,16	10,77	0,32
BSmm (mm)	-0,01	-10,19	6,91	-0,11	-12,36	15,40	0,38
Btor (°)	-2,64	-16,02	7,38	-0,86	-16,42	14,35	0,11
Brot (°)	-0,77	-4,52	5,13	0,92	-5,69	9,89	0,06

Tabelle 46: Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kreuzbiss auf der rechten Seite, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	nein n=93			ja n=8			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,28	16,83	74,92	26,18	17,84	72,96	0,57
SSWR (°)	28,86	13,99	58,07	25,61	18,45	51,22	0,38
SBA (mm)	163,61	1116,54	226,04	160,54	132,39	179,56	0,52
SBS (°)	0,33	-27,96	14,20	-3,23	-14,37	0,32	0,04
SBR (°)	1,61	-7,66	8,97	0,26	-3,93	8,22	0,54
RDmm (mm)	451,02	396,94	510,89	451,41	427,28	466,29	0,89
RSmm (mm)	486,62	426,76	554,55	497,08	469,30	519,60	0,12
SRNG (°)	-3,76	-11,89	1,71	-4,20	-8,08	2,36	0,99
FRNG (°)	-0,40	-3,99	3,26	-0,11	-1,08	2,14	0,18
Achs (°)	-0,54	-8,58	11,47	-0,57	-2,35	1,61	0,99
TBW (°)	14,62	6,68	24,17	14,30	11,47	19,05	0,74
Sabw (mm)	3,64	0,79	11,62	2,64	1,29	6,19	0,37
MaxS (mm)	-4,50	-20,66	14,30	-4,30	-11,92	5,19	0,51
SabR (°)	3,71	1,22	11,49	4,08	1,75	9,81	0,75
MaxR (°)	5,78	-12,78	20,08	0,01	-12,46	14,01	0,73
Kyph (°)	59,13	14,13	100,65	55,83	49,23	103,55	0,79
Lord (°)	51,25	24,85	95,96	47,18	32,31	92,47	0,73
lumb (°)	14,46	7,22	30,03	13,93	7,67	18,00	0,77
BADD (mm)	93,61	61,47	116,36	94,63	77,89	116,81	0,80
BSG (°)	0,01	-9,16	10,77	-0,34	-2,81	0,38	0,30
BSmm (mm)	0,01	-12,36	15,40	-1,04	-3,82	0,78	0,26
Btor (°)	-1,18	-16,42	14,35	-0,66	-5,23	4,49	0,92
Brot (°)	0,50	-5,69	9,89	0,37	-3,45	7,70	0,87

Tabelle 47: Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kreuzbiss auf der linken Seite, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	nein n=93			ja n=8			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,28	16,83	74,92	26,65	18,91	31,93	0,44

SSWR (°)	28,86	13,99	58,07	25,83	20,38	40,02	0,44
SBA (mm)	163,61	116,54	226,04	162,49	140,16	179,56	0,77
SBS (°)	0,26	-27,96	14,20	-2,06	-5,32	7,96	0,36
SBR (°)	1,45	-7,66	8,97	0,41	-3,93	5,15	0,42
RDmm (mm)	450,51	396,94	510,89	465,99	444,13	481,33	0,15
RSmm (mm)	486,62	426,76	554,55	498,12	485,56	518,52	0,10
SRNG (°)	-3,51	-11,89	2,36	-4,87	-6,64	-1,68	0,44
FRNG (°)	-0,40	-3,99	3,26	0,08	-1,94	2,33	0,49
Achs (°)	-0,56	-8,58	11,40	-0,19	-4,86	3,13	0,54
TBW (°)	14,70	6,68	24,17	11,89	9,83	19,96	0,36
Sabw (mm)	3,60	0,79	11,60	3,80	1,16	6,19	0,71
MaxS (mm)	-4,70	-20,66	14,30	-3,40	-11,92	7,02	0,91
SabR (°)	3,82	1,22	11,49	3,42	2,27	6,75	0,77
MaxR (°)	6,54	-12,78	20,08	0,59	-10,13	13,83	0,39
Kyph (°)	59,54	14,13	103,55	50,23	42,95	75,20	0,32
Lord (°)	51,37	24,85	95,96	46,05	25,73	76,63	0,24
lumb (°)	14,36	7,22	30,03	16,65	9,14	19,79	0,22
BADD (mm)	92,44	61,47	116,81	98,06	84,04	116,36	0,12
BSG (°)	-0,09	-9,16	10,77	0,22	-6,71	2,88	0,72
BSmm (mm)	-0,18	-12,36	15,40	0,31	-10,19	5,51	0,74
Btor (°)	-1,43	-16,42	14,35	0,00	-4,29	2,52	0,63
Brot (°)	0,53	-5,69	9,89	-1,04	-3,74	5,13	0,16

Tabelle 48: Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kopfbiss auf der rechten Seite, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	nein n=82			ja n=19			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,60	16,84	74,92	25,22	16,83	32,55	0,15
SSWR (°)	28,09	15,61	51,22	28,97	13,99	58,07	0,37
SBA (mm)	163,33	122,18	226,04	172,40	116,54	203,91	0,54
SBS (°)	0,35	-27,96	14,20	-3,04	-17,46	9,71	0,04
SBR (°)	1,53	-7,66	8,97	1,36	-3,93	5,15	0,39
RDmm (mm)	451,14	400,32	510,89	447,14	396,94	491,71	1,00
RSmm (mm)	487,53	426,76	554,55	492,18	431,19	530,76	0,89
SRNG (°)	-3,83	-11,89	2,36	-2,60	-9,93	1,67	0,54
FRNG (°)	-0,43	-3,90	3,26	0,24	-3,99	1,98	0,12
Achs (°)	-0,67	-5,84	4,59	0,70	-8,58	11,47	0,02
TBW (°)	14,62	6,68	22,78	14,49	6,74	24,17	0,64
Sabw (mm)	3,64	0,79	11,62	3,60	1,51	7,19	0,98
MaxS (mm)	-4,60	-20,66	14,30	-3,66	-12,30	9,31	0,94
SabR (°)	3,82	1,33	11,49	3,59	1,22	7,08	0,92
MaxR (°)	6,27	-12,78	20,08	5,68	-11,72	10,43	0,33
Kyph (°)	60,04	14,13	103,55	54,37	39,57	83,59	0,31

Lord (°)	51,47	24,85	95,96	48,46	26,10	73,13	0,05
lumb (°)	14,56	7,22	30,03	12,66	10,39	20,21	0,65
BADD (mm)	93,72	62,90	116,81	94,53	61,47	113,36	0,42
BSG (°)	-0,13	-6,71	4,35	0,61	-9,16	10,77	0,05
BSmm (mm)	-0,20	-10,19	8,48	0,84	-12,36	15,40	0,07
Btor (°)	-1,23	16,42	14,35	-0,90	-8,39	9,67	0,81
Brot (°)	0,49	-4,88	9,89	0,93	-5,69	6,72	0,96

Tabelle 49: Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kopfbiss auf der linken Seite, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	nein n=84			ja n=17			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,91	16,84	74,92	25,36	16,83	47,97	0,33
SSWR (°)	28,79	13,99	58,07	28,09	16,39	44,38	0,82
SBA (mm)	163,33	116,54	226,04	166,52	122,18	203,91	0,60
SBS (°)	-0,10	-27,96	14,20	1,69	-17,46	8,64	0,85
SBR (°)	1,41	-7,66	8,97	1,96	-3,85	6,71	0,36
RDmm (mm)	451,27	400,32	510,89	447,14	396,94	485,55	0,34
RSmm (mm)	488,28	426,76	554,55	483,48	431,19	519,41	0,60
SRNG (°)	-3,83	-11,89	2,36	-2,92	-6,22	-0,79	0,86
FRNG (°)	-0,41	-3,99	3,26	0,16	-3,90	2,33	0,27
Achs (°)	-0,61	-8,58	11,47	0,70	-4,86	4,57	0,09
TBW (°)	14,76	6,68	24,17	13,12	7,25	19,96	0,06
Sabw (mm)	3,60	0,79	11,62	3,72	1,29	8,01	0,85
MaxS (mm)	-4,72	-20,66	11,14	-2,50	-11,93	14,30	0,34
SabR (°)	3,82	1,33	11,49	3,59	1,22	10,33	0,80
MaxR (°)	5,89	-12,78	17,80	4,03	-12,46	20,08	0,63
Kyph (°)	59,34	14,13	103,55	58,55	39,91	83,59	0,81
Lord (°)	51,04	24,85	95,96	51,54	26,10	73,13	0,41
lumb (°)	14,45	7,22	30,03	13,87	9,95	20,81	0,46
BADD (mm)	93,03	62,90	116,81	94,61	61,47	113,36	0,72
BSG (°)	-0,13	-9,16	10,77	1,20	-6,71	3,98	0,06
BSmm (mm)	-0,21	-12,36	15,40	1,76	-10,19	6,91	0,07
Btor (°)	-1,48	-16,42	14,35	-0,90	-7,61	6,37	0,82
Brot (°)	0,49	-5,69	9,89	0,93	-3,76	5,13	0,65

Tabelle 50: Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kreuzbiss, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	Kreuzb N n=88			Kreuzb J n=13			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,58	16,83	74,92	24,86	17,84	72,96	0,20
SSWR (°)	28,97	13,99	58,07	25,23	18,45	51,22	0,17
SBA (mm)	164,03	116,54	226,04	155,08	132,39	179,56	0,41
SBS (°)	0,35	-27,96	14,20	-2,04	-14,37	7,96	0,09

SBR (°)	1,31	-7,66	8,97	1,74	-3,93	8,22	0,94
RDmm (mm)	450,70	396,94	510,89	460,40	427,28	481,33	0,42
RSmm (mm)	485,67	426,76	554,55	497,98	469,30	519,60	0,05
SRNG (°)	-3,64	-11,89	1,71	-4,18	-8,08	2,36	1,00
FRNG (°)	-0,41	-3,99	3,26	0,00	-1,94	2,33	0,25
Achs (°)	-0,54	-8,58	11,47	-0,62	-4,86	3,13	1,00
TBW (°)	14,72	6,68	24,17	13,92	9,83	19,96	0,61
Sabw (mm)	3,64	0,79	11,62	3,03	1,16	6,19	0,17
MaxS (mm)	-4,71	-20,66	14,30	-3,13	-11,92	7,02	0,83
SabR (°)	3,84	1,22	11,49	3,59	1,75	9,81	1,00
MaxR (°)	6,16	-12,78	20,08	5,52	-12,46	14,01	0,97
Kyph (°)	59,34	14,13	100,65	50,95	42,95	103,55	0,64
Lord (°)	51,38	24,85	95,96	45,90	25,73	92,47	0,24
lumb (°)	14,41	7,22	30,03	14,50	7,67	19,79	0,82
BADD (mm)	92,25	61,47	114,94	95,89	77,89	116,81	0,20
BSG (°)	-0,01	-9,16	10,77	0,01	-6,71	2,88	0,57
BSmm (mm)	-0,02	-12,36	15,40	-0,18	-10,19	5,51	0,62
Btor (°)	-1,48	-16,42	14,35	0,29	-5,23	4,49	0,48
Brot (°)	0,51	-5,69	9,89	-0,62	-3,74	7,70	0,78

Tabelle 51: Gegenüberstellung von Probandinnen mit und ohne Kopfbiss, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	Kopfb N n=73			Kopfb J n=28			p-wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	28,11	16,84	74,92	25,29	16,83	47,97	0,19
SSWR (°)	28,34	15,61	51,22	28,70	13,99	58,07	0,45
SBA (mm)	164,45	125,26	226,04	162,49	116,54	203,91	0,77
SBS (°)	0,24	-27,96	14,20	-0,95	-17,46	9,71	0,49
SBR (°)	1,26	-7,66	8,97	2,07	-3,93	6,71	0,32
RDmm (mm)	451,26	400,32	510,89	449,08	396,94	491,71	0,86
RSmm (mm)	487,48	426,76	554,55	489,88	431,19	530,76	0,85
SRNG (°)	-3,79	-11,89	2,36	-3,87	-9,93	1,67	0,82
FRNG (°)	-0,43	-3,58	3,26	0,16	-3,99	2,33	0,12
Achs (°)	-0,71	-5,84	4,59	0,58	-8,58	11,47	0,03
TBW (°)	14,92	6,68	22,78	14,11	6,74	24,17	0,09
Sabw (mm)	3,60	0,79	11,62	3,71	1,29	8,01	0,92
MaxS (mm)	-4,85	-20,66	11,14	-2,82	-12,30	14,30	0,27
SabR (°)	3,71	1,33	11,49	4,08	1,22	10,33	0,44
MaxR (°)	6,00	-12,78	17,80	5,70	-12,46	20,08	0,53
Kyph (°)	59,81	14,13	103,55	56,92	39,57	83,59	0,42
Lord (°)	51,25	24,85	95,96	50,27	26,10	73,13	0,19
lumb (°)	14,62	7,22	30,03	12,73	9,95	20,81	0,97
BADD (mm)	93,83	62,90	116,81	91,36	61,47	113,36	0,26
BSG (°)	-0,14	-5,46	4,35	0,99	-9,16	10,77	0,02

BSmm (mm)	-0,22	-9,65	8,48	1,04	-12,36	15,40	0,05
Btor (°)	-1,53	-16,42	14,35	-0,79	-8,39	9,67	0,61
Brot (°)	0,47	-4,88	9,89	1,04	-5,69	6,72	0,66

Tabelle 52: Gegenüberstellung distale und nicht distale Okklusion, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

Parameter	nicht distal n=74			distal n=27			p-Wert
	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	
SSWL (°)	27,60	16,83	74,92	26,69	18,91	63,20	0,63
SSWR (°)	27,72	13,99	58,07	29,22	18,45	47,06	0,13
SBA (mm)	165,12	116,54	226,04	155,08	126,69	188,47	0,11
SBS (°)	0,33	-27,96	14,20	-1,56	-17,00	7,96	0,19
SBR (°)	0,86	-7,66	8,31	2,57	-3,43	8,97	0,05
RDmm (mm)	449,67	396,94	510,89	456,22	420,93	503,43	0,23
RSmm (mm)	487,53	426,76	554,55	488,95	456,22	543,49	0,40
SRNG (°)	-3,83	-11,89	2,36	-3,76	-9,86	0,01	0,90
FRNG (°)	-0,35	-3,99	3,26	-0,27	-1,94	2,33	0,39
Achs (°)	-0,55	-8,58	11,47	-0,53	-5,84	4,59	0,63
TBW (°)	14,18	6,68	24,17	15,35	8,60	22,37	0,30
Sabw (mm)	3,62	0,79	11,62	3,63	1,16	5,89	0,52
MaxS (mm)	-4,87	-20,66	14,30	0,65	-10,36	9,31	0,09
SabR (°)	3,69	1,22	10,33	4,16	1,40	11,49	0,44
MaxR (°)	5,60	-12,78	20,08	6,54	-10,44	13,83	0,15
Kyph (°)	59,91	14,13	100,65	56,51	31,64	103,55	0,72
Lord (°)	51,11	26,10	95,96	51,12	24,85	92,47	0,57
lumb (°)	14,72	7,22	30,03	13,99	8,37	20,81	0,45
BADD (mm)	93,03	61,47	116,81	96,98	65,69	116,36	0,48
BSG (°)	0,01	-9,16	10,77	-0,02	-6,71	4,04	0,81
BSmm (mm)	-0,10	-12,36	15,40	-0,03	-10,19	5,51	0,71
Btor (°)	-0,79	-16,02	14,35	-1,53	-16,42	7,38	0,50
Brot (°)	0,49	-5,58	8,62	1,15	-5,69	9,89	0,18

Tabelle 53: Gegenüberstellung symmetrische und asymmetrische Okklusion im Molarenbereich, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

Parameter	O6_sym n=55			O6_asym n=46			p-Wert
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	26,47	17,27	74,92	28,35	16,83	73,66	0,49
SSWR (°)	28,42	18,35	47,06	28,64	13,99	58,07	0,56
SBA (mm)	163,04	126,69	226,04	165,92	116,54	209,33	0,90
SBS (°)	0,26	-27,96	14,20	0,03	-17,46	13,50	0,73
SBR (°)	1,96	-7,66	8,97	0,80	-3,93	8,22	0,19
RDmm (mm)	456,22	400,32	510,25	446,45	396,94	510,89	0,11
RSmm (mm)	487,60	431,66	543,49	486,16	426,76	554,55	0,31

SRNG (°)	-3,86	-11,89	0,20	-3,41	-11,50	2,36	0,50
FRNG (°)	-0,42	-3,99	2,33	-0,07	-3,90	3,26	0,21
Achs (°)	-0,54	-5,84	11,47	-0,54	-8,58	4,28	1,00
TBW (°)	14,75	7,32	22,37	14,18	6,68	24,17	0,47
Sabw (mm)	3,19	0,79	11,62	3,90	1,29	10,24	0,03
MaxS (mm)	-3,23	-20,66	10,33	-5,09	-17,37	14,30	0,28
SabR (°)	3,59	1,22	11,49	3,84	1,47	10,33	0,36
MaxR (°)	5,52	-12,78	17,80	6,75	-12,55	20,08	0,96
Kyph (°)	59,81	31,64	103,55	57,22	14,13	99,30	0,38
Lord (°)	49,71	24,85	95,96	51,38	29,88	88,69	0,67
lumb (°)	14,02	8,30	30,03	15,08	7,22	23,00	0,54
BADD (mm)	95,77	61,47	116,36	92,25	62,90	116,81	0,79
BSG (°)	0,01	-6,71	10,77	-0,12	-9,16	4,35	0,65
BSmm (mm)	0,01	-10,19	15,40	-0,42	-12,36	8,48	0,55
Btor (°)	-1,61	-16,42	9,67	-0,64	-16,02	14,35	0,31
Brot (°)	0,21	-5,69	9,89	1,22	-4,51	8,62	0,27

Tabelle 54: Gegenüberstellung der Bewegungsreichweiten nach links

	LatL norm			LatL hypo			p
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL	27,28	16,83	73,66	24,82	16,84	74,92	0,49
SSWR	28,41	15,61	58,07	26,43	13,99	54,90	0,53
SBA	164,92	122,18	226,04	159,46	116,54	193,82	0,15
SBS	1,44	-27,96	14,20	-1,95	-14,37	9,63	0,02
SBR	1,71	-7,66	7,07	0,94	-3,34	8,97	0,53
RDmm	451,27	396,94	492,06	448,44	411,08	510,89	0,46
RSmm	487,57	426,76	530,95	486,62	430,58	554,55	0,94
SRNG	-3,51	-11,89	1,71	-3,86	-11,50	2,36	0,58
FRNG	-0,14	-3,99	3,26	-0,43	-2,02	1,77	0,34
Achs	-0,24	-5,68	11,47	-0,88	-8,58	3,66	0,21
TBW	13,91	6,68	22,78	16,81	6,74	24,17	0,03
Sabw	3,70	0,79	11,62	3,39	1,16	6,89	0,55
MaxS	-4,70	-20,66	14,30	0,65	-9,31	10,33	0,11
SabR	3,81	1,22	10,33	3,54	1,40	11,49	0,99
MaxR	5,52	-12,78	20,08	5,68	-12,46	13,65	0,77
Kyph	60,61	14,13	100,65	56,15	32,84	103,55	0,23
Lord	54,36	24,85	95,96	45,92	27,43	92,47	0,16
lumb	14,72	8,37	30,03	14,39	8,30	23,00	0,88
BADD	91,81	61,47	113,36	94,89	62,90	116,81	0,71
BSG	0,06	-6,71	10,77	-0,14	-9,16	4,21	0,52
BSmm	0,01	-10,19	15,40	-0,20	-12,36	6,95	0,63
Btor	-1,64	-16,42	10,18	0,29	-10,41	14,35	0,25

Brot	0,27	-5,69	6,72	1,35	-4,73	9,89	0,67
------	------	-------	------	------	-------	------	------

Tabelle 55: Gegenüberstellung der maximalen Mundöffnungsweiten, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	1 norm n=72			2 hypo n=29			p-Wert
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	25,54	16,83	74,92	29,60	18,89	73,66	0,05
SSWR (°)	28,53	15,61	54,90	28,36	13,99	58,07	0,48
SBA (mm)	165,12	122,18	226,04	161,88	116,54	194,27	0,11
SBS (°)	0,25	-27,96	13,50	-1,32	-14,24	14,20	0,65
SBR (°)	1,31	-7,66	8,97	1,86	-3,00	7,07	0,45
RDmm (mm)	450,95	396,94	510,25	451,26	414,72	510,89	0,83
RSmm (mm)	492,49	431,19	543,49	484,75	426,76	554,55	0,15
SRNG (°)	-3,98	-11,89	2,36	-2,89	-10,09	1,71	0,32
FRNG (°)	-0,29	-3,99	3,26	-0,49	-3,58	2,27	0,31
Achs (°)	-0,49	-5,84	11,47	-0,80	-8,58	4,59	0,16
TBW (°)	14,23	7,25	24,17	14,86	6,68	22,78	0,49
Sabw (mm)	3,60	0,79	11,62	3,72	1,93	7,96	0,53
MaxS (mm)	-4,29	-20,66	14,30	-4,70	-14,55	11,14	0,80
SabR (°)	3,82	1,22	11,49	3,66	1,40	7,49	0,95
MaxR (°)	0,98	-12,78	20,08	6,93	-10,37	17,80	0,22
Kyph (°)	62,20	35,61	103,55	55,07	14,13	80,91	0,01
Lord (°)	51,39	25,73	95,96	48,70	24,85	62,90	0,16
lumb (°)	14,41	7,67	30,03	14,46	7,22	21,61	0,36
BADD (mm)	94,72	61,47	116,81	90,57	67,91	114,94	0,83
BSG (°)	-0,01	-6,71	10,77	0,01	-9,16	3,81	0,63
BSmm (mm)	-0,11	-10,19	15,40	0,01	-12,36	5,42	0,62
Btor (°)	-1,23	-16,42	10,18	-0,59	-7,52	14,35	0,24
Brot (°)	0,50	-5,69	9,89	0,51	-4,73	6,72	0,68

Tabelle 56: Vergleich von Probandinnen mit und ohne Deviation, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	Dev Nein			Dev Ja			p
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	27,27	16,83	74,92	27,28	16,84	73,66	0,22
SSWR (°)	28,79	16,39	58,07	27,72	13,99	54,90	0,78
SBA (mm)	162,82	122,18	226,04	167,99	116,54	197,33	0,77
SBS (°)	-0,10	-27,96	13,50	0,33	-11,85	14,20	0,70
SBR (°)	1,91	-6,48	8,97	0,89	-7,66	6,56	0,19
RDmm (mm)	451,14	396,94	510,89	450,88	411,08	510,25	0,73
RSmm (mm)	486,07	426,76	554,55	494,48	442,14	530,60	0,30

SRNG (°)	-3,24	-11,89	2,36	-4,15	-10,36	1,67	0,82
FRNG (°)	-0,41	-3,99	3,26	-0,23	-3,58	1,77	0,88
Achs (°)	-0,47	-5,84	11,47	-1,53	-8,58	4,57	0,06
TBW (°)	14,16	6,68	22,41	14,86	6,74	24,17	0,51
Sabw (mm)	3,72	1,26	11,62	3,05	0,79	10,24	0,17
MaxS (mm)	-3,21	-20,66	14,30	-5,10	-17,37	9,06	0,34
SabR (°)	4,06	1,33	11,49	2,94	1,22	10,14	0,01
MaxR (°)	6,76	-12,55	20,08	5,30	-12,78	17,80	0,92
Kyph (°)	59,34	14,13	100,65	58,28	39,57	103,55	0,66
Lord (°)	51,04	24,85	95,96	51,37	25,73	92,47	0,89
lumb (°)	14,43	7,22	30,03	14,43	8,49	23,00	1,00
BADD (mm)	93,03	61,47	116,81	95,49	62,90	116,36	0,65
BSG (°)	0,04	-6,71	10,77	-1,07	-9,16	3,78	0,11
BSmm (mm)	0,06	-10,19	15,40	-1,49	-12,36	6,91	0,09
Btor (°)	-1,36	-10,47	14,35	-0,68	-16,42	9,22	0,66
Brot (°)	0,92	-5,69	9,89	0,07	-4,88	8,62	0,63

Tabelle 57: Vergleich von Probandinnen mit und ohne Deflexion, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	Def Nein			Def Ja			p
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	27,48	16,83	74,92	26,69	16,84	72,96	0,57
SSWR (°)	28,39	13,99	54,90	28,93	15,92	58,07	0,43
SBA (mm)	165,07	116,54	209,33	161,88	122,18	226,04	0,60
SBS (°)	0,25	-17,46	14,20	-0,10	-27,96	13,50	0,91
SBR (°)	0,85	-3,93	8,97	2,23	-7,66	8,31	0,24
RDmm (mm)	450,70	411,08	510,25	451,26	396,94	510,89	0,63
RSmm (mm)	493,02	446,73	530,95	486,58	426,76	554,55	0,27
SRNG (°)	-3,83	-10,36	1,67	-3,29	-11,89	2,36	0,53
FRNG (°)	-0,18	-3,90	2,27	-0,47	-3,99	3,26	0,45
Achs (°)	-0,31	-8,58	11,47	-0,88	-5,84	4,40	0,38
TBW (°)	14,89	6,74	24,17	13,92	6,68	22,37	0,36
Sabw (mm)	3,60	0,79	10,24	3,70	1,26	11,62	0,32
MaxS (mm)	-4,82	-17,37	10,33	-3,14	-20,66	14,30	0,33
SabR (°)	3,23	1,22	11,49	4,18	1,33	10,33	0,01
MaxR (°)	5,60	-11,72	17,80	6,84	-12,78	20,08	0,68
Kyph (°)	56,92	14,13	103,55	60,27	19,57	87,35	0,94
Lord (°)	51,39	25,73	92,47	49,71	24,85	95,96	1,00
lumb (°)	14,83	8,30	30,03	13,87	7,22	20,81	0,27
BADD (mm)	94,57	61,47	116,36	93,61	62,90	116,81	0,97
BSG (°)	0,16	-9,16	10,77	-0,14	-6,71	5,02	0,40
BSmm (mm)	0,22	-12,36	15,40	-0,22	-10,19	9,36	0,36

Btor (°)	-0,40	-16,42	9,22	-1,91	-10,41	14,35	0,22
Brot (°)	0,34	-4,73	9,89	1,17	-5,69	8,62	0,66

Tabelle 58: Vergleich von Probandinnen mit und ohne Abweichung nach rechts, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	R Nein			R Ja			p
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	26,69	16,83	74,92	27,70	17,27	73,66	0,52
SSWR (°)	27,90	15,92	54,90	29,18	13,99	58,07	0,38
SBA (mm)	164,92	125,26	209,33	161,18	116,54	226,04	0,96
SBS (°)	-1,38	-17,46	13,50	1,66	-27,96	14,20	0,10
SBR (°)	1,36	-7,66	8,97	1,78	-6,48	6,71	0,93
RDmm (mm)	451,02	410,82	492,06	451,08	396,94	510,89	0,66
RSmm (mm)	490,92	426,76	543,49	487,28	431,19	554,55	0,74
SRNG (°)	-3,79	-10,09	2,36	-3,81	-11,89	1,71	0,80
FRNG (°)	-0,30	-3,90	3,26	-0,40	-3,99	1,98	0,64
Achs (°)	-0,52	-5,84	11,47	-0,63	-8,58	4,57	0,96
TBW (°)	14,92	6,68	24,17	14,01	6,74	21,42	0,08
Sabw (mm)	3,60	1,29	10,24	3,64	0,79	11,62	0,76
MaxS (mm)	-4,50	-17,37	10,33	-3,70	-20,66	14,30	0,46
SabR (°)	3,90	1,40	11,49	3,58	1,22	10,33	0,13
MaxR (°)	6,80	-12,78	14,01	4,57	-10,71	20,08	0,27
Kyph (°)	55,27	14,13	100,65	62,20	39,57	103,55	0,17
Lord (°)	49,66	24,85	86,29	54,23	25,73	95,96	0,30
lumb (°)	14,94	7,22	30,03	13,73	9,08	23,00	0,81
BADD (mm)	94,61	61,47	116,81	90,55	65,69	116,36	0,56
BSG (°)	0,01	-6,71	10,77	-0,07	-9,16	5,02	0,75
BSmm (mm)	-0,03	-10,19	15,40	-0,11	-12,36	9,36	0,72
Btor (°)	-1,43	-16,02	14,35	-1,12	-16,42	9,67	0,83
Brot (°)	0,51	-4,88	9,89	0,44	-5,69	7,70	0,74

Tabelle 59: Vergleich von Probandinnen mit und ohne Abweichung nach links, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	L Nein			L Ja			p
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	27,49	16,83	74,92	25,57	16,84	72,96	0,28
SSWR (°)	29,05	15,61	58,07	27,43	13,99	54,90	0,62
SBA (mm)	162,60	122,18	226,04	165,77	116,54	193,82	0,84
SBS (°)	0,36	-27,96	14,20	-1,35	-14,37	13,50	0,31
SBR (°)	1,74	-6,48	8,97	1,41	-7,66	8,31	0,61
RDmm (mm)	451,27	396,94	510,89	450,07	410,82	492,06	0,54
RSmm (mm)	486,98	431,19	554,55	491,85	426,76	543,49	0,78
SRNG (°)	-3,51	-11,89	1,71	-3,98	9,86	2,36	0,67

FRNG (°)	-0,27	-3,99	2,27	-0,37	-2,41	3,26	0,98
Achs (°)	-0,37	-5,68	11,47	-1,39	-8,58	4,17	0,02
TBW (°)	14,41	7,25	22,41	15,30	6,68	24,17	0,31
Sabw (mm)	3,70	0,79	11,62	3,50	1,29	10,24	0,81
MaxS (mm)	-4,50	-20,66	14,30	-4,46	-17,37	10,27	0,62
SabR (°)	3,62	1,22	11,49	3,95	1,40	10,14	0,15
MaxR (°)	5,30	-11,72	20,08	6,90	-12,78	14,01	0,10
Kyph (°)	60,61	14,13	103,55	53,82	19,57	87,35	0,11
Lord (°)	51,54	25,73	95,96	45,97	24,85	85,48	0,30
lumb (°)	14,62	8,30	30,03	14,19	7,22	20,81	0,34
BADD (mm)	90,84	61,47	116,36	95,60	62,90	116,81	0,20
BSG (°)	0,20	-4,93	10,77	-0,51	-9,61	4,35	0,02
BSmm (mm)	0,36	-8,21	15,40	-1,18	-12,36	8,48	0,01
Btor (°)	-0,90	-16,42	9,67	-2,07	-16,02	14,35	0,58
Brot (°)	0,41	-5,69	9,89	0,64	-4,88	8,62	0,50

Tabelle 60: Vergleich von Probandinnen mit und ohne Abweichung initial, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	ini Nein			ini Ja			p
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	27,60	16,83	74,92	24,85	17,27	72,96	0,53
SSWR (°)	28,64	15,61	58,07	27,66	13,99	49,78	0,19
SBA (mm)	164,79	122,18	226,04	158,27	116,54	203,86	0,36
SBS (°)	0,29	-17,46	14,20	-1,96	-27,96	12,39	0,18
SBR (°)	1,10	-7,66	8,97	2,72	-3,43	5,35	0,35
RDmm (mm)	449,67	369,94	510,89	457,19	420,38	489,37	0,27
RSmm (mm)	487,53	426,76	554,55	492,81	430,58	521,58	0,87
SRNG (°)	-3,78	-11,89	1,71	-4,10	-11,50	2,36	0,38
FRNG (°)	-0,25	-3,99	3,26	-0,47	-2,02	2,33	0,15
Achs (°)	-0,46	-5,68	11,47	-1,93	-8,58	4,40	0,001
TBW (°)	14,72	6,68	24,17	13,92	6,74	21,42	0,36
Sabw (mm)	3,62	1,16	10,24	3,63	0,79	11,62	0,57
MaxS (mm)	-4,72	-17,37	14,30	-2,34	-20,66	9,31	0,48
SabR (°)	3,69	1,22	11,49	3,98	1,52	9,04	0,48
MaxR (°)	5,75	-12,78	20,08	5,78	-10,52	13,83	0,95
Kyph (°)	58,28	14,13	103,55	62,10	32,84	86,28	0,58
Lord (°)	51,04	24,85	95,96	54,10	32,07	86,06	0,96
lumb (°)	14,23	7,22	30,03	15,82	8,49	20,01	0,26
BADD (mm)	94,57	61,47	116,36	86,77	70,15	116,81	0,19
BSG (°)	0,04	-4,84	10,77	-0,86	-9,16	4,21	0,07
BSmm (mm)	0,00	-7,22	15,40	-1,10	-12,36	6,95	0,07
Btor (°)	-1,36	-16,42	10,18	0,29	-10,41	14,35	0,47

Brot (°)	0,49	-5,58	9,89	1,15	-5,69	7,03	0,93
----------	------	-------	------	------	-------	------	------

Tabelle 61: Vergleich von Probandinnen mit und ohne Abweichung intermediär, signifikante p-Werte nach Bonferroni-Holm Korrektur sind fett markiert

	inter Nein			inter Ja			p
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	27,49	16,83	74,92	26,89	16,84	73,66	0,93
SSWR (°)	28,81	13,99	35,39	27,91	15,61	58,07	0,80
SBA (mm)	161,93	116,54	209,33	164,83	122,18	226,04	0,48
SBS (°)	-1,76	-17,46	10,64	0,33	-27,96	14,20	0,27
SBR (°)	0,89	-3,93	8,97	1,66	-7,66	8,31	0,90
RDmm (mm)	456,27	419,09	510,89	450,95	396,94	510,25	0,53
RSmm (mm)	487,48	450,65	554,55	488,28	426,76	543,49	0,59
SRNG (°)	-3,02	-10,09	1,67	-3,98	-11,89	2,36	0,35
FRNG (°)	0,00	-3,90	2,27	-0,43	-3,99	3,26	0,27
Achs (°)	-0,11	-8,58	11,47	-0,95	-5,84	4,40	0,01
TBW (°)	14,49	6,74	22,41	14,52	6,68	24,17	0,53
Sabw (mm)	3,92	1,45	7,96	3,60	0,79	11,62	0,70
MaxS (mm)	-3,66	-14,55	10,33	-4,72	-20,66	14,30	0,66
SabR (°)	3,66	1,22	11,49	3,84	1,33	10,33	0,84
MaxR (°)	6,64	-11,72	13,06	5,65	-12,78	20,08	0,53
Kyph (°)	55,07	14,13	100,65	60,44	19,57	103,55	0,21
Lord (°)	50,96	26,10	86,29	51,19	24,85	95,96	0,54
lumb (°)	15,60	8,30	30,03	14,19	7,22	23,00	0,25
BADD (mm)	91,81	61,47	114,94	94,33	62,90	116,81	0,40
BSG (°)	0,46	-9,16	10,77	-0,20	-6,71	5,02	0,05
BSmm (mm)	0,91	-12,36	15,40	-0,31	-10,19	9,36	0,05
Btor (°)	-0,90	-7,61	7,35	-1,40	-16,42	14,35	0,79
Brot (°)	0,75	-4,73	9,89	0,49	-5,69	8,62	0,90

Tabelle 62: Vergleich von Probandinnen mit und ohne Abweichung terminal

	term Nein			term Ja			p
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	
SSWL (°)	27,49	16,83	74,92	26,59	16,84	72,96	0,68
SSWR (°)	28,53	13,99	54,90	28,59	15,92	58,07	0,64
SBA (mm)	164,92	116,54	209,33	162,24	122,18	226,04	0,72
SBS (°)	0,26	-17,46	14,20	-0,10	-27,96	13,50	0,86
SBR (°)	0,81	-3,05	8,97	1,88	-7,66	8,31	0,54
RDmm (mm)	450,51	411,08	510,25	451,14	396,94	510,89	0,86
RSmm (mm)	492,18	446,73	530,95	486,80	426,76	554,55	0,57
SRNG (°)	-3,79	-10,36	1,67	-3,70	-11,89	2,36	0,34
FRNG (°)	-0,22	-3,90	2,27	-0,43	-3,99	3,26	0,49
Achs (°)	-0,37	-8,58	11,47	-0,84	-5,84	4,57	0,55
TBW (°)	14,92	6,74	24,17	13,92	6,68	22,37	0,23

Sabw (mm)	3,64	0,79	10,24	3,57	1,26	11,62	0,74
MaxS (mm)	-4,73	-17,37	10,33	-3,45	-20,66	14,30	0,44
SabR (°)	3,25	1,36	11,49	4,11	1,22	10,33	0,04
MaxR (°)	5,71	-11,72	17,80	6,68	-12,78	20,08	0,81
Kyph (°)	59,13	14,13	103,55	58,91	19,57	87,35	0,56
Lord (°)	51,95	25,73	92,47	47,56	24,85	95,96	0,35
lumb (°)	15,18	8,30	30,03	13,67	7,22	20,81	0,15
BADD (mm)	90,57	61,47	116,36	94,86	62,90	116,81	0,44
BSG (°)	0,18	-9,16	10,77	-0,13	-6,71	5,02	0,52
BSmm (mm)	0,24	-12,36	15,40	-0,21	-10,19	9,36	0,40
Btor (°)	0,17	-16,42	9,22	-1,95	-10,41	14,35	0,07
Brot (°)	0,41	-4,73	9,89	0,64	-5,69	8,62	0,88

Tabelle 63: Varianzanalyse

Parameter	p KolmogoroffSmirnoff	Normalverteilt: (Dallal-Wilkinson-korrigiert)
SSWL Schulterstandwinkel links°	0	
SSWR Schulterstandwinkel rechts °	0,007451	
RDmm Rumpflänge D mm	p>0,1	ja
RSmm Rumpflänge S mm	p>0,1	ja
SRNG saggitale Rumpfneigung °	p>0,1	ja
FRNG frontale Rumpfneigung °	p>0,1	ja
Achs Achsabweichung °	0,035754	
TBW thorakaler Biegungswinkel °	p>0,1	ja
SBA Schulterblattabstand mm	p>0,1	ja
SBS Schulterblattstand mm	0,023302	
SBR Schulterblattrotation °	p>0,1	ja
SabwStdabw. Seitabweichung mm	0,003869	
MaxS maximale Seitabweichung mm	0,000099	
SabRStdabw. Rotation °	0,000209	
MaxR maximale Rotation °	0	
Kyph Kyphosewinkel °	p>0,1	ja
Lord Lordosewinkel °	p>0,1	ja
MSL max. Seitabweichung links mm	0,031735	
MSR max. Seitabweichung rechts mm	0,000145	
BADD Beckenabstand DD mm	p>0,1	ja
BSG Beckenstand °	0,017774	
BSmm Beckenstand mm	0,015275	

Btor Beckentorsion °	p>0,1	ja
Brot Beckenrotation °	p>0,1	ja
lumb lumbaler Biegunswinkel °	p>0,1	ja
SSWLw	0,000004	
SSWRw	0	
RDmmw	p>0,1	ja
RSmmw	p>0,1	ja
SRNGw	p>0,1	ja
FRNGw	p>0,1	ja
Achsw	0,000271	
TBWw	p>0,1	ja
SBAw	p>0,1	ja
SBSw	0,055219	ja
SBRw	p>0,1	ja
Sabww	0,005141	
MaxSw	0,003452	
SabRw	0,00058	
MaxRw	0	
Kyphw	p>0,1	ja
Lordw	0,011942	
MSLw	0,000244	
MSRw	0,012333	
BADDw	p>0,1	ja
BSGw	0,004081	
BSmmw	0,001946	
Btorw	p>0,1	ja
Brotw	p>0,1	ja
lumbw	p>0,1	ja
LatR	>0,1	ja
LatRc	0	
LatL	>0,1	ja
LatLc	0	
DifRL	>0,1	ja
DifRLc	0	
Prot	>0,1	ja
Protc	0	
Öff	>0,1	ja
Öffc	0	
Dev	0	
Def	0	
R	0	
L	0	
DDc	0	
ini	0	
inter	0	
term	0	
iitc	0	
Größe	0,034586	

Gewicht	>0,1	ja
BMI	0,070523	ja
BMIc	0	
Alter	0,000317	
KFO	0	
Sport	0	
KG Geräusche	0	
Händigkeit	0	
Migräne	0	
Kopfschmerzen	0	
MLV_OK	0	
MLV_OK_c	0	
OK_STZD_R	0	
OK_STR_c	0	
OK_STZD_L	0	
OK_STL_c	0	
OK_STZD	0	
OK_STZD_c	0	
OK_TBD	>0,1	ja
OK_TBD_c	0	
MLV_UK	0	
MLV_UK_c	0	
UK_STZD_R	0,000019	
UK_STR_c	0	
UK_STZD_L	0,000061	
UK_STL_c	0	
UK_STZD	0,000008	
UK_STZD_c	0	
UK_TBD	0,199453	ja
Okkl_R6	0	
Okkl_R6_c	0	
Okkl_R3	0	
Okkl_R3_c	0	
Okkl_L3	0	
Okkl_L3_c	0	
Okkl_L6	0	
Okkl.L6_c	0	
O6_Ang1	0	
O6_Ang2	0	
O6_Ang3	0	
O6_sym_c	0	
O6_Angle	0	
FZSt_hor	0,002623	
FZShor_c	0	
FZSt_ver	0,00017	
FZSver_c	0	
Kreuzb_R	0	
Kopfb_R	0	

Bukkalok_R	0
Kreuzb_L	0
Kopfb_L	0
Bukkalok_L	0

8.2 Dokumente

8.2.1 Anamnesebogen

Zahnärztliches Universitäts-Institut der Stiftung Carolinum

Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der J. W. Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Anamnesebogen

für:

(bitte Vor- und Nachnamen leserlich eintragen)

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen sorgfältig und kreuzen Sie Zutreffendes an.

Haben oder hatten Sie ...	Nein X	Ja X	Bemerkungen (vom Behandler auszufüllen)
Allergien			
Osteoporose			
Rheuma			
Diabetes			
Tinnitus (Ohrensausen)			
Neurologische Krankheiten			
Kopfschmerzen / Migräne			
Schmerzen an Gelenken im Allgemeinen			
Schmerzen im Kiefergelenk			
Geräusche im Kiefergelenk (Knacken, Reiben, Knirschen)			
Schmerzen im Rücken (oberer, mittlerer, unterer Bereich)			
Unfälle im Mund-/Kiefer- und Gesichtsbereich			
Unfälle an Schultern, Rücken oder Becken			
Frühere Operationen			
Orthopädische Behandlung (Einlagen)			
Kieferorthopädische Behandlung (Art, Gerät, Zeitpunkt)			
Weitere Erkrankungen			
Nehmen Sie zur Zeit Medikamente			
Sportliche Aktivitäten / Hobbies (Sportart,			

Intensität)			
Aktuelle berufliche Tätigkeit			
Rechts / Linkshänder			

Körpergewicht (in Kg): _____ Körpergröße (in cm): _____
BMI: _____

Ich bin mit der Auswertung des Fragebogens und der erhobenen Messdaten in anonymisierter Form zu Studienzwecken einverstanden.

Ort / Datum: _____

Unterschrift

Proband: _____

8.2.2 Probandeninformation

Probanden-Information¹

Prüfstelle:

Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Umweltmedizin
Theodor-Stern-Kai 7, Haus 9b
60590 Frankfurt am Main

Prüfarzt:

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. D. Groneberg
Prof. Dr. S. Kopp

Untersucher:

PD Dr. Daniela Ohlendorf
Dr. Sebastian Scharmberger

Korrelationen zwischen der Okklusion und der Oberkörperstatik sowie der posturalen Kontrolle in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht

Sehr geehrte Damen und Herren,

wir möchten Sie fragen, ob Sie bereit sind, an der von uns vorgesehenen Studie teilzunehmen.

In dieser Studie sollen einerseits Korrelationen zwischen der Kieferlage und der Körperhaltung bzw. der posturalen Kontrolle (Gleichgewichtsregulation und -

¹Im Rahmen dieses Textes schließt die männliche Bezeichnung stets die weibliche Bezeichnung mit ein.

kontrolle) sowie andererseits Normwerte (alters- und geschlechtsbezogen) ermittelt werden. Basierend auf diesen gewonnenen Kenntnissen können Therapien neu konzipiert bzw. vorhandene Therapieformen neu beurteilt werden. Diese Studie wird im Institut für Arbeitsmedizin Sozialmedizin und Umweltmedizin, Theodor-Stern-Kai 7, Haus 9b, 60590 Frankfurt am Main sowie in der Poliklinik für Kieferorthopädie, Theodor-Stern-Kai 7, Haus 29, 60590 Frankfurt am Main, durchgeführt. Es sollen insgesamt ungefähr 800 Probanden daran teilnehmen. Die Studie wird veranlasst, organisiert und finanziert durch Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Groneberg (Institutsleiter, Lehrstuhlinhaber und geschäftsführender Direktor des Zentrums für Gesundheitsmedizin der Goethe-Universität).

Ihre Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig. Sie werden in diese Studie also nur dann einbezogen, wenn Sie dazu schriftlich Ihre Einwilligung erklären. Sofern Sie nicht teilnehmen oder später aus ihr ausscheiden möchten, erwachsen Ihnen daraus *keine* Nachteile.

Die Untersucher haben Ihnen bereits eine Reihe von Informationen zu der geplanten Studie gegeben. Der nachfolgende Text soll Ihnen die Ziele und den Ablauf erläutern. Bitte zögern Sie nicht, alle Punkte anzusprechen, die Ihnen unklar sind. Sie werden danach ausreichend Bedenkzeit erhalten, um über Ihre Teilnahme zu entscheiden.

1. Warum wird diese Studie durchgeführt?

Schwerpunkt der Studie ist es herauszufinden, ob generell ein Zusammenhang besteht zwischen der Okklusion und der Oberkörperstatik bzw. der Gleichgewichtsregulation (posturale Kontrolle) in Abhängigkeit vom Geschlecht oder Alter. Ferner sollen alters- und geschlechtsspezifische Normwerte der Okklusion, der Körperstatik sowie der posturalen Kontrolle erhoben werden.

2. Wie ist der Ablauf der Studie und was müssen Sie bei Teilnahme beachten?

Der Ablauf der Studie gliedert sich in die Vermessung der Oberkörperstatik mittels eines dreidimensionalen Rückenscanners, die Aufzeichnung der posturalen Kontrolle mittels einer Druckmessplatte, der Registrierung der Unterkieferbewegungen, einer ultraschallbasierten Gesichtsschädelreproduktion sowie der Abformung des Gebisses (Okklusion). Die Untersuchungen dauern insgesamt ca. 60 Minuten und werden in einem geschlossenen Raum der Poliklinik für Kieferorthopädie des Carolinums durchgeführt.

Für die Registrierung der Okklusionsverhältnisse wird eine Situationsabformung beider Kiefer aus Alginat genommen und im Rahmen einer Modellanalyse ausgewertet.

Für die Vermessung mit dem **dreidimensionalen Rückenscanner** steht der Proband mit unbekleidetem Rücken barfuß in ca. 90 cm Entfernung vor dem Gerät. Die Rückseite des Probanden wird mittels eines Lichtstreifenrasters optisch erfasst und aufgezeichnet. Der Scanner zeichnet zuvor markierte Fixpunkte des Rückens auf und gibt diese in einem Phasenbild, einem Tiefenbild und einem zweidimensionalen Bild wieder.

Für die Vermessung der **posturalen Kontrolle** steht der Proband barfuss auf einer Druckmessplatte, die die Gewichtsverteilung erfasst. Des Weiteren läuft der Proband über die Druckmessplatte, um während der dynamischen Bewegung die Gewichtsverteilung aufzuzeichnen.

Mit Hilfe des **Zebris JMA analysers** werden die Unterkieferbewegungen einschließlich der Kiefergelenkbahn aufgezeichnet. Der Proband bekommt hierfür einen Transferbogen angelegt, der über Nasenstütze und Kopfband gesichert ist. Der Transferbogen trägt an der Unterseite Sensoren, die die Signale des Unterkieferbogens empfangen.

Der Unterkieferbogen wird über eine Bissgabel an den Unterkieferfrontzähnen vorübergehend mit autopolymerisierendem Kunststoff (LuxaBite) fixiert.

Die Messung der knöchernen Schädelstrukturen erfolgt mit dem **noXrayCeph-Gerät**, welches ein Gerät zur strahlenfreien Analyse des Gesichtsschädels ist. Mit einem Messstift, welcher druckfrei auf die Haut angelegt wird, werden kieferorthopädisch wichtige Knochen- und Weichteilpunkte des Schädels registriert. Zur Ausrichtung des Systems wird dem Probanden eine ultraleichte Kopfkappe aufgesetzt

Ein Fragebogen wird erstellt, um spezielle Anamneseangaben des Patienten zu erfahren.

3. Welchen persönlichen Nutzen haben Sie von der Teilnahme an der Studie?

Ihr Nutzen besteht darin, dass Sie eine dokumentierte, dreidimensionale Aufnahme Ihres Rückens sowie Informationen über Ihre Gleichgewichtsregulation bzw. -verteilung erhalten. Ferner erhalten Sie eine komplette Analyse Ihres Gebisses sowie eine Darstellung ihrer Kieferbewegungen. Die Ergebnisse werden Ihnen in mündlicher Form mitgeteilt und auf Nachfrage auch als ausgedrucktes Dokument gegeben.

Weiterführend können die Ergebnisse der Studie dazu beitragen, die Werte als Referenzwerte für mögliche Erkrankungen im Bewegungssystem zu nutzen und diese dadurch zu erkennen und behandeln zu können.

4. Welche Risiken sind mit der Teilnahme an der Studie verbunden?

Es sind *keine* Risiken für die Probanden bekannt.

5. Entstehen für Sie Kosten durch die Teilnahme an der Studie? Erhalten Sie eine Aufwandsentschädigung?

Es entstehen *keine* Kosten für Sie. Aufgrund des geringen zeitlichen Aufwandes können keine Entschädigungsleistungen ihrerseits beansprucht werden.

6. Wer entscheidet, ob Sie aus der Studie ausscheiden?

Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahme beenden, ohne dass Ihnen dadurch irgendwelche Nachteile entstehen.

7. Was geschieht mit Ihren Daten?

Vor der Teilnahme sollten Sie ausschließlich die persönlichen Daten: Namenskürzel und Geburtsdatum angeben. Diese werden in der Prüfstelle in Ihrer persönlichen Akte niedergeschrieben sowie elektronisch gespeichert. Für die Auswertung der Daten werden diese pseudonymisiert. **Pseudonymisiert bedeutet, dass keine Angaben von Namen oder Initialen verwendet werden, sondern nur ein Nummern- und/oder Buchstabencode, evtl. mit Angabe des Geburtsjahres.**

Die Daten sind gegen unbefugten Zugriff gesichert. Die einzige Person, die Ihren Namen den erhobenen Daten zuordnen kann, ist der Untersucher. Die für die statistische Prüfung wichtigen Daten werden anschließend in anonymisierter Form gespeichert und

in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biostatistik und mathematische Modellierung ausgewertet. Die Daten werden nicht an Dritte weitergegeben.

Es wird Ihnen zugesichert, dass der Datenschutz entsprechend §12 des Hessischen Krankenhausgesetzes in Verbindung mit §33 des Hessischen Datenschutzgesetzes eingehalten wird.

Die erfassten Daten und Bilder werden am Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Umweltmedizin gelagert und 12 Monate nach Anonymisierung der Daten vernichtet.

8. An wen wenden Sie sich bei weiteren Fragen?

Beratungsgespräche an der Prüfstelle

Sie haben stets die Gelegenheit zu weiteren Beratungsgesprächen mit dem auf Seite 1 genannten Prüfarzt oder den Untersucherinnen, um weitere Fragen im Zusammenhang mit der Studie zu klären. Auch Fragen, die Ihre Rechte und Pflichten als Proband und Teilnehmer an der klinischen Prüfung betreffen, werden gerne beantwortet.

Wenden Sie sich bei Fragen an Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Groneberg
Direktionssekretariat: +49(0)69-6301-6650

Prüfstelle:

Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Umweltmedizin
Theodor-Stern-Kai 7, Haus 9b
60590 Frankfurt am Main

Prüfarzt:

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. D. Groneberg
Prof. Dr. S. Kopp

Untersucher:

PD Dr. Daniela Ohlendorf
Dr. Sebastian Schamberger

Korrelationen zwischen der Okklusion und der Oberkörperstatik sowie der posturalen Kontrolle in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht

Einwilligungserklärung

.....
.....
Name des Probanden in Druckbuchstaben

geb. am Teilnehmer-Nr.

Ich bin in einem persönlichen Gespräch durch den Prüfarzt/ die Untersucher ausführlich und verständlich über die Durchführung der Untersuchung sowie über Wesen, Bedeutung, Risiken und Tragweite der Studie aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text der Probandeninformation sowie die hier nachfolgend abgedruckte Datenschutzerklärung gelesen und verstanden. Ich hatte die Gelegenheit, mit dem Prüfarzt oder den Untersuchern über die Durchführung der Studie zu sprechen. Alle meine Fragen wurden zufrieden stellend beantwortet.

Möglichkeit zur Dokumentation zusätzlicher Fragen seitens des Probanden oder sonstiger Aspekte des Aufklärungsgesprächs:

Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden.

Mir ist bekannt, dass ich jederzeit und ohne Angabe von Gründen meine Einwilligung zur Teilnahme an der Studie zurückziehen kann (mündlich oder schriftlich), ohne dass mir daraus Nachteile entstehen.

Ich bin mit der Aufzeichnung der im Rahmen der Studie an mir erhobenen Krankheitsdaten und ihrer anonymisierten Verwendung, z. B. für Veröffentlichungen einverstanden.

**Ich erkläre mich bereit,
an der oben genannten Studie
freiwillig teilzunehmen.**

Ein Exemplar der Probanden-Information und der Einwilligungsbestätigung habe ich erhalten. Jeweils ein Exemplar verbleibt im Prüfzentrum.

.....

.....
Name des Probanden in Druckbuchstaben



.....
Datum

.....
Unterschrift des **Probanden**

Ich habe das Aufklärungsgespräch geführt und die Einwilligung des Probanden eingeholt.

.....

.....
Name des Prüfarztes/der Prüferärztin in Druckbuchstaben



.....
Datum

.....
Unterschrift des aufklärenden **Prüfarztes/der Prüferärztin**

8.2.4 Nutzungserlaubnis Zebris GmbH

Frau Polyna Sosnov
Im Mainfeld 16
60528 Frankfurt am Main



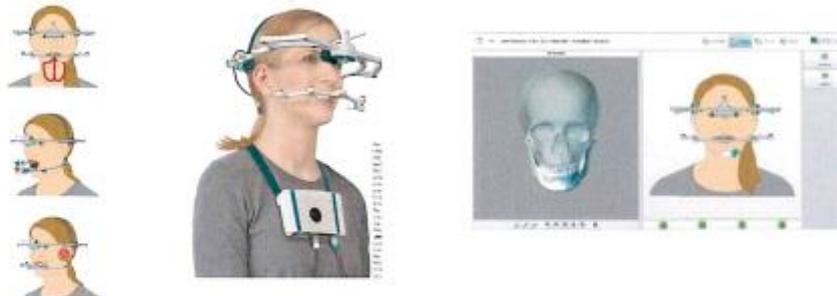
Isny, 24.07.2018

Bildmaterial-Nutzungserlaubnis

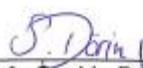
Sehr geehrter *[Kontakt-Name]*

hiermit bestätigen wir,
zebris Medical GmbH
Am Galgenbühl 14
88316 Isny

dass das folgende Bildmaterial unter Nennung der zebris Medical GmbH als Bezugsquelle für die Dissertation von Frau Polyna Sosnov an der Goethe Universität Frankfurt am Main, im Bereich Kieferorthopädie und Arbeitsmedizin verwendet werden darf.



Mit freundlichen Grüßen,
zebris Medical GmbH


i.A. Saskia Döring
Sales & Technical Support

IX. Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei meiner Betreuerin, PD Dr. Dr. Daniela Ohlendorf bedanken. Sie stand immer für Fragen, Anregungen und Einordnungen zur Verfügung. Auf Ihre Unterstützung konnte immer gezählt werden.

Weiterhin gilt ein großer Dank an Dr. Hanns Ackermann, der auch zu später Stunde noch eine Antwort parat hatte.

Ein großes Dankeschön geht an die 101 Probandinnen, die mir Ihre Zeit für die Untersuchungen zur Verfügung gestellt haben. Ohne ihr Interesse an dieser Studie wäre sie nicht ohne Weiteres möglich geworden.

Zu guter Letzt bedanke ich mich bei meinen Freunden Lars Pfeiffer, Matthias Nau, Philipp Heister, Dr. Sabine Menzel und Dr. Yvonne Klevenhaus für Unterstützen, Korrekturlesen, Formatierungseinstellungen und Excelanwendungen.

X. Schriftliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel

Korrelationen zwischen der Okklusion und der Oberkörperstatik bei Frauen der Altersgruppe 51 bis 60 Jahre

in dem Instituts für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin unter Betreuung und Anleitung von PD Dr. Daniela Ohlendorf ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe. Darüber hinaus versichere ich, nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht. Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

Vorliegende Ergebnisse der Arbeit wurden (oder werden) in folgendem Publikationsorgan veröffentlicht:

Ohlendorf D., Sosnov P., Keller J., Wanke EM., Oremek G., Ackermann H., Groneberg DA. Standard reference values of the upper body posture in healthy middle-aged female adults in Germany: an observational study. Scientific Reports 2020 (under second review)

(Ort, Datum)

(Unterschrift)