

**Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie  
Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München**



**Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung  
der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer  
Schienentherapie**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnmedizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Alexandra Katharina Bex  
aus Penzberg

2023

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Erster Gutachter: Prof. Dr. Karin Christine Huth

Zweiter Gutachter: Prof. Dr. Christof Holberg

Dritter Gutachter: Priv.Doz. Dr. Andreas Keßler

ggf. weitere Gutachter: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Mitbetreuung durch den  
promovierten Mitarbeiter: \_\_\_\_\_

Dekan: Prof. Dr. med. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 12.07.2023

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>6</b>
<b>Abstract (English)</b> .....	<b>7</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>8</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>11</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>12</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>13</b>
1.1 Beschwerden im Bereich des stomatognathen Systems .....	13
1.1.1 Bruxismus .....	13
1.1.2 Bewegungs- und Funktionseinschränkungen des stomatognathen Systems .....	16
1.1.3 Schmerzen .....	19
1.1.4 Kраниomandibuläre Dysfunktion (CMD) .....	24
1.2 Diagnose .....	29
1.2.1 Allgemeine zahnärztliche Untersuchung .....	29
1.2.2 Klinische Funktionsanalyse .....	29
1.3 Therapiemöglichkeiten .....	39
1.3.1 Zahnärztliche Maßnahmen .....	39
1.3.2 Invasive chirurgische Maßnahmen .....	44
1.3.3 Begleitende medizinische Maßnahmen .....	45
<b>2 Fragestellung und Projektziele</b> .....	<b>49</b>
2.1 Hypothese und Fragestellung .....	49
2.2 Zielgrößen .....	49
2.2.1 Primäre Zielgrößen .....	49
2.2.2 Sekundäre Zielgrößen .....	51
<b>3 Material und Methoden</b> .....	<b>52</b>
3.1 Studienpopulation .....	52
3.1.1 Anamnese .....	52
3.1.2 Patientenscreening .....	52
3.2 Einschlusskriterien .....	54
3.3 Ausschlusskriterien .....	55
3.4 Biometrie .....	55
3.4.1 Randomisierung .....	56
3.4.2 Statistische Methoden .....	56
3.5 Planung .....	56
3.5.1 Sitzungen .....	57
3.5.2 Nutzen-Risiko-Abwägung .....	57
3.5.3 Dokumentation .....	58

---

3.6 Durchführung.....	59
3.6.1 Patienteninformation und Einwilligungserklärung .....	59
3.6.2 Dokumentationsbogen Baseline.....	60
3.6.3 Dokumentationsbogen Labor .....	82
3.6.4 Einsetzen der Schiene.....	89
3.6.5 Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten.....	90
3.6.6 Kontrolluntersuchung nach 6 Monaten.....	91
3.6.7 Patientenzufriedenheit.....	91
3.6.8 Modellanalyse.....	92
<b>4 Auswertung und Ergebnisse.....</b>	<b>93</b>
4.1 Patientenkollektiv.....	93
4.2 Zeitraum.....	96
4.3 Erfolg / Misserfolg.....	96
4.3.1 Allgemeines .....	96
4.3.2 Anpassung der Schiene .....	97
4.3.3 Veränderung der Mundöffnung .....	97
4.3.4 Gelenkgeräusche .....	98
4.3.5 Okklusale Geräusche .....	101
4.3.6 Schmerzhaftes Kiefergelenkspalpatio.....	101
4.3.7 Schmerzhaftes Muskelpalpatio .....	102
4.3.8 Einschränkung der Lebensqualität .....	104
4.3.9 Schmerzintensität.....	106
4.3.10 Effektivitätsvergleich mittels Punktesystem.....	106
4.4 Vergleich der Registriertechniken - Aqualizer-System vs. handgeführtes Zentrikregistrat.....	107
4.4.1 Vergleich der Ergebnisse innerhalb der Gruppen .....	107
4.4.2 Vergleich der Veränderungen zwischen den Gruppen .....	121
4.4.3 Vor- und Nachteile des Aqualizer-Systems.....	123
4.4.4 Vor- und Nachteile des handgeführten Zentrikregistrats.....	123
4.5 Patientenzufriedenheit.....	123
4.6 Unterschiede der Kontaktposition zwischen habitueller und zentrischer Bisslage (Modellanalyse).....	125
4.6.1 Visueller Vergleich der Kontaktpunkte .....	125
4.6.2 Vergleich der Gleichmäßigkeit der statischen Kontakte.....	126
4.6.3 Vergleich der dentogenen Führung.....	127
4.7 Bewertung der Hypothese .....	128
<b>5 Diskussion.....</b>	<b>130</b>
5.1 Diskussion der Therapievariante.....	130
5.2 Diskussion der Ergebnisse .....	133
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>141</b>
<b>Anhang A: Anamnesebogen .....</b>	<b>152</b>
<b>Anhang B: Dokumentationsbogen Screening.....</b>	<b>153</b>
<b>Anhang C: Einwilligung und Patienteninformation .....</b>	<b>155</b>
<b>Anhang D: Dokumentationsbogen Baseline .....</b>	<b>162</b>

---

<b>Anhang E: Dokumentationsbogen Labor .....</b>	<b>168</b>
<b>Anhang F: Dokumentationsbogen Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten .....</b>	<b>169</b>
<b>Anhang G: Dokumentationsbogen Kontrolluntersuchung nach 6 Monaten.....</b>	<b>173</b>
<b>Anhang H: Patientenzufriedenheit Gruppe A .....</b>	<b>177</b>
<b>Anhang I: Patientenzufriedenheit Gruppe B.....</b>	<b>179</b>
<b>Danksagung .....</b>	<b>181</b>
<b>Affidavit .....</b>	<b>182</b>
<b>Lebenslauf.....</b>	<b>183</b>
<b>Publikationsliste .....</b>	<b>185</b>

## Zusammenfassung

Ziel: Vergleich zwischen zwei Methoden der zentrischen Registrierung (ZR) in Bezug auf den Erfolg der Schienentherapie bei CMD-Patienten.

Materialien und Methoden: Diese randomisierte, kontrollierte klinische Studie umfasste 40 CMD-Patienten (20-63 Jahre), die nach dem Zufallsprinzip in zwei Gruppen eingeteilt wurden, die sich in der Art der ZR unterschieden (Gruppe A: Aqualizer-System (AS), Gruppe B: handgeführte ZR). Parameter wurden mit einem elektronischen Gesichtsbogen (zebris JM) gemessen, der mittels 3D-Ultraschallmessung alle notwendigen Kieferbewegungen für die Herstellung von Oberkieferschienen berechnet. Diese wurden mittels CAD/CAM aus PMMA-Rohlingen gefräst werden. Die klinischen Parameter (KP) aus dem CMD-Screening wurden vor der Behandlung sowie nach drei und nach sechs Monaten gemessen. Der Erfolg der Schienentherapie wurde anhand eines Punktesystems für die Veränderungen der KP bewertet.

Ergebnisse: Alle Schienentherapien waren erfolgreich, wobei die Ergebnisse mit Tendenz zu AS besser waren. Vergleiche der KP innerhalb der einzelnen Gruppen: Gelenkgeräusche (3), Kiefergelenkspalpation bei maximaler Mundöffnung schmerzhaft (5), Kiefergelenkspalpation bei maximaler Interkuspitation schmerzhaft (6), Muskelpalpation schmerzhaft (7), Lebensqualität (8) und Schmerzintensität (9) zeigten eine signifikante Verbesserung zwischen den verschiedenen Zeitpunkten. Vergleiche der Veränderungen der KP zwischen den Gruppen: KP 8 und 9 zeigten signifikant bessere Ergebnisse des AS.

Schlussfolgerungen: Das AS wies im Vergleich bessere Ergebnisse auf. Die Ergebnisse sprechen für den Einsatz des AS in der Schienentherapie.

Klinische Relevanz: Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass die ZR mittels AS der handgeführten ZR, in Bezug auf bessere Ergebnisse bei den Veränderungen der KP, während der Schienentherapie, überlegen ist.

Schlüsselwörter: Zentrische Registrierung, Aufbissschienen, Aqualizer, CMD

## Abstract (English)

*Objectives:* To compare two methods of centric registration (CR) regarding the success of splint therapy in TMD patients.

*Materials and Methods:* This randomized controlled clinical study included 40 TMD patients (20-63 years) who were randomly allocated to two groups that differed in the type of CR (group A: aqualizer system (AS), group B: hand-guided CR). Parameters were measured using an electronic facebow system (zebris JM), which uses 3D ultrasound to calculate necessary jaw movements for the fabrication of maxillary splints. These were milled from PMMA-based blanks using CAD/CAM. Clinical parameters (CP) from the TMD screening were measured before the treatment, and after three and six months. The success of splint therapy was assessed by a scoring system of the changes of CP.

*Results:* All splint therapies were successful, with better results tending to the AS. Comparisons of CP within each group: joint cracking/grinding (3), TMJ pain at maximum mouth opening (5), palpation of the TMJ painful (6), muscle palpation painful (7), quality of life (8) and pain intensity (9) showed significant improvement between the times. Comparisons of changes of CP between the groups: CP 8 and 9 showed significantly better results tending to AS.

*Conclusions:* AS exhibited better results in comparison. The results indicate the use of AS in the splint therapy.

*Clinical Relevance:* The results of this study suggest that CR with AS is superior to hand-guided CR regarding better results in the changes of CP during splint therapy.

*Keywords:* centric registration, splint, aqualizer, TMD

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Basis des diagnostischen Systems .....	25
Abbildung 2: CMD-Kurzbefund (Ahlers und Jakstat, 2018) .....	28
Abbildung 3: Kondylenbahnneigungswinkel (mod. nach Lehmann et al., 2015) .....	31
Abbildung 4: Schliffacetten im Front- / Eckzahnbereich.....	53
Abbildung 5: Abradiertes Höckerrelief .....	53
Abbildung 6: Zahnärztlicher Befund .....	54
Abbildung 7: Behandlungseinheit .....	60
Abbildung 8: Tray-1 .....	60
Abbildung 9: Tray-2 .....	61
Abbildung 10: Schmerzskala / Visuelle Analogskala (VAS) .....	63
Abbildung 11: Statische Okklusion / Shimstockprotokoll .....	64
Abbildung 12: Dynamische Okklusion .....	64
Abbildung 13: Kopplungslöffel Bissgabel OK .....	65
Abbildung 14: Abformung OK Kopplungslöffel .....	65
Abbildung 15: Regisil PB .....	65
Abbildung 16: Adapter OK Kopplungslöffel .....	66
Abbildung 17: UK Kopplungslöffel .....	66
Abbildung 18: Luxabite .....	66
Abbildung 19: JMAlyser .....	67
Abbildung 20: Gesichtsbogen.....	67
Abbildung 21: Messsensor .....	67
Abbildung 22: Fußpedal .....	68
Abbildung 23: Start der Messung .....	68
Abbildung 24: Messstift für Tragusmessung .....	69
Abbildung 25: Messung Tragus superior Links .....	69
Abbildung 26: Messung Tragus superior Rechts .....	69
Abbildung 27: Achsbestimmung .....	70
Abbildung 28: Überprüfung der Achse .....	70
Abbildung 29: Messung mit Bissregistrat .....	71
Abbildung 30: Messung Habituelle Okklusion .....	71
Abbildung 31: Messung Testbewegung .....	72
Abbildung 32: Messung Laterotrusion Links .....	73
Abbildung 33: Messung Laterotrusion Rechts.....	73
Abbildung 34: Messung Protrusion .....	74
Abbildung 35: Messung Protrusion in Bewegung .....	74
Abbildung 36: Messung Öffnung .....	75
Abbildung 37: Messung beenden.....	75
Abbildung 38: Gesichtsbogenübertragung Frontansicht .....	76
Abbildung 39: Gesichtsbogenübertragung Seitansicht .....	76
Abbildung 40: Ansicht der Messung, XML-Datei.....	77
Abbildung 41: Report Artex -1 .....	77
Abbildung 42: Report Artex Bewegungsspuren .....	78
Abbildung 43: Report Artex Frontteller .....	78
Abbildung 44: Report Artex Modellübertragung .....	79
Abbildung 45: Aqualizer nach Bausch und Bausch, 2021 .....	80
Abbildung 46: GC Compound.....	80
Abbildung 47: Zentrikregistrat.....	80



---

Abbildung 48: Schiefbissregistrat	81
Abbildung 49: Impregum Garant	81
Abbildung 50: Impregum Penta Soft Quick	82
Abbildung 51: Modellherstellung-1	83
Abbildung 52: Modellherstellung-2	83
Abbildung 53: Getrimmtes, gefrästes Modell	83
Abbildung 54: Positionierung der Bissgabel	84
Abbildung 55: Einartikulieren Oberkiefer - 1	84
Abbildung 56: Einartikulieren Oberkiefer - 2	84
Abbildung 57: Einartikulieren Oberkiefer - 3	85
Abbildung 58: Einartikulieren Unterkiefer habituell	85
Abbildung 59: Auftrag	85
Abbildung 60: Scannen der Gipsmodelle	86
Abbildung 61: Virtuelle Rekonstruktion der Funktionsbewegungen - 1	86
Abbildung 62: Virtuelle Rekonstruktion der Funktionsbewegungen - 2	87
Abbildung 63: Design der Schiene im Oberkiefer	87
Abbildung 64: Virtuelle Darstellung der Schiene	87
Abbildung 65: Positionierung im Clearsplint	88
Abbildung 66: Fräsmaschine	88
Abbildung 67: Start des Fräsvorgangs	88
Abbildung 68: Eingesetzter Clearsplint	88
Abbildung 69: Handstück mit Fräse	89
Abbildung 70: fertige Schiene	89
Abbildung 71: Geschlechterverteilung	93
Abbildung 72: Altersangaben	93
Abbildung 73: Altersverteilung	94
Abbildung 74: Auswertung Screening	95
Abbildung 75: Verteilung der Screening Kriterien	95
Abbildung 76: Okklusale Anpassung der Schiene	97
Abbildung 77: Veränderung der Mundöffnung	98
Abbildung 78: Gelenkgeräusche Baseline	99
Abbildung 79: Gelenkgeräusche Kontrolle nach 3 Monaten	100
Abbildung 80: Gelenkgeräusche Kontrolle nach 6 Monaten	100
Abbildung 81: Okklusale Geräusche	101
Abbildung 82: Schmerzhaftes Kiefergelenkspalpat	102
Abbildung 83: Überblick der schmerzhaften Muskelpalpat	103
Abbildung 84: Schmerzhaftes Muskelpalpat	104
Abbildung 85: Einschränkungen durch vorliegende Beschwerden	105
Abbildung 86: Änderung des Gesamtmittelwertes der Lebensqualität	105
Abbildung 87: Änderung des Gesamtmittelwertes der Schmerzintensität	106
Abbildung 88: Änderung des Gesamtmittelwertes des Punktesystems	107
Abbildung 89: Okklusale Anpassung Gruppenvergleich	110
Abbildung 90: Veränderung der Mundöffnung Gruppe A	111
Abbildung 91: Veränderung der Mundöffnung Gruppe B	111
Abbildung 92: Vergleich der Gelenkgeräusche Gruppe A & B	112
Abbildung 93: Okklusale Geräusche Gruppe A	113
Abbildung 94: Okklusale Geräusche Gruppe B	114
Abbildung 95: Schmerzhaftes Kiefergelenkspalpat Gruppe A	115
Abbildung 96: Schmerzhaftes Kiefergelenkspalpat Gruppe B	115

---

Abbildung 97: Schmerzhaftes Muskelpalpation Gruppe A.....	116
Abbildung 98: Schmerzhaftes Muskelpalpation Gruppe B.....	117
Abbildung 99: Vergleich der Einschränkungen Gruppe A & B .....	118
Abbildung 100: Änderung der Mittelwerte der Lebensqualität .....	119
Abbildung 101: Änderung der Mittelwerte der Schmerzintensität .....	120
Abbildung 102: Änderung der Mittelwerte des Punktesystems.....	121
Abbildung 103: Patientenzufriedenheit Gruppe A & B .....	124
Abbildung 104: Zusatzfragen Patientenzufriedenheit Gruppe A .....	125
Abbildung 105: Störkontakt .....	126
Abbildung 106: Markiertes Modell .....	127
Abbildung 107: Dentogene Führung habituell .....	128
Abbildung 108: Dentogene Führung zentrisch .....	128

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schmerzkomponenten (Mense, 2014c).....	21
Tabelle 2: Gruppen der Messsysteme (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz et al., 2016) .....	31
Tabelle 3: Zwei Gruppen des erweiterten CMD-Kurzbefundes.....	61
Tabelle 4: Klinische Parameter zu den Zeitpunkten Baseline, nach drei und sechs Monaten .	108
Tabelle 5: Mittelwerte der klinischen Parameter und des Punktesystems .....	108

## Abkürzungsverzeichnis

BSI	Bruxismus-Screening-Index
CAD	Computer-aided-design
CAM	Computer-aided-manufacturing
CMD	Kraniomandibuläre Dysfunktion
DC/TMD	Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders
DGFDT	Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
IASP	International Association for the Study of Pain
ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
IKP	Interkuspitation
INFORM	International Network for Orofacial Pain and Related Disorders Methodology
MAP	Myoarthropathie
MÖ	Mundöffnung
MRT	Magnetresonanztomogramm
NMDA	N-Methyl-D-Aspartat-Rezeptor
OHIP	Oral Health Impact Profile
OHRQoL	Oral health-related quality of life
OR	Odds Ratio
PMMA	Polymethylmethacrylat
PSI	Parodontaler-Screening-Index
REM	Rapid Eye Movement
RDC/TMD	Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders
SF-36	Short Form (Gesundheitsfragebogen)
TENS	Transkutane elektrische Nervenstimulation
TMD	Temporomandibular Disorders
VAS	Visuelle Analogskala

# 1 Einleitung

## 1.1 Beschwerden im Bereich des stomatognathen Systems

Kraniomandibuläre Dysfunktionen (CMD) betreffen, mit einer Inzidenz von 40%, einen erheblichen Anteil der Bevölkerung (Ridder, 2019). Ein Großteil aller leidet jedoch zu mindestens einem Zeitpunkt im Laufe des Lebens unter Parafunktionen. Diese definieren sich als ein unphysiologisches Gleichgewicht des kranio-mandibulären Systems (Lehmann *et al.*, 2015). Symptomatisch äußern sich diese Beschwerden als Knirschen und Pressen (Bruxismus), Schliffacetten an den Zähnen, Kopf- und Nackenschmerzen, Knacken und / oder Knirschen im Kiefergelenk, Schmerzen und Störungen im Bereich des Kiefergelenks, des Kausystems und der beteiligten Muskulatur sowie Bewegungseinschränkungen des Kiefers und dauerhafte Funktionseinschränkungen des stomatognathen Systems (Hugger und Kordaß, 2018).

Alle Personenbezeichnungen, die im Folgenden aufgeführt werden (z.B.: Patient), sind als genderneutral anzusehen.

### 1.1.1 Bruxismus

Bruxismus beschreibt ein unbewusstes, wiederholtes Verhalten, das mit einem Zähneknirschen und Pressen des Kiefers einhergeht (DGFDT und DGZMK, 2019; Jochum *et al.*, 2019; Lange, 2018; zm online Zahnärztliche Mitteilungen, 2019a). Charakteristisch für Bruxismus sind massive, nicht kariöse Zahnhartsubstanzverluste, die als Schliffacetten an den Zähnen und starke Abrasionen erkennbar sind. Weitere klinische Zeichen sind Gingivarezessionen, hypertrophe Kaumuskeln durch deren gesteigerter Aktivität sowie Wangen- und Zungenimpressionen. Bei ansonsten gesunden Patienten wird Bruxismus nicht als Krankheit beschrieben (DGFDT und DGZMK, 2019; Lange, 2018; Peroz, 2019; zm online Zahnärztliche Mitteilungen, 2019a). Symptomatisch äußert sich die Parafunktion mit Schmerzen im Kiefergelenk und in den Kaumuskeln, einer Hypersensibilität der abradieren Zähne, Lockerung der Zähne ohne einen parodontologischen Hintergrund und Schlafstörungen (DGFDT und DGZMK, 2019). Allgemein ist in Deutschland jeder Fünfte von einer Form des Bruxismus betroffen, mit einer Prävalenz zwischen dem zweiten und dritten Lebensjahrzehnt (Peroz und Lange, 2019; zm online Zahnärztliche Mitteilungen, 2019a; zm online Zahnärztliche Mitteilungen, 2019b).

### 1.1.1.1 Einteilung

Es bestehen zwei unterschiedliche Erscheinungsformen. Der Schlafbruxismus tritt, dem Namen zufolge, hauptsächlich während des Nicht-REM-Schlafs auf (Ella *et al.*, 2017). Weiter kann diese Form unterteilt werden in eine phasische (Kontraktionen kürzer als zwei Sekunden) und eine tonische Bewegung (kurze, wiederholte Kontraktionen). Ursächlich kann eine zentralnervöse Störung sein (Klasser *et al.*, 2015; Lavigne *et al.*, 2008; Peroz, 2019).

Der Wachbruxismus definiert sich als Pendant zum Schlafbruxismus, nur im wachen Zustand, bleibt allerdings häufig unentdeckt und ist meist psychologisch bedingt (Goldstein und Auclair Clark, 2017; Peroz, 2019). Es kann auch eine Kombination aus beiden Varianten auftreten. Bei ansonsten gesunden Patienten wird die Erscheinungsform keiner Bewegungs- und / oder Schlafstörung zugeordnet (DGFDT und DGZMK, 2019; Klasser *et al.*, 2015; Lavigne *et al.*, 2008; zm online Zahnärztliche Mitteilungen, 2019b).

### 1.1.1.2 Ursachen für Bruxismus

Okklusionsstörungen, die durch Zahnfehlstellungen oder eine Dysbalance entstehen, gehören zu den häufigsten Ursachen von Bruxismus. Dysbalancen dieser Art können durch schlechte restaurative oder prothetische Arbeiten hervorgerufen werden. Ebenso assoziiert damit sind Schlafstörungen, Angstzustände, emotionaler Stress und der Gebrauch von psychoaktiven Substanzen, wie Nikotin-, Alkohol-, Koffein- oder Drogenabusus (DGFDT und DGZMK, 2019; Jochum *et al.*, 2019; zm online Zahnärztliche Mitteilungen, 2019b). Das Risiko für Raucher ist mit einer 1,6- bis 2,85-fachen Inzidenz behaftet (DGFDT und DGZMK, 2019). Ebenso wird ein Zusammenhang mit neurologischen Funktionsstörungen der Basalganglien oder des limbischen Systems diskutiert sowie genetische Risikofaktoren. Hindeutend ist dabei, dass Bruxismus bei Syndromen die höchste Inzidenz zeigt, mit einer Häufigkeit von 97% bei Rett-Syndrom, 42% bei Down-Syndrom und 32% bei Autismus-Spektrum-Störung (Ella *et al.*, 2017; Peroz, 2019).

Bei einer Studie von Jäger im Jahr 1987 wurde entdeckt, dass Bruxismus nicht rein dentale Ursachen hat. Psychosoziale Faktoren nehmen einen erheblichen Einfluss. So wurden in seiner Studie mit 58,8% die Okklusion als Primärfaktor mit Kofaktor Stress ermittelt. Den zweitgrößten Anteil nimmt mit 34% die Psyche mit Kofaktor chronischem

Stress ein. Psychische Erkrankungen (7,1%) und Kiefergelenkserkrankungen (4,1%) hatten nur einen geringeren Anteil als Primärfaktor (Jäger, 1987; Wolowski und Repges, 2013).

Bruxismus kann auch als ursächliche Schutzfunktion, bei bestehenden Krankheiten, auftreten. Beispielsweise bei einer Schlafapnoe werden durch starke Kontraktion der Kaumuskeln, die oberen Atemwege offengehalten. Bei gastroösophagealem Reflux wird durch die erhöhte Muskelaktivität bei Bruxismus der Speichelfluss angeregt. Dadurch kann die Magensäure verdünnt werden (Peroz, 2019).

### 1.1.1.3 Bruxismus-Screening

Ob Bruxismus ein Risikofaktor für CMD ist, wird in der Literatur kontrovers diskutiert (zm online Zahnärztliche Mitteilungen, 2019b). Da viele Möglichkeiten der Diagnostik für Bruxismus bestehen, ist die Differenzierung nicht einheitlich. Bei einer anamnestischen Herangehensweise, beispielsweise durch das Bruxismus-Screening der DGFDT, kann schlussendlich nicht genau Bruxismus diagnostiziert werden, da keine sicheren Zeichen für diese Parafunktion vorliegen (Lange *et al.*, 2019). Der Patient kann durch seine eigene Vermutung, dass die Beschwerden auf den Bruxismus zurückzuführen sind, das Screening verfälschen. Das Bruxismus-Screening der DGFDT ist indiziert, wenn ein Bruxismusrisiko im Rahmen der zahnärztlichen Behandlung eruiert werden soll. Die Verfälschung eines objektiven Ergebnisses kann nur durch die Selbstauskunft des Patienten oder dem Bericht eines Angehörigen erfolgen. Des Weiteren werden dabei Beschwerden des Kiefers und der Kaumuskulatur abgefragt und andere klinische Zeichen, wie Hypersensibilität der Zähne, Schliffacetten oder Zungen- und / oder Wangenimpressionen (DGFDT und DGZMK, 2019; Lange *et al.*, 2019). Bei dem allgemeinen Bruxismus-Screening kann hierbei der sogenannte Bruxismus-Screening-Index (BSI) analysiert werden. Die Diagnostik teilt sich in zwei Bereiche, die Anamnese und die Untersuchung. Jeweils werden verschiedene Fragen oder Befunde mit Ja/Nein-Aussagen notiert und am Ende ausgewertet. Die erste Frage bei der Anamnese (A) bezieht sich darauf, dass der Patient eine Selbstauskunft über ein Knirschen oder Klappern der Zähne geben soll. Ist dies nicht möglich, kann ein Angehöriger die Frage beantworten (A1). Als zweites werden Beschwerden der Kaumuskulatur abgefragt. Das besondere Augenmerk liegt dabei auf Schmerzen, Ermüdung oder

Steifigkeit (A2). Die dritte Frage bezieht sich auf kurz auftretende Schläfenkopfschmerzen (A3). Zuletzt wird nach empfindlichen Zähnen gefragt (A4). Der Untersuchungsteil (U) beginnt mit der Palpation des Musculus masseters. Hat dieser eine Hypertrophie, wird die Frage positiv beantwortet (U1). Die zweite Frage bezieht sich auf vorliegende Schliffacetten in exzentrischer Okklusion (U2). Als letztes werden Zungen- und / oder Wangenimpressionen vermerkt (U3). Bei der Anamnese (A) wird die Frage A1, falls positiv, mit einem Punkt konnotiert. Positive Ergebnisse bei den Fragen A2-A4 sowie bei der gesamten Untersuchung (U) werden mit zwei Punkten bewertet. Bei der Bewertung können drei Antworten ausgewählt werden. Wird keine der Fragen (A1-A4, U1-U3) positiv beantwortet werden keine Punkte vergeben. So kann „Bruxismus unwahrscheinlich“ angekreuzt werden. Wurde ein Punkt vergeben, wurde also nur A1 positiv beantwortet, lautet die Bewertung „möglicher Bruxismus“. Ab einer Zahl von mindestens zwei Punkten, das heißt mindestens einer positiven Antwort der Frage A2-U3, erfolgt „wahrscheinlicher Bruxismus“ als Ergebnis. Der BSI dient nur als Anhaltspunkt der Diagnostik und die Gesamtzahl des Tests sagt nichts über die Intensität des Bruxismus aus (Lange *et al.*, 2019).

### **1.1.2 Bewegungs- und Funktionseinschränkungen des stomatognathen Systems**

Eine Funktionsstörung oder -einschränkung des stomatognathen Systems setzt sich aus der Abweichung der normalen Funktion und dem daraus entstehenden Ungleichgewicht des Kausystems zusammen. Die Abweichungen können kurz- oder langfristig auftreten und unterscheiden sich in segmentale und somatische Störungen (Hugger und Kordaß, 2018).

#### **1.1.2.1 Kaumuskulatur**

Mögliche Ursachen für Bewegungs- und Funktionseinschränkungen sind Verspannungen der Kau- und Mundbodenmuskulatur. Verstärkt werden diese durch eine Körper- und Kopfneigung, Bruxismus und Traumata (Ridder, 2019). Ist das System im Gleichgewicht, kann durch die Kaumuskeln eine Anpresskraft von bis zu 700 N im Molarenbereich und bis zu 200 N im Schneidezahnbereich erreicht werden. Die Kaukraft kann auf ein Maximum von 1400 N ansteigen (Stelzenmüller, 2004a).



#### 1.1.2.1.1 Kieferschluss

Für den Kieferschluss verantwortlich sind vor allem M. temporalis, M. masseter und M. pterygoideus medialis (Lehmann *et al.*, 2015).

Der M. temporalis wird von extraoral im Schläfenbereich palpirt. Dabei wird der Patient aufgefordert, den Mund kurzzeitig zu öffnen und dann die Zähne zusammen zu beißen. So lässt sich der genaue Bereich des M. temporalis besser vom umherliegenden Gewebe unterscheiden (Stelzenmüller, 2004a).

Der M. masseter ist der am deutlichsten sichtbare Kaumuskel. Er kann sowohl von intraoral als auch von extraoral palpirt werden. Eine Hypertrophie des Muskels, beispielweise bei Bruxismus, ist demnach leicht erkennbar (Stelzenmüller, 2004a).

Die Palpation des M. pterygoideus medialis erfolgt von intraoral. Dabei wird von lingual der mediale Bereich des aufsteigenden Unterkieferastes getastet (Stelzenmüller, 2004a).

#### 1.1.2.1.2 Kieferöffnung

Für den Kieferöffnung verantwortlich sind vor allem M. pterygoideus lateralis und die suprahyale Muskulatur (Lehmann *et al.*, 2015).

Der M. pterygoideus lateralis ist bei Ausführung einer Laterotrusion auf der bukkalen Seite von intraoral tastbar (Stelzenmüller, 2004a).

Die suprahyale Muskulatur setzt sich aus den Muskeln M. mylohyoideus, M. geniohyoideus, M. digastricus biventer und M. stylohyoideus zusammen (Lehmann *et al.*, 2015). Obwohl sie schwer palpierbar ist, kann beispielweise der M. digastricus biventer von intra- und extraoral palpirt werden (Stelzenmüller, 2004a). Die maximale Kieferöffnung beträgt im Mittel 40-50mm. Abweichungen von dieser Norm gehören ebenso zu den Bewegungseinschränkungen (Lehmann *et al.*, 2015).

#### 1.1.2.2 Knacken und / oder Knirschen im Kiefergelenk

Das Kiefergelenk vollführt bei den ersten 1,5 - 2cm eine reine Drehbewegung. Erst bei weiterer Öffnung erfolgt eine Dreh-Gleit-Bewegung. Dabei gleitet der Diskus auf dem Tuberculum articulare nach anterior (Granger, 1952; Lehmann *et al.*, 2015).

Somit spricht man bei dem Kiefergelenk auch von einem Drehscharniergelenk (Trochoginglymus) (Aumüller und Wennemuth, 2014b). Liegt eine Funktionsstörung vor, kann eine Diskusverlagerung die Ursache sein, die teils zu einem Knacken und / oder Knirschen im Kiefergelenk führt. Ein initiales Knacken kann beispielsweise auf eine Hypermobilität des Diskus zurückzuführen sein. Ist das Knacken im Verlauf der Öffnung, kann es sich um eine Diskusadhäsion handeln (Hochschild, 2015).

Charakteristisch für ein Knacken am Schluss der Bewegung ist eine Diskusverlagerung mit Reposition. Dabei wird der Bandapparat überdehnt und es kommt zu einer Deflexion (Hochschild, 2015; Holtmann *et al.*, 2015). Es handelt sich dabei um eine nicht korrigierte Seitabweichung, wobei der Inzisalpunkt des Unterkiefers bei Mundöffnung um mehr als zwei Millimeter abweicht, jedoch nach Kieferschluss in seine Ausgangsposition zurückkehrt (Lehmann *et al.*, 2015).

Bei der Diskusverlagerung ohne Reposition ist eine eingeschränkte Mundöffnung charakteristisch (Holtmann *et al.*, 2015). Ein ebenso auftretendes Symptom ist die Deviation, eine korrigierte Seitabweichung der Unterkieferbewegung. Der Inzisalpunkt des Unterkiefers weicht bei Mundöffnung um mehr als zwei Millimeter ab. Bei Kieferschluss kehrt der Inzisalpunkt in seine Ausgangsposition zurück (Lehmann *et al.*, 2015). Eine Diskusverlagerung findet am häufigsten nach ventral statt und hat unterschiedliche Ursachen, beispielsweise eine zu große Spannung am *M. pterygoideus lateralis* (Hochschild, 2015).

Bei übermäßiger Kieferöffnung kann es zu einer Kieferklemme kommen. Dabei luxiert der Unterkiefer, da das *Caput mandibulae* zu weit anterior des *Tuberculum articulare* steht (Hochschild, 2015).

Eine weitere Bewegungseinschränkung liegt bei einer Ankylose des Kiefergelenks vor. Dabei handelt es sich um eine fibröse und ossäre Versteifung des Gelenks (Holtmann *et al.*, 2015).

Ein Reiben im Kiefergelenk kann auch charakteristisch für eine Diskusperforation sein. Bei zu starker Überlastung des Gelenks kann eine solche Läsion entstehen. Möglich ist auch eine vorangegangene Arthrose des Gelenks (Ehrenfeld und Winter, 2009).

Allgemein können Bewegungseinschränkungen durch die Untersuchung der passiven Mundöffnung differenziert werden, das jedoch Übung und Erfahrung benötigt (Bumann und Lotzmann, 2000).

### 1.1.3 Schmerzen

Schmerzen sind eine subjektive Sinneswahrnehmung, die als bewusste Sinnesempfindungen im Kortex entstehen und in erster Linie als Warnsignal fungieren (Könneker, 2011; Mense, 2014c). Dabei gibt es zwei Begriffsbetrachtungen. In einem Fall wird der Schmerz als Wahrnehmung aufgefasst. Somit kann ihm der Begriff der Nozizeption zugeordnet werden (Hermann, 2011). Im anderen Fall wird der Schmerz als Krankheits- und Leidenszustand betrachtet, aus dem sich eine Chronifizierung entwickeln kann (Hermann, 2011; Hugger und Kordaß, 2018).

Allgemein wird Schmerz von der „International Association for the Study of Pain“ (IASP) definiert als das Erleben einer unangenehmen Gefühls- und Sinneswahrnehmung (Daubländer *et al.*, 2019).

#### 1.1.3.1 Schmerzformen

Unterschieden wird zwischen der Art des Schmerzur sprunges in vier Formen. Dabei gehören der Oberflächenschmerz (z.B.: Quetschung) und der Tiefenschmerz (z.B.: Muskelkrampf, Kopfschmerz) zu den somatischen Schmerzen. Der Eingeweideschmerz (z.B.: Ulkusschmerz) ist ein viszeraler Schmerz. Da bei neuropathischen Schmerzen die Ursache eine Nervenverletzung ist, kann dieser Schmerz jeder Form zugeordnet werden (Mense, 2014c). Als weitere Gruppe können psychogene Schmerzen unterschieden werden, die psychische Ursachen haben (Pertes, 1998). Elementar für den Kopfbereich ist hierbei der neuralgische Schmerz. Ausgehend von einer Reizung des Nervus trigeminus entsteht eine Gesichtsneuralgie, bei der alle Äste des Trigemini betroffen sind. Die Schmerzen treten unvorhergesehen, stechend oder elektrisierend auf und können durch das Berühren von Triggerpunkten (Trigeminus-Druckpunkte / Valleix-Druckpunkte) auf der Haut forciert werden (Aumüller und Wennemuth, 2014a; Daubländer *et al.*, 2019; Könneker, 2011). Diese Druckpunkte sind die Nervenaustrittspunkte. Dazu gehören das sich oberhalb der Orbita befindliche Foramen supraorbitale (Austrittspunkt des Nervus supraorbitale  $V_1$ ), das Foramen infraorbitale (Austrittspunkt des Nervus infraorbitale  $V_2$ ), welches sich am Unterrand der Orbita befindet und das Foramen mentale (Austrittspunkt des Nervus mentalis aus dem Nervus alveolaris inferior  $V_3$ ), das sich zwischen den beiden Prämolaren im Unterkiefer befindet (Aumüller und Wennemuth, 2014a).

Der sofort eintretende Schmerz wird auch als erster Schmerz bezeichnet und über schnell leitende A $\delta$ -Fasern weitergeleitet. Über die langsam leitenden C-Fasern werden Signale vom zweiten Schmerz, dem verzögert Auftretenden, weitergeleitet (Mense, 2014c).

Akute Schmerzen haben eine lebenserhaltende Funktion und sind auf aktuelle Beschwerden zurückzuführen, die nozizeptiv ausgelöst werden. Die Therapie und der Heilvorgang verlaufen im Normalfall unproblematisch (Striebel, 2002; Vacariu *et al.*, 2013).

Chronischer Schmerz hingegen kann als eigenständige Schmerzkrankheit bezeichnet werden und aus nicht erfolgreich behandelten akuten Schmerzen entstehen. Jegliche Schutz- oder Warnfunktion entfällt hierbei. Chronischer Schmerz wird als solcher bezeichnet, wenn er länger als sechs Monate anhält und eine Therapie problematisch ist (Striebel, 2002; Vacariu *et al.*, 2013). Ursache der Chronifizierung der Schmerzen ist die zentralnervöse Neuroplastizität, also die Bildung eines Schmerzgedächtnisses. Diese neuroplastischen Umbauprozesse entstehen durch die Übererregbarkeit zentralnervöser Neuronen bei persistierenden chronischen Schmerzen, bei nicht vorhandener Schmerzquelle (Hugger und Kordaß, 2018; Mense, 2014c). Durch Langzeitpotenzierung kommt es zur Aktivierung von NMDA- und Glutamatrezeptoren und somit zur Ausbreitung der Chronifizierung der Schmerzen (Hermann, 2011; Mense, 2014c). Durch den erhöhten Leidensdruck der Patienten, zählt zum chronischen Schmerz auch die psychosoziale Komponente (Hugger und Kordaß, 2018). Diese Schmerzform betrifft die physiologisch-organische, kognitiv-emotionale und soziale Ebene (Vacariu *et al.*, 2013).

### 1.1.3.2 Schmerzkomponenten

Die Empfindung der Schmerzen kann verschiedene Ausprägungen haben. In folgender Tabelle sind die Schmerzkomponenten aufgelistet (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Schmerzkomponenten (Mense, 2014c)

<b>Wichtigste Schmerzkomponenten</b>	
sensorisch-diskriminativ	zeitlicher Verlauf Lokalisation Reizidentifizierung
affektiv-emotional	Schmerzhaftigkeit
vegetativ-autonom	Steigerung des Blutdrucks, Puls
motorisch	reflexauslösend
psychomotorisch	Mimik
kognitiv	Bewertung des Schmerzes

### 1.1.3.3 Schmerzleitung

Nozizeptive Signale erregen spezifische freie Nervenendigungen, die Nozizeptoren. Dabei sind drei Typen zu unterscheiden: Mechano-, Thermo- und polymodale Nozizeptoren. Deren afferente Fasern können dünn markhaltig oder marklos sein. Dabei werden Substanzen, wie Substanz P, freigesetzt. Durch die resultierende Dilatation der Blutgefäße wird die Mikrozirkulation in der Umgebung des Nozizeptors beeinflusst. Die Rezeptoren werden durch die Bindung von Entzündungsmediatoren, wie Prostaglandin, Bradykinin, Serotonin, Adenosintriphosphat und Protonen, sensibilisiert (Mense, 2014c). Anders als in der Peripherie werden die nozizeptiven Afferenzen im Kopfbereich auf Hirnstammebene verschaltet. Dabei werden die Signale vom Ganglion trigeminale im Pars caudalis des Nucleus spinalis nervi trigemini umgeschaltet. Kontralateral steigen die Informationen über den Tractus trigeminothalamicus zu den somatosensorischen Kernen des Thalamus (Nucleus ventralis posteromedialis) auf (Mense, 2014a; Mense, 2014c). Nach deren synaptischer Verschaltung werden die Signale in eine spezifische Region des Kortex weitergeleitet, den primären somatosensorischen Kortex (S1) (Bear *et al.*, 2008). Es existiert kein spezielles Zentrum zur Empfindung von Schmerzen im Gehirn. Vielmehr sind verschiedene Kortexareale an der Entste-

hung einer bewussten Schmerzempfindung beteiligt. Darunter sind der somatosensorische Kortex (S1, S2), Gyrus cinguli, Gyrus postcentralis und der präfrontale Kortex (Mense, 2014b). Die deszendierende Schmerzmodulation besteht aus der Hemmung und Förderung, die ihren Ursprung im Mesenzephalon hat und nozizeptive Neuronen im Bereich des Tractus spinothalamicus lateralis beeinflusst. Die tonisch aktive deszendierende Hemmung unterliegt der Modulation des Hypothalamus und dem Corpus amygdaloideum. Kerngebiete der rostralen ventralen Medulla spielen eine wichtige Rolle für die deszendierende Förderung (Mense, 2014c).

#### 1.1.3.4 Kopf- und Gesichtsschmerzen

Die Ätiologie von Kopf- und Gesichtsschmerzen wird in der Zahnmedizin kontrovers diskutiert. Nicht klar einzuordnen ist, ob die Schmerzen sich auf rein psychologische oder rein okklusale Aspekte beziehen. Deswegen kann eine multikausale Genese angenommen werden, in der jeder Einzelfaktor geprüft werden muss. Dazu gehören Symptome von Strukturen des Kausystems, okklusale bedingte Belastungsvektoren und deren Möglichkeit eine symptomatische Therapie anzustreben (Bumann und Lotzmann, 2000; Hugger und Kordaß, 2018). Differentialdiagnostisch muss zwischen neuropathischen und physischen Schmerzen unterschieden werden. Dabei wird dem physischen Schmerz der Tiefenschmerz zugeordnet, worunter die Kopf-, Kiefer und Muskelschmerzen fallen (Bumann und Lotzmann, 2000; Heymann, 2011; Mense, 2014c). Zur weiteren Differenzierung sind hier spezifischere Funktionsanalysen notwendig, da Gesichtsschmerzen ein häufiges Symptom von Myoarthropathien sind (siehe 1.1.4.2 Myoarthropathie des Kausystems) (Hellyer, 2019).

Allgemein wird der Kiefermuskel- oder Kiefergelenksschmerz zum Nozizeptorschmerz gezählt. Die Entstehung ist zurückzuführen auf eine Überlastung des Gewebes und weiteren Faktoren, wie prädisponierende (z.B.: genetische, strukturelle Varianz), initierende (z.B.: Muskelüberlastung, -läsionen) und perpetuierende Risikofaktoren (z.B.: Bruxismus) (Hugger und Kordaß, 2018). Ebenso muss zur Differenzialdiagnose die Trigeminusneuralgie und -neuropathie ausgeschlossen werden (Daubländer *et al.*, 2019). Häufig können jedoch orofaziale Schmerzen auf akute Zahnursachen zurückgeführt werden. Zur Vermeidung von unnötigen zahnärztlichen Eingriffen muss dennoch eine vorliegende Chronifizierung ausgeschlossen werden (Ormond *et al.*, 2016). Das Auftreten chronischer Gesichtsschmerzen kann kontinuierlich oder episodisch

sein (Zakrzewska, 2013). Orofaziale Schmerzen lassen sich zur genaueren Diagnostik in verschiedene Kategorien unterteilen. Diese umfassen muskuloskelettale, neuropathische, vaskuläre, neurovaskuläre, idiopathische, pathologische und psychogene Schmerzen (Sarlani *et al.*, 2005).

#### 1.1.3.5 Psychische Aspekte des Schmerzes

Wenn jegliche organische oder physiologische Ursache für Schmerz fehlt, handelt es sich um psychogenen Schmerz (Pertes, 1998). Ausschlaggebend dafür sind emotionale Reaktionen, wie Angstzustände, Depressivität und Stress (Kotsiubinskaya *et al.*, 2019).

Eine verstärkte Konzentration auf den Schmerz kann zu einer schmerzbezogenen Hypervigilanz führen. Dabei besteht die Schwierigkeit, die Aufmerksamkeit wieder von der Schmerzempfindung zu lösen. Dadurch kommt es zur Anspannung und deutlicheren Fixierung auf den Schmerz, die dessen Intensität steigern (Hermann, 2011).

Auch biopsychosoziale Einflüsse haben ihren Stellenwert bei den psychischen Aspekten des Schmerzes. Der Leidensdruck, der mit dem zunehmenden Kontrollverlust und der Beeinträchtigung der Schmerzen einhergeht, wird durch verschiedene Faktoren zusätzlich verstärkt. Dazu gehört die Dysregulation oder der Verlust sozialer Funktionen. Dabei ist die reduzierte Arbeitsleistung des Patienten gemeint. Die Entwicklung einer psychischen Störung mit Ausprägungen in Form von Angststörungen, Depressionen und somatoformen Störungen ist möglich. Durch Schmerz und Dysfunktion kann es zu einer Beschwerdechronifizierung auf psychosozialer Ebene kommen. Dabei resigniert der Patient durch die anhaltenden Beschwerden und möglichen Funktionseinschränkungen. Er reagiert pessimistisch und zieht die Möglichkeit einer iatrogenen Schädigung bei vorangegangener Therapie in Augenschein (Ettlin und Sommer, 2019).

## 1.1.4 Kraniomandibuläre Dysfunktion (CMD)

### 1.1.4.1 Definition und Ätiologie

Die kraniomandibuläre Dysfunktion (CMD) ist eine subjektive und objektive Funktionsbeeinträchtigung, die bis zu 25% der Bevölkerung betreffen (Hugger und Kordaß, 2018; Murphy *et al.*, 2013). Dabei liegen Beschwerden vor, die die Kaumuskulatur, die Kiefergelenke und / oder die Okklusion betreffen. Schmerzhaft äußert sich die CMD in Form von Kaumuskel-, Kiefergelenks- und bedingtem Zahnschmerz. Charakteristisch für die CMD ist die (nicht-) schmerzhafteste Bewegungseinschränkung, Koordinationsstörung, intraartikuläre Störung und Okklusionsstörungen (Hugger und Kordaß, 2018). Die Prävalenz liegt im Durchschnitt bei 40% (Ridder, 2019).

Über die Ätiologie der CMD wird in der Literatur kontrovers diskutiert, dennoch wird größtenteils die Auffassung geteilt, dass für die Entstehung der schmerzhaften Funktionsstörungen viele Faktoren zusammenwirken müssen (Hugger und Kordaß, 2018). Zur Veranschaulichung können diese in die drei Bereiche, anatomisch, neuromuskulär und psychosozial, unterteilt werden. Der anatomische Bereich beinhaltet die Kiefergelenkmorphologie, generelle Hypermobilität und Okklusion. Bruxismus und Trauma werden zum neuromuskulären Bereich gezählt. Psychosoziale Auswirkungen sind Depressionen, Somatisierung, Angst, Stress und andere Schmerzformen. Genauer können diese durch den ICD-10-Code gruppiert werden (Reißmann, 2017).

### 1.1.4.2 Myoarthropathie des Kausystems

Die Myoarthropathie (MAP; engl.: Temporomandibular Disorders, TMD) gehört zur Untergruppe der kraniomandibulären Dysfunktion. Augenmerk liegt bei der MAP nur auf den Beschwerden der Kaumuskulatur, dem Kiefergelenk und den damit verbundenen Gewebsstrukturen. Die Betrachtung der okklusalen Verhältnisse fällt hierbei weg (Hugger und Kordaß, 2018; Utz *et al.*, 2016).

Myoarthropathien sind die häufigste Ursache zur Entstehung von Gesichtsschmerzen. Ebenso charakteristisch sind eine verminderte Kieferöffnung und Knack- sowie Reibegeräusche im Kiefergelenk (Hellyer, 2019; Katsoulis *et al.*, 2012).



### 1.1.4.3 Leitsymptome der CMD

Die häufigsten Leitsymptome der kranio-mandibulären Dysfunktion können in zwei Gruppen eingeteilt werden, die schmerzhaften und nicht-schmerzhaften Faktoren. Zu den Leitsymptomen der nicht-schmerzhaften Faktoren gehören Knirschen (Bruxismus), Pressen, Schliffacetten an den Zähnen, Knacken und / oder Knirschen im Kiefergelenk, Bewegungseinschränkungen des Kiefers und Funktionseinschränkungen des stomatognathen Systems. Die schmerzhaften Faktoren beinhalten myofasziale Schmerzen, wie Schmerzen im Bereich des Kiefergelenks und in der beteiligten Muskulatur sowie Kopf- und Nackenschmerzen (Fougeront und Fleiter, 2018; Leiggener *et al.*, 2016; Reißmann, 2017; Ridder, 2019). Des Weiteren können auch Seh- und Hörstörungen in Verbindung mit Tinnitus oder Schwindel symptomatisch sein (Reißmann, 2017). Ob die Stellung der Kondylenposition und -achse ein Symptom oder Anzeichen für die CMD ist, wird in der Literatur noch kontrovers diskutiert (Crawford, 1999; Hugger und Kordaß, 2018; Kandasamy *et al.*, 2013).

### 1.1.4.4 Diagnostik

#### 1.1.4.4.1 Basis der Diagnostik

Die Basis des diagnostischen Systems beruht auf fünf Säulen, wie in Abbildung 1 verdeutlicht (Ridder, 2019).

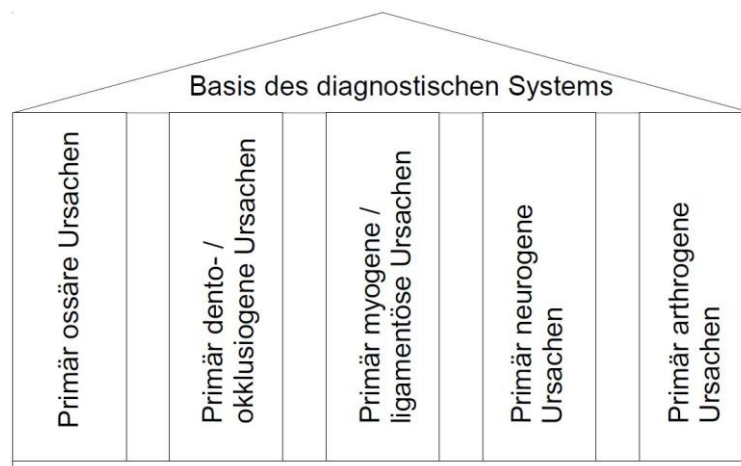


Abbildung 1: Basis des diagnostischen Systems

Ossäre Faktoren werden meist durch Traumata ausgelöst. Fehlstellungen charakterisieren sich durch Verspannungen der Muskeln und Faszien, Störungen der Okklusion oder Dysfunktionen des Unterkiefers.

Zu den primär dento- / okklusiogenen Ursachen gehören Okklusionsstörungen, die beispielsweise durch Frühkontakte oder schlechte restaurative und / oder prothetische Arbeiten zustande kommen. Eine exakte Erueierung der Ursache ist notwendig, um unnötige Eingriffe zu vermeiden.

Myogene und ligamentöse Faktoren treten in Form von Verspannungen der Muskulatur auf. Eine entsprechende Palpation des betroffenen Gewebes gehört mit zur Funktionsuntersuchung.

Die letzten zwei Säulen werden häufig separat betrachtet und können noch genauer unterteilt werden. Dabei können primär neurogene Ursachen vereinzelt durch Paresen der innervierenden Nerven auftreten, beispielsweise auch in Form einer Trigeminusneuralgie. Entsprechende Nervenfunktionstests sind hierbei essenziell (Ridder, 2019). Diese Säule beschränkt sich auf Schmerzdiagnosen, wozu (lokale) Myalgien, myofaszialer Schmerz (mit Schmerzübertragung), Arthralgien und auf CMD zurückgeführte Kopfschmerzen zählen (Leiggener *et al.*, 2016).

Die letzte Säule beinhaltet arthrogene Faktoren, die verschiedene Ursachen haben können. Traumata, Entzündungen, Fehlbelastungen oder auch Tumore können zu einer Arthrose im Kiefergelenk führen (Ridder, 2019). Genauer gehören hierzu nichtschmerzbezogene Diagnosen, wie Diskusverlagerungen mit Reposition (und intermittierender Kieferklemme), Diskusverlagerungen ohne Reposition (mit / ohne eingeschränkter Kieferöffnung), degenerative Kiefergelenkserkrankungen oder Subluxationen (Leiggener *et al.*, 2016).

Somit kann man schlussfolgern, dass bei der Diagnostik die somatischen und psychosomatischen Befunde differenziert werden müssen. Sinnvoll erscheint hierbei auch eine Ganzkörperschmerzzeichnung sowie weitere detaillierte Fragebögen, besonders in Bezug auf Patienten mit Chronifizierung und persistierenden Beschwerden (Leiggener *et al.*, 2016).

#### 1.1.4.4.2 Diagnosefindung mittels RDC/TMD

Seit 1992 bestand ein detailliertes Diagnoseprotokoll zur Identifizierung von temporomandibulären Dysfunktionen (RDC/TMD). Aufgrund der notwendigen Erweiterung dieses Protokolls, erfolgte 2014 eine Überarbeitung, die 2019 von der INfORM offiziell freigegeben wurde. Das neue Protokoll setzt sich nun aus einem Schmerz-Screening, Symptom-Screening (bestehend aus den Einteilungen: Schmerz, Kopfschmerz, Gelenkgeräusche, Kiefersperre / -klemme, demographische Daten, klinische Untersuchung) und graphischen Hilfestellungen (in Form von Baumdiagrammen, Zeichnungen, Skalen und Checklisten) zur exakten Diagnosefindung zusammen (Ohrbach *et al.*, 2014; Schiffman *et al.*, 2014).

#### 1.1.4.4.3 CMD-Screening

Die häufigste Hilfestellung zur Diagnosefindung einer CMD ist der CMD-Kurzbefund. Zunächst ist eine genaue Anamnese wegweisend und kann Hinweise auf eine CMD liefern. Augenmerk liegt hierbei darauf, ob in der Vergangenheit Kieferoperationen durchgeführt wurden, Traumata bestanden oder aktuell bestehen, Migräne, Schwindel, Kopf- und Nackenschmerzen oder Knirschen vorliegen (Ridder, 2019). Da es viele weitere Faktoren gibt, die einen Hinweis für eine CMD liefern, ist der Kurzbefund ein hilfreiches Mittel (siehe 1.2.2 Klinische Funktionsanalyse). Der CMD-Kurzbefund, nach Ahlers und Jakstat, 2018, beruht auf Ja/Nein-Fragen, die ohne spezielle Instrumente durchgeführt werden können (siehe Abbildung 2). Nach der Prüfung der symmetrischen Mundöffnung, folgt die Messung der maximalen Schneidekantendistanz mittels zweier Finger. Dies wird nicht durch eine genaue Zentimeteranzahl geprüft, sondern lediglich, ob die Mundöffnung eingeschränkt ist. Des Weiteren wird geprüft, ob beim Öffnen oder Schließen des Kiefers Geräusche zu hören sind oder ob okklusale Geräusche zu vermerken sind. Eine schmerzhafteste Muskelpalpation wird ebenso notiert, wie der Befund von Attritionen, Abrasionen oder Frühkontakten (Ahlers und Jakstat, 2018; Zonnenberg und Mulder, 2006).

<b>CMD-Kurzbefund</b>	
Mundöffnung asymmetrisch	<input type="checkbox"/>
Mundöffnung eingeschränkt	<input type="checkbox"/>
Gelenkgeräusche	<input type="checkbox"/>
Okklusale Geräusche	<input type="checkbox"/>
Muskelpalpation schmerzhaft	<input type="checkbox"/>
Exzentrik traumatisch	<input type="checkbox"/>
CMD	<input type="checkbox"/> unwahrscheinlich ( $\leq 1$ ) <input type="checkbox"/> wahrscheinlich ( $\geq 2$ )

Abbildung 2: CMD-Kurzbefund (Ahlers und Jakstat, 2018)

Der Kurzbefund kann in einem gesonderten Programm eingegeben und ausgewertet werden (Ahlers und Jakstat, 2018). Ebenso besteht die Möglichkeit einer Erweiterung des Kurzbefundes, in Bezug auf die Einteilung der schmerzhaften und nicht-schmerzhaften Faktoren. Diese Fragen beziehen sich darauf, ob der Kiefergelenksschmerz bei maximaler aktiver Mundöffnung vorhanden ist. Eine weitere Fragestellung beruht darauf, ob der Kiefergelenksschmerz bei lateraler Palpation deutlich ist. Zuletzt kann abgefragt werden, ob bei passiver Kompression Schmerzen entstehen (Stelzenmüller, 2004a). Somit lässt sich der Kurzbefund grob gliedern in die Befundung der Mundöffnung, Gelenkgeräusche, okklusale Geräusche und schmerzhaftes Palpationen.

## 1.2 Diagnose

Um bei einer bestehenden Parafunktion eine günstige Voraussetzung für restaurative Eingriffe oder kieferorthopädische Behandlungen zu schaffen, ist eine klare Diagnostik elementar (Ahlers und Jakstat, 2018; Lehmann *et al.*, 2015).

### 1.2.1 Allgemeine zahnärztliche Untersuchung

Bei allgemeinen Beschwerden folgt in jedem Fall eine klinische Funktionsanalyse (siehe 1.2.2 Klinische Funktionsanalyse). Diese wird anschließend an die zahnärztliche Untersuchung durchgeführt. Nach Erfragen der allgemeinen Anamnese und Familienanamnese wird die spezielle Anamnese abgefragt (Hoffmann und Roser, 2003). Der zahnärztliche Befund wird mittels Zahnschema erfasst, indem Restaurationen, fehlende Zähne und Ähnliches vermerkt werden. Zusätzlich kann die Kälteempfindlichkeit der Zähne, mittels eines CO<sub>2</sub>-Kältespray imprägnierten Schaumstoffpellets, getestet werden. Reagieren diese auf Kälte, werden sie als vital bezeichnet (Vitalitätsprüfung) (Lehmann *et al.*, 2015). Des Weiteren können unterschiedliche Indices erfasst werden, wie der Parodontale-Screening-Index (PSI). Dabei werden die Kiefer in Sextanten eingeteilt und mittels einer speziellen Sonde die Sulkustiefen erfasst (Lehmann *et al.*, 2015). Zur genaueren Beurteilung der Gingiva und des Attachments, können weitere Tests erfolgen.

### 1.2.2 Klinische Funktionsanalyse

Bei der klinischen Funktionsanalyse wird genau geprüft, inwieweit Funktionsstörungen oder die allgemeinen Leitsymptome der Parafunktionen vorhanden sind. Dabei sind instrumentelle und nichtinstrumentelle Techniken möglich. Zu den nichtinstrumentellen Verfahren gehören Tests, die auf psychologische und orthopädische Faktoren abzielen. Zu den instrumentellen Verfahren gehören Aufzeichnungen und Analysen von Kieferbewegungen und -positionen, die im Folgenden erklärt werden (Ahlers, 2018).

Eine wichtige Rolle spielt dabei die statische und dynamische Okklusion. Störkontakte können nicht nur die Entstehung der Parafunktionen begünstigen, sondern führen zu einer Anhäufung der Dauer von Okklusionskontakten um viele Stunden pro Tag (Lehmann *et al.*, 2015). Unter statischer Okklusion versteht man die Zahnkontakte, die

ohne Bewegung des Unterkiefers bestehen. Die dynamische Okklusion beschreibt die Zahnkontakte, die bei Bewegung des Unterkiefers auftreten (Bumann und Lotzmann, 2000; Wilson und Banerjee, 2004). Ergeben sich Auffälligkeiten, wird eine weiterführende Diagnostik angestrebt.

#### 1.2.2.1 Instrumentelle Bewegungsanalyse

Die instrumentelle Bewegungsanalyse ist ein Teil der klinischen Funktionsanalyse. Sie dient nicht der Schmerzerfassung, sondern der objektiven Befunderhebung und ist somit eine Grundlage zur Erhebung der Diagnose (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).

##### 1.2.2.1.1 Ziele der instrumentellen Bewegungsanalyse

Es sollen patientenindividuelle Werte erfasst werden, die die Stellung des Unterkiefers zur Schädelbasis betreffen. Dadurch kann, mittels der Patientenmodelle, im Artikulator die individuelle Situation dargestellt werden. Des Weiteren sollen die ermittelten Dysfunktionen analysiert werden und Ausmaß sowie Schweregrad präzisiert werden. Der Verlauf der diagnosebezogenen Therapie soll dokumentiert und ausgewertet werden. Der Einsatz von elektronischen Verfahren zur Erfassung der individuellen Patientensituation ist als förderlich zu betrachten (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).

##### 1.2.2.1.2 Funktionsparameter der instrumentellen Bewegungsanalyse

Die Bewegungsanalyse setzt sich aus verschiedenen Messsystemen zusammen, die mittels eines Untersuchungsprotokolls als standardisiertes Vorgehen zu verstehen ist. Für die messenden Systeme können vier Gruppen unterschieden werden (siehe Tabelle 2) (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).

Tabelle 2: Gruppen der Messsysteme (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz et al., 2016)

Gruppe	Messendes System
Gruppe 1	gelenkfern oder inzisalnah
Gruppe 2	gelenknah und berührungshaft
Gruppe 3	gelenknah und berührungslos
Gruppe 4	okklusionsebenennah und berührungslos

Als dynamischer Funktionsparameter wird der sagittale Kondylenbahnneigungswinkel bestimmt (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016). Unter der sagittalen Kondylenbahn versteht man die bogenförmige Bewegung, die Gelenkkopf und Diskus bei Mundöffnung auf dem Tuberculum articulare vollführen, wenn sie nach ventral und kaudal gleiten. Eine identische Bahn wird bei der Protrusion des Unterkiefers erreicht. Der Kondylenbahnneigungswinkel beschreibt dabei den Winkel zwischen der konstruierten Verbindungslinie von Anfang und Ende der sagittalen Kondylenbahn, gemessen zur Camper-Ebene. Durchschnittlich kann hier ein Winkel von  $33^\circ$  gemessen werden. Im Bezug zur Frankfurter Horizontalen liegt der Winkel zwischen  $40^\circ$  und  $45^\circ$ . Die dentale Klasse nach Angle hat dabei einen Einfluss auf die Neigung der Bahn. Die sagittale Kondylenbahn wird steiler, je mehr der Hang zu einem Tiefbiss besteht (Lehmann *et al.*, 2015).

Zur Veranschaulichung sind die Kondylenbahn und der Winkel in nachfolgender Abbildung 3 veranschaulicht.

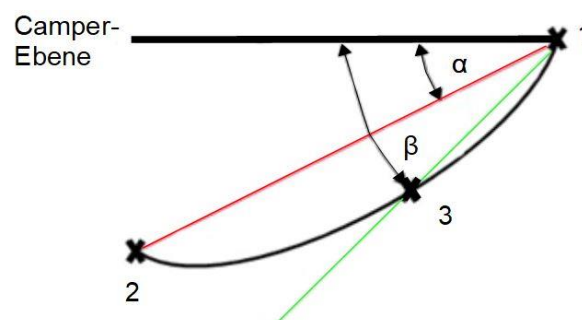


Abbildung 3: Kondylenbahnneigungswinkel (mod. nach Lehmann et al., 2015)

Punkt 1 beschreibt den Beginn der Mundöffnung oder, analog zur Protrusionsbahn, die maximale Retrusion des Unterkiefers. Punkt 2 verdeutlicht das Ende der Mundöffnung oder analog die maximale Protrusion des Unterkiefers. Punkt 3 beschreibt einen Punkt auf der Protrusionsbahn, der einen gewissen Abstand vom Startpunkt hat. Als Bezugslinie wird die Camper-Ebene beschrieben. Die rote Verbindungslinie von Punkt 1 und 2 beschreibt dabei die sagittale Kondylenbahn von den Grenzpunkten der Bewegung. Der entsprechende Winkel zwischen der Bewegungsbahn und der Bezugsebene, hier die Camper-Ebene, ist mit „ $\alpha$ “ beschriftet. Die schwarze Linie, die die Punkte 1, 2 und 3 verbindet, beschreibt die Protrusionsbahn. Dabei kann ein Winkel  $\beta$  zwischen der resultierenden grünen Linie und der Bezugsebene aufgezeichnet werden. Dieser Winkel wird als initialer Kondylenbahnneigungswinkel beschrieben. Da die sagittale Kondylenbahn eine Krümmung aufweist, ist der Winkel  $\beta$  größer als der Winkel  $\alpha$ . Die Differenzierung der zwei Winkel hat lediglich eine Bedeutung für die Veranschaulichung der Modelle im Artikulator. Ein volljustierbarer Artikulator vermag es dabei die dreidimensionale Bewegung nachzuahmen. Im Gegensatz dazu steht der teiljustierbare Artikulator, bei dem der initiale Kondylenbahnneigungswinkel von Wichtigkeit zeugt, da nur zweidimensionale Bewegungen eingestellt werden können (Lehmann *et al.*, 2015). Als weiterer Parameter gilt die Bestimmung des Bennett-Winkels. Durchschnittlich beträgt dieser Winkel  $15^\circ$  und ist definiert als der Winkel zwischen der „Protrusionsbahn und der Mediotrusionsbahn des schwingenden Kondylus“ (Lehmann *et al.*, 2015, S.87).

Bei Laterotrusion führt die Seite des schwingenden Kondylus eine Bennett-Bewegung durch, die kleiner als ein Millimeter ist. Die Seite des ruhenden Kondylus führt ebenso eine kleine Bewegung durch, die als „immediate side shift“ (Lehmann *et al.*, 2015, S.87-88) bekannt ist. Als weiterer Parameter werden der sagittale und frontale Frontführungswinkel erfasst (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).

Weiterhin wird die Bewegungsfunktion genauer untersucht. Augenmerk liegt dabei auf der Bewegungskapazität. Darunter versteht man die maximalen Bewegungen bis zu ihren neuromuskulären Grenzen. Die Koordination der Bewegungsabläufe und Kieferhälften wird analysiert. Zuletzt wird die okklusale Stabilität und zentrische Position der Kiefer erfasst. Zusätzlich kann noch eine Kauanalyse in Erwägung gezogen werden und die inzisalen und kondylären Bewegungsaufzeichnungen müssen analysiert werden (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).



### 1.2.2.2 Kondylenpositionsanalyse

#### 1.2.2.2.1 Ziele der Kondylenpositionsanalyse

Die Kondylenpositionsanalyse untersucht die Lage des Unterkiefers in Bezug zum Schädel und vergleicht die Stellung der Kondylen. Die Analyse kann mittels bildgebender Verfahren durchgeführt werden, aber auch indirekt, unter Zuhilfenahme elektronischer Messinstrumente oder auch direkt am Patienten. Da die Kondylen von Gewebe umgeben sind, ist eine exakte, stabile Stellungsermittlung unmöglich. Daher wird durch die verschiedenen Verfahren eine Annäherung an die originale Situation versucht (DGZMK und DGFDT, 2015; Fukushima, 2016).

#### 1.2.2.2.2 Methoden der Kondylenpositionsanalyse

Die Kondylenposition kann beim bezahnten Patienten über die maximale Interkuspidation oder die zentrische Kondylenposition ermittelt werden. Beim Unbezahnten bleibt nur die Ermittlung über die zentrische Kondylenposition (siehe 1.2.2.3 Kieferrelationsbestimmung) (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016). Bei mehrfachen Messungen können Abweichungen von den einzelnen zentrischen Positionen ausgewertet werden oder Vergleiche zur statischen Okklusion erfasst werden (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).

Die Verwendung von Magnetresonanztomogrammen (MRTs) wird zur Positionsfindung abgelehnt, es sei denn es ist von Forschungsinteresse, da durch die Auflösung keine exakte Beurteilung der Lagefindung des Kondylus machbar ist (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).

Die direkte Messung am Patienten kann auch durch Bewegungsungenauigkeiten verfälscht werden. Auch bei dieser Methode wäre die Anfertigung von Modellen und Registraten notwendig, wie beim indirekten Verfahren (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).

Generell kann durch die Kondylenpositionsanalyse qualitativ und quantitativ die Abweichungen von Referenzpunkten bei maximaler Interkuspidation und zentrischer Kondylenposition erfasst werden. Daraufhin kann deren Reproduzierbarkeit analysiert werden und Verlagerungsrichtungen sowie Verlaufsveränderungen während einer Therapie erfasst werden (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).

### 1.2.2.3 Kieferrelationsbestimmung

Die Kieferrelationsbestimmung dient der Zuordnung der Lagebeziehung des Unterkiefers zum Oberkiefer (Lehmann *et al.*, 2015).

#### 1.2.2.3.1 Definition der vertikalen Kieferrelation

Die vertikale Kieferrelation ist durch den Abstand der Kiefer bei entspannter Muskulatur definiert. Diese Ruhelage beträgt durchschnittlich 2-4mm zwischen den Zahnreihen (Lehmann *et al.*, 2015). Die Relationsbestimmung kann durch eine Sprechprobe und eine Profilanalyse spezifiziert werden (Boos, 1959; Utz *et al.*, 2010).

#### 1.2.2.3.2 Definition der sagittalen und transversalen Kieferrelation

Bei der horizontalen Kieferrelationsbestimmung wird die Lage der Kiefer in der Sagittalen sowie in der Transversalen erfasst (Lehmann *et al.*, 2015). Es gibt mehrere Techniken, um die zentrische Position des Unterkiefers zum Oberkiefer zu erfassen.

##### 1.2.2.3.2.1 Zentrische Kondylenposition

In der Literatur bestehen verschiedene Synonyme für den Ausdruck der zentrischen Kondylenposition. So wird er beispielweise auch als ideale okklusale Position oder auch als eine überlegene Position der Unterkieferkondylen beschrieben, wobei der Begriff der Idealisierung auch wieder kontrovers diskutiert wird (Abdel-Fattah, 1989; Atwood, 1968; Gilboe, 1983; Harrell *et al.*, 2017; Kandasamy *et al.*, 2018; Wilson und Banerjee, 2004). Unter Idealisierung wird die Modellbildung, also die vereinfachte Darstellung eines Sachverhaltes bezeichnet, jedoch auch die Perfektion, wodurch es zu Verwirrungen kommen kann (Hugger und Kordaß, 2018). Deswegen ist es von großer Wichtigkeit, genau zu erklären, was mit dem Ausdruck gemeint ist, da die Definitionen in den letzten Jahren mehrfach geändert wurden und es somit leicht zu Verständnisproblemen kommen kann (Abdel-Fattah, 1989; Atwood, 1968; Kandasamy *et al.*, 2018; Rinchuse und Kandasamy, 2006; Wiens *et al.*, 2018; Wilson und Banerjee, 2004; Zonnenberg, 2019).

Die zentrische Position ist die „kranio-ventrale, nicht nach einer Seite verschobene Position beider Kondylen bei physiologischer Relation von Kondylus und Diskus und

physiologischer Belastung der beteiligten Strukturen“ (Lehmann *et al.*, 2015, S.384). Das bei der Definition nur der Bezug zwischen den Kondylen und der Fossa mandibularis besteht, beruht auf einer früheren Definition von 1929, in der Hanau das erste Mal die Kondylenposition beschrieb (Hanau, 1929). Dieser Definition folgen bis heute viele Weitere (Chhabra *et al.*, 2011; Palaskar *et al.*, 2013; Rinchuse und Kandasamy, 2006; Wilson und Banerjee, 2004). Die Kondylenposition entspricht einer Idealisierung der Kondylenposition in den Fossae, wobei sich alle Strukturen im Gleichgewicht befinden (Bumann und Lotzmann, 2000; ; Paixão *et al.*, 2007; Utz *et al.*, 2010). Dies würde somit der Schlussbisslage, also der maximalen Interkuspitation entsprechen, was in der Regel aber nicht der Fall ist (Timm *et al.*, 1976; Utz *et al.*, 2010). Der Unterschied beträgt durchschnittlich 0,8 mm in sagittaler Richtung (gelenknah gemessen), wobei es auch zu größeren Abweichungen kommen kann (Utz *et al.*, 2010). Es gibt auch Studien, die widerlegen, dass diese Position exakt registrierbar ist (Kandasamy *et al.*, 2013). Allgemein ist die zentrische Kieferrelationsbestimmung in jedem Fall abhängig von der Adaptionleistung des Kausystems (Hugger und Kordaß, 2018). Die Bestimmung der zentrischen Kondylenposition benötigt, unabhängig von der verwendeten Technik, Übung des Behandlers, soll reproduzierbar sein und ist essenziell für die Wahl korrekter Behandlungspläne (Abraham und Veeravalli, 2012; Čimić *et al.*, 2018; Hudson, 2014; Kattadiyil *et al.*, 2021; Linsen *et al.*, 2013; Stafeev *et al.*, 2019; Utz *et al.*, 2002).

#### 1.2.2.3.2 Handgeführte Kieferrelationsbestimmung (Handbissnahme)

Die handgeführte Kieferrelationsbestimmung ist das am häufigsten verwendete Verfahren. Für diese Methode können Funktionsabformungen, Registrierschablonen oder Prothesen verwendet werden. Das Registrat-Material sollte möglichst thermoplastisch oder ein geeignetes Wachs sein. Zu Beginn werden Fingerstützen im Belastungszentrum angebracht, die das Handling erleichtern. Bei der Handbissnahme liegt der Daumen des Behandlers am horizontalen Unterkieferast an. Die Schablone oder Prothese wird mit den Zeigefingern auf dem Tegument fixiert. Die Unterarme des Behandlers sollen eine Verlängerung zur Medianebene des Kopfes bilden. So wird der Kiefer in die Zentrik geführt. Diese Methode ist zeitsparend und ohne spezifisches Instrumentarium anwendbar. Dennoch ist zu beachten, dass der Behandler die Unterkieferposition leicht manipulieren kann, da er den Kiefer in die zentrische Position bewegt (Keshvad und Winstanley, 2003; Utz *et al.*, 2010; Wilson und Banerjee, 2004).

### 1.2.2.3.2.3 Intraorale Stützstiftregistrierung

Bei der Stützstiftregistrierung werden die Grenzbewegungen des Unterkiefers vom Patienten selbst durchgeführt (Lehmann *et al.*, 2015). In beiden Kiefern werden Stützstiftplatten angebracht. Diese sind, je nach Platte, in einem Kiefer mit einer Schreibplatte versehen (meist der Unterkiefer), im anderen Kiefer mit einem Stift (meist der Oberkiefer), auf Höhe zwischen dem zweiten Prämolaren und ersten Molaren, im Zentrum der Belastung. Dieser Stift muss die Okklusalebene überragen. Werden die Kiefer geschlossen, so berührt lediglich der Stift die Platte. Besonders zu empfehlen ist dieses Verfahren bei unbezahnten Patienten, da die Haftung der Schablonen besser ist, dennoch gibt es hier auch Kontraindikationen (DGZMK und DGFDT, 2015; Liu und Xu, 2010; Utz *et al.*, 2016). Auf die Schreibplatte wird eine Farbschicht aufgetragen. Der Behandler weist nun den Patienten an, verschiedene Bewegungen durchzuführen. „Nach vorne, nach hinten, nach links, wieder zurück“ und „nach vorne, nach hinten, nach rechts, wieder zurück“ sind beispielsweise die Kommandos, die der Behandler nennen kann (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016). Dadurch zeichnet der Patient auf der Schreibplatte die horizontalen Grenzbewegungen auf (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016; Utz *et al.*, 2010). Durch die Laterotrusions- und Protrusionsbewegungen entsteht auf der Schreibplatte ein Pfeilwinkel, ein sogenannter gotischer Bogen (Lehmann *et al.*, 2015; Lucia, 1964). Der Patient sollte die Bewegung zur Sicherung des Ergebnisses nochmals wiederholen. Ist die Pfeilspitze am selben Punkt, kann diese versiegelt werden. Die Stützstiftplatten werden beispielsweise durch Abdruckgips fixiert (Lehmann *et al.*, 2015). Dieses Registrierverfahren ist zeitintensiv. Das exakte Ergebnis kann durch viele Einzelfaktoren beeinträchtigt werden, beispielsweise durch den verengten Raum der Zunge durch die Platten. Auch computergestützt ist die Pfeilwinkelzeichnung möglich. Dabei kann die Kieferkraft beim Öffnen und Schließen gemessen werden. Das handgeführte Registrat und das Stützstiftregistrat weichen voneinander ab, was auf Fehlerhaftigkeiten bei beiden Verfahren schließen lässt. Um das bestmögliche Ergebnis zu erreichen, wird eine handgeführte Zeichnung des Pfeilwinkels empfohlen (DGZMK und DGFDT, 2015; Galeković *et al.*, 2017; Keshvad und Winstanley, 2003; Linsen *et al.*, 2013; Shafagh *et al.*, 1975; Utz *et al.*, 2016; Utz *et al.*, 2010; Wilson und Banerjee, 2004).

#### 1.2.2.3.2.4 Aqualizer-System

Der Aqualizer ist ein flexibles Okklusalbehelf, welcher aus zwei mit Flüssigkeit gefüllten Aufbisskissen besteht. Die Kissen sind durch einen anatomisch geformten Schlauch verbunden, wobei der Frontzahnbereich ausgespart ist. Durch den Aufbiss auf den Aqualizer wird die Okklusion entkoppelt und die Lage des Unterkiefers ausbalanciert. Dadurch wird eine komfortable Position erlangt (Hobson und Esser, 2022; Hugger und Kordaß, 2018). Zurückzuführen ist dieses System auf die hydrostatische Apparatur. Diese bestand ursprünglich aus einer Gaumenplatte, an der mit Flüssigkeit gefüllte Kunststoffkammern befestigt waren. Die Modifikation entspricht dem heutigen Aqualizer (Lerman, 1974; Srivastava *et al.*, 2013). Studien zufolge kann direkt nach dem Einsatz des Aqualizers ein Unterschied in der Kaumuskelaktivität gemessen werden. Ebenso soll eine Haltungsbesserung zu beobachten sein sowie eine Ausbalancierung des Körpers. Dennoch sind weitere Studien in diesem Bereich von Nöten (Hantoiu *et al.*, 2013; Hobson und Esser, 2022; Srivastava *et al.*, 2013). Vor Verwendung des Aqualizers muss die entsprechende Größe ausgewählt werden. Die genormten Einheitsgrößen gibt es in mini und ultra. Dabei kann bei dem Volumen der okklusalen Aufbisskissen zwischen klein, mittel und groß gewählt werden. Die Variation der Dicken sind 1-3mm (Srivastava *et al.*, 2013). Durch die Aussparung im Frontzahnbereich kann mit einem Registrat-Material ein anteriorer Jig angebracht werden. Nach Entfernen des Aqualizers und Verbleib des Jigs zwischen den Frontzähnen, kann der Seitenzahnbereich mit Registrierpaste aufgefüllt werden. Mit dem anterioren beschliffenen Jig können die Kondylenbahnen aufgezeichnet werden. Somit ist der Aqualizer auch eine Möglichkeit, die zentrische Kondylenposition zu registrieren (Hugger und Kordaß, 2018).

#### 1.2.2.4 Oberflächen-Elektromyographie der Kaumuskulatur

##### 1.2.2.4.1 Ziele der Oberflächen-Elektromyographie

Die Oberflächen-Elektromyographie beschreibt eine Methode, bei der bioelektrische Signale der Muskulatur gemessen werden. Deren Ableitung ist uni- oder bipolar. Durch Oberflächenelektroden auf der Haut, Nadel- oder Drahtelektroden im Muskel kann die Messung durchgeführt werden (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).

Im Muskel befinden sich viele motorische Einheiten. Diese bestehen aus motorischen Nervenzellen und allen Muskelfasern, die von ihnen innerviert werden (Spanel-Borowski und Mayerhofer, 2014). Die jeweiligen motorischen Einheiten haben einen unterschiedlichen Abstand zur Ableitstelle (Elektrode). Erfolgt eine zeitgleiche Aktivierung, werden Laufzeitunterschiede gemessen. Das Aktionspotenzial generiert also eine asynchrone Erregungsausbreitung im Muskel. Dies wird als Interferenzmuster bezeichnet. Es besteht eine direkte Proportionalität zwischen der elektrischen Aktivität und der Zahl der aktivierten Fasern. Die durch die Elektromyographie aufgezeichneten Aktionspotentiale kann ein direkter Rückschluss auf die mechanische Aktivität des untersuchten Muskels geführt werden (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).

#### 1.2.2.4.2 Parameter der Elektromyographie

Die Elektromyographie ist kein Verfahren, um Schmerzen objektiv zu erfassen. Es werden lediglich Symmetrieunterschiede der kontrahierten Muskeln erfasst. Im Gegensatz zum Gesunden ist die maximale Kontraktion, beispielsweise bei einem MAP-Patienten, vermindert. Durch eine Schmerzadaptation ist die Ruheaktivität im Gegensatz zum gesunden Patienten erhöht. Auch Muskelererschöpfung (Fatigue) kann zu erhöhten Werten führen. Diese Erkenntnisse können durch weiterführende Diagnostik spezifiziert werden (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016).

## 1.3 Therapiemöglichkeiten

Auf Grundlage der vorhergehenden Diagnostik soll, aufbauend auf die verschiedenen pathophysiologischen Zustände, ein Therapiekonzept erstellt werden. Die Therapiemöglichkeiten können in drei Bereiche eingeteilt werden. Dabei sind zahnärztliche Maßnahmen die gängigsten Methoden. Invasive chirurgische Maßnahmen sind nur dann indiziert, wenn eine konservative Therapie nicht erfolgsversprechend ist. Die begleitenden medizinischen Maßnahmen werden bei einer multidisziplinären Therapie angestrebt (Ahlers *et al.*, 2015).

Allgemein sollten Rehabilitationsziele mit dem Patienten besprochen werden. Dazu gehört die Schmerzlinderung und -freiheit, so weit wie möglich. Eine Verbesserung der gestörten und der Erhalt der vorhandenen Funktion sowie eine Verhinderung der Progredienz sind weitere Ziele. Allgemein sollte eine Aktivitätsverbesserung eintreten. Durch die verschiedenen Therapiemöglichkeiten sollte es zur Schmerzlinderung, Muskelentspannung, Durchblutungsförderung, allgemeiner Funktionsverbesserung und Beschwerdefreiheit kommen (Beard und Clayton, 1980; Vacariu *et al.*, 2013).

### 1.3.1 Zahnärztliche Maßnahmen

#### 1.3.1.1 Schienentherapie

Die Schienentherapie ist eine der bewährtesten Therapiemöglichkeiten mit schnellem Erfolg bei Beschwerden im stomatognathen System (Ash, 2006; He *et al.*, 2019; Kass und Tregaskes, 1978). Okklusionsschienen dienen zur Entkopplung der Okklusion und stellen damit eine Hilfestellung für die Entlastung der Muskulatur dar. Die Indikationsbreite ist weit gesteckt, da es sich um eine reversible Standardmaßnahme in der Primärtherapie von Beschwerden handelt (Ahlers *et al.*, 2015; DGFDT und DGZMK, 2019; Hugger und Kordaß, 2018). Meist werden die Okklusionsschienen in der Nacht getragen (Nachtschienen). Studien belegen, dass die Muskelaktivität und auch deren Intensität beim Tragen einer Schiene verringert werden können (DGFDT und DGZMK, 2019; Holmgren *et al.*, 1990). Als Ersatz für die analoge Tagschiene dient das Heimübungsprogramm (siehe 1.3.3.1 Selbstbeobachtung und Heimübungsprogramm). Eine aktive Mitarbeit des Patienten ist von großer Wichtigkeit für den Erfolg der Schienentherapie. Auch in der schmerzfreien Zeit soll das Gerät als Rezidivprophylaxe getragen werden (Hugger und Kordaß, 2018).

### 1.3.1.1.1 Schienenarten

In der Literatur bestehen zahlreiche Synonyme für Schienen. Deswegen werden die Okklusionsschienen nach ihrem therapeutischen Ansatz in Relaxierungs- und Positionierungsschiene unterteilt (Asselmeyer und Schwestka-Polly, 2015).

Zu dem Bereich der Relaxierungsschiene gehört der Interzeptor. Dabei handelt es sich um eine Okklusionsschiene, bei der lediglich Kontakt im Eckzahn-Prämolarenbereich besteht. So wird die Muskelaktivität reduziert und die Muskulatur entspannt (Asselmeyer und Schwestka-Polly, 2015). Ein weiteres Okklusalbehelf ist der Aqualizer (siehe 1.2.2.3.2.4 Aqualizer-System). Die selbstjustierende Harmonisierung der Okklusion bewirkt eine Entspannung der Muskulatur. Durch das hydrostatische Prinzip wird der Unterkiefer über die flüssigkeitsgefüllten Polster ausbalanciert. So können Schmerzen signifikant reduziert werden (Asselmeyer und Schwestka-Polly, 2015; Fuchs, 2015; Hugger und Kordaß, 2018; Meyer *et al.*, 2013; Srivastava *et al.*, 2013; Tauce *et al.*, 2015).

Der letzte Teilbereich ist die Äquilibrationsschiene. Hierbei hat die Schiene gleichmäßige Kontakte und kann eine Eckzahnführung oder Front-Eckzahnführung aufweisen, wie beispielsweise die Michigan-Schiene. Dazu gehört die Stabilisierungsschiene, die als Zentrikschiene die horizontale und / oder vertikale Kieferrelation simuliert. Sie überdeckt alle Zähne des Kiefers und hat eine adjustierte Oberfläche. Das Tragen kann als Kurzzeit- oder Langzeitschiene erfolgen (Ahlers *et al.*, 2015; Asselmeyer und Schwestka-Polly, 2015; Steenks *et al.*, 2005).

Der Bereich der Positionierungsschienen bewirkt Stellungsveränderungen der Kondylen-Diskus-Fossa-Relation. So wird durch das Tragen der Schiene die zentrische Kondylenposition wiederhergestellt. Bei pathologischen Veränderungen des Kiefergelenks, wird die Schiene als Dauerschiene getragen, bis zur Rekonstruktion des Gebisses (Ahlers *et al.*, 2015; Srivastava *et al.*, 2013). Die Dekompressionsschiene entlastet das Kiefergelenk und sichert die Okklusion. Die Protrusionsschiene stabilisiert die Kondylus-Diskus-Relation während einer Protrusion. Die Vertikalisierungsschiene erprobt die veränderte Vertikaldimension für eine spätere definitive Versorgung (Asselmeyer und Schwestka-Polly, 2015; Fayed *et al.*, 2004).

Nur für kurze Tragedauer sind konfektionierte oder weichbleibende Schienen vorgesehen. Ebenso wie die anderen Schienen wird die Okklusion entkoppelt und es kommt



zur Tonusminderung der Muskulatur. Anders als die bisher genannten Schienen, werden sie nicht individuell angepasst (Ahlers *et al.*, 2015). Ebenso werden sie bei Bruxismus nicht empfohlen und es kann zu Zahnstellungsveränderungen kommen (DGFDT und DGZMK, 2019). Dennoch haben weiche Okklusionsschienen einen großen Erfolg bei Kopfschmerz-Patienten gezeigt (Quayle *et al.*, 1990). Allgemein gibt es viele weitere Modifikationen der Schienenarten, auf die hier aber nicht im Detail eingegangen wird (Srivastava *et al.*, 2013).

Die Entscheidung, ob die Schiene im Oberkiefer oder Unterkiefer positioniert werden soll, liegt beim Behandler. Dennoch müssen Kriterien beachtet werden. Die Bewertung des Restgebisses sowie eine Anomalie, anteriore Führung, Phonetik und Ästhetik spielen dabei eine entscheidende Rolle.

#### 1.3.1.1.2 Wirkung der Okklusionsschienen

Durch verschiedene Schienenarten werden unterschiedliche Wirkungen erzielt. Diese sind abhängig von der Gestaltung der Schiene, der Muskelaktivierung, Reorganisation, Veränderung der Funktionsmuster und subtraktiver oder additiver Gestaltung (Hugger und Kordaß, 2018).

Okklusale Interferenzen sollen ausgeschaltet werden. Die Schiene reduziert die Auswirkungen der Parafunktionen. Beispielsweise wird anstatt der Zahnhartsubstanz nur das Material der Schiene bei Bruxismus abgeknirscht. Durch die Entkopplung der Okklusion harmonisieren sich die Muskel- und Gelenkfunktionen und die Position der Kiefergelenke wird verändert (Ahlers *et al.*, 2015; Harrell *et al.*, 2017).

#### 1.3.1.1.3 Herstellung der Okklusionsschienen

##### 1.3.1.1.3.1 Gesichtsbogenübertragung

Die Gesichtsbogenübertragung dient des Abgreifens der zentrischen Scharnierachse im Oberkiefer. Diese setzt sich aus der Verbindungslinie zusammen, die aus den Scharnierachspunkten besteht. Dabei handelt es sich um den auf die Haut konstruierten Mittelpunkt der Kreisbewegung, die der Dreh-Gleit-Bewegung der Kieferöffnung entspricht (Granger, 1952; Lehmann *et al.*, 2015). Feinjustiert wird der Gesichtsbogen individuell mit Kontrollnadeln (Lehmann *et al.*, 2015).

Allgemein sollte ein Gesichtsbogen die möglichst exakte Lage des Oberkiefers zum Schädel transferieren, die zentrische Scharnierachse lokalisieren und teils auch die sagittale und horizontale Kondylenbahnen aufzeichnen können (Galeković *et al.*, 2015; Lehmann *et al.*, 2015). Mithilfe des Gesichtsbogens können Modelle in den Artikulator übertragen werden.

Bei Verwendung eines analogen Gesichtsbogens wird dafür eine Bissgabel im Patientenmund justiert. Diese wird mithilfe eines Gelenks fixiert und kann vom Gesichtsbogen getrennt am Artikulator befestigt werden. Ist das Oberkiefermodell demnach richtig einartikuliert, kann mithilfe von Registraten das Unterkiefermodell auch in seine Stellung gebracht werden (Lehmann *et al.*, 2015).

Der elektrische Gesichtsbogen (z.B.: zebris JM-System) wird, wie der Analoge, mit einer Glabellastütze am Patientenkopf fixiert. Anders als beim Analogen, stabilisiert ein Kopfband den elektrischen Bogen. Der Unterkiefersensor wird mit Hilfe der Magnethalterung am paraokklusalen Attachment fixiert. Durch Ultraschallimpulse werden alle Freiheitsgrade des Unterkiefers gemessen. Je nach Anweisung werden verschiedenen Parameter aufgezeichnet und Funktionsbewegungen ausgeführt. Das Programm erstellt durch die Messungen eine Übersicht, die für die weiteren Herstellungsschritte von Bedeutung sind. Über einen Transferstand kann die Bissgabel durch drei Referenzpunkte, die durch Koordinaten gekennzeichnet sind, exakt auf den Positionierungsschrauben und der -folie ausgerichtet werden. So kann der Oberkiefer schädelbezüglich einartikuliert werden (zebris Medical GmbH, 2019, 2020).

#### 1.3.1.1.3.2 Herstellungsschritte

Der wichtigste Aspekt der Schienenherstellung ist, neben den Abformungen und der Gesichtsbogenübertragung, die Registrierung der zentrischen Beziehung (siehe 1.2.2.3.2 Definition der sagittalen und transversalen Kieferrelation) (Adams, 1979; Small, 2006). Nach Modellherstellung wird die Okklusionsschiene in einem zahntechnischen Labor angefertigt. Wichtig ist hierbei die individuelle Herstellung. Dabei gibt es viele verschiedene Herstellungsarten, die sich auch in der Verwendung von unterschiedlichen Materialien unterscheiden. Aufgrund der Datenmenge wird deswegen hierbei nur auf die CAD/CAM gefertigten Schienen eingegangen. Studien zufolge ist ein digitaler Workflow bei der Schienenherstellung der traditionellen Herstellungsform

(tiefgezogene Schienen) vorzuziehen. Durch den Datensatz, der bei der Gesichtsbo- genübertragung gemessen wird und den Scannvorgang der Modelle, kann die Kiefer- position exakt virtuell rekonstruiert werden (Fang *et al.*, 2020). Außerdem wurden Vor- teile erkennbar durch eine vereinfachte, optimierte Herstellung und einer Verbesse- rung der Gestaltung des okklusalen Reliefs der Aufbissschiene (Asselmeyer und Schwestka-Polly, 2015; Meyer *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2019). Das Schienenmaterial sollte eine hohe Verschleißfestigkeit aufweisen (Kurt *et al.*, 2012). Hierbei gibt es wie- derrum Unterschiede in der Härte des Materials. Studien zufolge liefern beide Arten, harte und weiche Schienen, gute Ergebnisse in Bezug auf die Verbesserung von Be- schwerden im Bereich der Kiefergelenke (Klasser und Greene, 2009; Kurt *et al.*, 2012; Seifeldin und Elhayes, 2015). Die Ergebnisse von Studien mit harten Schienen erga- ben eine höhere Stabilität und Retention sowie eine Reorganisation der okklusalen Balance (Dylina, 2001; Klasser und Greene, 2009). Im Kontrast dazu stehen Ergebnisse von Studien, die größeren Erfolg in der Entspannung der Kaumuskulatur durch weiche Schienen erreichten und allgemein den weichen Schienen eine höhere Effektivität in Bezug auf CMD-Symptome zurechneten (Seifeldin und Elhayes, 2015; Wright *et al.*, 1995). Bei einem Vergleich zwischen hitzegehärteten, CAD/CAM gefräst- ten, 3D-gedruckten und vakuumgeformten (tiefgezogenen) Schienen, überwogen die 3D-gedruckten Schienen (abhängig vom Druckwinkel) in Härte, Glanz, Elastizitätsmo- dul und niedriger Oberflächenrauigkeit (Grymak *et al.*, 2021). Der direkte Vergleich zwischen CAD/CAM gefrästen und 3D-gedruckten Schienen zeigte jedoch, dass die gefrästen Schienen eine höhere Genauigkeit aufwiesen (Marcel *et al.*, 2020).

### 1.3.1.2 Irreversible subtraktive Maßnahmen

Sind alle reversiblen Maßnahmen, wie die Okklusionsschienen, wirkungslos und wurde im Sinne der Funktionsanalyse nachgewiesen, dass die Okklusion als solche der ausschlaggebende Faktor für die Beschwerden ist, können die Zähne systema- tisch eingeschliffen werden (Ahlers *et al.*, 2015). Bei den irreversiblen Methoden sollte eine strenge Indikationsbreite herrschen. Zuvor sollten alle reversiblen Möglichkeiten ausgeschöpft werden, da sich die Beschwerden auch als nicht okklusionszentriert ent- puppen können. Eine exakte Diagnostik ist dabei ausschlaggebend (DGZMK, 2019).

### 1.3.1.3 Irreversible kieferorthopädische und rekonstruktive Maßnahmen

Analog zu den subtraktiven Methoden (siehe 1.3.1.2 Irreversible subtraktive Maßnahmen) wird diese Therapieoption nur dann in Betracht gezogen, wenn alle anderen reversiblen Methoden nicht erfolgsversprechend waren. Funktionstherapeutisch muss in Zusammenarbeit mit der Kieferorthopädie ein Behandlungskonzept entwickelt werden, um eine erfolgsversprechende Therapie zu ermöglichen. So kann rekonstruktiv eine festsitzende, prothetische Arbeit mit Kronen und Brücken angefertigt werden. Diese können auch herausnehmbar konstruiert werden und dienen dann als Langzeitschiene auf Modellgussbasis. Des Weiteren kommen auch adhäsive Techniken zum Einsatz, die auf den bestehenden Restaurationen oder den natürlichen Zähnen befestigt werden. Jegliche rekonstruktive Arbeit muss zuvor mit Langzeitprovisorien erprobt werden und erst nach der Probezeit definitiv versorgt werden (Ahlers *et al.*, 2015).

## 1.3.2 Invasive chirurgische Maßnahmen

### 1.3.2.1 Indikationsbereich

Die Indikationen für einen chirurgischen Eingriff sind streng begrenzt. Dabei geht der Bereich von minimal-invasiven Verfahren, wie einer Arthrozentese oder Arthroskopie, bis hin zu invasiven Methoden, wie der Arthrotomie und autologem oder alloplastischem Kiefergelenkersatz. Operative Indikationen sind Tumore, Entwicklungsstörungen, Form- und Lageveränderungen des Diskus, Ankylose, Diskusperforation und Hypermobilitätsstörungen (Ahlers *et al.*, 2015; Holtmann *et al.*, 2015).

### 1.3.2.2 Minimal-invasive Chirurgie

Eine Arthrozentese wird unter Lokalanästhesie durchgeführt und ist eine minimal-invasive Möglichkeit den Gelenkspalt leicht aufzudehnen und zu spülen. Dafür wird der Gelenkspalt mit zwei Kanülen punktiert. Über die erste Kanüle wird eine isotonische Ringer- oder Kochsalzlösung injiziert, welche Entzündungsmediatoren, Knorpelabbauprodukte und proteolytische Enzyme reduziert. Über die zweite Kanüle wird die Spüllösung wieder aufgenommen. Ergänzend kann dazu, durch die Einführung eines weiteren Instruments, eine Arthroskopie vorgenommen werden, das zusätzlich bildgebende Verfahren umgehen kann (Ahlers *et al.*, 2015; Holtmann *et al.*, 2015).

### 1.3.2.3 Invasive Chirurgie

Wie in Kapitel 1.1.2.2 Knacken und / oder Knirschen im Kiefergelenk schon aufgeführt, beschreibt die Ankylose die fibröse und ossäre Versteifung des Kiefergelenks. Operativ wird der ankylosierte Bereich reosteotomiert und eine Neoarthrose entsteht. Postoperativ müssen intensiv Mundöffnungsübungen durchgeführt werden (Holtmann *et al.*, 2015). Auch wie unter 1.1.2.2 Knacken und / oder Knirschen im Kiefergelenk beschrieben, entsteht eine Diskusperforation durch die langwierige Überlastung des Gelenks. Bei einer Arthroskopie kann die Glättung des Diskus und der Perforationsränder vorgenommen werden. Gelingt dies nicht, kann der Defekt mit einem Interponat aus dem hinteren Aufhängungsband gedeckt werden (Holtmann *et al.*, 2015).

## 1.3.3 Begleitende medizinische Maßnahmen

### 1.3.3.1 Selbstbeobachtung und Heimübungsprogramm

Der Patient soll aktiv in die Behandlung miteinbezogen werden. Von dieser Selbstverantwortlichkeit hängt in großen Teilen der Genesungsprozess ab. Durch praktische Demonstrationen von Übungen, soll der Patient verschiedene Elemente lernen und diese zu Hause üben. Dieses Heimübungsprogramm setzt sich aus verschiedenen physikalisch-medizinischen Methoden zusammen, die genauer unter 1.3.3.2 Physikalisch-medizinische Methoden erläutert werden. Die vier Teilbereiche sind Wärme und Kälte, Massagetechniken, Bewegungsübungen und Umsetzung muskulärer Entspannung. Jeder Teil soll für fünf Minuten trainiert werden. Das macht eine Gesamtdauer von zwanzig Minuten aus, die mindestens einmal am Tag geübt werden soll (Hugger und Kordaß, 2018; Stelzenmüller, 2004b).

### 1.3.3.2 Physikalisch-medizinische Methoden

Studien zufolge können verschiedenste Methoden zu einer Verbesserung der Beschwerdesymptomatik führen. Es erfolgt eine Linderung von Muskelschmerzen und Muskelaktivität und eine verbesserte Mundöffnung. Auch Kopfhaltung und Kiefergelenksstörungen können zum Positiven verändert werden. Ebenso erfolgt eine Stresslinderung sowie eine Abnahme von Angstzuständen und depressiven Episoden (Amorim *et al.*, 2018).

#### 1.3.3.2.1 Physiotherapie

Bei der Physiotherapie sollen verschiedene Aspekte auch für die Übung zu Hause gelernt werden. Dazu gehören passive Bewegungen, entlastende Ausgangsstellungen, Weichteiltechniken sowie aktive Bewegungen. Auch Haltungsdefizite können durch spezifische Übungen ausgeglichen werden (Stelzenmüller, 2004b; Vacariu *et al.*, 2013). Eine Besserung zeigen auch Patienten, die vermehrt Sport treiben, wie beispielsweise Ausdauersport (DGZMK, 2019).

#### 1.3.3.2.2 Massage

Massagen wirken direkt auf das subkutane Gewebe und die Muskulatur. So entsteht die Wirkung einer Muskeldetonisierung und -tonisierung. Auch die manuelle Lymphdrainage kommt durch die entstauende Wirkung und die schmerzlindernde Funktion zur Anwendung (Stelzenmüller, 2004b; Vacariu *et al.*, 2013). Auch die Triggerpunkttherapie kann bei Patienten mit eben solchen druck- und schmerzempfindlichen Muskelbereichen zur Anwendung kommen. Zu den Techniken gehören lokale Kälteapplikationen über Kältespray oder Eis, Muskeldehnungen, Akupunktur des betroffenen Gebietes und manuelle Drucktechniken (Bartrow, 2011; Simons *et al.*, 2002; Stelzenmüller, 2004b). Bei der Selbstmassage kann der Patient Übungen und Koordinationsbewegungen erlernen, die zur Dehnung und Lockerung der Muskulatur beitragen. Diese können ohne Hilfe angewendet werden und sind auch Bestandteil der Physiotherapie (siehe 1.3.3.2.1 Physiotherapie) (Reißmann, 2017).

#### 1.3.3.2.3 Thermotherapie

Besonders bei subkutanen und chronischen Schmerzen kommt die Wärmebehandlung zur Anwendung. Hierbei wird die Muskulatur durch die Wärmepackungen entspannt und eine Schmerzlinderung tritt ein. Bei entzündetem Gewebe ist diese Anwendung jedoch kontraindiziert, da es zu einer Verstärkung kommen kann (Vacariu *et al.*, 2013).

#### 1.3.3.2.4 Kryotherapie

Die Kryotherapie beschäftigt sich mit Kälteanwendungen. Dabei wird die Temperatur des Gewebes auf 15°C abgekühlt. Durch die Reduktion der Stoffwechselaktivität und der Vasokonstriktion kommt es zu einer verminderten Freisetzung von Entzündungs- und Schmerzmediatoren. So tritt eine schmerzlindernde Wirkung ein (Vacariu *et al.*, 2013).

#### 1.3.3.2.5 Entspannungstherapie

Zur Entspannungstherapie gehört ein Achtsamkeitstraining. Dadurch soll der Patient seine Kontrolle über die eigenen Emotionen erlernen. Augenmerk soll dabei auch auf Ängsten, Depressionen oder psychischen und psychiatrischen Krankheitsbildern liegen (DGZMK, 2019). Durch die Konzentration auf den Körper kommt es zur Entspannung. Genauer können physiologische Parameter in der Biofeedbacktherapie durch Signaltöne dargestellt werden. Allgemein soll die eigene Körperwahrnehmung angeregt werden (Vacariu *et al.*, 2013). Es können Verarbeitungsstrategien erhoben werden, die auf eine positive Selbstwahrnehmung abzielen. In der kognitiven Verhaltenstherapie werden Bewältigungsstrategien erarbeitet, die den Patienten dabei helfen sollen, sich von den Beschwerden oder Schmerzen abzulenken und die Kontrolle zurückzuerlangen (Reißmann, 2017).

#### 1.3.3.3 Medikamentöse Therapie

In der Pharmakotherapie können Medikamente zur allgemeinen Behandlung chronischer Schmerzen gegeben werden. Auch der Einsatz von Antidepressiva sind möglich. Durch eine Studie wurde belegt, dass Antidepressiva Amitriptylin und Mirtazapin sowie das Neuroleptikum Aripiprazol Wirksamkeit zeigen (DGZMK, 2019). Ziel dabei sollte es sein, die Lebensqualität zu verbessern und eine Chronifizierung des Schmerzes zu verhindern. Dennoch sollte die Pharmakotherapie am besten in Verbindung mit anderen Therapieformen angewandt werden und vor allem eine Schmerzmedikation nach Verordnung und nicht nach Bedarf erfolgen (Reißmann, 2017).

#### 1.3.3.4 Psychotherapeutische Maßnahmen

In Kooperation mit Fachärzten sollte ein gemeinsames Therapiekonzept erarbeitet werden. Beinhalten kann dies auch Verhaltenstherapien sowie Muskelrelaxationen, Akupunktur und Yoga (Ahlers *et al.*, 2015).

Allgemein sollen die Patienten motiviert werden, ihre sozialen Kontakte zu pflegen, um sich nicht selbst zu isolieren (DGZMK, 2019).

#### 1.3.3.5 Andere Therapiemöglichkeiten

Neben den schon genannten Möglichkeiten bestehen noch viele weitere Therapieansätze, wie beispielsweise die Elektrotherapie. Bei der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS) wird eine Muskelentspannung erzielt (Konstantinović und Lazić, 2006; Stelzenmüller, 2004b).



## 2 Fragestellung und Projektziele

Klinische Studie: Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie

### 2.1 Hypothese und Fragestellung

Die Hypothese dieser Studie umfasst die Theorie, dass die Aufbissschiene nach zentrischer Registrierung mittels Aqualizer häufiger zu einer Verbesserung der Beschwerden führt als nach konventioneller Handbissnahme.

Ziel der Studie war ein Effektivitätsvergleich unterschiedlicher Registrierverfahren (Aqualizer versus Handbissnahme), die bei der Schienentherapie ihre Anwendung finden. Für jeden Patienten wurde dafür eine individuelle Aufbissschiene hergestellt. Zusätzlich sollte die Kontaktposition in habitueller Okklusion in einen Vergleich mit der Kontaktsituation in Zentrik gestellt werden (Aqualizer versus Handbissnahme). Dazu wurden unterschiedliche Funktionsparameter aufgezeichnet.

### 2.2 Zielgrößen

Innerhalb der Studie wurden verschiedene Parameter erfasst und beurteilt.

#### 2.2.1 Primäre Zielgrößen

##### 2.2.1.1 Klinische Parameter

Primär sollten die Veränderungen der klinischen Parameter, wie folgt, untersucht werden: (1) Mundöffnung asymmetrisch, (2) Mundöffnung eingeschränkt, (3) Gelenkgeräusche, (4) okklusale Geräusche, (5) Kiefergelenkspalpation bei maximaler Mundöffnung schmerzhaft, (6) Kiefergelenkspalpation bei maximaler Interkuspitation schmerzhaft, (7) Muskelpalpation schmerzhaft, (8) individuelle Einschränkung der Lebensqualität und (9) Schmerzintensität (siehe Tabelle 3). Zusätzlich sollte die Anpassung der Schienen bei Störkontakten analysiert werden. Die Parameter 1-7 und die

Anpassungen der Schienen wurden mittels Ja/Nein-Aussagen in Bezug auf das Vorhandensein der Symptome bewertet. Parameter 8 wurde mit Hilfe einer Likert-Skala mit vier Stufen („gar nicht“, „wenig“, „stark“, „sehr stark“) ausgewertet (Hohwiller *et al.*, 2020; Joshi *et al.*, 2015). Für jede Stufe wurde ein Punkt vergeben. Somit wurde für die Stufe „gar nicht“ ein Punkt, „wenig“ zwei, „stark“ drei und „sehr stark“ vier Punkte vergeben. Für einen späteren Vergleich innerhalb der Gruppen wurden daraus Mittelwerte berechnet. Auf einer visuellen Analogskala (VAS), mit Einteilungen von 0 bis 10, konnte der Patient erneut festlegen, welche Intensität (9) er dem Schmerz zuteilte. Auch diese Angabe wurde vom Behandler eingetragen (siehe Abbildung 10) (Oesch *et al.*, 2011; Sung und Wu, 2018). Hierbei wurden ebenfalls Mittelwerte, für spätere Vergleiche innerhalb und zwischen den Gruppen zu den verschiedenen Zeitpunkten, berechnet. Allgemein wurden die gemessenen klinischen Parameter (Baseline) innerhalb der Gruppen nach den Recalls (drei und sechs Monate) und die Unterschiede der klinischen Parameter zwischen den beiden Gruppen zu den verschiedenen Zeitpunkten verglichen.

#### 2.2.1.2 Klinische Effektivität und Erfolg

Die klinische Effektivität und der Erfolg der Schienentherapie sollte mittels Punktesystem belegt werden. Für die Veränderungen der klinischen Parameter (1-9) wurden hierfür Punkte vergeben. Ein Pluspunkt wurde für jede Besserung der individuellen Messungen (1-7) vergeben, ein Minuspunkt für eine Verschlechterung. Keine Punkte wurden bei einer Stagnation vermerkt. Für die Parameter 8 und 9 wurden Plus- oder Minuspunkte in Bezug auf eine Veränderung der Entwicklung allgemein und nicht für jedes Skalenlevel eingetragen. Ebenso wurde hierbei eine Stagnation mit keinen Punkten bewertet. Alle Parameter wurden somit gleichmäßig gewichtet und nach jedem Recall eine Summe der Punkte gebildet.

In Bezug auf die oben genannte Punkteverteilung, wurde Erfolg als Stagnation oder positive Entwicklung der Parameter, wie keine Gelenkgeräusche oder Schmerzfreiheit im Bereich des Kiefergelenks oder der Muskeln, definiert (Seifeldin und Elhayes, 2015). Misserfolg wurde entsprechend als negative Entwicklung der Parameter bezeichnet. Für den genauen Vergleich der Effektivität der Schienentherapie von Gruppe A und B, wurden die Unterschiede zwischen den Gruppen zu den verschiedenen Zeitpunkten ausgewertet.

Mögliche Vorteile bei Zuhilfenahme eines Aqualizers für die Anfertigung eines Zentrikregistrates sollten zusätzlich dargestellt werden.

## **2.2.2 Sekundäre Zielgrößen**

### 2.2.2.1 Evaluation der Patientenzufriedenheit

Die Patientenzufriedenheit wurde mittels Fragebogen erfasst und beinhaltete verschiedene Aspekte zur Aufbissschiene, den Registraten, Komfort und weiteren Einzelheiten (siehe 3.6.7 Patientenzufriedenheit). Die ersten sechs, im Fragebogen von Gruppe A acht, Fragen wurden mit Hilfe einer Likert-Skala ausgewertet. Hierbei wurde für jede der vier Stufen eine Punktzahl vergeben. Somit wurde für die Stufe „Stimme nicht zu“ ein Punkt vergeben, für „Stimme eher nicht zu“ zwei, „Stimme eher zu“ drei und „Stimme zu“ vier Punkte. Für einen späteren Vergleich innerhalb der Gruppen wurden daraus Mittelwerte berechnet. Danach folgten zwei Freitextfragen.

### 2.2.2.2 Vergleich der funktionellen Parameter auf den Modellen

Als sekundäre Ziele waren Gesichtspunkte, wie die Anzahl und Lage der statischen und dynamischen Kontakte, abhängig vom Registrierverfahren, von Interesse. Ebenso wurde ein Vergleich der habituellen Kontaktposition mit der Kontaktposition in Zentrik mit / ohne Zuhilfenahme des Aqualizers erfasst und analysiert. Die Art der Führung in habitueller und zentrischer Kontaktposition wurde ebenfalls ausgewertet. Hierbei wurde zwischen vier verschiedenen Führungstypen unterschieden: Frontzahn-, Front-Eckzahn-, Gruppen und Eckzahnführung. Für jeden Typ wurde ein Punkt vergeben. Somit wurde bei „Frontzahnführung“ ein Punkt, „Front-Eckzahnführung“ zwei, „Gruppenführung“ drei und „Eckzahnführung“ vier Punkte vergeben. Nach Berechnung der Mittelwerte, konnten diese verglichen werden. Zusätzlich wurde eine Änderung des Führungstyps zwischen habitueller und zentrischer Kontaktposition innerhalb und zwischen den Gruppen ausgewertet.

## **3 Material und Methoden**

Die Studie war eine prospektive monozentrische Studie an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie am Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München.

### **3.1 Studienpopulation**

Die Rekrutierung der Patienten erfolgte über die Hochschulambulanz der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie.

#### **3.1.1 Anamnese**

Der Anamnesebogen (siehe Anhang A: Anamnesebogen) ist ein standardisiertes Exemplar der Klinik. Die Verwendung ist hilfreich beim Erfragen des Allgemeinzustandes des Patienten und wichtig für das Erkennen möglicher Risikofaktoren (Hoffmann und Roser, 2003).

Aufgeteilt ist der Anamnesebogen in Herz- und Kreislauferkrankungen, infektiöse Erkrankungen, Medikamenteneinnahme, Allergien und Unverträglichkeiten, Tumorerkrankungen und sonstige Besonderheiten (z.B.: Vorliegen einer Schwangerschaft, Rauchen, Organtransplantation etc.). Gemeinsam mit dem Patienten wurde der Bogen ausgefüllt und alle relevanten Informationen vermerkt.

#### **3.1.2 Patientenscreening**

Mithilfe des Dokumentationsbogens Patientenscreening (siehe Anhang B: Dokumentationsbogen Screening) wurde der Proband auf seine Eignung für die Studie geprüft. Das Screening gliederte sich in verschiedene Teilbereiche.

### 3.1.2.1 Allgemeines

Zu Beginn der Untersuchung wurden dem Probanden vier Fragen gestellt, die teilweise schon den Ein- oder Ausschluss von der Studie begründeten und jeweils mit Ja oder Nein vom Behandler anzukreuzen waren.

Die erste Frage zielte darauf ab, ob in der Vergangenheit am Kiefergelenk oder am Kiefer eine Operation und / oder eine Fraktur oder anderweitige Verletzung vorlag. Bei keinem Probanden lag eine derartige Verletzung oder Operation vor, somit wurde kein Proband ausgeschlossen.

Ob der Proband an einer kranio-mandibulären Funktionsstörung leidet, wurde durch eine Präzision der Art festgehalten. Hierbei wurden typische Kriterien abgefragt: (I) Knirschen (Bruxismus), (II) Pressen, (III) Schliffacetten an den Zähnen (siehe Abbildung 4 & Abbildung 5), (IV) Kopf-, Nackenschmerzen, (V) Knacken und / oder Knirschen im Kiefergelenk, (VI) Schmerzen im Bereich des Kiefergelenks, (VII) Schmerzen in der beteiligten Muskulatur, (VIII) Bewegungseinschränkungen des Kiefers und (IX) Funktionseinschränkung (Leiggener *et al.*, 2016).



Abbildung 4: Schliffacetten im Front- / Eckzahnbereich



Abbildung 5: Abradiertes Höckerrelief

Auf alle gescreenten Probanden traf mindestens ein Kriterium (siehe I-IX) zu, wodurch für jeden Probanden die Indikation einer Aufbissschiene bestand und somit kein Proband ausgeschlossen werden musste.

Die dritte Frage enthielt erneut einen Teilbereich des Anamnesebogens, die Allergie. Dabei wurde explizit nach der Allergie gegen zahnärztliche Materialien (Kunststoffe,



somit eine Indikation für eine Schienentherapie bestand, wurden in die Studie aufgenommen.

### 3.3 Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterien für Probanden waren minderjährige Patienten, fehlendes Einverständnis einer Therapie mittels Aufbissschiene, entzündungs- / schmerzhemmende Medikation über die letzten drei Monate, vorangegangene Operationen im Bereich der Kiefergelenke sowie Frakturen oder anderweitige Verletzungen im Bereich der Kiefer oder der Kiefergelenke.

### 3.4 Biometrie

Aufgrund der geringen Datenlage in Bezug auf Studien, die das Aqualizer-System beinhalten und vergleichen, beruht die Fallzahlschätzung auf den Daten einer brasilianischen Forschungsgruppe von 2014 (Gomes *et al.*, 2014). Dort wurde unter anderem die Intensität der kranio-mandibulären Beschwerden nach erfolgter Therapie mit verschiedenen Therapiemöglichkeiten, davon zwei Relevante für diese Studie, untersucht. Anhand der Daten konnte eine Fallzahl von zwanzig Probanden pro Gruppe berechnet werden (PS Power and Sample Size Calculation Program, Version 3.1.6; angestrebte Power 0,9;  $\alpha$ -Level 0,05; Differenz zwischen den Testgruppen in Vergleichsstudie 15,3; Standardabweichung 13,8) (Dupont und Plummer, 1990; Gomes *et al.*, 2014). Diese Stichprobenanzahl scheint plausibel, da, beispielsweise in der prospektiven Studie von Buchbender und Kollegen von 2021, ähnliche Fallzahlen, bei einem Effektivitätsvergleich des Aqualizers vor einer Schienentherapie, verwendet wurden (Buchbender *et al.*, 2021a; Buchbender *et al.*, 2021b). Ebenso beschränkt sich die Gruppengrößen bei anderen Studien, die Schienentherapien und -arten bei CMD-Patienten vergleichen, auf zehn bis zwanzig Probanden (Alpaslan *et al.*, 2008; Lundh *et al.*, 1988; Lundh *et al.*, 1985; Oliveira *et al.*, 2019; Turk *et al.*, 1993; Wright *et al.*, 1995).

Insgesamt ergab sich dadurch eine Anzahl von insgesamt 40 Probanden. Diese Zahl wurde innerhalb von zwölf Monaten erreicht.

### 3.4.1 Randomisierung

Die Randomisierung erfolgte mit der Methode der blockweisen Permutation. Bei insgesamt 40 Probanden wurden hierfür vier Blöcke à zehn Teilnehmern gewählt. Jeder Block sollte sowohl fünf Probanden der Gruppe A (Zentrikregistrat mit Zuhilfenahme eines Aqualizers) als auch fünf Probanden der Gruppe B (handgeführtes Zentrikregistrat) enthalten. Die Anzahl der verschiedenen Möglichkeiten, für die Varianten der Verteilung von A und B, ließ sich durch folgende Formel berechnen:

$$\frac{10!}{\left(\frac{10}{2}\right)! \cdot \left(\frac{10}{2}\right)!} = \frac{10!}{5! \cdot 5!} = 252$$

Aus diesen 252 Möglichkeiten wurden nun vier Blöcke zufällig gezogen und der Reihe nach auf die Probanden verteilt (Glen, 2016).

### 3.4.2 Statistische Methoden

Die Daten wurden in Excel (Microsoft, Version 2108, Redmond, WA, USA) gesammelt, in das statistische Programm SPSS 27.0 (SPSS inc., Chicago, USA) transferiert, deskriptiv (in Form von Mittelwert, Standardabweichung und Perzentilen) und graphisch ausgewertet. Die Normalverteilung der Daten wurde kontrolliert (Kolmogorov-Smirnov-Test). Bei den metrischen Variablen (Screening, klinische Parameter 8-9, Punktesystem, Patientenzufriedenheit, Analyse der Kontaktpositionen, Art der Führung) wurde aufgrund der Normalverteilung, der t-Test angewandt. Binäre Variablen (Anpassung der Schiene, klinische Parameter 1-7), wurden mittels Chi-Quadrat- oder dem exakten Fisher-Test berechnet. Für alle Analysen wurde das Alpha-Level festgelegt für  $p < 0,05$ .

## 3.5 Planung

Die allgemeine Idee beruhte auf der Findung einer möglichen, vereinfachten Zentrikregistrierung. Dabei sollten die Auswirkungen der verschiedenen Verfahren verglichen werden. Das Vorgehen lag der klinischen Funktionsanalyse zu Grunde, die standardisiert angewandt wird, mit Fokussierung auf der zentralen Kondylenposition, die als Grundlage der sagittalen und transversalen Kieferrelation erfasst wird (DGZMK und DGFDT, 2015; Utz *et al.*, 2016). Die Studie konzentriert sich dabei auf zwei Verfahren,



die handgeführte Kieferrelationsbestimmung (Handbissnahme) und das Aqualizer-System. Grundsätzlich basiert die Studie auf dem „Handbuch Instrumentelle Funktionsanalyse und funktionelle Okklusion: Wissenschaftliche Evidenz und klinisches Vorgehen“ (Hugger und Kordaß, 2018), in dem das Aqualizer-System als Möglichkeit der Zentrikregistrierung beschrieben wird.

### **3.5.1 Sitzungen**

Die Studie setzte sich insgesamt aus vier Sitzungen zusammen. Zuvor wurde bei einem Screening der Einschluss in die Studie überprüft. Die erste Sitzung bestand aus der Einwilligung des Probanden und der Hauptarbeit der Studie. Bei der zweiten Sitzung wurde den Probanden die Schiene ausgehändigt und Anpassungen, wenn nötig, vorgenommen. Nach drei Monaten erfolgte die dritte Sitzung als Kontrolltermin. Die vierte und letzte Sitzung erfolgte nach sechs Monaten, drei Monate nach der ersten Kontrolluntersuchung.

### **3.5.2 Nutzen-Risiko-Abwägung**

Für die Teilnehmer der Studie ergaben sich keinerlei Risiken, da im Rahmen der Untersuchung keine invasiven Eingriffe vorgenommen wurden. Abgesehen vom Zeitaufwand für die Teilnahme an der Studie traten keine studienbedingten Belastungen auf. Zudem erhielt der Patient eine zusätzliche Diagnostik und eine darauf beruhende Oberkiefer-Aufbissschiene, für die ansonsten Zuzahlungen, für gesetzlich Versicherte, notwendig wären. Die Patienten wurden vor den geplanten Abformungen und Registraten, im Rahmen einer zahnärztlichen Untersuchung, über den Sinn und Zweck der Studie aufgeklärt (siehe Anhang C: Einwilligung und Patienteninformation). Ein direkter, primärer Nutzen bestand für die Teilnehmer an der Studie nicht. Die Anfertigung einer Aufbissschiene war bei allen eingeschlossenen Patienten aus medizinischen Gründen indiziert, unabhängig von der Aufnahme in diese Studie.

Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Studie wurden keinerlei zusätzliche klinische oder röntgenologische Interventionen durchgeführt. Daher ergaben sich hier keine ethisch-rechtlich relevanten Probleme oder Risiken.

### 3.5.3 Dokumentation

Dieser Abschnitt beruht auf originalen Textbausteinen des Datenschutzpassus der Ethikkommission der Ludwig-Maximilians-Universität, mit der Verantwortlichen Dr. Beate Henrikus. Hierbei handelt es sich um direkte Zitationen, die zur besseren Lesbarkeit nicht als solche markiert sind und sich im „Mustertext zum Datenschutz in Informationsschriften bei Anträgen an die Ethikkommission zur Durchführung eines (bio-)medizinischen Forschungsvorhabens (außerhalb von § 40 AMG und § 20 MPG)“ (Henrikus, 2020) wiederfinden.

Die einzelnen Sitzungen wurden über HighDent und auf Studienkarten dokumentiert. Die personenbezogenen Daten und die Ergebnisse der Studie wurden verschlüsselt (pseudonymisiert) behandelt. Im Laborbuch wurden die Ergebnisse schriftlich festgehalten, ohne Angaben personenbezogener Daten, wie Initialen oder Geburtsdaten. Der Verschlüsselungscode war numerisch. Bei dieser Studie wurden die Vorschriften über die ärztliche Schweigepflicht und den Datenschutz eingehalten. Es wurden persönliche Daten und Befunde pseudonymisiert, sodass die erhobenen Daten ohne Hinzuziehung einer Liste nicht mehr einer spezifischen betroffenen Person zugeordnet werden konnten. Die personenbezogenen Daten, wie beispielsweise Name und Geburtsdatum, wurden durch einen Nummerncode ersetzt. Zugriff auf die personenbezogenen Daten hatten nur der Studienleiter (Dr. Maximilian Kollmuß) und seine Stellvertreterin (Prof. Dr. Karin C. Huth MME) sowie vom Studienleiter zur Verschwiegenheit verpflichtete Mitglieder des Studienteams (Henrikus, 2020).

Im Studienzentrum wurde eine Liste hinterlegt, auf der die Namen den Nummern- und / oder Buchstabencodes zugeordnet sind. Diese Liste wurde im Studienzentrum gesondert aufbewahrt und unterlag dort technischen und organisatorischen Maßnahmen, die gewährleisten, dass die erhobenen Daten durch unbefugte Personen nicht zugeordnet werden konnten. Eine Entschlüsselung erfolgte nur bei der Auswertung der Daten und zur Entschlüsselung der Probanden bei den Kontrollterminen (Henrikus, 2020).

Die pseudonymisierten Daten werden zehn Jahre nach Beendigung der Studie im Studienarchiv aufbewahrt und sind gegen unbefugten Zugriff gesichert. Sie werden spätestens nach zehn Jahren gelöscht, wenn sie nicht mehr benötigt werden (Henrikus, 2020).

## **3.6 Durchführung**

Der Ablauf der Studie bezog sich auf vier Sitzungen, die alle in der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie abgehalten wurden. Bei den einzelnen Sitzungen kamen verschiedene Dokumentationsbögen (siehe Anhang A-I) zum Einsatz, die im Folgenden genauer erläutert werden.

### **3.6.1 Patienteninformation und Einwilligungserklärung**

#### **3.6.1.1 Patienteninformation**

Nach dem Screening wurde der Proband in der Patienteninformation (siehe Anhang C: Einwilligung und Patienteninformation) über die Studie aufgeklärt. Dabei wurden in laienverständlicher Sprache die Studienziele und die Durchführung erklärt. Jedes relevante Detail wurde geschildert und speziell auf Nutzen, Risiko und Datenschutz der Studie eingegangen. Der Proband sollte die Information lesen sowie die allgemeinen Fakten und Fragen wurden daraufhin vom aufklärenden Zahnarzt erläutert. Bestanden keine weiteren Fragen, unterschrieb der aufklärende Zahnarzt das Dokument, das dem Patienten mitgegeben wurde.

#### **3.6.1.2 Einwilligungserklärung**

In der Einwilligungserklärung (siehe Anhang C: Einwilligung und Patienteninformation) wurde erneut, knapp zusammengefasst, die Durchführung der Studie erklärt. Die datenschutzrechtlichen Aspekte wurden wiederholt erläutert. War der Proband an der Teilnahme interessiert und wurde entsprechend erneut aufgeklärt, musste er seine Einwilligung schriftlich, in Form einer Unterschrift, darlegen. Der Zahnarzt unterschrieb ebenso. Die unterschriebene Einwilligungserklärung wurde der Patientenakte beigelegt.

### 3.6.2 Dokumentationsbogen Baseline

Mit dem Dokumentationsbogen Baseline (siehe Anhang D: Dokumentationsbogen Baseline) wurden die einzelnen Schritte der Studie gegliedert. Nach dem Screening, der Einwilligung und der Randomisierung, erfolgte nun die eigentliche Arbeit mit dem Patienten.

Zur ersten Behandlung mussten folgende Instrumentarien vorbereitet werden: zwei Spiegel, eine Pinzette, eine Explorer-Sonde, ein SM236 Universal-Scaler, schwarze und rote Okklusionsfolie, Shimstockfolie, kleiner Sauger, Luft-Wasser-Puster, Regisil PB, Luxabite, Oberkiefer- und Unterkiefer-Kopplungsöffel, Abformlöffel für Ober- und Unterkiefer, GC Compound, Impregum Penta Quick, Impregum Garant, der elektrische Gesichtsbogen zebris JM-System und ein Vestibulumhaken (siehe Abbildung 7, Abbildung 8, Abbildung 9).



Abbildung 7: Behandlungseinheit

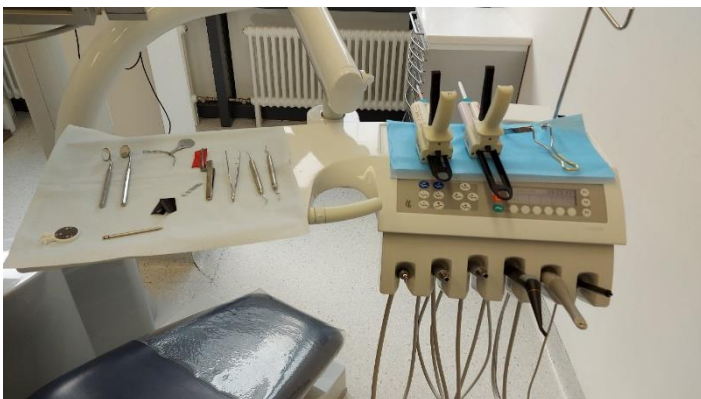


Abbildung 8: Tray-1



Abbildung 9: Tray-2

### 3.6.2.1 Klinische Funktionsuntersuchung

Die klinische Funktionsanalyse wurde mithilfe des bereits erwähnten erweiterten CMD-Kurzbefundes ermittelt (siehe Tabelle 3), der die häufigsten Symptome der kranio-mandibulären Dysfunktion abdeckt (Ahlers und Jakstat, 2018; Simmons und Gibbs, 2009; Zonnenberg und Mulder, 2006).

Tabelle 3: Zwei Gruppen des erweiterten CMD-Kurzbefundes

Nicht schmerzhafte Faktoren		Schmerzhafte Faktoren	
(1) Mundöffnung asymmetrisch	(ja/nein)	(5) KG-Palpation bei max. Mundöffnung schmerzhaft	(ja/nein)
(2) Mundöffnung eingeschränkt	(ja/nein)	(6) KG-Palpation bei max. Interkuspidation schmerzhaft	(ja/nein)
(3) Gelenkgeräusche	(ja/nein)	(7) Muskelpalpation schmerzhaft	(ja/nein)
(4) Okklusale Geräusche	(ja/nein)	(8) individuelle Einschränkung der Lebensqualität	(Likert-Skala)
		(9) Schmerzintensität	(VAS)

Hierbei wurden Ja/Nein-Fragen gestellt und bei jeder Teiluntersuchung wurde, wenn notwendig, eine Anmerkung zum jeweiligen Aspekt hinzugefügt. Die Mundöffnung wurde als asymmetrisch beurteilt, wenn der Unterkiefer bei der Öffnungs- oder Schließbewegung keine Abweichung mit oder ohne Korrektur zur Mitte hin vollzog. Dabei ließ sich die Deviation und Deflexion unterscheiden. Weicht der Unterkiefer um mehr als zwei Millimeter zu einer Seite ab und korrigiert sich diese Abweichung bei maximaler Öffnung, spricht man von einer Deviation. Wird die Seitabweichung nicht korrigiert, handelt es sich um eine Deflexion. Wie sich eine solche Asymmetrie äußerte, wurde genauestens notiert. Die Mundöffnung wurde ebenfalls gemessen. Im Mittel ist eine uneingeschränkte Mundöffnung mit einer Schneidekantendistanz von 40-50mm. Liegt der Wert darunter, spricht man von einer eingeschränkten Mundöffnung (Lehmann *et al.*, 2015). In einem solchen Fall wurde der gemessene Wert notiert. Als

weiteres wurden Gelenkgeräusche dokumentiert. Dabei wurde auditorisch sowie palpatorisch das Kiefergelenk untersucht. Auch der Patient wurde in den Teil der klinischen Untersuchung einbezogen, da leichte Reibegeräusche durch den Patienten meist besser wahrnehmbar sind als durch den Behandler. Ob die Geräusche beim Öffnen oder Schließen des Kiefers und wie oft sie vernehmbar waren, wurde notiert. Okklusale Geräusche können in Form von Klappern der Zähne oder störende Frühkontakte beim Zusammenbiss auftreten. Auch hierbei wurde der Patient miteinbezogen. Der Proband wurde gefragt, ob bei maximaler Mundöffnung ein Schmerz im Kiefergelenk auftrat oder ob das Kiefergelenk bei Palpation schmerzhaft war. Das Kiefergelenk wurde im geöffneten und geschlossenen Zustand sowie in Funktion palpiert. Als letztes wurde die Muskulatur des M. temporalis, M. masseter, M. sternocleidomastoideus und M. temporalis untersucht. Die schmerzhaft Palpation wurde dabei notiert (Ahlers und Jakstat, 2018; Lehmann *et al.*, 2015; Stelzenmüller, 2004a; Zonnenberg und Mulder, 2006).

### 3.6.2.2 Schmerzskala / Visuelle Analogskala (VAS)

Im weiteren Verlauf der Behandlung sollte der Patient eingrenzen, ob die Beschwerden eine Einschränkung im Alltag darstellen. Diese individuelle Einschränkung der Lebensqualität wurde durch eine Einteilung von „sehr stark“, „stark“, „wenig“ oder „gar nicht“ (vierstufige Likert-Skala) begrenzt (Hohwiller *et al.*, 2020; Joshi *et al.*, 2015). Auf einer visuellen Analogskala konnte der Patient erneut festlegen, welche Intensität er dem Schmerz zuteilte, auch diese Angabe wurde vom Behandler eingetragen (siehe Abbildung 10) (Oesch *et al.*, 2011; Sung und Wu, 2018). Die abgebildete visuelle Analogskala wurde neu von der Doktorandin Alexandra Bex entworfen, beruhend auf der Grundlage von Donna und Connie Baker (Wong-Baker FACES) (Gart, 2018).

## Teil 3: Schmerzskala / Visuelle Analogskala (VAS)

Fühlen Sie sich durch Ihre Beschwerden eingeschränkt?	sehr stark	stark	wenig	gar nicht
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Visuelle Analogskala

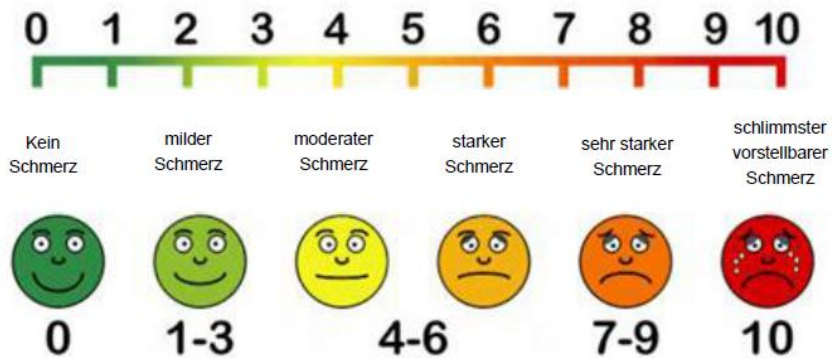


Abbildung 10: Schmerzskala / Visuelle Analogskala (VAS)

Die Intensität konnte von null bis zehn oder in Worten abgewogen werden. Dabei wurde zwischen „kein Schmerz“, „milder Schmerz“, „moderater Schmerz“, „starker Schmerz“, „sehr starker Schmerz“ und „schlimmster vorstellbarer Schmerz“ unterschieden.

## 3.6.2.3 Statische Okklusion

Die statische Okklusion wurde mithilfe von schwarzer Okklusionsfolie im Patientenmund angezeichnet und auf den Dokumentationsbogen übertragen (siehe Abbildung 11). Mithilfe von Shimstockfolie wurde vermerkt, ob die Folie beim Zubeißen hielt, sich durchziehen ließ oder keinen Kontakt hatte. Dies ergab Auskunft darüber, ob Kontakte vorhanden waren und von welcher Stärke. Das Shimstockprotokoll wurde anschließend mit den angezeichneten Okklusionspunkten verglichen. Ergaben sich hierbei augenscheinliche Diskrepanzen, so fand eine erneute Überprüfung statt.

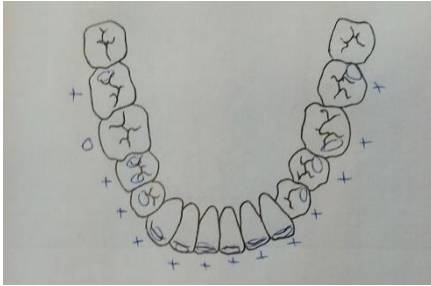


Abbildung 11: Statische Okklusion / Shimstockprotokoll

#### 3.6.2.4 Dynamische Okklusion

Die dynamische Okklusion wurde ebenso mit roter Okklusionsfolie im Patientenmund angezeichnet (siehe Abbildung 12). Zum Anzeichnen wurden dabei die Grenzbewegungen durchgeführt. Diese sind eine maximale Protrusion und Laterotrusionsbewegung. Die Kontakte wurden auf der Arbeits- und Balanceseite angezeichnet und in den Dokumentationsbogen übertragen.

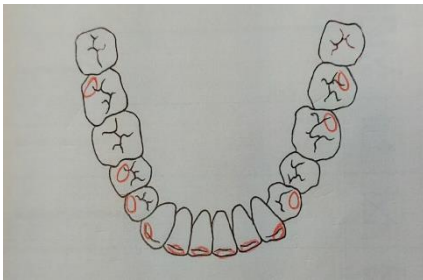


Abbildung 12: Dynamische Okklusion

#### 3.6.2.5 Abformungen und Registrate (Checkliste)

Im Dokumentationsbogen wurden die weiteren Schritte als Hilfestellung wie eine Checkliste abgehakt. Zuerst folgt das Anlegen des elektronischen Gesichtsbogens zebri JM-System (Zebri JMAlyser+, Zebri Medical GmbH, Isny, Germany), wobei die Lage des Oberkiefers zum Schädel erfasst wurde sowie auch weitere funktionelle Parameter (siehe 1.3.1.1.3.1 Gesichtsbogenübertragung).



Zunächst wurde dafür mit der Registrierpaste Regisil PB (DENTSPLY Caulk, Milford, USA) und einem Oberkiefer-Kopplungsloeffel (Zebris Kopplungsloeffel Bissgabel Typ SD mit Gewinde, Schütz Dental GmbH, Rosbach, Germany) (siehe Abbildung 13) eine individuelle Oberkieferattachement-Platte erstellt. Mit Hilfe einer Doppelmisch-Kanüle (Automix-Dispenser) wurde das Vinyl Polysiloxane Plaster auf der Bissgabel adaptiert. Daraufhin wurde der mit Regisil befüllte Löffel an die Oberkieferzahnreihe gehalten, sodass Impressionen im Abformmaterial entstanden (siehe Abbildung 13, Abbildung 14, Abbildung 15). Die Aushärtezeit betrug circa eine Minute.



Abbildung 13: Kopplungsloeffel Bissgabel OK



Abbildung 14: Abformung OK Kopplungsloeffel



Abbildung 15: Regisil PB

Anschließend wurde ein Adapter an die Bissgabel angefügt, der für die Adaptation des Kopplungslöffels am Sensor notwendig ist (siehe Abbildung 16). Der Adapter beinhaltet einen Magnet, über den die Kopplung hergestellt wird.

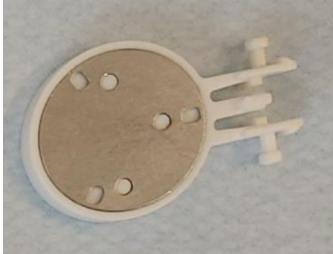


Abbildung 16: Adapter OK Kopplungslöffel

Für den Unterkiefer wurde ebenso ein Kopplungslöffel benötigt (siehe Abbildung 17). Dieses paraokklusale Attachment wurde zunächst an die Unterkieferzahnleiste angebogen und anschließend mit Luxabite (DMG Chemisch-Pharmazeutische Fabrik GmbH, Hamburg, Germany) (siehe Abbildung 18) fixiert.



Abbildung 17: UK Kopplungslöffel



Abbildung 18: Luxabite

Dabei war zu beachten, dass keine Impressionen der Oberkieferzähne im Befestigungsmaterial waren, da diese zu möglichen Beeinträchtigungen der Messung führen können. Dementsprechend wurde Lage und Position des Löffels überprüft und wenn notwendig das Befestigungsmaterial reduziert und der Löffel nochmals angepasst.

Das paraokklusale Attachment blieb während der gesamten Gesichtsbogenübertragung im Mund fixiert.

Der elektronische Gesichtsbogen besteht aus mehreren Komponenten, die im Folgenden aufgeführt werden (siehe Abbildung 19, Abbildung 20, Abbildung 21).



Abbildung 19: JMAlyser



Abbildung 20: Gesichtsbogen

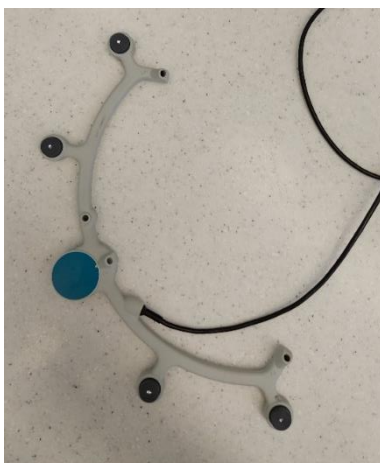


Abbildung 21: Messsensor

Der Gesichtsbogen wurde mithilfe der Glabellastütze und des Gummibandes am Kopf fixiert (siehe 1.3.1.1.3.1 Gesichtsbogenübertragung). Während der Messung sollte dabei der Kopf weder bewegt noch an der Kopfstütze angelehnt werden. Über ein Kabel wurde der Gesichtsbogen, ebenso wie der Messsensor, mit dem JMAlyser verbunden. Über ein Fußpedal (siehe Abbildung 22) ließ sich das Programm am Laptop steuern und so einzelne Messungen starten und beenden.



Abbildung 22: Fußpedal

Nachdem der Gesichtsbogen angelegt war, wurde die entsprechende Patientenakte pseudonymisiert im Computerprogramm erstellt (siehe Abbildung 23).

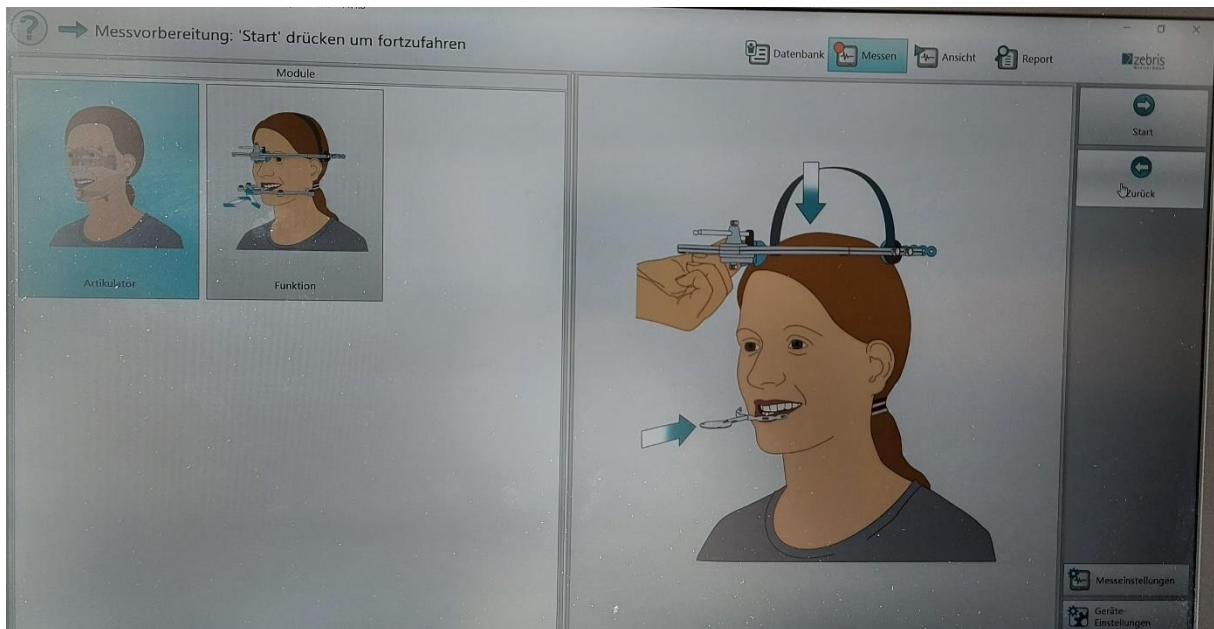


Abbildung 23: Start der Messung

Das Gerät wurde kalibriert und die Messung konnte starten. Mithilfe des Messstifts, der am Sensor fixiert wurde, konnten nacheinander der Tragus der linken und rechten Seite gemessen werden (siehe Abbildung 24, Abbildung 25, Abbildung 26).



Abbildung 24: Messstift für Tragusmessung

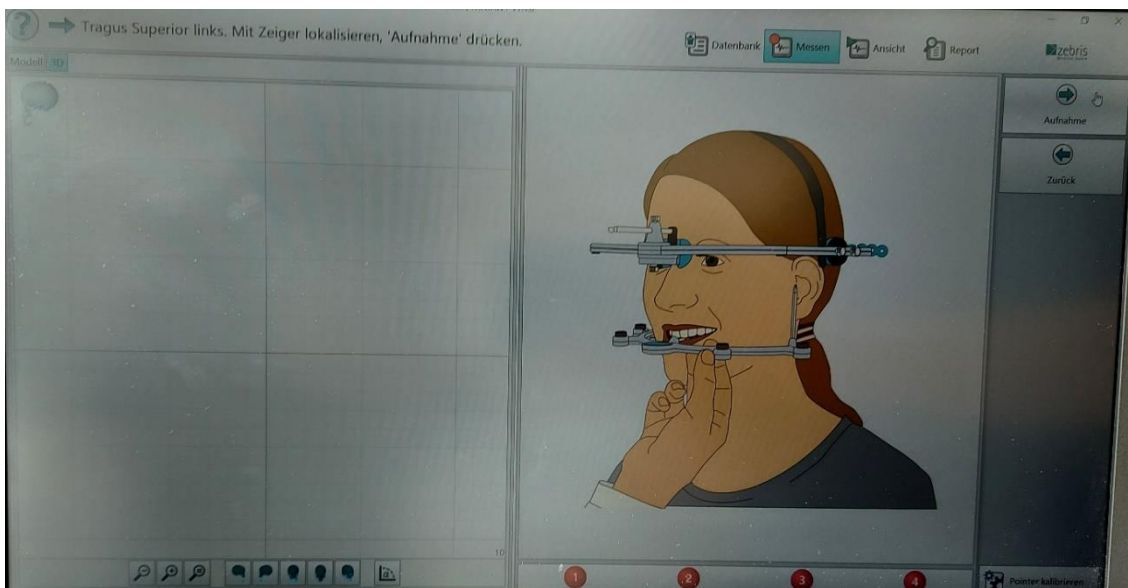


Abbildung 25: Messung Tragus superior Links

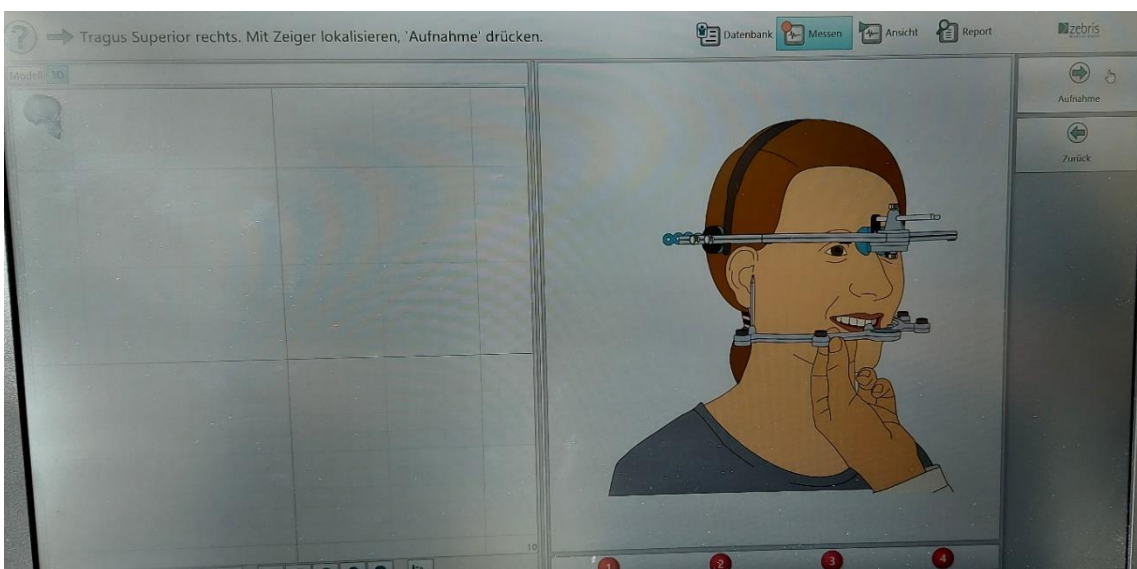


Abbildung 26: Messung Tragus superior Rechts



Daraufhin wurde der Sensor an das paraokklusale Attachment magnetisch gekoppelt. Leichte Öffnungs- und Schließbewegungen konnten aufgezeichnet werden, um die Achse zu bestimmen (siehe Abbildung 27). Dabei wurde der Proband genau instruiert und auf Kommando die Bewegungen durchgeführt. Mittels leichter Führung des Behandlers am Kinn, konnte die Bewegung unterstützt werden.

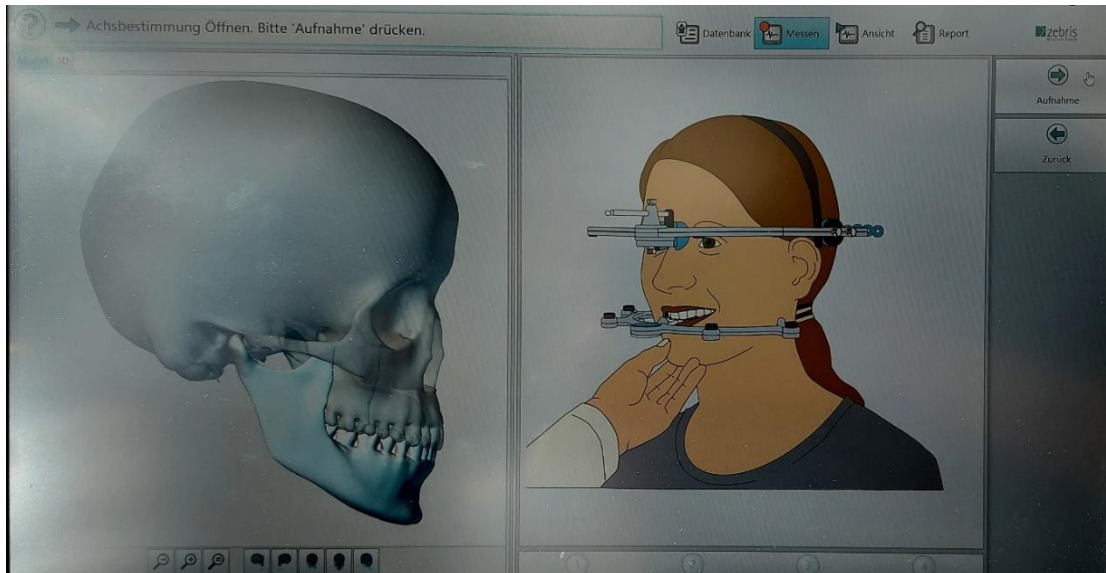


Abbildung 27: Achsbestimmung

Die Überprüfung der bestimmten Achse sowie eine Messung in habitueller Okklusion erfolgten anschließend (siehe Abbildung 28). Die mittelwertige Achse wurde dabei übernommen.

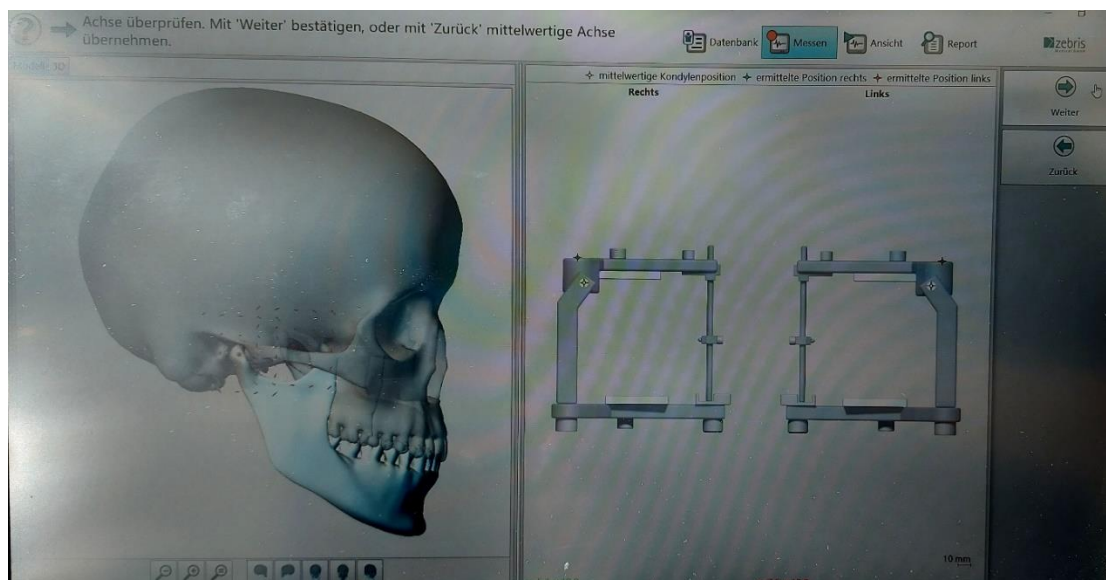


Abbildung 28: Überprüfung der Achse

Als Nächstes wurde der Sensor am Oberkiefer-Kopplungsöffel magnetisch befestigt. Der Proband biss dabei leicht auf zwei Watterollen. So wurde die Achsneigung des Oberkiefers bestimmt, welche ausschlaggebend für die spätere Laborarbeit beim Einartikulieren der Modelle war (siehe Abbildung 29).

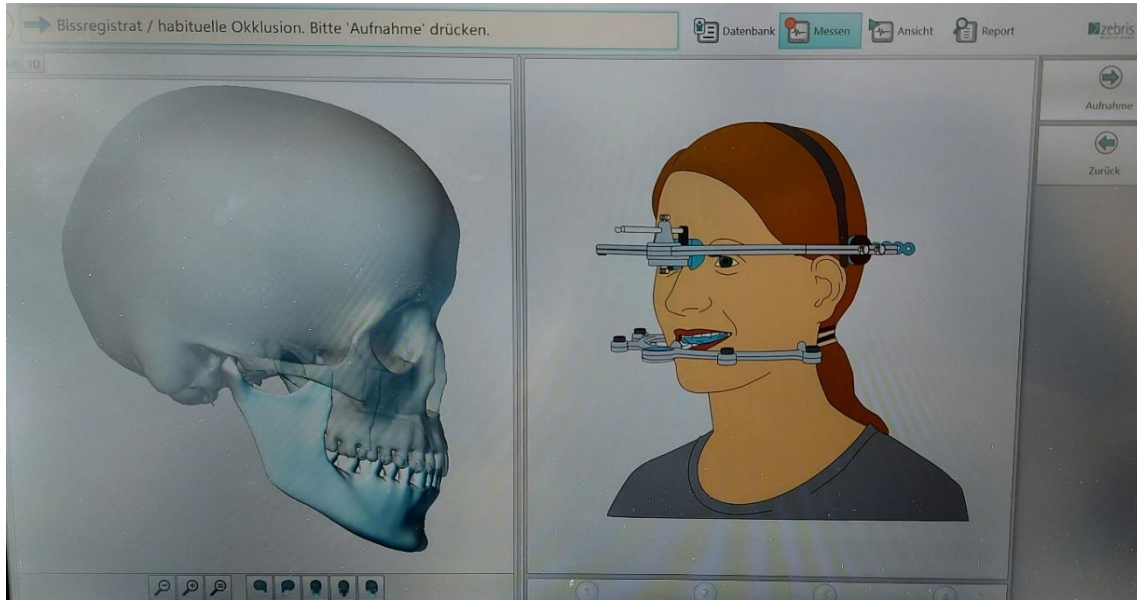


Abbildung 29: Messung mit Bissregistrator

Nach erneuter Kopplung des paraokklusalen Attachments an den Sensor, erfolgte die Messung der habituellen Okklusion (siehe Abbildung 30).

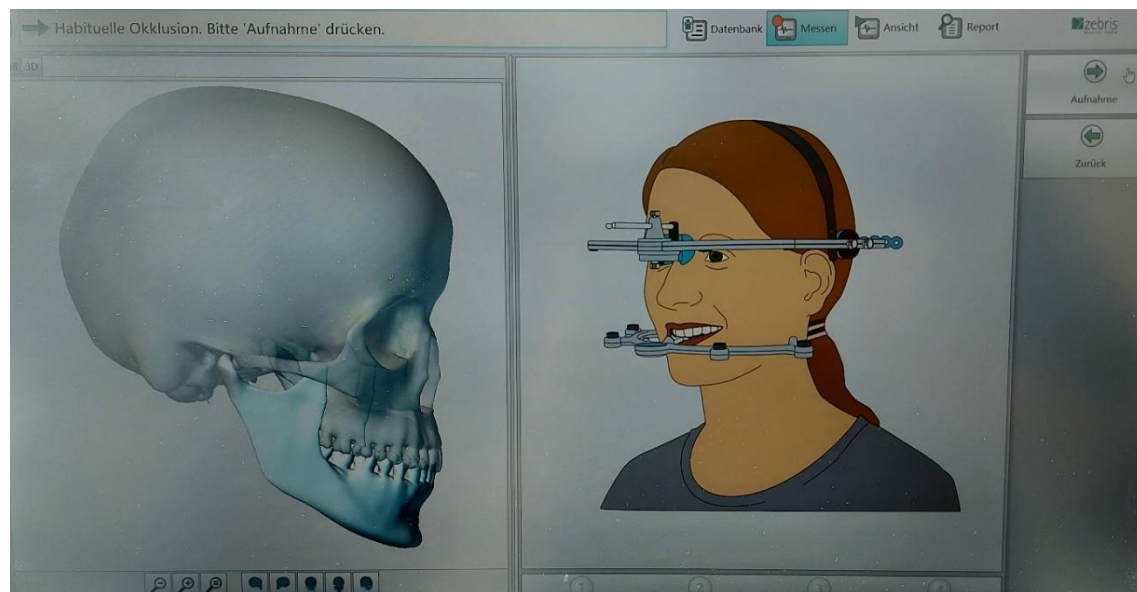


Abbildung 30: Messung Habituelle Okklusion

Daraufhin wurden Funktionsbewegungen aufgezeichnet. Dafür blieb der Sensor an das paraokklusale Attachment gekoppelt. Zunächst erfolgte eine Testbewegung, bei dem der Proband den Unterkiefer unter Zahnkontakt nach vorne, nach links und rechts schieben sollte (siehe Abbildung 31). Diese Bewegungen wurden vor der eigentlichen Messung geübt und mit verbalen Kommandos („nach vorne und zurück“, „nach links und in die Mitte“, „nach rechts und in die Mitte“, „schließen“) unterstützt. Dies wurde auch nonverbal durch eine entsprechende Handbewegung während der Messung verdeutlicht.

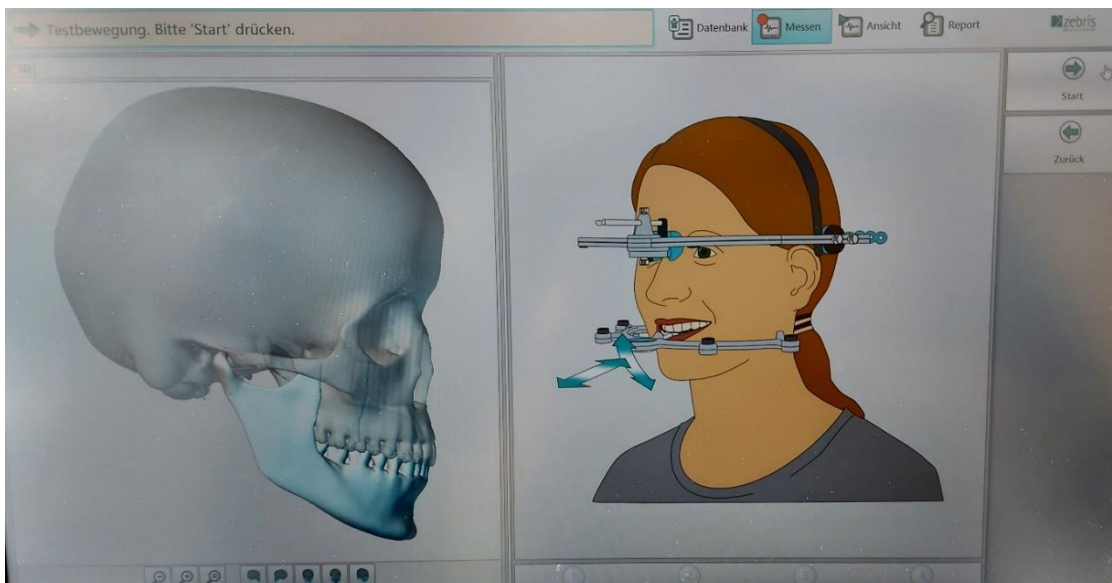


Abbildung 31: Messung Testbewegung

Auf die Testbewegungen folgten die Messungen der Laterotrusionen. Die jeweilige Messung wurde dreimal wiederholt. Ebenso wie die Testbewegung konnte eine verbale und nonverbale Kommunikation mit dem Probanden eine Unterstützung bieten. Zunächst erfolgte die Messung der Laterotrusion links (siehe Abbildung 32).



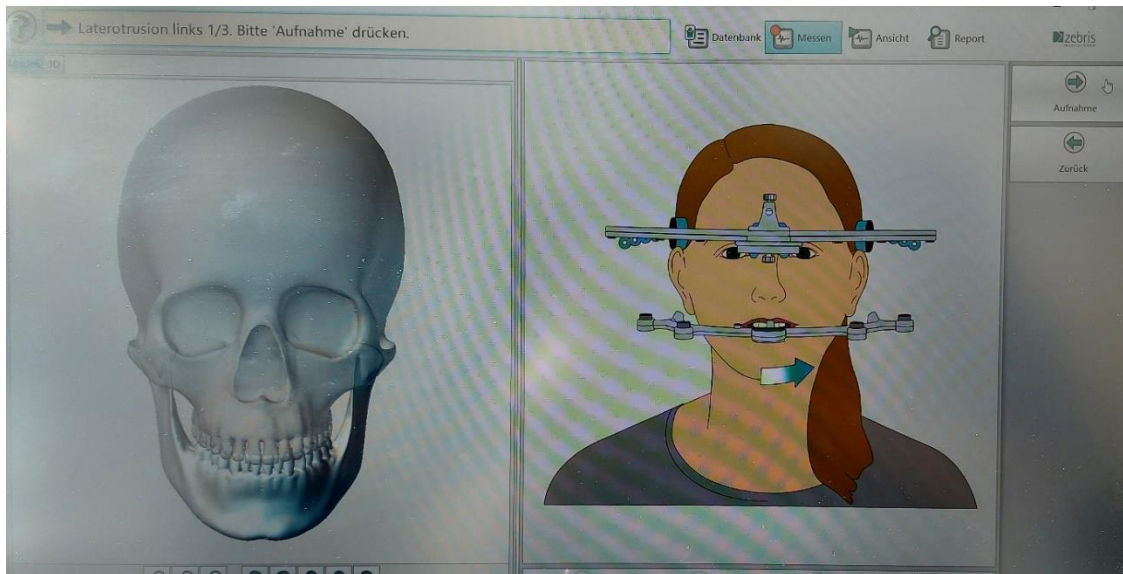


Abbildung 32: Messung Laterotrusion Links

Daraufhin folgte die Messung der Laterotrusion rechts (siehe Abbildung 33).

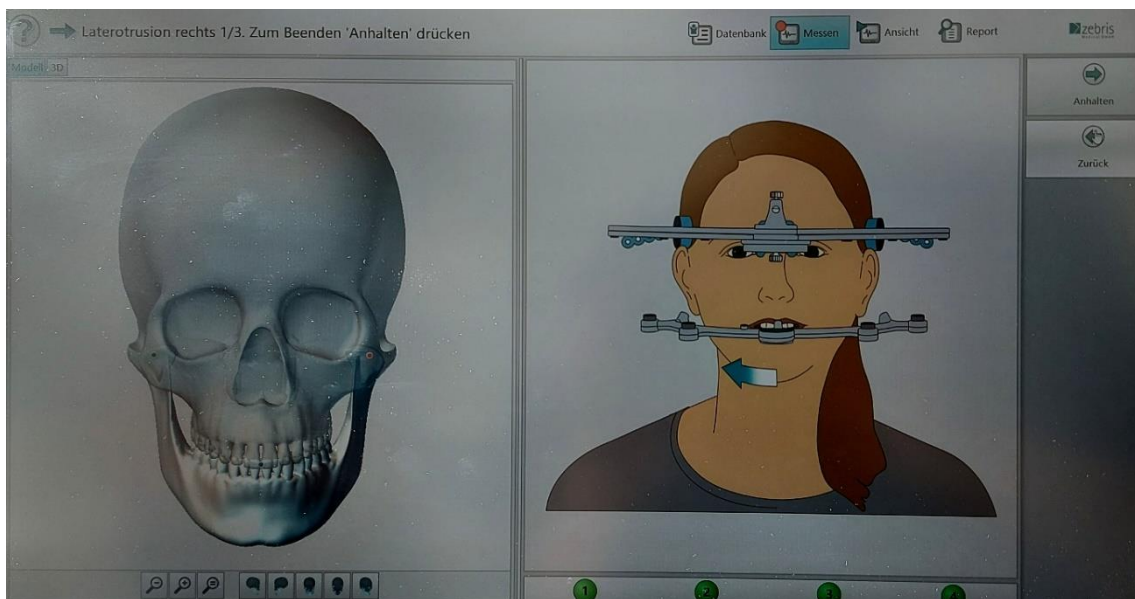


Abbildung 33: Messung Laterotrusion Rechts

Die Protrusionsbahn wurde, ebenso wie die Laterotrusionen, durch eine dreimalige Wiederholung aufgezeichnet (siehe Abbildung 34).

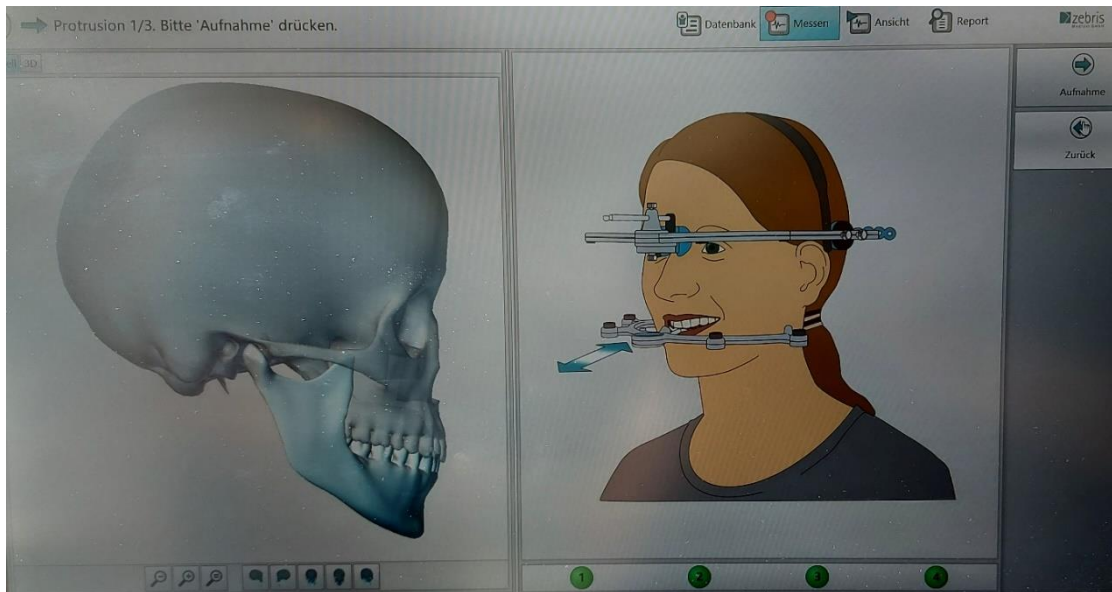


Abbildung 34: Messung Protrusion

Wie auch bei den anderen Messungen wurden die Bewegungen auf die Abbildung des Schädels im Computerprogramm übertragen. Deutlich ist dabei der Vorschub zu betrachten, den der Schädel synchron mit dem Probanden ausführt (siehe Abbildung 35).

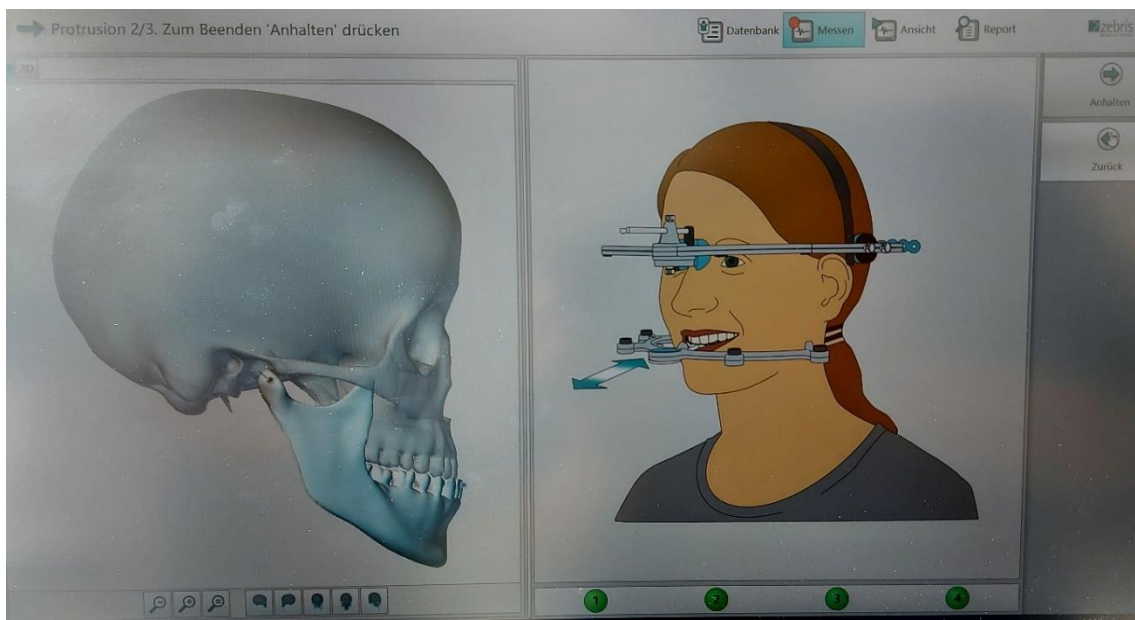


Abbildung 35: Messung Protrusion in Bewegung

Als letzte Funktionsbewegung wurde die dreimal zu wiederholende maximale Mundöffnungsbewegung aufgezeichnet (siehe Abbildung 36).

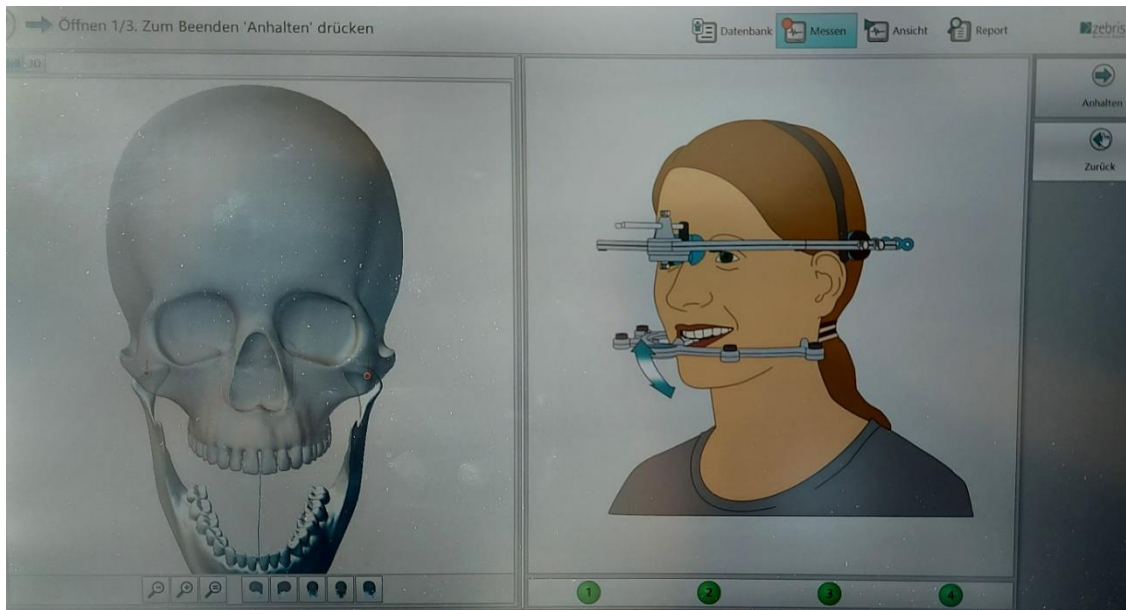


Abbildung 36: Messung Öffnung

Waren die Öffnungsbewegungen abgeschlossen, konnte die Messung beendet werden (siehe Abbildung 37, Abbildung 38, Abbildung 39).

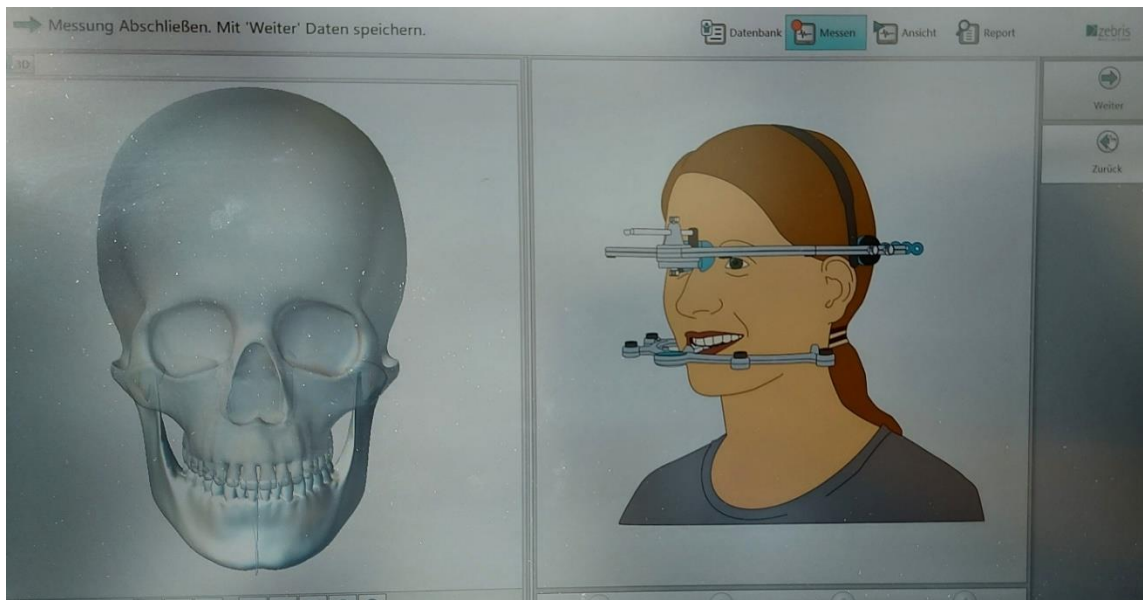


Abbildung 37: Messung beenden





Abbildung 38: Gesichtsbogenübertragung Frontansicht



Abbildung 39: Gesichtsbogenübertragung Seitansicht

Die Messdaten wurden gespeichert und als XML-Datei an den Laborauftrag angehängt (siehe Abbildung 40). In der Ansicht und im Report wurden die erhobenen Messungen veranschaulicht (siehe Abbildung 41, Abbildung 42, Abbildung 43, Abbildung 44).

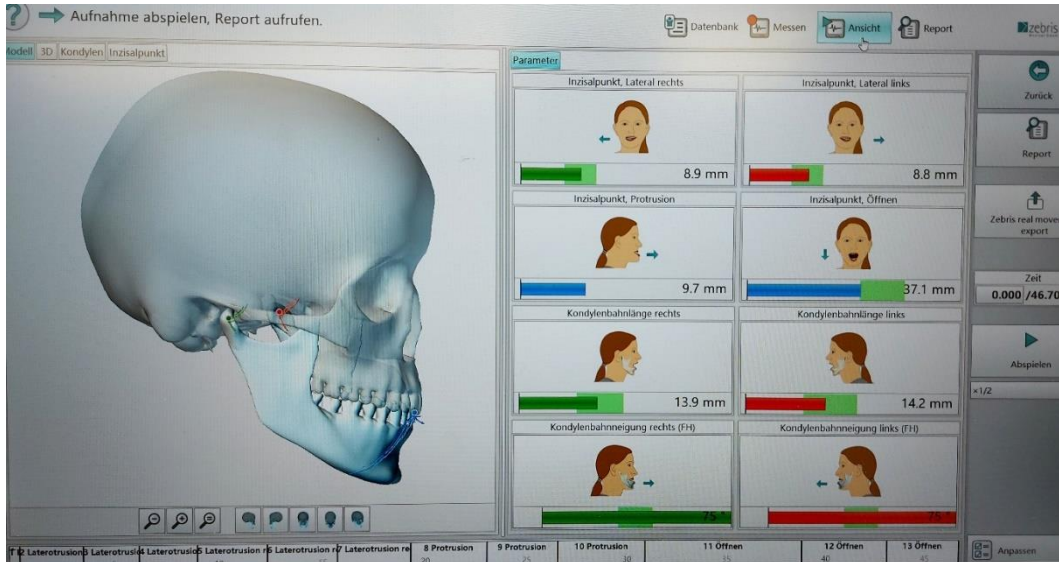


Abbildung 40: Ansicht der Messung, XML-Datei

Sagittale Kondylenbahnneigung, °	L	20,9	60
	R	28,7	60
Bennettwinkel, °	L	14,9	60
	R	6,0	60
Shiftwinkel, °	L	-20,0	60
	R	-20,0	60
ISS, mm	L	0,0	10
	R	0,0	10
Retrusion, mm	L	1,2	10
	R	1,7	10
Fronttellerführung Neigung, °	L	50,0	80
	R	50,0	80
	S	54,2	80

Abbildung 41: Report Artex -1

### Bewegungsspuren

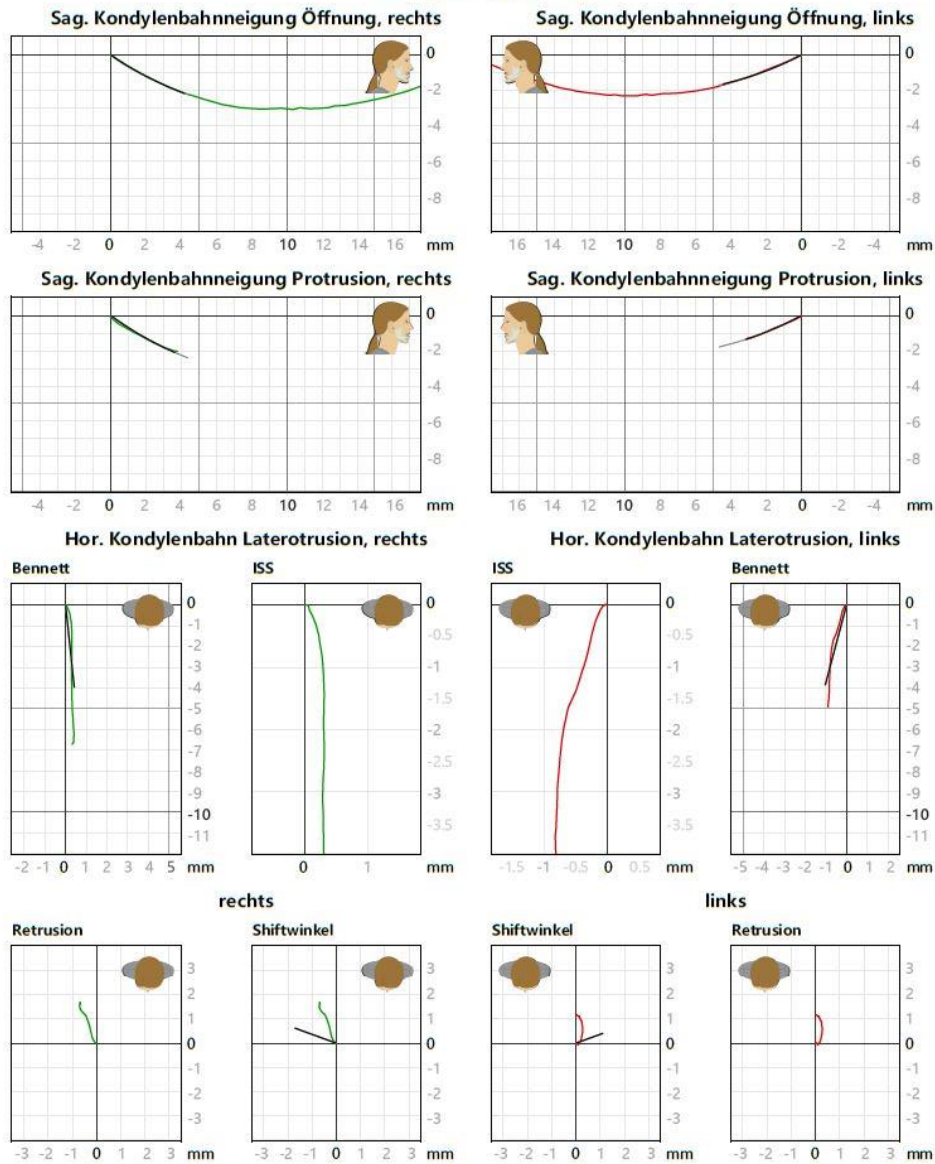


Abbildung 42: Report Artex Bewegungsspuren

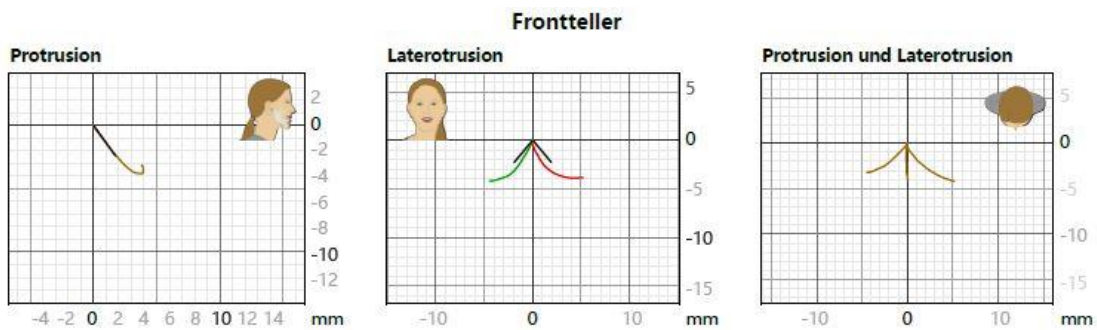


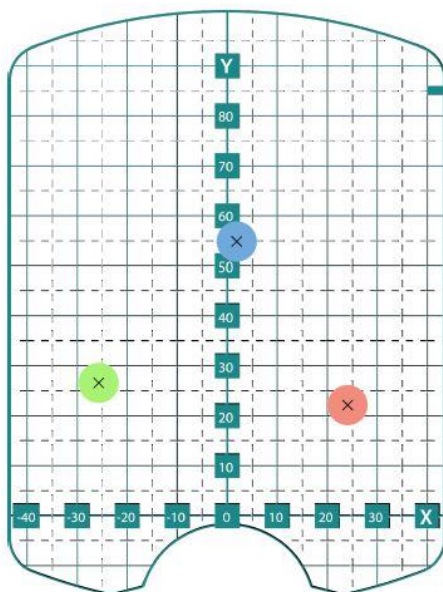
Abbildung 43: Report Artex Fronteller

### Modellübertragung



Referenzbild

Parameter Bissgabel



X	2	24	-26
Y	55	22	27
Schraubenlänge	28	26	26

Abbildung 44: Report Artex Modellübertragung



Nach der Gesichtsbogenübertragung wurde das Zentrikregistrat angefertigt. Je nach Gruppe erfolgte dies über das handgeführte Zentrikregistrat oder das Aqualizer-System (siehe Abbildung 45) (siehe 1.2.2.3.2.2 Handgeführte Kieferrelationsbestimmung (Handbissnahme), 1.2.2.3.2.4 Aqualizer-System). Der Front-Jig erfolgte in beiden Fällen mit GC Compound (GC Bite Compound, GC Corporation, Tokyo, Japan). Bei der Verschlüsselung des Bissregistrats wurde Regisil verwendet (siehe Abbildung 46, Abbildung 47).



Abbildung 45: Aqualizer nach Bausch und Bausch, 2021



Abbildung 46: GC Compound



Abbildung 47: Zentrikregistrat



Anschließend wurde ein Schiefbissregistrat angefertigt (siehe Abbildung 48). Dabei führte der Patient eine Laterotrusion durch, bis auf der Arbeitsseite Höcker-Höcker-Kontakt bestand. Die Position auf der Balanceseite wurde mit dem reversibel-starren Abformmaterial (GC Compound) erfasst.



Abbildung 48: Schiefbissregistrat

Zuletzt erfolgten die Abformungen des Ober- und Unterkiefers. Diese erfolgten zweiphasig und einzeitig mit dem Polyethermaterial Impregum Penta Soft Quick und Impregum Garant Duosoft (Impregum Penta Soft Quick, 3M Deutschland GmbH, Seefeld, Germany / Impregum Garant Duosoft, 3M Deutschland GmbH, Seefeld, Germany), um eine exakte Wiedergabe der okklusalen Verhältnisse zu schaffen (siehe Abbildung 49, Abbildung 50).



Abbildung 49: Impregum Garant

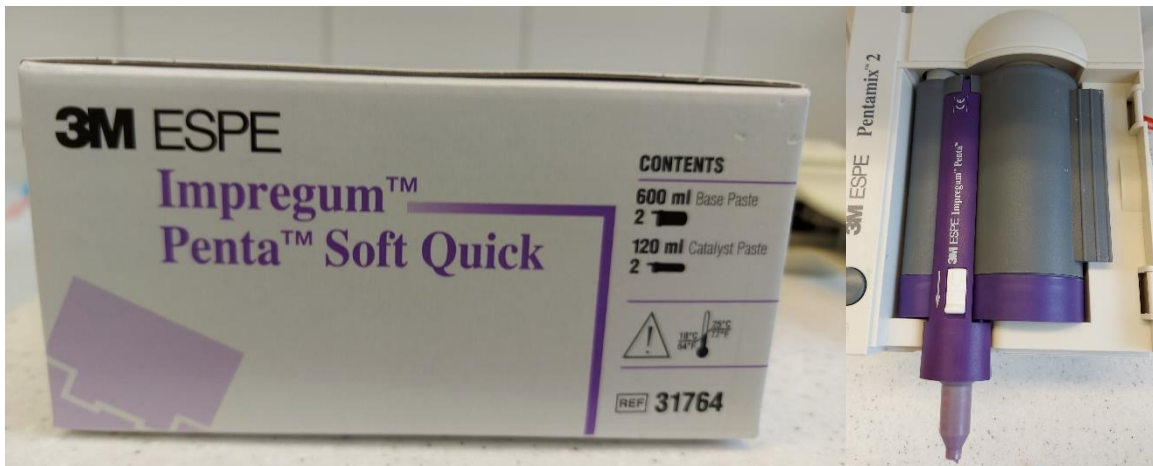


Abbildung 50: Impregum Penta Soft Quick

### 3.6.2.6 Terminvergabe

Nach Beendigung der Arbeitsschritte der Baseline, wurden neue Termine mit dem Probanden vereinbart. Dafür war ein Termin circa eine Woche später zum Eingliedern der Schiene notwendig und zwei weitere Termine, die Kontrolluntersuchungen, nach drei und sechs Monaten.

### 3.6.3 Dokumentationsbogen Labor

Der Dokumentationsbogen Labor (siehe Anhang E: Dokumentationsbogen Labor) galt als Hilfestellung zur Gliederung der Arbeitsschritte. Nach einer Rückstellzeit von einer Stunde konnten die Impregum-Abdrücke ausgegossen werden. Es wurden jeweils zwei Ober- und Unterkiefermodelle aus Superhartgips erstellt (siehe Abbildung 51, Abbildung 52, Abbildung 53). Die Modelle wurden jeweils gesockelt, getrimmt und gefräst. Die entsprechende Nummer der pseudonymisierten Probanden wurde in die Modelle graviert.



Abbildung 51: Modellherstellung-1

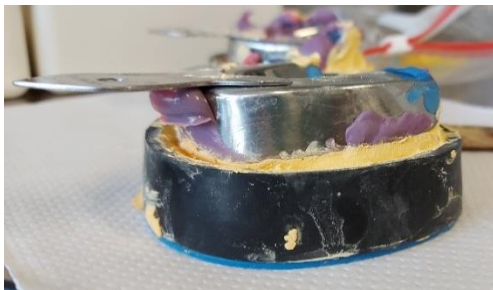


Abbildung 52: Modellherstellung-2



Abbildung 53: Getrimmtes, gefrästes Modell

Der Oberkiefer wurde mit Hilfe der elektronischen Gesichtsbogenübertragung schädelbezüglich einartikuliert (Artex AR Girrbach/Amann) (siehe Abbildung 54, Abbildung 55, Abbildung 56, Abbildung 57). Hierfür war die Schaubilddarstellung des Reports notwendig sowie eine Artikulator-Attachment-Platte. Die Bissgabel wurde mithilfe von drei magnetischen Schraubstiften in die entsprechenden Gewinde eingebracht. Die Länge der Stifte wurde aus dem Report entnommen sowie auch die Position der drei Magnete auf der Artikulator-Attachment-Platte.



Abbildung 54: Positionierung der Bissgabel

So ließ sich der Oberkiefer nach exakt gemessenen Parametern wahrheitsgemäß in den Artikulator übertragen.

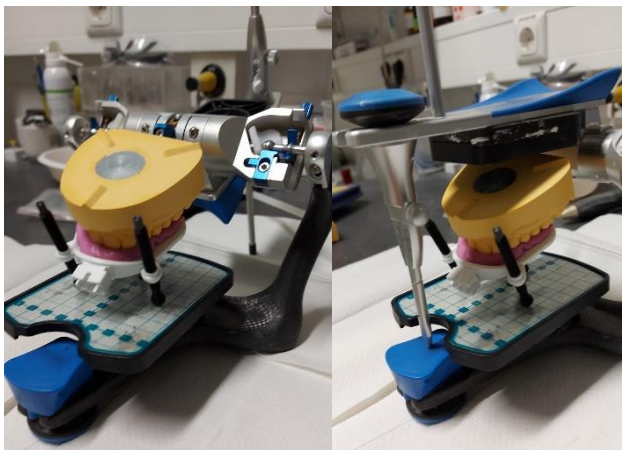


Abbildung 55: Einartikulieren Oberkiefer - 1



Abbildung 56: Einartikulieren Oberkiefer - 2





Studien zufolge ist die CAD/CAM gefertigte Aufbissschiene erfolgsversprechender als traditionelle Schienen. Die moderne Herstellungsart ist ressourcenschonender, umweltfreundlicher, schneller und einfacher von der Herstellungshandhabung und bringt zudem ästhetische Vorteile in der Gestaltung des okklusalen Reliefs (Wang *et al.*, 2019). Das Material der Aufbissschiene hat eine PMMA-Basis und ist thermoaktiv flexibel. Laut Studienlage ist eine weichere Aufbissschiene, im Vergleich zu einer konventionell harten Schiene, effektiver bei der Linderung von CMD-Symptomen (Seifeldin und Elhayes, 2015). Die Gipsmodelle wurden jeweils einzeln mit der CAD design Software eingescannt (siehe Abbildung 60).



Abbildung 60: Scannen der Gipsmodelle

Durch den Datensatz der funktionsanalytischen Messungen wurde die genaue Lage des Oberkiefermodells im Programm rekonstruiert und virtuell alle Funktionsbewegungen durchgeführt (siehe Abbildung 61, Abbildung 62).

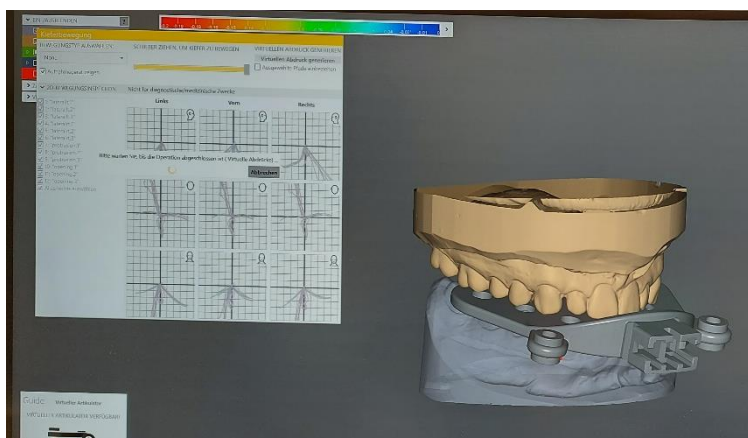


Abbildung 61: Virtuelle Rekonstruktion der Funktionsbewegungen - 1

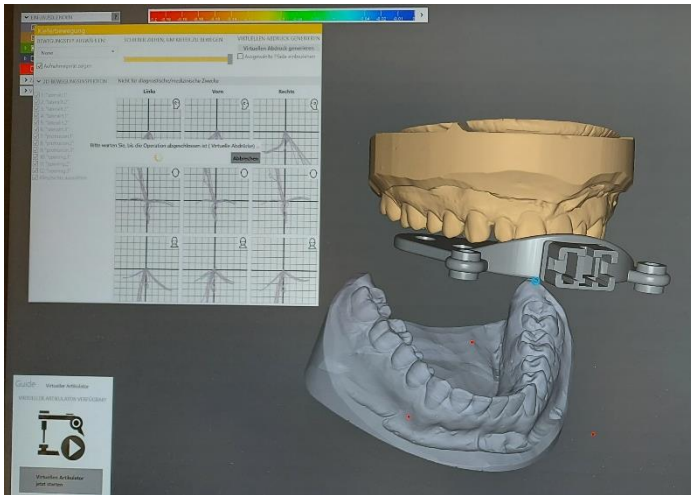


Abbildung 62: Virtuelle Rekonstruktion der Funktionsbewegungen - 2

Daraufhin wurde die Schiene designed und konnte mit entsprechenden Tools noch individuell angepasst werden (siehe Abbildung 63, Abbildung 64). Es erfolgte eine Positionierung der Schiene mit Stützstrukturen, die nach dem Fräsvorgang von Hand verschliffen wurden.



Abbildung 63: Design der Schiene im Oberkiefer

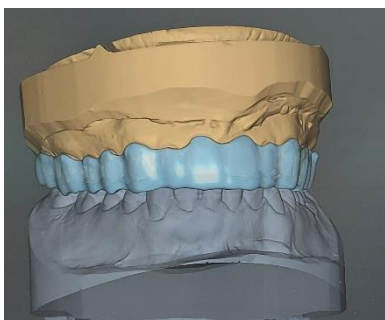


Abbildung 64: Virtuelle Darstellung der Schiene

In der Fräsmaschine (Tizian Cut 5.2 plus Schütz Dental Group) wurde der Clearsplint eingesetzt und der Herstellungsprozess gestartet. Nach circa einer Stunde war die Schiene fertiggestellt und wurde im Artikulator überprüft, adaptiert und poliert (siehe Abbildung 65, Abbildung 66, Abbildung 67, Abbildung 68).



Abbildung 65: Positionierung im Clearsplint

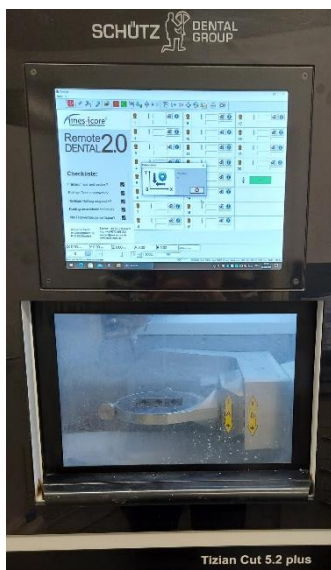


Abbildung 66: Fräsmaschine



Abbildung 67: Start des Fräsvorgangs



Abbildung 68: Eingesetzter Clearsplint



### 3.6.4 Einsetzen der Schiene

Beim zweiten Termin wurde die Schiene dem Probanden ausgehändigt und eingegliedert. Im Dokumentationsbogen (siehe Anhang E: Dokumentationsbogen Labor) wurde vermerkt, ob eine Anpassung der Schiene notwendig war. Durch die Auswahl von „keine“, „sehr wenig“, „wenig“, „viel“ und „sehr viel“ konnte so die Anpassung der Okklusion festgehalten werden. Bei der Einprobe wurden die Kontaktpunkte auf der Schiene mit Okklusionsfolie überprüft. Waren diese nicht gleichmäßig verteilt, oder empfand der Patient einen Frühkontakt als störend, so wurden diese mit einem Handstück und einer Fräse verschliffen (siehe Abbildung 69, Abbildung 70). Der Aufbiss auf die Schiene sollte gleichmäßig und ausgewogen sein. Mit dem Probanden wurde das Handling mit der Schiene besprochen. Unter anderem wurde hierbei die Empfehlung ausgesprochen, heißes Wasser über die Schiene laufen zu lassen, um das Eingliedern zu erleichtern und somit den Comfort beim Einsetzen der Schiene zu erhöhen. Das Einsetzen der Schiene wurde vom Probanden geübt. Die Tragezeit sollte täglich nachts erfolgen. Dabei wurde der Proband angehalten, die Schiene an mehr als fünf Tagen in der Woche, bestmöglich an jedem Tag, zu tragen. Für eine adäquate Hygiene der Aufbisschiene, wurde zudem das Reinigen mit Zahnbürste und Spülmittel empfohlen. Der Verzicht auf Zahnpasta wurde hierbei betont, um Abrasionen an der Schiene aufgrund von Schleifmitteln in der Zahnpasta und damit einhergehendem Qualitätsverlust, zu vermeiden (Ganss *et al.*, 2013). Alternativ konnten Reinigungstabletten für Zahnspangen oder Prothesen beim Reinigen zum Einsatz kommen. Waren noch keine weiteren Termine geplant, wurden diese vereinbart. Vorstellig wurde der Proband nach drei Monaten zum ersten Kontrolltermin. Bei Beschwerden konnten jederzeit Termine vereinbart werden.



Abbildung 69: Handstück mit Fräse



Abbildung 70: fertige Schiene

### **3.6.5 Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten**

Nach drei Monaten kam der Proband zum ersten Kontrolltermin. Im Dokumentationsbogen „Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten“ wurden die Ergebnisse der Untersuchung festgehalten (siehe Anhang F: Dokumentationsbogen Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten). Die Untersuchungen bei den Kontrollterminen wurden, in Bezug auf den Typ der Zentrikregistrierung, verblindet durchgeführt.

#### **3.6.5.1 Allgemeines**

Zunächst wurden dem Probanden vier Fragen gestellt, um allgemein abzuklären, wie er mit dem Handling der Schiene zurechtkam. Die erste Frage zielte auf die Regelmäßigkeit des Tragens ab, das mit mehr als fünf Tagen als solches anzusehen war. Wenn der Proband die Schiene nicht zu den ausgemachten Zeiten trug, wurde der Grund angegeben. Eine wichtige Frage umfasste die Veränderung der Beschwerden. Hierbei wurden Unterschiede dokumentiert. Des Weiteren wurde abgefragt, ob dem Probanden Veränderungen aufgefallen waren, seitdem die Schiene getragen wurde. Auch diese wurden dokumentiert. Zuletzt wurde abgefragt, ob Störkontakte beim Zusammenbeißen zu bemerken waren und wenn ja, in welcher Form.

#### **3.6.5.2 Klinische Funktionsuntersuchung**

Die klinische Funktionsuntersuchung (siehe 3.6.2.1 Klinische Funktionsuntersuchung) verlief identisch zur ersten Behandlung und wurde mithilfe eines Ja/Nein-Kurzbefundes untersucht und dokumentiert.

#### **3.6.5.3 Schmerzskala / Visuelle Analogskala (VAS)**

Ebenfalls identisch zur ersten Untersuchung wurde die Einschränkung der Lebensqualität und Schmerzintensität abgefragt (siehe 3.6.2.2 Schmerzskala / Visuelle Analogskala (VAS)).

#### 3.6.5.4 Anpassung der Aufbissschiene

Lagen Störkontakte vor, wurde die Schiene angepasst und dies zusätzlich im Dokumentationsbogen vermerkt. Dafür wurden erneut, mit Hilfe von Okklusionsfolie, die Kontakte der Schiene angezeichnet und so lange mit einer Fräse reduziert, bis der Störkontakt beseitigt worden war.

#### 3.6.6 Kontrolluntersuchung nach 6 Monaten

Nach sechs Monaten kam der Proband zum zweiten und letzten Kontrolltermin. Im Dokumentationsbogen „Kontrolluntersuchung nach 6 Monaten“ wurden die Ergebnisse der Untersuchung festgehalten (siehe Anhang G: Dokumentationsbogen Kontrolluntersuchung nach 6 Monaten). Dieser Dokumentationsbogen ist äquivalent zum Bogen der „Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten“ (siehe 3.6.5 Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten).

#### 3.6.7 Patientenzufriedenheit

Bei der letzten Sitzung wurde dem Patienten ein Bogen ausgeteilt, um seine Zufriedenheit über die Studie und den Umgang mit der Aufbissschiene zu evaluieren (siehe Anhang H: Patientenzufriedenheit Gruppe A; Anhang I: Patientenzufriedenheit Gruppe B). Der Bogen setzte sich zunächst aus sechs allgemeinen Fragen zusammen, die jeweils durch das Ankreuzen des zutreffenden Feldes („Stimme nicht zu“, „Stimme eher nicht zu“, „Stimme eher zu“, „Stimme zu“) beantwortet werden konnten: 1) Ich war mit der Behandlung sehr zufrieden., 2) Meine Erwartungen an die Behandlung wurden erfüllt., 3) Ich konnte eine Verbesserung der Beschwerden feststellen., 4) Ich habe mich an die vereinbarten Therapieziele (Tragen der Schiene) gehalten., 5) Ich hatte keine Probleme mit dem Tragen der Aufbissschiene., 6) Ich würde eine solche Therapieform weiterempfehlen. Die Antwortmöglichkeiten bezogen sich auf das Konzept einer Likert-Skala, bei der die einzelnen Items so gewählt wurden, dass ein möglichst gültiges Ergebnis entstand und die Probanden immer wertend antworten mussten (Hohwiler *et al.*, 2020). Je nach Gruppeneinteilung in A oder B, gab es bei Gruppe A noch zwei spezifische Fragen, die auf das Handling mit dem Aqualizer abzielten. Diese Fragen bezogen sich darauf, ob der Aqualizer als angenehm zu bezeichnen war und den Patienten auf das Tragen der Aufbissschiene vorbereitet hatte. Zuletzt konnten

zwei offene Fragen beantwortet werden. Dabei sollte der Patient vermerken, wie oft er die Aufbissschiene getragen hatte und wenn es Probleme mit der Schiene gab, welcher Art diese entsprachen.

Bei den allgemeinen Fragen wurde absichtlich eine starke Aussage getroffen, damit der Proband definitiv wertend antwortete. So konnte durch die vier vorgegebenen Antwortmöglichkeiten keine neutrale Haltung erfolgen.

### **3.6.8 Modellanalyse**

Die habituellen und zentrischen Kontakte auf den Gipsmodellen wurden im Artikulator gezählt und Mittelwerte wurden für einen späteren Vergleich berechnet. Ebenso wurde die Art und die Änderung der Führung zwischen den verschiedenen Kontaktpositionen verglichen.

## 4 Auswertung und Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Studie und deren Auswertung präsentiert.

### 4.1 Patientenkollektiv

Das Patientenkollektiv der Studie bestand aus 40 Probanden (weiblich n=29; männlich n=11; siehe Abbildung 71), im Alter von 20 bis 63 Jahren (Mittelwert: 27,5 Jahre; siehe Abbildung 72, Abbildung 73). Es kam zu keinem Ausschluss.

		Geschlecht			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Männlich	11	27,5	27,5	27,5
	Weiblich	29	72,5	72,5	100,0
	Gesamt	40	100,0	100,0	

Abbildung 71: Geschlechterverteilung

Statistiken		
Alter in Jahren		
N	Gültig	40
	Fehlend	0
Mittelwert		27,48
Median		24,00
Std.-Abweichung		9,514
Varianz		90,512
Perzentile	25	23,00
	50	24,00
	75	28,00

		Alter in Jahren			
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	20	1	2,5	2,5	2,5
	22	2	5,0	5,0	7,5
	23	14	35,0	35,0	42,5
	24	8	20,0	20,0	62,5
	25	1	2,5	2,5	65,0
	26	1	2,5	2,5	67,5
	27	2	5,0	5,0	72,5
	28	2	5,0	5,0	77,5
	29	2	5,0	5,0	82,5
	30	2	5,0	5,0	87,5
	32	1	2,5	2,5	90,0
	34	1	2,5	2,5	92,5
	56	1	2,5	2,5	95,0
	57	1	2,5	2,5	97,5
	63	1	2,5	2,5	100,0
	Gesamt		40	100,0	100,0

Abbildung 72: Altersangaben

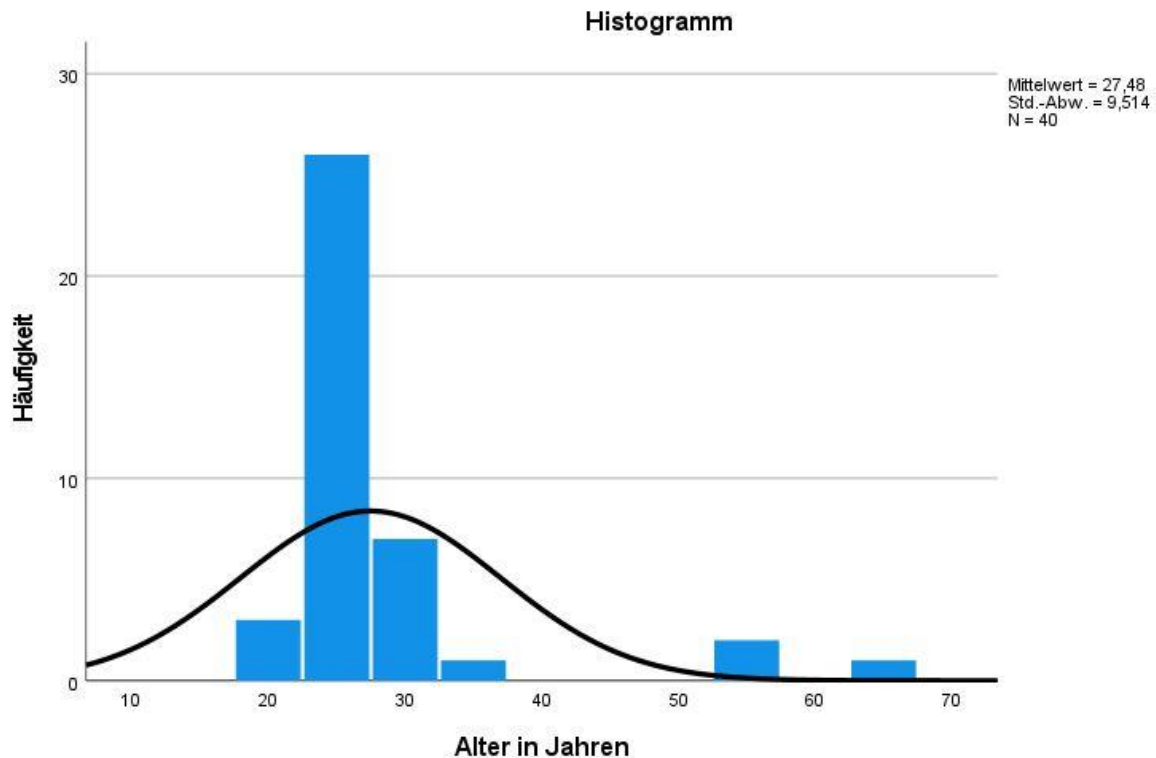


Abbildung 73: Altersverteilung

Im Screening ergab sich folgende Verteilung der Beschwerden: 85% (n=34) beschrieben, dass sie knirschen würden und 85% (n=34) vermerkten ein Pressen. Schliffacetten wurden von 80% (n=32) der Probanden bemerkt. Kopf- und Nackenschmerzen traten gehäuft bei 57,5% (n=23) auf. Über ein Knacken / Knirschen im Kiefergelenk klagten 70% (n=28) der Probanden, wobei 52,5% (n=21) Schmerzen im Kiefergelenk angaben. Schmerzen in der Muskulatur wurden von 80% (n=32) der Probanden genannt. Eine Bewegungseinschränkung lag nur bei 22,5% (n=9) vor sowie eine Funktionseinschränkung lediglich bei 10% (n=4) des Kollektivs (siehe Abbildung 74).

Dabei lässt sich eine deutlich vermehrte Angabe in Bezug auf Knirschen, Pressen, Schliffacetten, Knacken und Knirschen im Kiefergelenk sowie Schmerzen der Muskulatur angeben. 35% (n=14) des Patientenkollektivs nannten fünf Kriterien. Jeweils acht und neun Kriterien wurden lediglich von 5% (n=2) angegeben (siehe Abbildung 75).

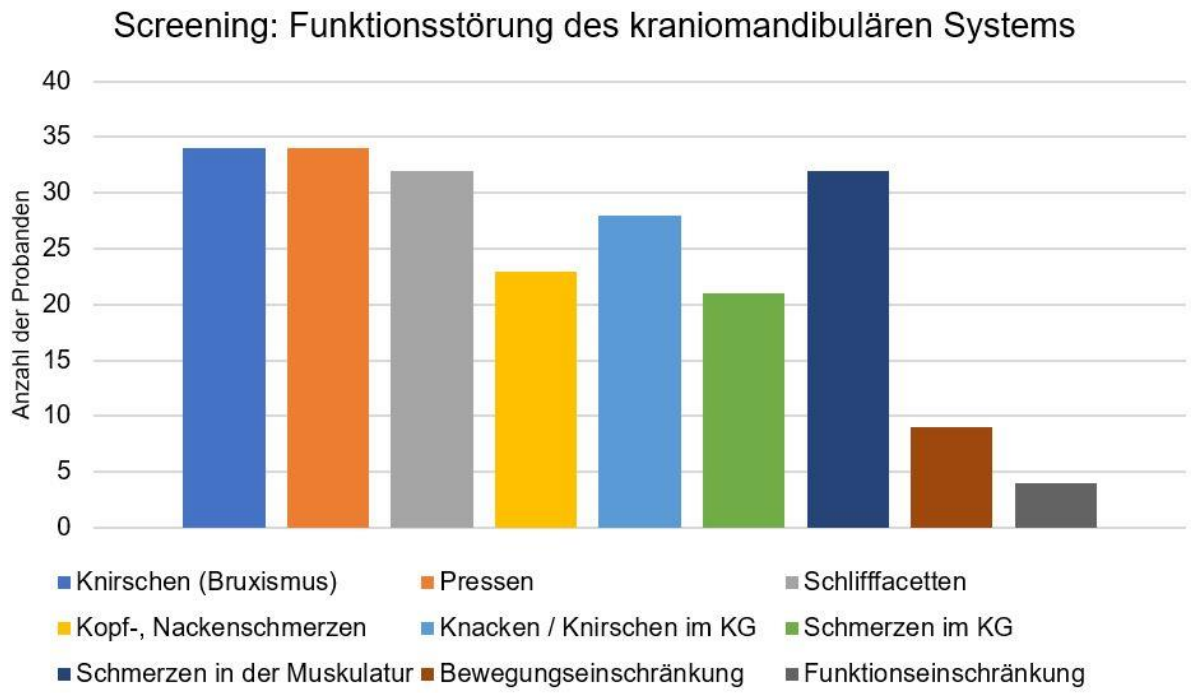


Abbildung 74: Auswertung Screening

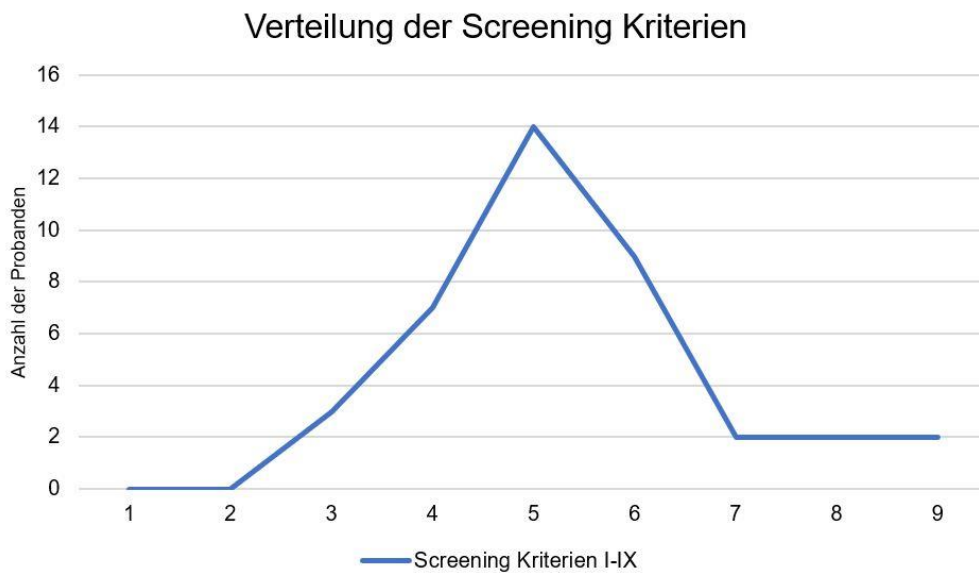


Abbildung 75: Verteilung der Screening Kriterien

## 4.2 Zeitraum

Die Gesamtdauer der Studie wurde mit zwölf Monaten veranschlagt. Darin waren alle Vorbereitungen, Patientenaquirierung und Nachkontrollen mit inbegriffen. Die reine Studiendauer für die Probanden belief sich auf etwa sechs Monate, in denen sie zu vier Terminen in der Zahnklinik erschienen. Das Patientenscreening umfasste einen Zeitraum von Juni bis Dezember 2020.

## 4.3 Erfolg / Misserfolg

Zur Definition eines Erfolgs oder Misserfolgs wird bei der Auswertung mit einem Punktesystem gearbeitet. Dabei werden ähnliche Aspekte, die sich auch in anderen Studien wiederfinden, untersucht und ausgewertet (Seifeldin und Elhayes, 2015).

Als Erfolg zählt eine Stagnation, eine positive Entwicklung im Skalensystem (z.B.: VAS), ausbleibende Gelenkgeräusche oder Schmerzlosigkeit bei Palpation.

Ein Misserfolg wird somit analog als eine negative Entwicklung im Skalensystem definiert.

In Bezug darauf war jede Schienentherapie erfolgreich und es kam in keinem Fall zu einer Verschlechterung der vorherrschenden Situation.

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse des gesamten Studienkollektivs erläutert. Im weiteren Verlauf werden dann Vergleiche innerhalb und zwischen den Gruppen zu den verschiedenen Zeitpunkten gezogen.

### 4.3.1 Allgemeines

Das gemeinsame Ziel von Probanden und Behandler war das regelmäßige Tragen der Schiene. Nach drei sowie nach sechs Monaten hielten sich alle Probanden an das Ziel und es kam zu keinem Ausschluss.

17 der 40 Probanden (42,5%; n=17) bemerkten eine Veränderung der Beschwerden. Diese äußerten sich vor allem in einer Schmerzlinderung, Entspannung der Muskulatur und fehlenden Gelenkgeräuschen. Bei den sonstigen Veränderungen, die den Probanden seit dem Tragen der Schiene auffielen, wurden als negativer Aspekt die Mundtrockenheit angegeben, was einen Prozentsatz von 10% (n=4) ausmacht. Als positiver



Aspekt wurde ein Ausbleiben von Migräneattacken (5%; n=2) sowie weniger Schlafstörungen (7,5%; n=3) angegeben.

#### 4.3.2 Anpassung der Schiene

Beim Einsetzen wurde die Passung sowie die Okklusion der Schiene überprüft. Dabei wurde in fünf Kategorien zwischen „keine“, „sehr wenig“, „wenig“, „viel“ und „sehr viel“ unterschieden. Dabei war bei 12,5% (n=5) „keine“, bei 62,5% (n=25) „sehr wenig“, bei 25% (n=10) „wenig“ und bei keinem Probanden „viel“ (n=0) oder „sehr viel“ (n=0) Anpassung notwendig.

Nach drei Monaten wurde ebenso abgefragt, ob Störkontakte beim Aufbiss auf die Schiene vorhanden waren. Dabei erfolgte bei 20% (n=8) eine Anpassung der Schiene, die einen Störkontakt im Frontzahnbereich angaben. Nach sechs Monaten lediglich eine Anpassung bei 7,5% (n=3). Zur Veranschaulichung wurden die Werte in einem Diagramm (siehe Abbildung 76) dargestellt.

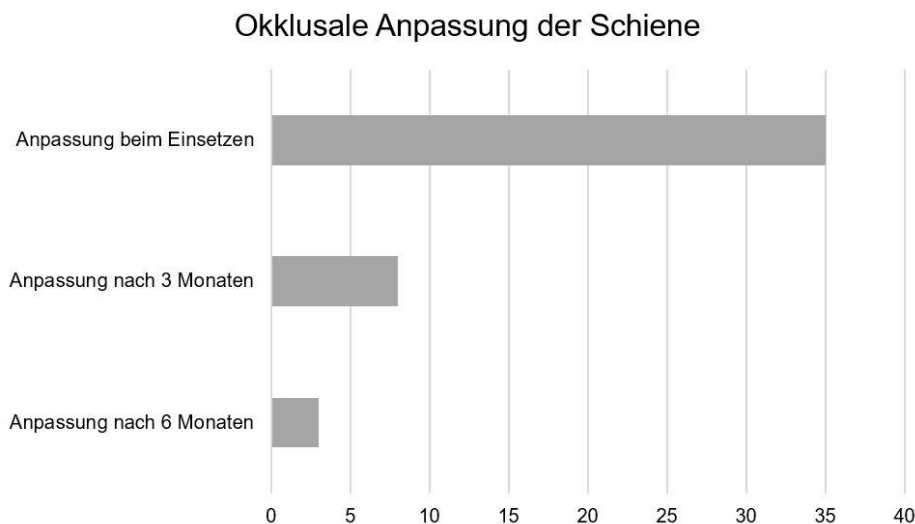


Abbildung 76: Okklusale Anpassung der Schiene

#### 4.3.3 Veränderung der Mundöffnung

Bei der ersten Untersuchung wurde die Asymmetrie sowie die eingeschränkte Mundöffnung dokumentiert. Bei dem Großteil der Probanden lag eine asymmetrische Mundöffnung im Sinne einer Deflexion nach links vor (47,5%; n=19). Eine Deflexion nach

rechts wiesen nur 7,5% (n=3) auf, eine Deviation nach rechts lediglich 5% (n=2). Keiner der Probanden hatte eine Deviation nach links. Eine symmetrische Mundöffnung lag bei 40% (n=16) vor. Nach drei Monaten konnte bei 45% (n=18) aller Probanden eine Deflexion nach links festgestellt werden. Bei den restlichen Werten kam es zu keiner Veränderung. Nach sechs Monaten sank der Wert der Deflexion nach links auf einen Prozentsatz von 40% (n=16), der Wert der Deviation nach rechts auf 2,5% (n=1). Der Wert der Deflexion nach rechts stagnierte. Das nachfolgende Diagramm veranschaulicht diese Werte (siehe Abbildung 77).

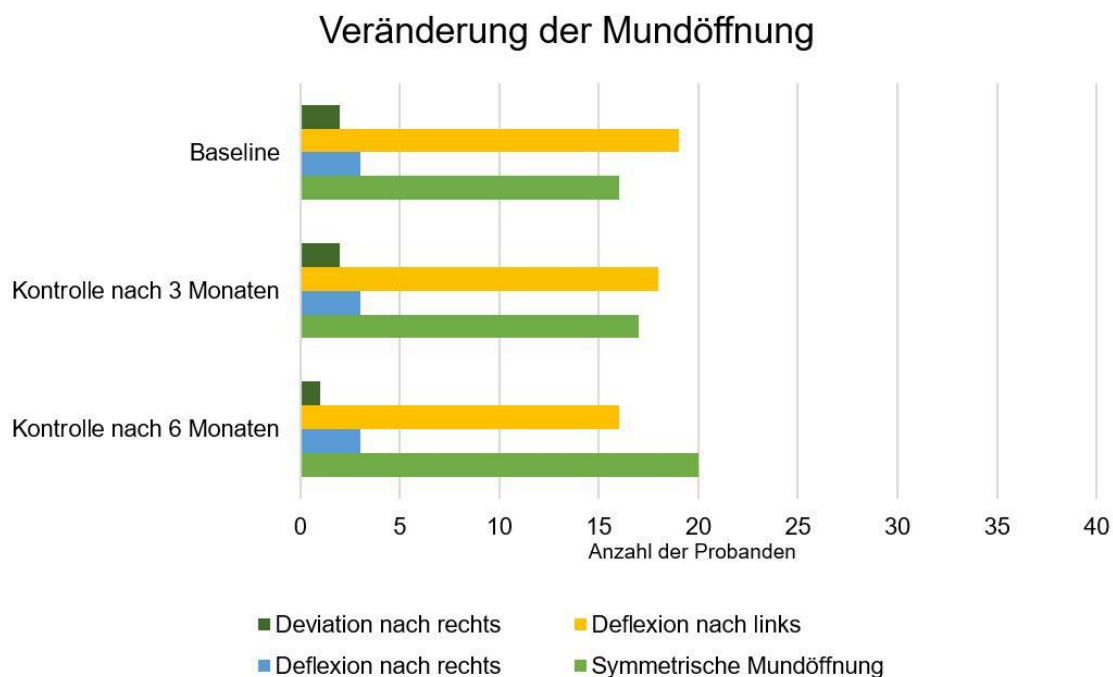


Abbildung 77: Veränderung der Mundöffnung

Bei 5% (n=2) der Probanden lag eine eingeschränkte Mundöffnung mit 30mm beziehungsweise 35mm vor. Nach drei sowie nach sechs Monaten stagnierte dieser Wert.

#### 4.3.4 Gelenkgeräusche

In allen Untersuchungen wurden die Gelenkgeräusche durch Palpation sowie Akustik erfasst. Dabei wurde lediglich unterschieden, ob ein Knacken und / oder Knirschen vorlag und mit einer Ja/Nein-Abfrage erfasst. Ob das Knacken und / oder Knirschen ein- oder beidseitig auftrat, blieb dabei unberücksichtigt. Demnach erfolgte die anschließende Auswertung.

Gelenkgeräusche in Form von Knacken oder Knirschen wurden von 70% (n=28) der Probanden erkannt. Hierbei lag bei 45% (n=18) ein reines Knacken der Kiefergelenke vor, bei 15% (n=6) ein reines Knirschen und bei 10% (n=4) eine Kombination aus Knacken und Knirschen. Zur Veranschaulichung sind die Ergebnisse der ersten Untersuchung im nachfolgenden Diagramm (siehe Abbildung 78) dargestellt.

Gelenkgeräusche: Baseline

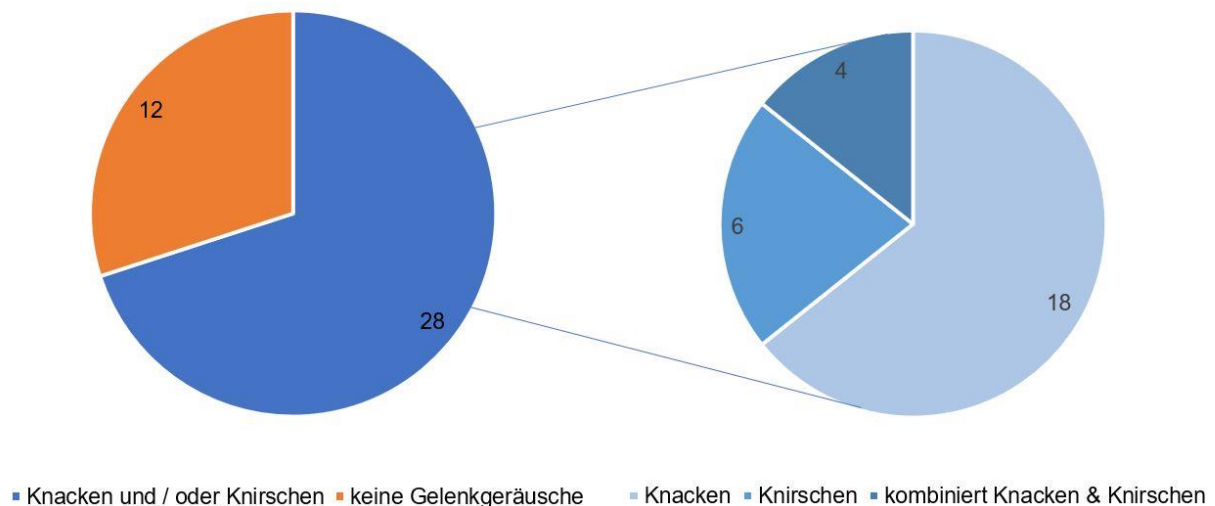


Abbildung 78: Gelenkgeräusche Baseline

Eine deutliche Veränderung der Gelenkgeräusche wurde schon nach drei Monaten (siehe Abbildung 79) deutlich. Dabei halbierte sich die Anzahl derer, die ein Knacken und / oder Knirschen aufwiesen (35%, n=14). Ein reines Knacken wurde dementsprechend nur noch bei 27,5% (n=11) aller Probanden palpiert. 5% (n=2) der Probanden hatten ein reines Knirschen. Kombiniertes Knacken und Knirschen wiesen lediglich 2,5% (n=1) der 40 Probanden auf.

## Gelenkgeräusche: Kontrolle nach 3 Monaten

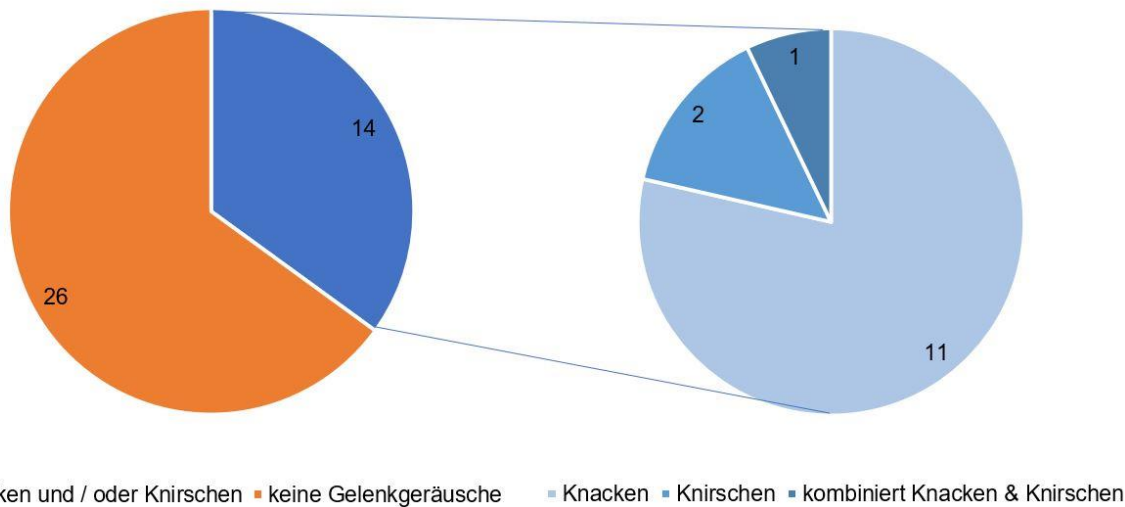


Abbildung 79: Gelenkgeräusche Kontrolle nach 3 Monaten

Nach sechs Monaten (siehe Abbildung 80) verringerte sich die Anzahl der Betroffenen nur noch marginal. Somit lag lediglich bei 32,5% (n=13) ein Gelenkgeräusch vor. Ein reines Knacken wiesen 27,5% (n=11) auf, ein Knirschen 5% (n=2) der Probanden. Eine Kombination beider trat nicht mehr auf. Zur Veranschaulichung sind die Vergleiche der unterschiedlichen Kontrollen in einem Diagramm dargestellt.

## Gelenkgeräusche: Kontrolle nach 6 Monaten

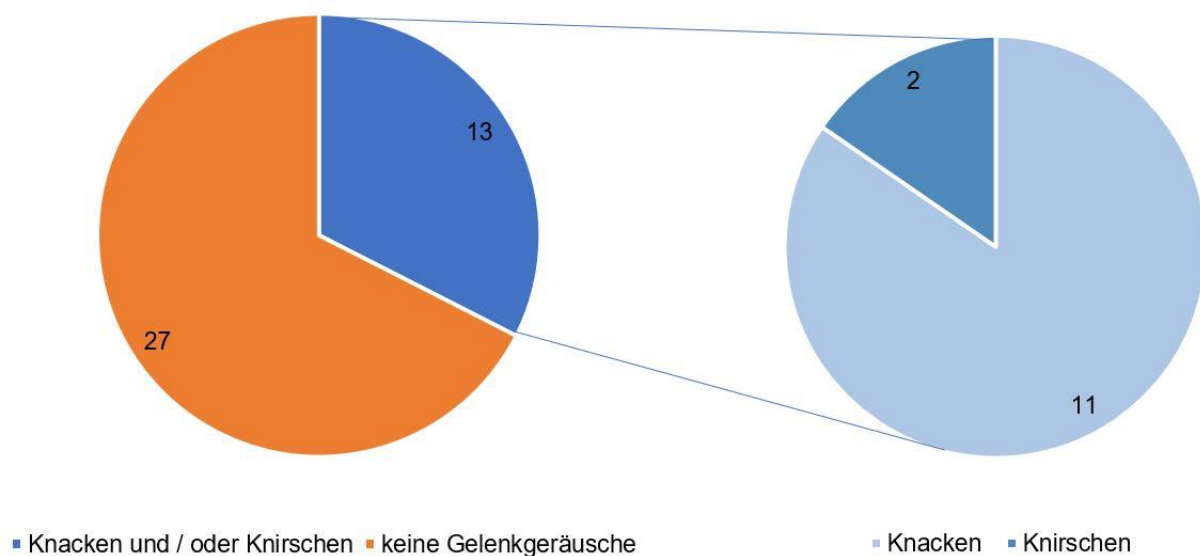


Abbildung 80: Gelenkgeräusche Kontrolle nach 6 Monaten

### 4.3.5 Okklusale Geräusche

27,5% (n=11) gaben bei der ersten Untersuchung okklusale Geräusche, hauptsächlich in Form von Frühkontakten im Frontzahnbereich, an. Nach drei Monaten berichteten nur noch 15% (n=6) von derartigen Störkontakten. Nach sechs Monaten sank der Prozentsatz abermals auf 10% (n=4). Auch hierbei sind die Ergebnisse zur Veranschaulichung in einem Diagramm (siehe Abbildung 81) dargestellt.

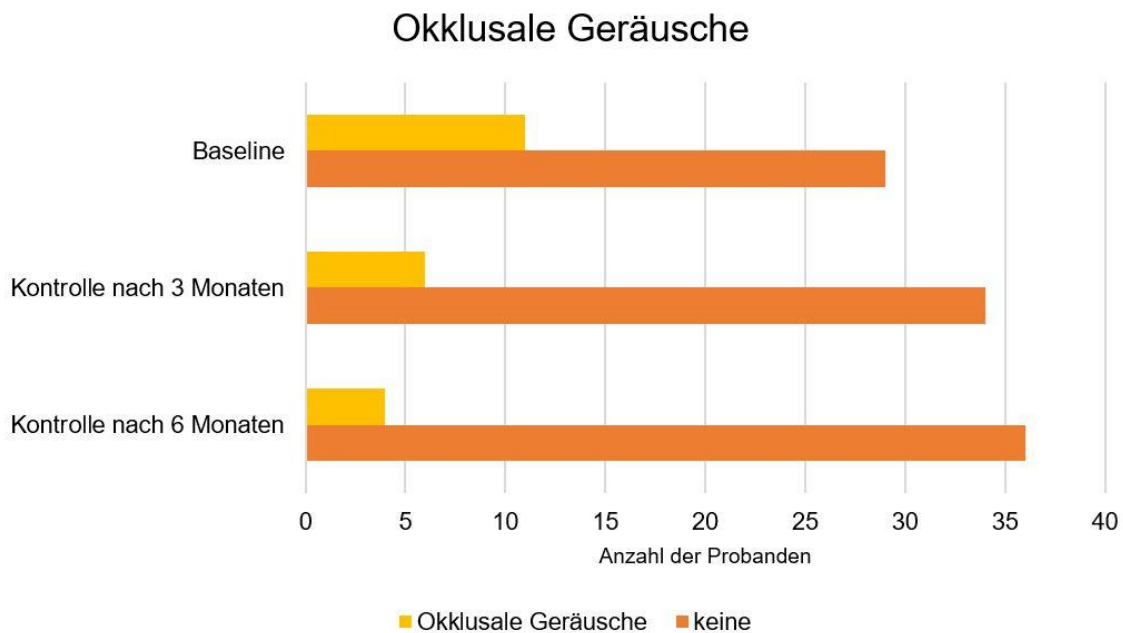


Abbildung 81: Okklusale Geräusche

### 4.3.6 Schmerzhaftes Kiefergelenkspalpatation

Die Palpation der Kiefergelenke wurde in zwei Positionen durchgeführt. Zum einen bei maximaler Öffnung, zum anderen in maximaler Interkuspitation. Dabei wurde ebenfalls eine Ja/Nein-Abfrage verwendet. Aus diesem Grund wird nicht im Einzelnen auf das Vorhandensein einer ein- oder beidseitigen Schmerzhaftigkeit eingegangen.

Kiefergelenksschmerz bei maximaler Mundöffnung wurde zu Beginn von 25% (n=10) der Probanden angegeben. Nach drei Monaten sank dieser Prozentsatz auf 22,5% (n=9). Nach sechs Monaten gaben nur noch 7,5% (n=3) der Probanden solche Schmerzen an.

Der Kiefergelenksschmerz bei Interkuspitation lag zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung bei einem Wert von 35% (n=14). Nach drei Monaten sank der Prozentsatz deutlich auf 5% (n=2). Wiederrum nach drei Monaten lag bei keinem Probanden mehr eine schmerzhafteste Palpation der Kiefergelenke bei Interkuspitation vor. Das nachfolgende Diagramm verdeutlicht diese Umstände noch einmal (siehe Abbildung 82).

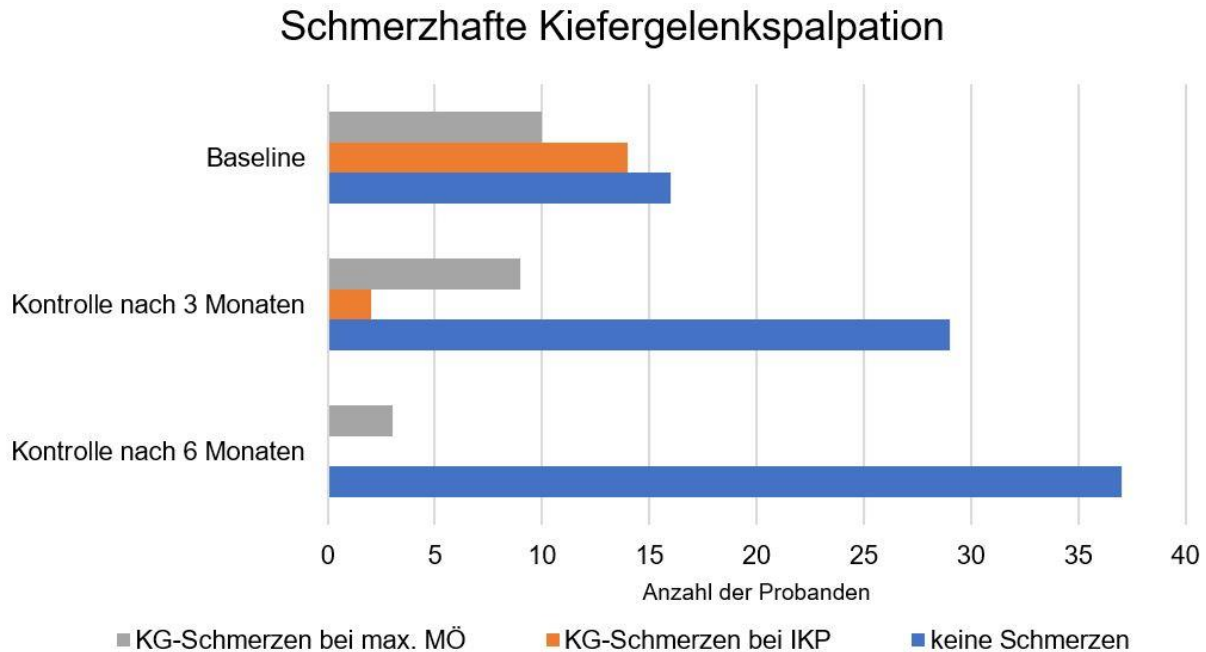


Abbildung 82: Schmerzhafteste Kiefergelenkspalpation

#### 4.3.7 Schmerzhafteste Muskelpalpation

Die Muskelpalpation wurde an vier Muskeln durchgeführt. Auch hierbei wurde mit einer Ja/Nein-Abfrage gearbeitet. Auf die Unterscheidung zwischen der ein- oder beidseitig schmerzhaften Palpation wurde hier verzichtet. Zu Beginn berichteten 87,5% (n=35) von Schmerzen bei der Palpation von mindestens einem der Muskeln oder einer Kombination aus mehreren. Nach drei Monaten sank der Wert bereits auf 52,5% (n=21). Nach sechs Monaten waren es nur noch 12,5% (n=5) der Probanden, die über Muskelschmerzen bei Palpation klagten. Zur Veranschaulichung sind die Ergebnisse in nachfolgendem Diagramm (siehe Abbildung 83) als Überblick dargestellt.

## Überblick der schmerzhaften Muskelpalpation

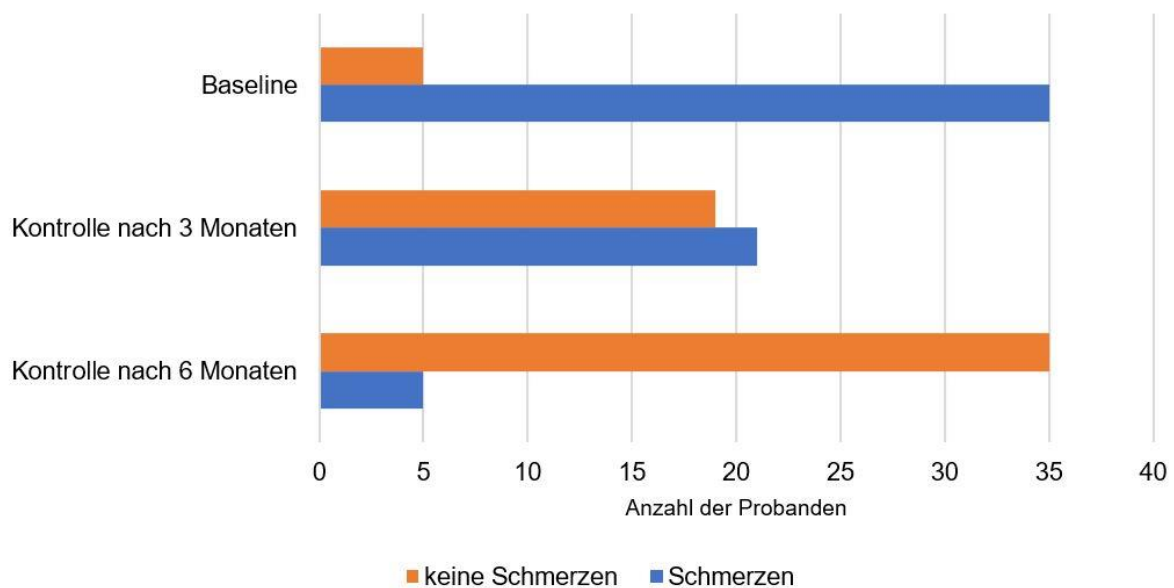


Abbildung 83: Überblick der schmerzhaften Muskelpalpation

Im Genaueren wird hier auf die vier palperten Muskeln eingegangen. Zu Beginn berichteten 10% ( $n=4$ ) der Probanden von einer Schmerzhaftigkeit am M. temporalis. Nach drei Monaten sank dieser Wert auf 7,5% ( $n=3$ ) und nach sechs Monaten war bei keinem der Probanden eine Palpation des M. temporalis schmerzhaft. Die Palpation des M. masseters wurde zu Beginn von 27,5% ( $n=11$ ), nach drei Monaten von 15% ( $n=6$ ) und nach sechs Monaten von 5% ( $n=2$ ) der Probanden als schmerzhaft angegeben. Die schmerzhaft Palpation des M. sternocleidomastoideus stagnierte zwischen den ersten drei Monaten bei einem Prozentsatz von 10% ( $n=4$ ). Nach sechs Monaten wurde keine Palpation mehr als schmerzhaft beschrieben. Der M. trapezius wurde am häufigsten als schmerzhaft angegeben, mit einem Anfangswert von 77,5% ( $n=31$ ). Nach drei Monaten sank dieser Wert auf 45% ( $n=18$ ). Wiederum nach drei Monaten lag er nur noch bei 10% ( $n=4$ ). Zur Veranschaulichung sind die Ergebnisse, jeweils auf die palperten Muskeln bezogen, in nachfolgendem Diagramm (siehe Abbildung 84) dargestellt.

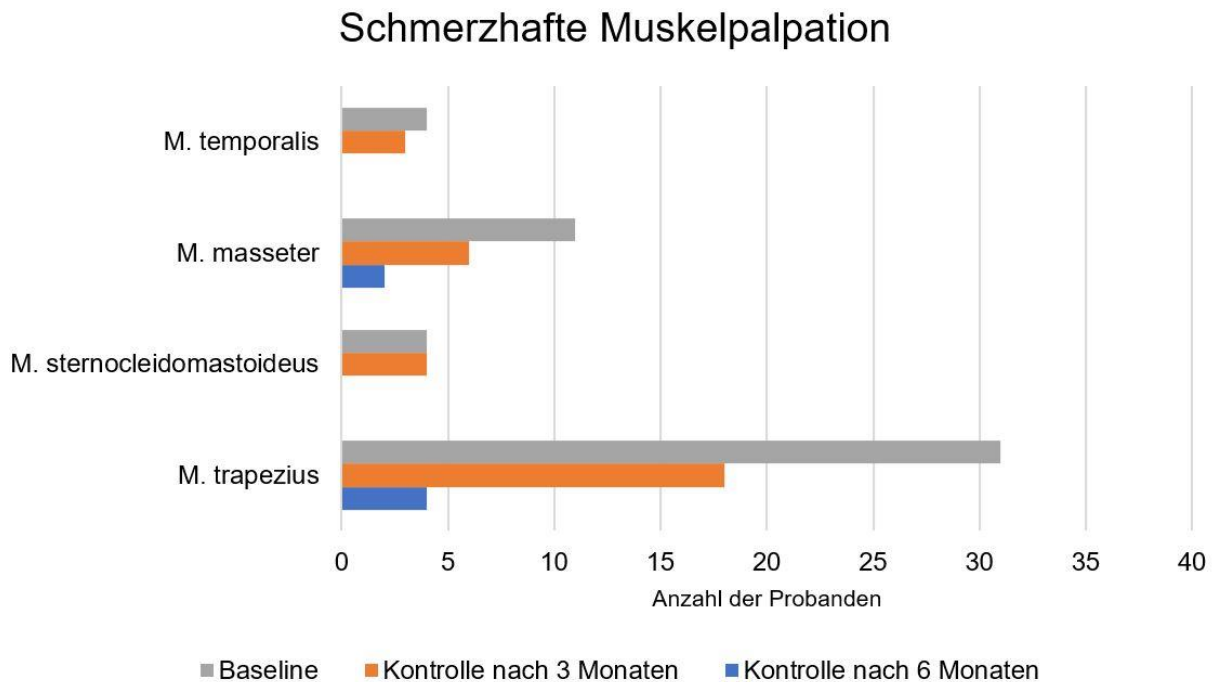


Abbildung 84: Schmerzhafte Muskelpalpation

#### 4.3.8 Einschränkung der Lebensqualität

Wie sehr sich die Probanden bei vorliegenden Beschwerden eingeschränkt fühlten, wurde mit Hilfe der Likert Skala und einem vierstufigen System ausgewertet. Dabei konnten die Probanden Angaben zwischen „gar nicht“, „wenig“, „stark“ und „sehr stark“ machen. Zu Beginn berichteten lediglich 5% (n=2) der Probanden, dass sie sich gar nicht eingeschränkt fühlten. Mit zunehmender Therapiezeit stieg dieser Prozentsatz nach drei Monaten auf 45% (n=18) und nach sechs Monaten auf sogar 70% (n=28). Wenig eingeschränkt fühlten sich zu Beginn die meisten Probanden, mit 70% (n=28). Dieser Wert sank nach drei Monaten auf 35% (n=14) und nach sechs Monaten auf 20% (n=8). 15% (n=6) der Probanden gaben zu Beginn eine starke Einschränkung an. Nach drei Monaten stieg dieser Wert auf 17,5% (n=7) und sank nach sechs Monaten auf 7,5% (n=3). 10% (n=4) der Probanden gaben eine sehr starke Einschränkung durch die vorliegenden Beschwerden an. Nach drei Monaten sank dieser Anteil auf 2,5% (n=1) und stagnierte nach sechs Monaten. Zur Veranschaulichung sind die Ergebnisse in einem gestapelten Säulendiagramm (siehe Abbildung 85) aufgeführt.



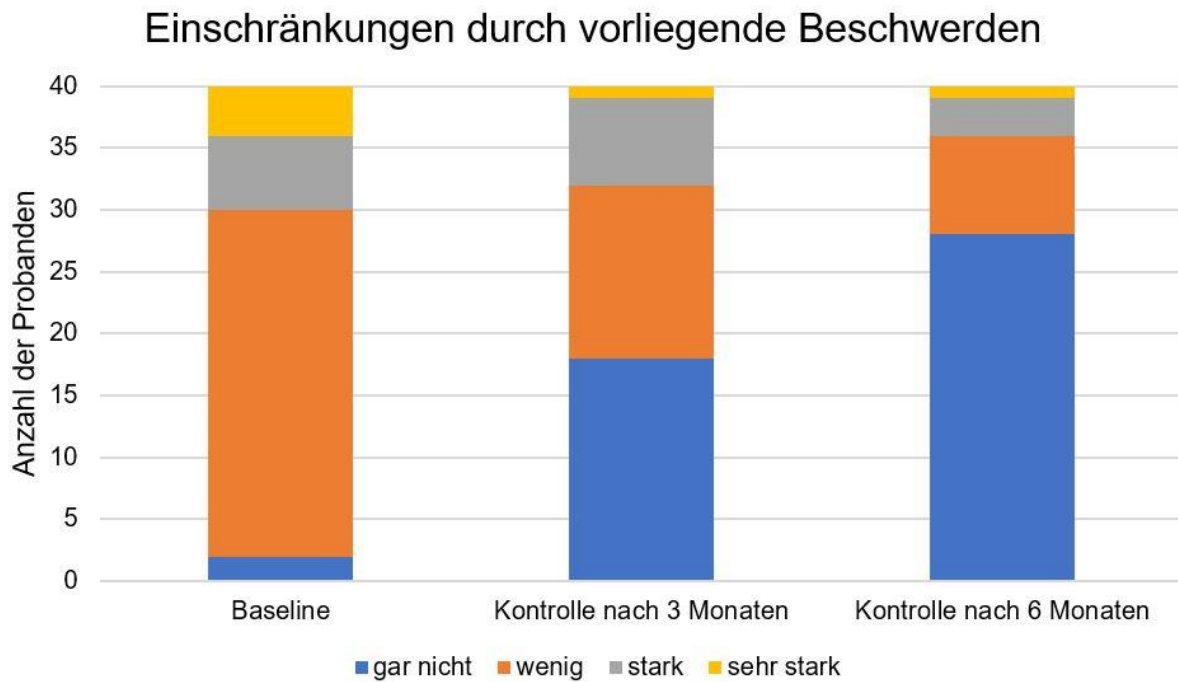


Abbildung 85: Einschränkungen durch vorliegende Beschwerden

Wie bereits erwähnt wurden bei diesem Parameter, durch eine Punkteverteilung, Mittelwerte für die Likert-Skala berechnet. Für alle Probanden ergab sich zum Zeitpunkt Baseline ein Mittelwert von 2,3. Nach drei Monaten sank dieser auf 1,8 und nach sechs Monaten auf 1,5 (siehe Abbildung 86).

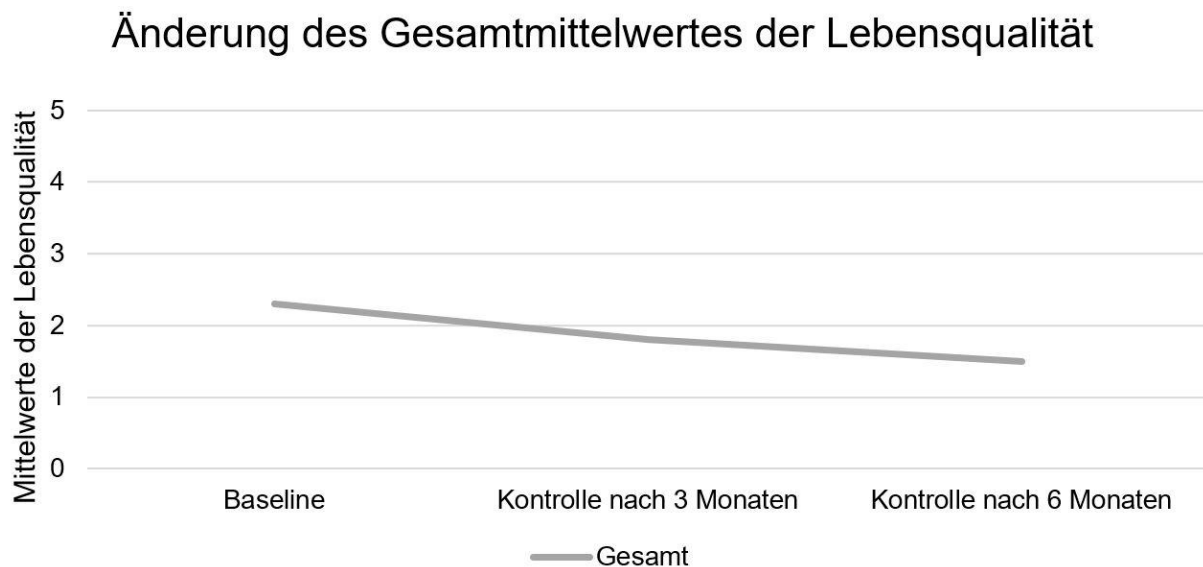


Abbildung 86: Änderung des Gesamtmittelwertes der Lebensqualität

### 4.3.9 Schmerzintensität

Bei der Auswertung der Änderung der Schmerzintensität ist jedoch nochmals zu beachten, dass die Schmerzwahrnehmung eine sehr subjektive Aussage bringt, die individuell von jeder Person anders empfunden wird. Mit der VAS wurde zwischen null bis zehn eine Einteilung erstellt.

Zu Beginn gaben nur 5% (n=2) komplette Schmerzfreiheit an. Der Mittelwert aller Probanden, über die einzelnen Angaben des VAS, ergab einen Wert von 3,6. Nach drei Monaten verringerte sich der Wert auf 2,0 und nach sechs Monaten auf einen VAS Wert von 1,1 (siehe Abbildung 87).

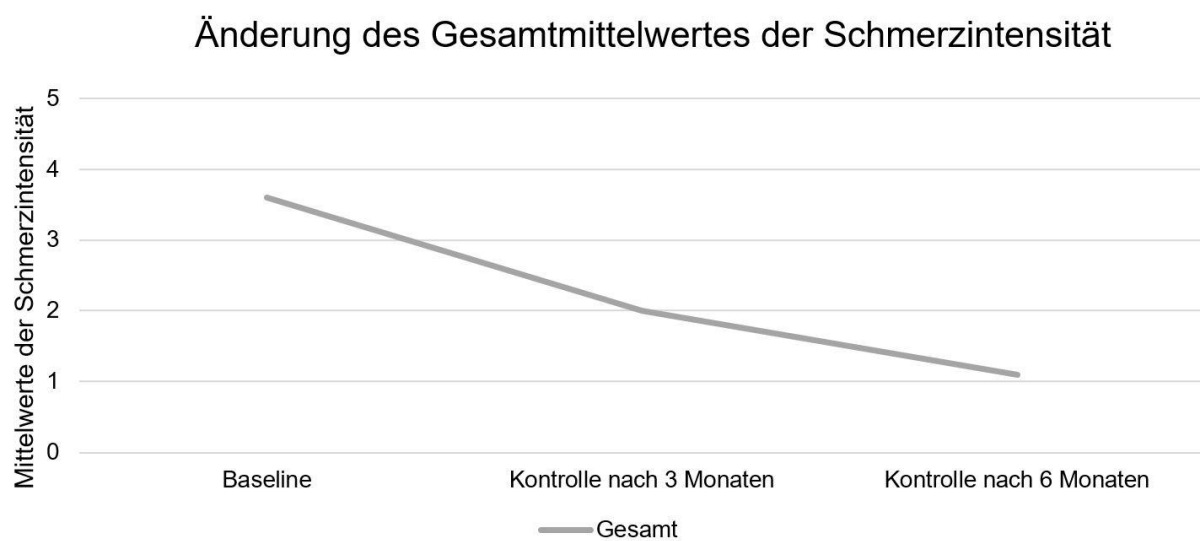


Abbildung 87: Änderung des Gesamtmittelwertes der Schmerzintensität

### 4.3.10 Effektivitätsvergleich mittels Punktesystem

Der Effektivitätsunterschied der verschiedenen Registriervarianten wurde auf den Erfolg der Schienentherapie bezogen. Dafür wurde, wie bereits erwähnt, mit dem Punktesystem, wie auch von Seifeldin und Elhayes, 2015 verwendet, vorgegangen. Allgemein lässt sich bei der Bewertung der einzelnen Probanden bestimmen, dass alle Schienen erfolgreich und effektiv waren. Im Mittel wurde nach drei Monaten ein Punktwert von 2,6 berechnet. Nach sechs Monaten lag der Punktwert im Durchschnitt noch bei 1,5 (siehe Abbildung 88).

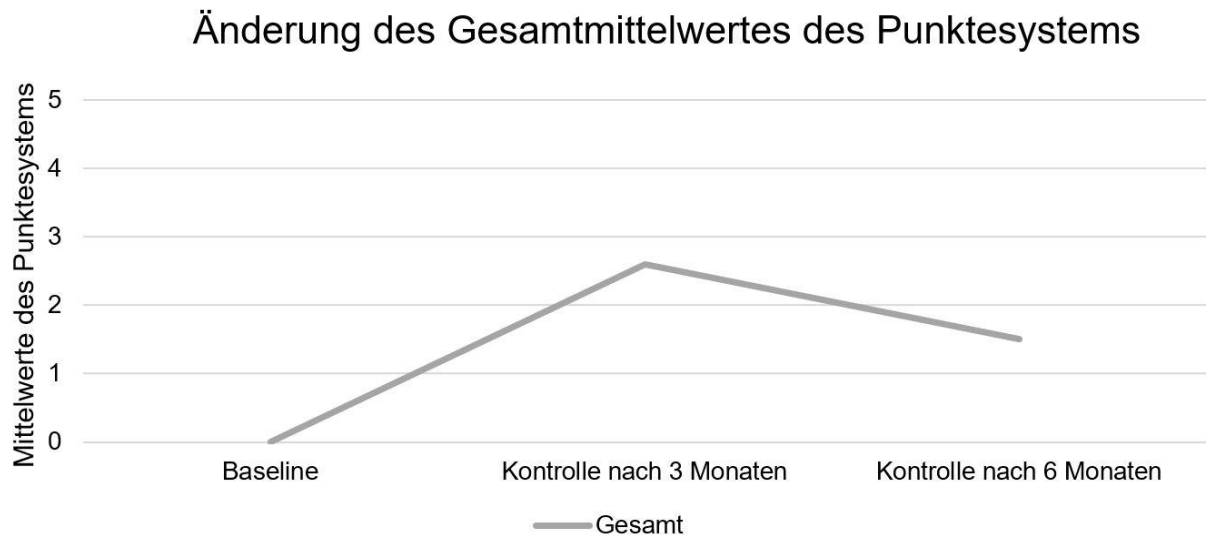


Abbildung 88: Änderung des Gesamtmittelwertes des Punktesystems

#### 4.4 Vergleich der Registriertechniken - Aqualizer-System vs. handgeführtes Zentrikregistrat

In der Studie wurden durch die blockweise Permutation zwei Gruppen randomisiert festgelegt. Zunächst werden hierbei die Ergebnisse innerhalb der Gruppen verglichen. Des Weiteren folgen dann die Vergleiche der Veränderungen zwischen den Gruppen. Zuletzt sollen die Vor- und Nachteile der zwei unterschiedlichen Zentrikregistrat nochmals vorgestellt werden.

##### 4.4.1 Vergleich der Ergebnisse innerhalb der Gruppen

Im Folgenden wird ein Vergleich der gemessenen Parameter innerhalb der Gruppen gezogen. Hierbei werden die Ergebnisse der Ausgangssituation (Baseline) mit den Ergebnissen der Recalls nach drei und sechs Monaten verglichen (siehe Tabelle 4, Tabelle 5).

Tabelle 4: Klinische Parameter zu den Zeitpunkten Baseline, nach drei und sechs Monaten

(p-Werte (Chi-Quadrat / exakter Fisher-Test) beziehen sich auf die Vergleiche innerhalb der Gruppen zwischen Baseline und drei Monaten / Baseline und sechs Monaten)

	Gruppe A	Gruppe B	Gesamt
<b>Anpassung der Schiene</b>			
Einsetztermin	18	17	35
Kontrolle nach 3 Monaten	3 (p<0.0001)	5 (p<0.0001)	8
Kontrolle nach 6 Monaten	0 (p<0.0001)	3 (p<0.0001)	3
<b>Mundöffnung asymmetrisch (1)</b>			
Baseline	12	12	24
Kontrolle nach 3 Monaten	11 (p=0.749)	12 (p=1.0)	23
Kontrolle nach 6 Monaten	8 (p=0.206)	12 (p=1.0)	20
<b>Mundöffnung eingeschränkt (2)</b>			
Kontrolle nach 6 Monaten	1	1	2
Kontrolle nach 3 Monaten	1 (p=1.085)	1 (p=1.085)	2
Kontrolle nach 6 Monaten	1 (p=1.085)	1 (p=1.085)	2
<b>Gelenkgeräusche (3)</b>			
Kontrolle nach 6 Monaten	13	15	28
Kontrolle nach 3 Monaten	6 (p=0.027)	8 (p=0.025)	14
Kontrolle nach 6 Monaten	5 (p=0.011)	8 (p=0.025)	13
<b>Okklusale Geräusche (4)</b>			
Baseline	6	5	11
Kontrolle nach 3 Monaten	3 (p=0.289)	3 (p=0.465)	6
Kontrolle nach 6 Monaten	1 (p=0.050)	3 (p=0.465)	4
<b>KG-Palpation bei max. Mundöffnung schmerzhaft (5)</b>			
Baseline	6	4	10
Kontrolle nach 3 Monaten	5 (p=0.723)	4 (p=1.0)	9
Kontrolle nach 6 Monaten	0 (p=0.011)	3 (p=0.704)	3
<b>KG-Palpation bei max. Interkuspitation schmerzhaft (6)</b>			
Baseline	5	9	14
Kontrolle nach 3 Monaten	1 (p=0.102)	1 (p=0.004)	2
Kontrolle nach 6 Monaten	0 (p=0.102)	0 (p=0.001)	0
<b>Muskelpalpation schmerzhaft (7)</b>			
Baseline	15	20	35
Kontrolle nach 3 Monaten	10 (p=0.102)	11 (p=0.001)	21
Kontrolle nach 6 Monaten	1 (p<0.0001)	4 (p<0.0001)	5

Tabelle 5: Mittelwerte der klinischen Parameter und des Punktesystems

	Gruppe A	Gruppe B	Gesamt
<b>Mittelwerte der Einschränkung der Lebensqualität (8)</b>			
Baseline	2.1	2.5	2.3
Kontrolle nach 3 Monaten	1.7 (p=0.011)	1.9 (p=0.069)	1.8
Kontrolle nach 6 Monaten	1.2 (p<0.0001)	1.7 (p=0.013)	1.5
<b>Mittelwerte der Schmerzintensität (9)</b>			
Baseline	3.0	4.2	3.6
Kontrolle nach 3 Monaten	1.3 (p=0.004)	2.7 (p=0.036)	2.0
Kontrolle nach 6 Monaten	0.3 (p<0.0001)	1.9 (p=0.002)	1.1
<b>Mittelwerte des Punktesystems</b>			
Baseline	0	0	0
Kontrolle nach 3 Monaten	2.5 (p<0.0001)	2.6 (p<0.0001)	2.6
Kontrolle nach 6 Monaten	2.1 (p<0.0001)	0.9 (p<0.0001)	1.5

#### 4.4.1.1 Screening

In Gruppe A berichteten 45% (n=9) der zwanzig Probanden von fünf simultan auftretenden Kriterien. 25% (n=5) waren es in Gruppe B. Jeweils 5% (n=1) in beiden Gruppen erwähnten neun simultane Kriterien (I-IX).

#### 4.4.1.2 Allgemeines

Wie bereits erwähnt, bemerkten 17 der 40 Probanden eine Verbesserung nach dem Einsetzen der Schiene. 40% (n=8), die aktiv eine Veränderung der Beschwerden angaben, waren Gruppe A zugehörig, 45% (n=9) der Gruppe B. Jeweils 10% (n=2) der Probanden aus Gruppe A und B gaben als negativen Aspekt Mundtrockenheit an.

#### 4.4.1.3 Anpassung der Schiene

Beim Einsetzen der Schienen wurde in 90% (n=18) in Gruppe A und 85% (n=17) in Gruppe B eine Anpassung vorgenommen (siehe Tabelle 4). Nach drei Monaten wurde dies, aufgrund von Störkontakten auf der Schiene, bei 15% (n=3) der Probanden aus Gruppe A und 25% (n=5) aus Gruppe B wiederholt. In beiden Gruppen wurde ein signifikanter Unterschied im Vergleich zum Einsetztermin festgestellt (exakter Fisher-Test:  $p < 0,0001$ ). Nach sechs Monaten mussten in Gruppe A keine Schienen mehr angepasst werden. Bei 15% (n=3) der Gruppe B war eine nachträgliche Anpassung notwendig. Im Vergleich zum Einsetztermin bestand auch hierbei wieder für beide Gruppen ein signifikanter Unterschied (exakter Fisher-Test:  $p < 0,0001$ ) (siehe Abbildung 89).

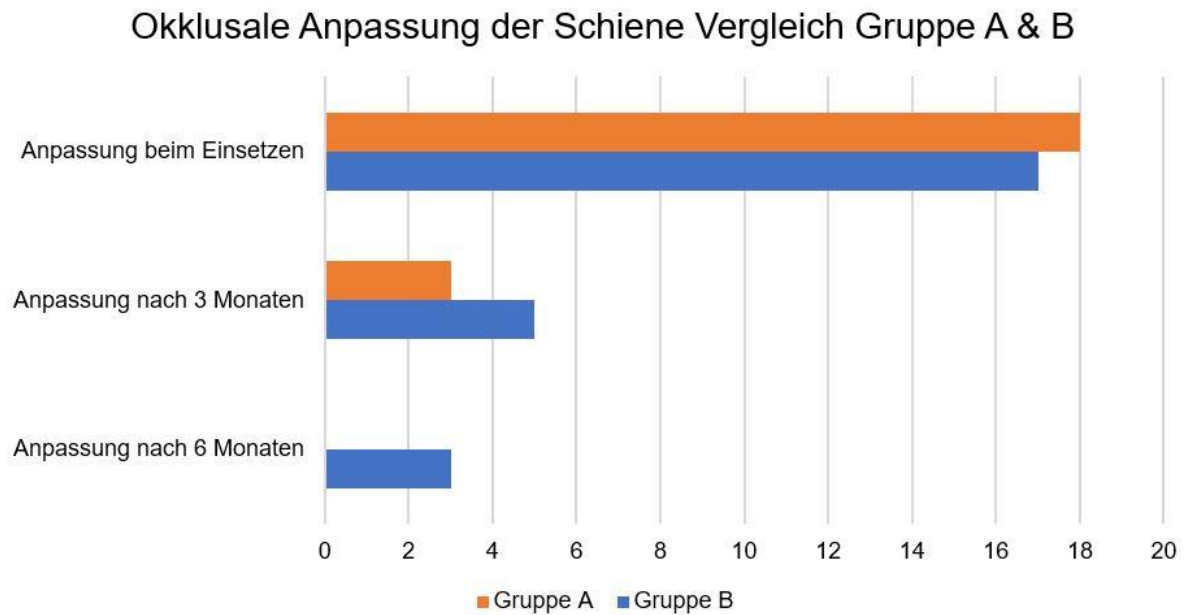


Abbildung 89: Okklusale Anpassung Gruppenvergleich

#### 4.4.1.4 Veränderung der Mundöffnung

Die asymmetrische Mundöffnung war zum Zeitpunkt Baseline zwischen den Gruppen (Gruppe A und B: 60%, n=12) gleichverteilt (siehe Tabelle 4). Nach drei Monaten, hatten 55% (n=11) aus Gruppe A eine asymmetrische Mundöffnung, während der Wert in Gruppe B stagnierte. Nach sechs Monaten sank der Prozentsatz in Gruppe A auf 40% (n=8), wohingegen der Wert in Gruppe B weiterhin stagnierte (siehe Abbildung 90, Abbildung 91). Die Unterschiede innerhalb der Gruppen waren zu keinem der Zeitpunkte signifikant.

Die beiden Probanden mit eingeschränkter Mundöffnung befanden sich gleichverteilt auf die Gruppen (Gruppe A und B: 5%, n=1). Nach drei sowie nach sechs Monaten kam es zu keiner Vergrößerung der maximalen Schneidekantendistanz.

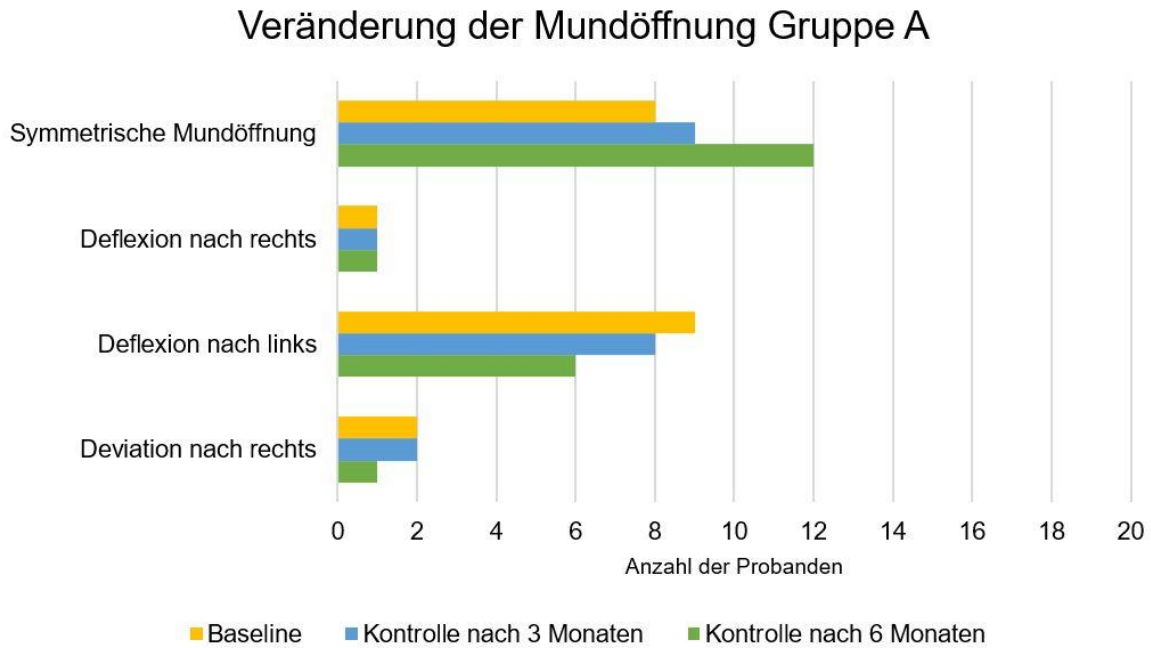


Abbildung 90: Veränderung der Mundöffnung Gruppe A

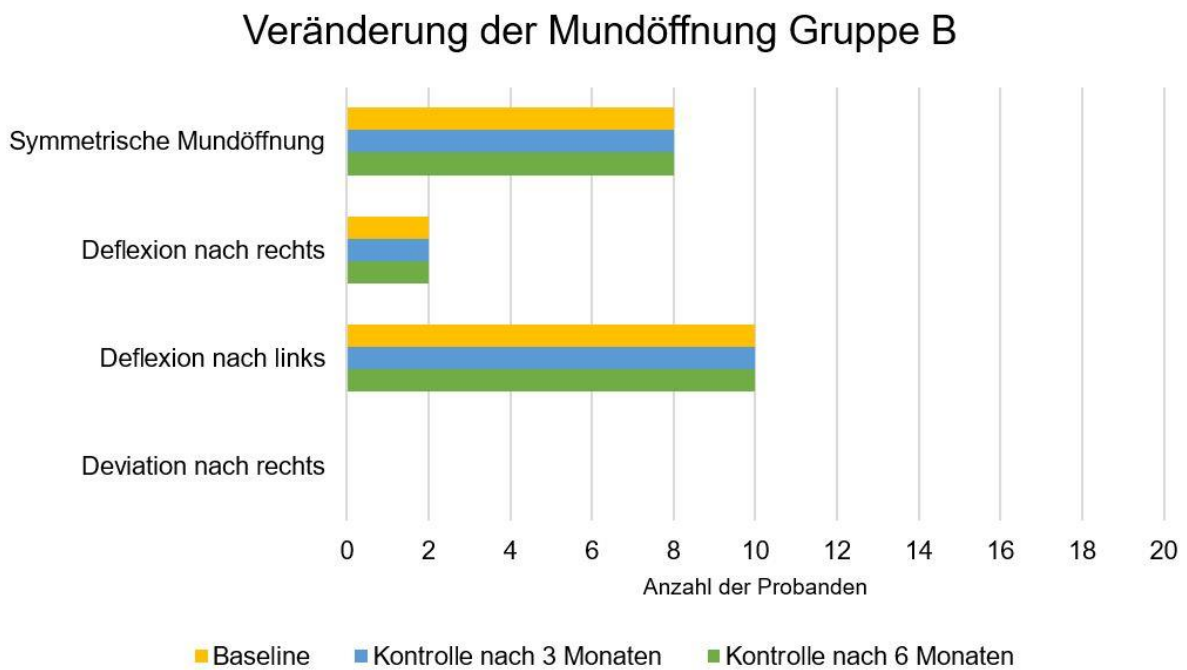


Abbildung 91: Veränderung der Mundöffnung Gruppe B

#### 4.4.1.5 Gelenkgeräusche

Gelenkgeräusche in Form von Knacken und / oder Knirschen wurden insgesamt bei 65% (n=13) in Gruppe A und 75% (n=15) in Gruppe B zum Zeitpunkt der Baseline berichtet (siehe Tabelle 4). Nach drei Monaten, konnten bei 30% (n=6) der Probanden aus Gruppe A und bei 40% (n=8) der Probanden aus Gruppe B Gelenkgeräusche vermerkt werden. Hierbei bestand ein signifikanter Unterschied im Vergleich zu den Messungen in der Baseline sowohl bei Gruppe A (Chi-Quadrat-Test:  $p=0,027$ ) als auch bei Gruppe B (Chi-Quadrat-Test:  $p=0,025$ ). Nach sechs Monaten veränderte sich der Prozentsatz nur noch gering in Gruppe A (25%, n=5), während er in Gruppe B stagnierte. Dennoch ergab sich ein signifikanter Unterschied im Vergleich zur Baseline (Gruppe A Chi-Quadrat-Test:  $p=0,011$ , Gruppe B Chi-Quadrat-Test:  $p=0,025$ ).

In Bezug auf die Art der Gelenkgeräusche wurde nach sechs Monaten in Gruppe A kein Knirschen und keine Kombination aus Knacken und Knirschen vermerkt. In Gruppe B wurde das kombinierte Knacken und Knirschen bereits nach drei Monaten nicht mehr erfasst (siehe Abbildung 92).

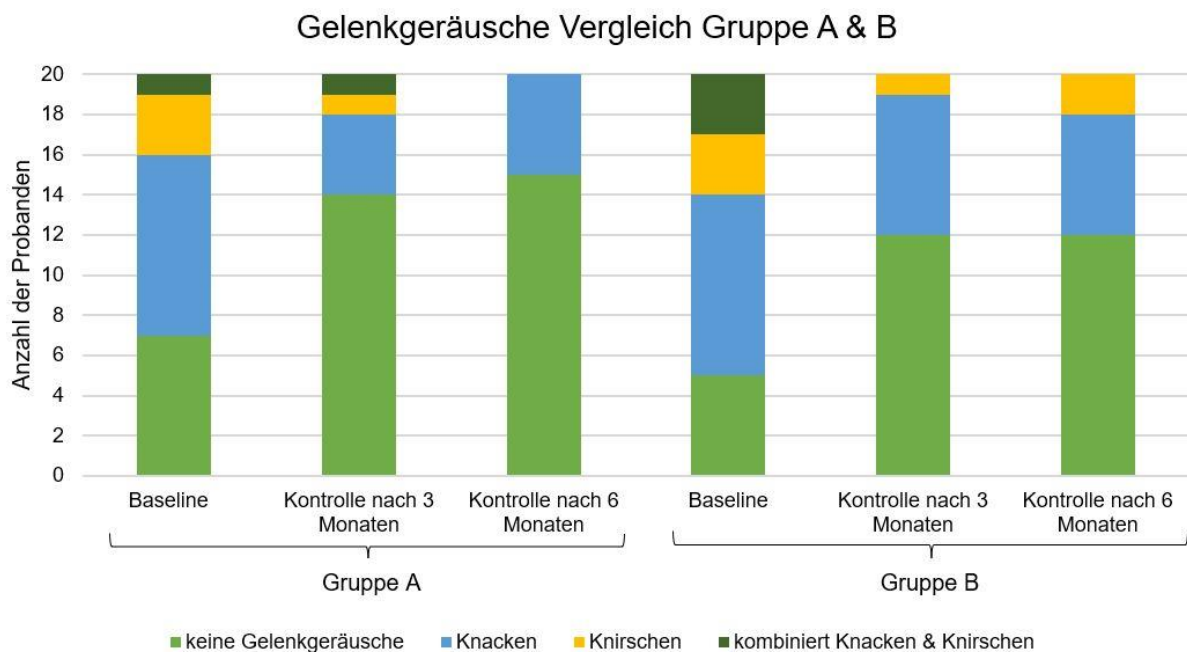


Abbildung 92: Vergleich der Gelenkgeräusche Gruppe A & B



#### 4.4.1.6 Okklusale Geräusche

Zum Zeitpunkt der Baseline berichteten 30% (n=6) aus Gruppe A und 25% (n=5) aus Gruppe B von okklusalen Geräuschen (siehe Tabelle 4). Davon reduzierten sich die Störkontakte auf den Zähnen nach drei Monaten in beiden Gruppen gleich (Gruppe A und B: 15%, n=3). Nach sechs Monaten sank der Prozentsatz auf 5% (n=1) in Gruppe A, in Gruppe B stagnierte der Wert (15%, n=3). Innerhalb der Gruppen gab es zu keinem der Zeitpunkte signifikante Unterschiede. Zur Veranschaulichung sind die Werte in den nachfolgenden Diagrammen (siehe Abbildung 93, Abbildung 94) dargestellt.

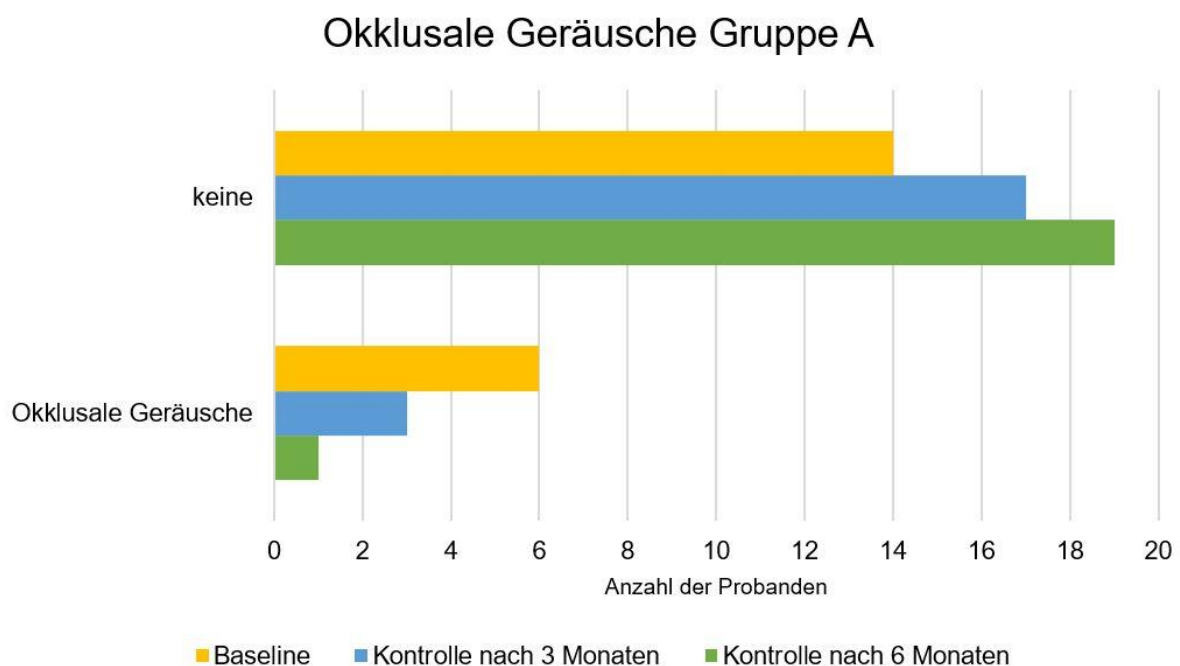


Abbildung 93: Okklusale Geräusche Gruppe A

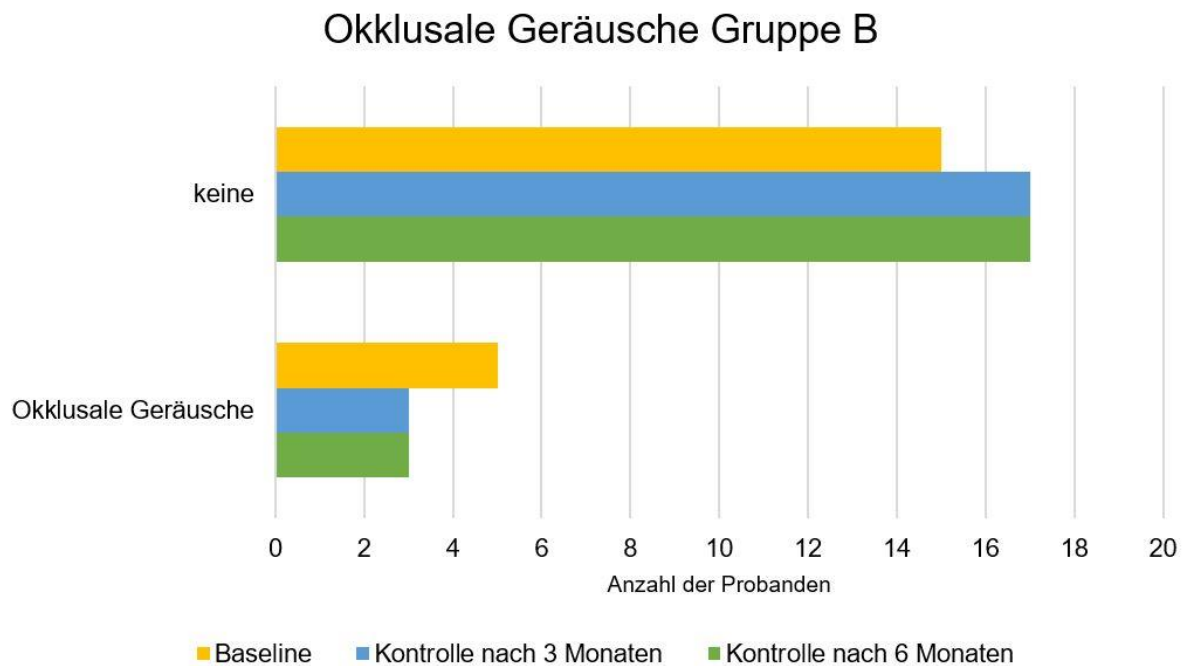


Abbildung 94: Okklusale Geräusche Gruppe B

#### 4.4.1.7 Schmerzhaftes Kiefergelenkspalpatation

Die Kiefergelenkspalpatation bei maximaler Mundöffnung wurde zu Beginn von 30% (n=6) in Gruppe A und 20% (n=4) in Gruppe B als schmerzhaft beschrieben (siehe Tabelle 4). Nach drei Monaten kam es zu einer leichten Verbesserung in Gruppe A (25%, n=5) und zu einer Stagnation in Gruppe B. Nach sechs Monaten wurde in Gruppe A keine schmerzhaftes Kiefergelenkspalpatation bei maximaler Mundöffnung mehr dokumentiert. Hierbei bestand ein signifikanter Unterschied im Vergleich zur Baseline (exakter Fisher-Test:  $P=0.011$ ). In Gruppe B änderte sich der Prozentsatz auf 15% (n=3).

Eine schmerzhaftes Palpatation der Kiefergelenke bei maximaler Interkuspitation wurde bei 25% (n=5) in Gruppe A und 45% (n=9) in Gruppe B notiert (siehe Tabelle 4). Nach drei Monaten hatten jeweils 5% (n=1) jeder Gruppe eine schmerzhaftes Palpatation. In Gruppe B war der Unterschied signifikant (exakter Fisher-Test:  $p=0.004$ ). Nach sechs Monaten hatte keiner der Probanden Schmerzen bei der Palpatation des Kiefergelenks bei maximaler Interkuspitation. Der Unterschied in Gruppe B war dabei, im Vergleich zur Baseline, erneut signifikant (exakter Fisher-Test:  $p=0,001$ ).

Zum Vergleich sind die Werte in untenstehenden Diagrammen (siehe Abbildung 95, Abbildung 96) dargestellt.

### Schmerzhafte Kiefergelenkspalpatation Gruppe A

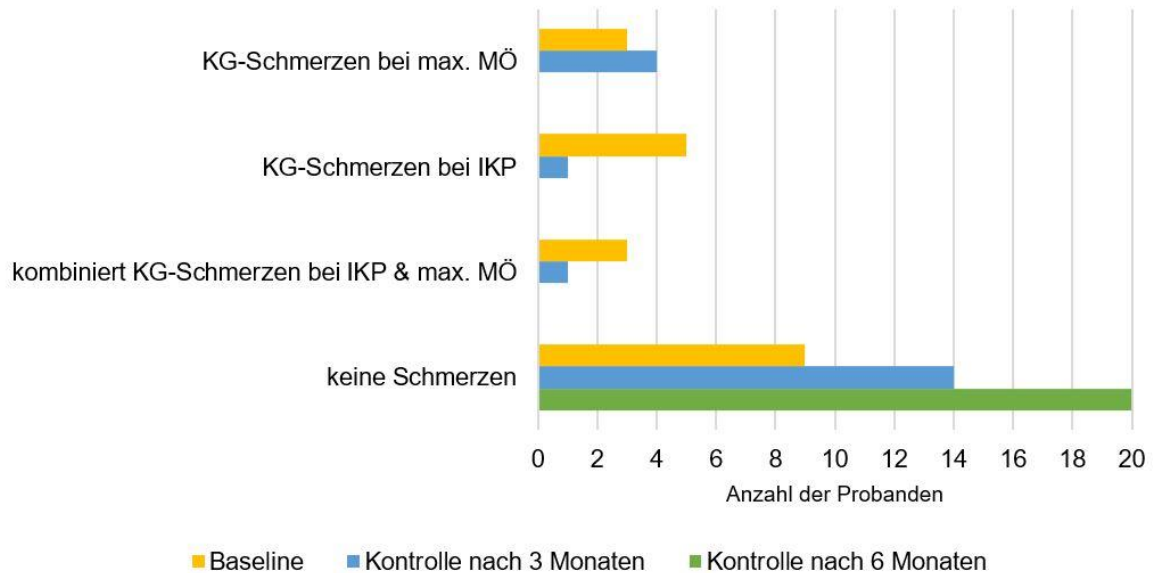


Abbildung 95: Schmerzhafte Kiefergelenkspalpatation Gruppe A

### Schmerzhafte Kiefergelenkspalpatation Gruppe B

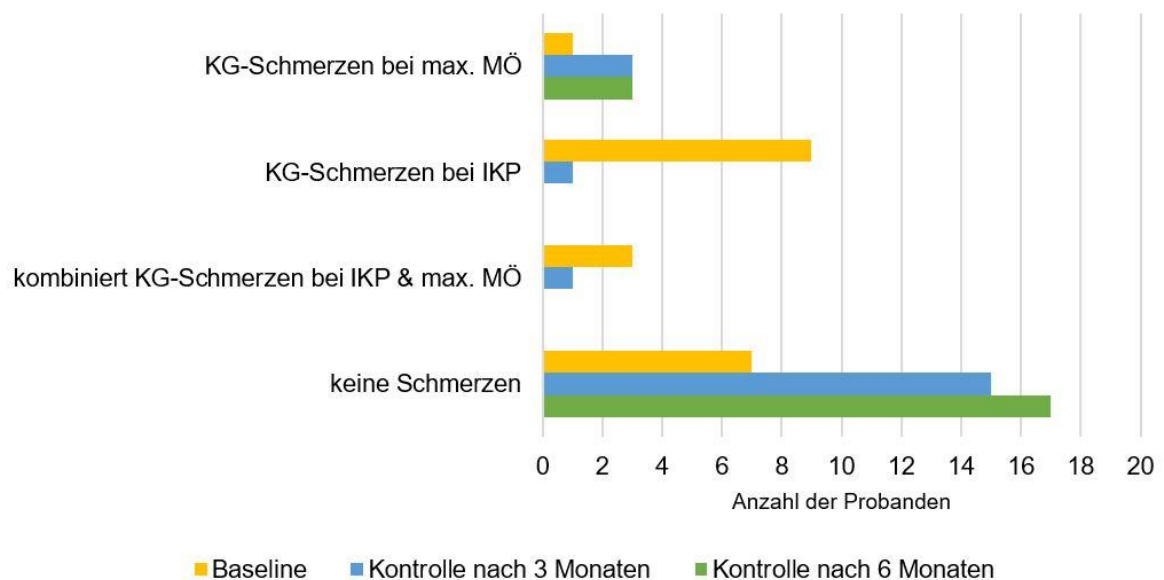


Abbildung 96: Schmerzhafte Kiefergelenkspalpatation Gruppe B

#### 4.4.1.8 Schmerzhaftige Muskelpalpation

Schmerzen bei der Muskelpalpation wurden von 75% (n=15) in Gruppe A und 100% (n=20) in Gruppe B angegeben (siehe Tabelle 4). Nach drei Monaten veränderte sich der Prozentsatz in Gruppe A auf 50% (n=10) und 55% (n=11) in Gruppe B. Hierbei bestand ein signifikanter Unterschied in Gruppe B im Vergleich zur Baseline (exakter Fisher-Test:  $p=0,001$ ). Nach sechs Monaten wurden in Gruppe A bei 5% (n=1) und in Gruppe B bei 20% (n=4) Schmerzen bei der Muskelpalpation angegeben. Für beide Gruppen bestand hier jeweils im Vergleich zur Baseline ein signifikanter Unterschied (exakter Fisher-Test:  $p<0,0001$ ). Die nachfolgenden Diagramme (siehe Abbildung 97, Abbildung 98) veranschaulichen diese Werte erneut.

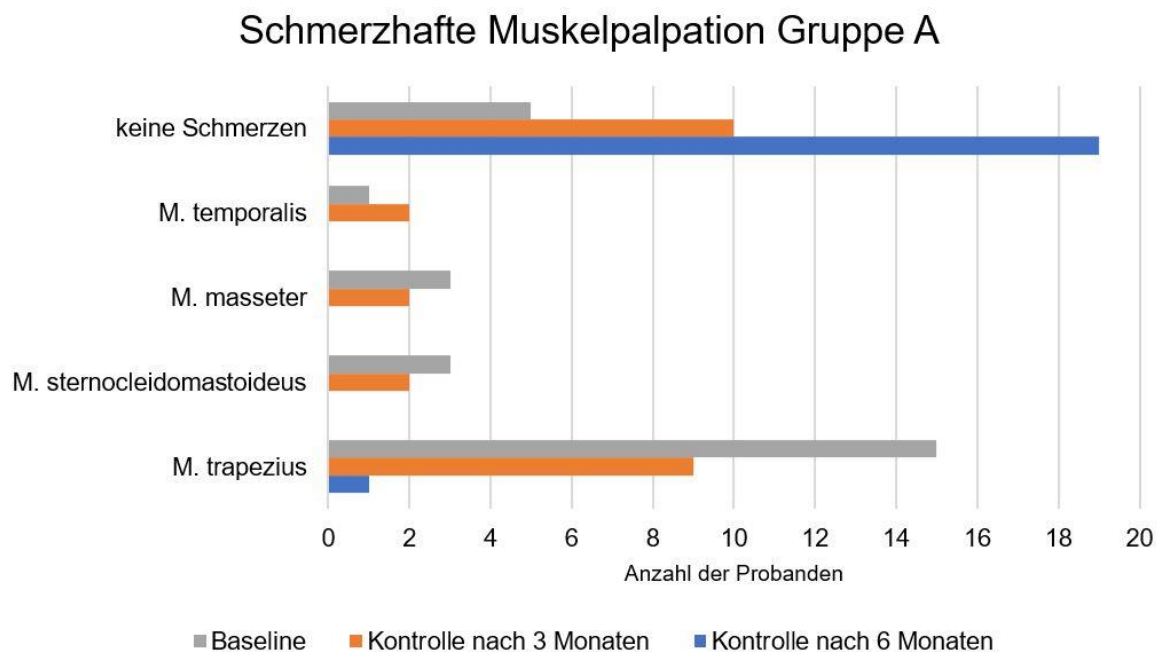


Abbildung 97: Schmerzhaftige Muskelpalpation Gruppe A

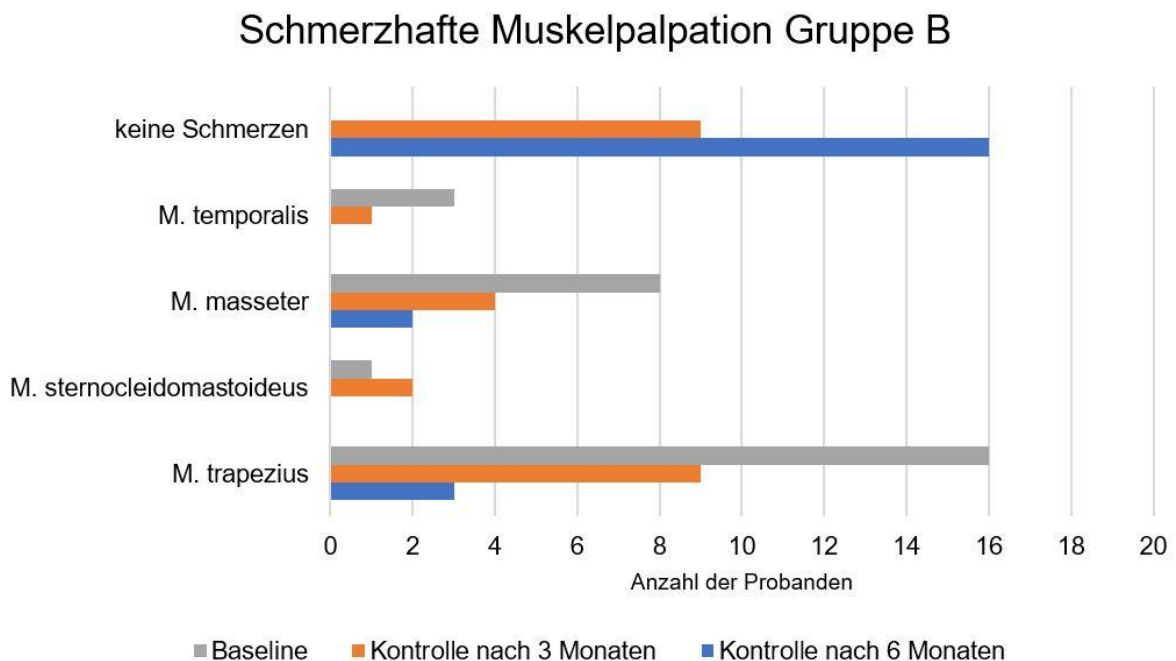


Abbildung 98: Schmerzhafte Muskelpalpation Gruppe B

#### 4.4.1.9 Einschränkung der Lebensqualität

Von den zwanzig Probanden der Gruppe A fühlten sich 5% (n=1) gar nicht, 75% (n=15) wenig, 20% (n=4) stark und niemand sehr stark eingeschränkt. Nach drei Monaten fühlten sich 45% (n=9) gar nicht, 45% (n=9) wenig, 10% (n=2) stark und niemand sehr stark eingeschränkt. Nach sechs Monaten gaben 85% (n=17) an, dass sie sich gar nicht mehr eingeschränkt fühlten. Lediglich 15% (n=3) fühlten sich noch wenig eingeschränkt.

Von den zwanzig Probanden der Gruppe B fühlten sich 5% (n=1) gar nicht, 65% (n=13) wenig, 10% (n=2) stark und 20% (n=4) sehr stark eingeschränkt. Nach drei Monaten änderte sich diese Verteilung auf 45% (n=9) der gar nicht Eingeschränkten, 25% (n=5) der wenig und stark Eingeschränkten und 5% (n=1) der sehr stark eingeschränkten Probanden. Nach sechs Monaten fühlten sich 55% (n=11) gar nicht mehr eingeschränkt. Die Werte der wenig und sehr stark Eingeschränkten stagnierten jeweils bei 25% (n=5) und 5% (n=1). Der Wert der stark Eingeschränkten sank auf 15% (n=3). Veranschaulicht sind die Daten im nachfolgenden Diagramm (siehe Abbildung 99).

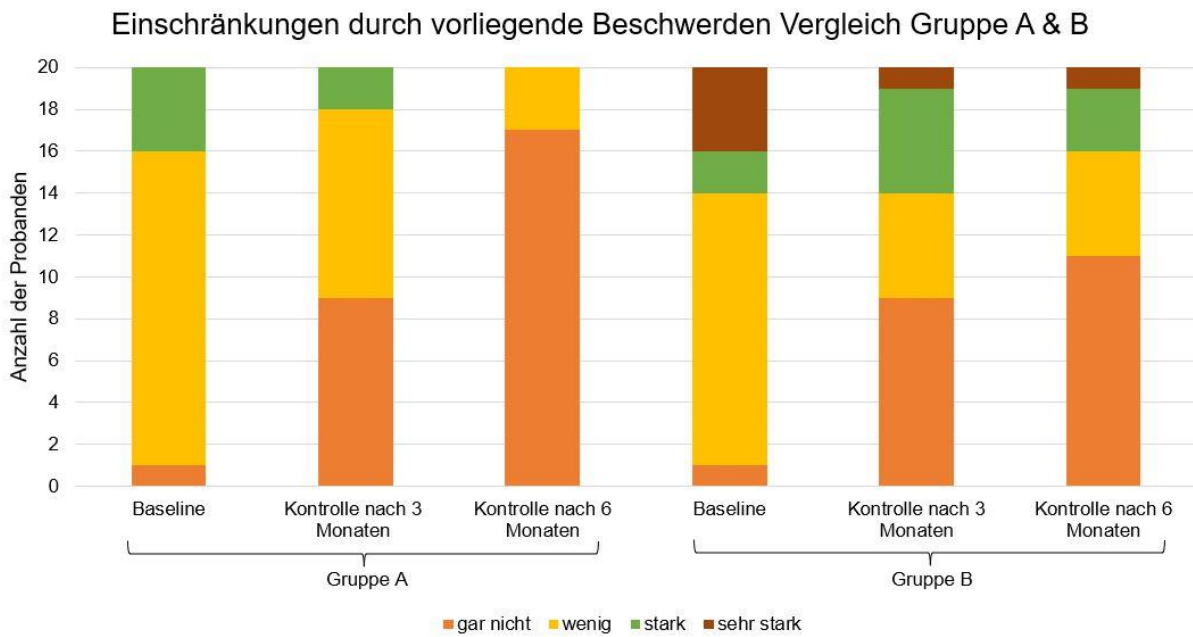


Abbildung 99: Vergleich der Einschränkungen Gruppe A & B

Wie bereits erwähnt wurden bei diesem Parameter, durch eine Punkteverteilung, Mittelwerte für die Likert-Skala berechnet (siehe Tabelle 5). Zum Zeitpunkt der Baseline war der Mittelwert in Gruppe A 2,1 und 2,5 in Gruppe B. Nach drei Monaten sank dieser auf 1,7 in Gruppe A. Hierbei lag ein signifikanter Unterschied im Vergleich zur Baseline vor (t-Test:  $p=0,011$ ). In Gruppe B änderte sich der Mittelwert auf 1,9. Nach sechs Monaten sanken beide Mittelwerte erneut (Gruppe A: 1,2; Gruppe B: 1,7). Für beide Gruppen bestand ein signifikanter Unterschied im Vergleich zur Baseline (Gruppe A t-Test:  $p<0,0001$ ; Gruppe B t-Test:  $p=0,013$ ). In Abbildung 100 ist die Entwicklung der Mittelwerte veranschaulicht.

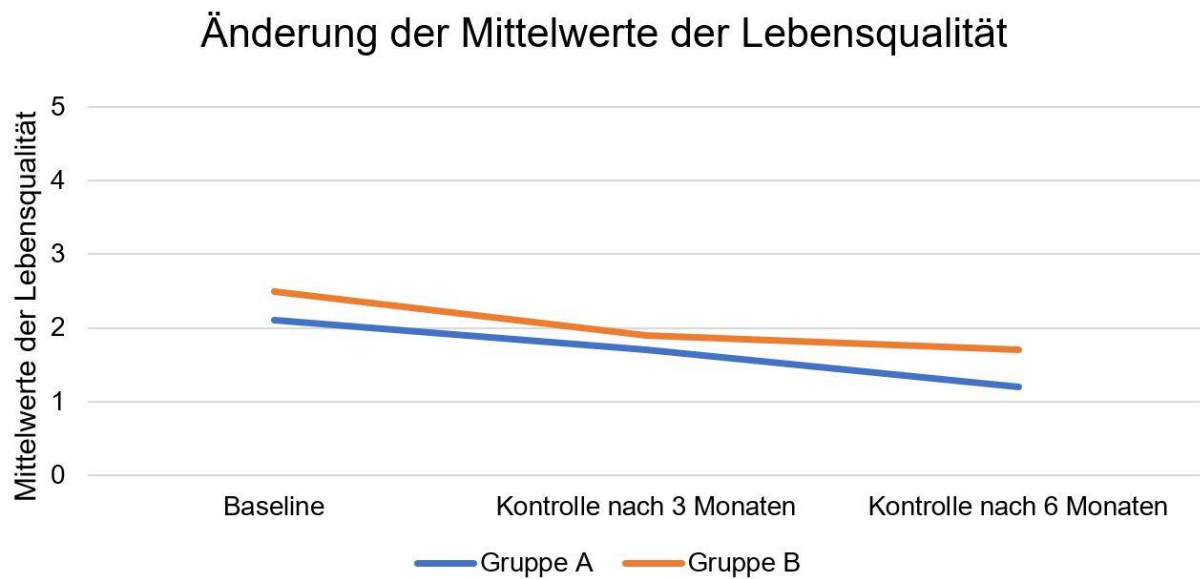


Abbildung 100: Änderung der Mittelwerte der Lebensqualität

#### 4.4.1.10 Änderung der Schmerzintensität

Wie bereits erwähnt wurde für die Angabe der Schmerzintensitäten über die VAS Einteilung jeweils ein Mittelwert berechnet (siehe Tabelle 5). Für Gruppe A war die gemittelte Angabe der Schmerzintensität zu Beginn bei 3,0 und 4,2 in Gruppe B. Nach drei Monaten sanken die Mittelwerte in beiden Gruppen (Gruppe A: 1,3; Gruppe B: 2,7). Dies ergab einen signifikanten Unterschied im Vergleich zu den Werten aus der Baseline für Gruppe A (t-Test:  $p=0,004$ ) und Gruppe B (t-Test:  $p=0,036$ ). Nach sechs Monaten lag der Mittelwert von Gruppe A bei 0,3 und in Gruppe B bei 1,9 (siehe Abbildung 101). Ebenfalls lag hierbei ein signifikanter Unterschied im Vergleich zur Baseline für Gruppe A (t-Test:  $p<0,0001$ ) und Gruppe B (t-Test:  $p=0,002$ ) vor.

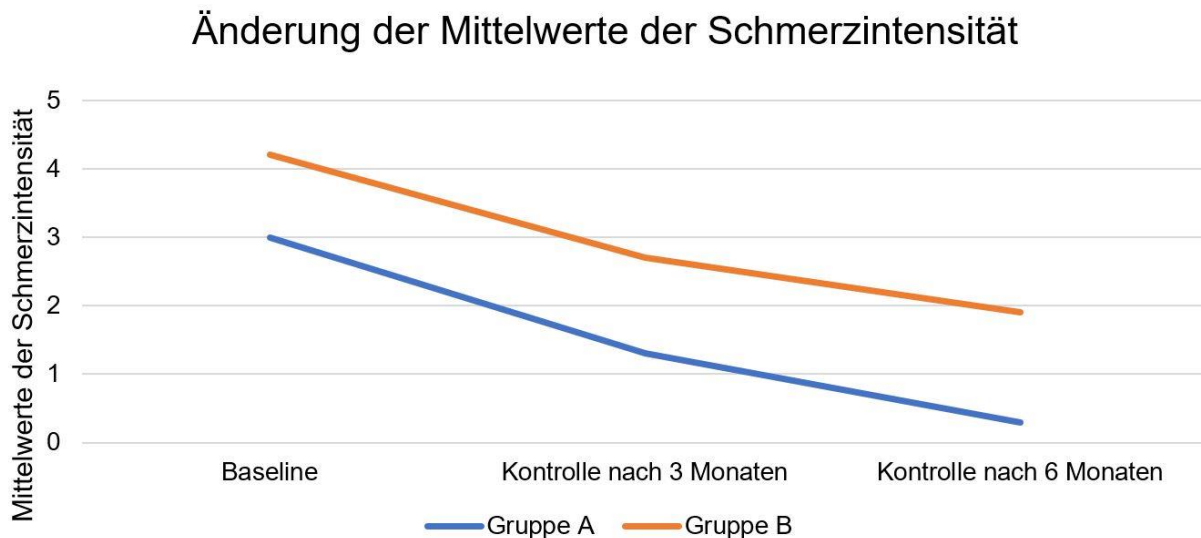


Abbildung 101: Änderung der Mittelwerte der Schmerzintensität

#### 4.4.1.11 Effektivitätsvergleich der erfolgreichen Schienentherapien

Der Effektivitätsunterschied der verschiedenen Registriervarianten wird auf den Erfolg der Schienentherapie bezogen. Dafür wurde, mittels eines Punktesystems, jeder Proband einzeln bewertet und nach dem System von Seifeldin und Elhayes, 2015 vorgegangen (siehe Abbildung 102). Nach drei Monaten ergaben sich Mittelwerte von 2,5 für Gruppe A und 2,6 für Gruppe B. Im Vergleich zur Baseline lag hier ein signifikanter Unterschied vor (t-Test:  $p < 0,0001$ ). Nach sechs Monaten war der Mittelwert in Gruppe A 2,1 und in Gruppe B 0,9. Auch hierbei lag ein signifikanter Unterschied vor (t-Test:  $p < 0,0001$ ). Im Vergleich zwischen den Zeitpunkten nach drei und sechs Monaten, bestand in Gruppe A kein signifikanter Unterschied (t-Test:  $p = 0,451$ ). Für Gruppe B bestand in diesem Vergleich ein signifikanter Unterschied (t-Test:  $p = 0,001$ ). In Bezug auf die Definition von Erfolg waren alle Schienen erfolgreich und effizient. Es kam zu keiner Stagnation oder Verschlechterung nach den Kontrollintervallen.



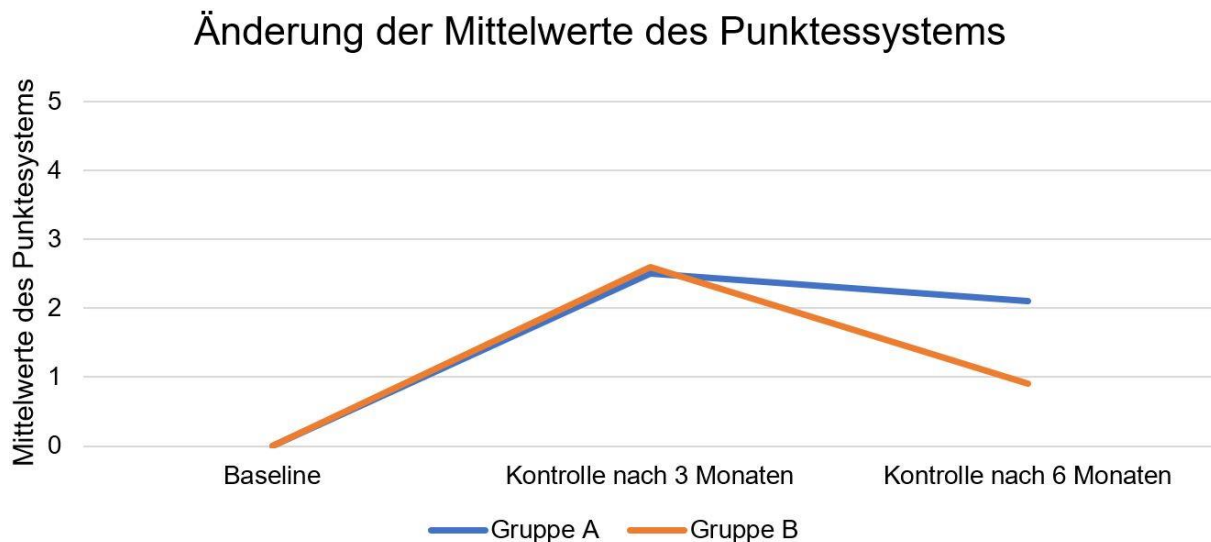


Abbildung 102: Änderung der Mittelwerte des Punktesystems

#### 4.4.2 Vergleich der Veränderungen zwischen den Gruppen

Im Folgenden wird ein Vergleich zwischen den Unterschieden der beiden Gruppen gezogen. Hierbei werden jeweils die Veränderungen der klinischen Parameter nach drei und sechs Monaten zwischen den Gruppen verglichen.

##### 4.4.2.1 Allgemeines

Nach der Randomisierung in zwei Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied zwischen Gruppe A und B in der Verteilung der gescreenten Beschwerden (t-Test:  $p=0,349$ ). Bei der Verbesserung der Entspannung, weniger Schlafstörungen und Migräneattacken oder Mundtrockenheit lag ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen vor.

##### 4.4.2.2 Anpassung der Schiene

Die Unterschiede in der Anpassung der Schiene waren zu keinem der Zeitpunkte zwischen den Gruppen signifikant ( $p>0,05$ ).

#### 4.4.2.3 Veränderung der klinischen Parameter 1-7

In Bezug auf die Veränderungen der klinischen Parameter zum Zeitpunkt der Baseline, nach drei und sechs Monaten, kam es zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen den beiden Gruppen ( $p > 0,05$ ).

#### 4.4.2.4 Veränderung der Einschränkung der Lebensqualität

Wie zuvor erwähnt wurden für die Einschränkung der Lebensqualität Mittelwerte berechnet. Zum Zeitpunkt der Baseline und nach drei Monaten bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Nach sechs Monaten lag jedoch ein signifikanter Unterschied vor, wobei die Aqualizer-Gruppe eine bessere Effizienz aufwies (t-Test:  $p = 0,018$ ).

#### 4.4.2.5 Veränderung der Schmerzintensität

Für die Angabe der Schmerzintensitäten wurde, wie bereits erwähnt, über die VAS Einteilung jeweils ein Mittelwert berechnet. Zum Zeitpunkt der Baseline bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Nach drei Monaten waren die Veränderungen der Schmerzintensität jedoch signifikant, mit einer Tendenz für bessere Ergebnisse in der Aqualizer-Gruppe (t-Test:  $p = 0,034$ ). Nach sechs Monaten lag ein ebenso signifikanter Unterschied vor (t-Test:  $p = 0,006$ ).

#### 4.4.2.6 Veränderung des Punktesystems

Wie bereits erwähnt wurde für das Punktesystem ebenfalls ein Mittelwert berechnet. Die Unterschiede im Punktesystem nach drei Monaten waren nicht signifikant. Nach sechs Monaten lag ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen vor (t-Test:  $p = 0,017$ ). Auch hierbei lag die Tendenz für eine bessere Effizienz bei Gruppe A.

#### 4.4.3 Vor- und Nachteile des Aqualizer-Systems

Ein Großteil des Patientenkollektivs litt an Kiefergelenksschmerzen und Schmerzen in der beteiligten Muskulatur. Die schmerzlindernde Wirkung des Aqualizers bestätigte sich dabei in jedem Fall. Nach kurzer Tragedauer des Aqualizers beschrieben die Probanden eine schmerzfreie Situation. Somit wurde das Vertrauen der Patienten in die Untersuchung gestärkt. Nachteilig ist zu vermerken, dass es zu Abweichungen der Zentriknahme kommen kann, wenn der Patient nicht korrekt auf das mit Flüssigkeit gefüllte Kissen beißt (Hugger und Kordaß, 2018). In der aktuellen Studie wurde signifikant dargelegt, dass die Schiene, welche unter Zuhilfenahme des Aqualizers gefertigt wurde, eine schnellere und höhere Reduktion der VAS Werte mit sich brachte.

#### 4.4.4 Vor- und Nachteile des handgeführten Zentrikregistrats

Die Handbissnahme ist eine äußerst effektive und zeitsparende Art der Zentrikregistrierung. Dennoch ist hierbei negativ zu bewerten, dass die Handhabung Übung benötigt, um den Kiefer in die zentrische Position zu führen (Utz *et al.*, 2010).

### 4.5 Patientenzufriedenheit

Die Patientenzufriedenheit wurde mit zwei verschiedenen Fragebögen ausgewertet. Zur Veranschaulichung der Daten wurden dazu Diagramme in Bezug auf alle 40 Probanden erstellt (siehe Abbildung 103). Alle Probanden der Gruppe A waren sehr zufrieden mit der Behandlung, in Gruppe B lag der Prozentsatz bei 95% (n=19). Allgemein wurden die Erwartungen an die Behandlungen in 90% (n=18) in Gruppe A und 75% (n=15) in Gruppe B erfüllt. 10% (n=2) aus Gruppe B gaben an, dass ihre Erwartungen eher nicht erfüllt wurden. 75% (n=15) der Gruppe A und 70% (n=14) der Gruppe B konnten eine deutliche Verbesserung der Beschwerden feststellen. Bei 5% (n=1) der Gruppe B konnte keine Verbesserung festgestellt werden. 70% (n=14) der Probanden aus Gruppe A und 80% (n=16) der Probanden aus Gruppe B hielten sich vollkommen an die Therapieziele, die restlichen Probanden hielten sich eher an die Ziele (Tragen der Schiene). 75% (n=15) der Gruppe A und 80% (n=16) der Gruppe B hatten keine Probleme beim Tragen der Schiene. Eine Schienentherapie wurde von 90% (n=19) in Gruppe A und 85% (n=17) in Gruppe B weiterempfohlen. 5% (n=1) aus

Gruppe B würden diese Therapiemethode eher nicht weiterempfehlen. Hier konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

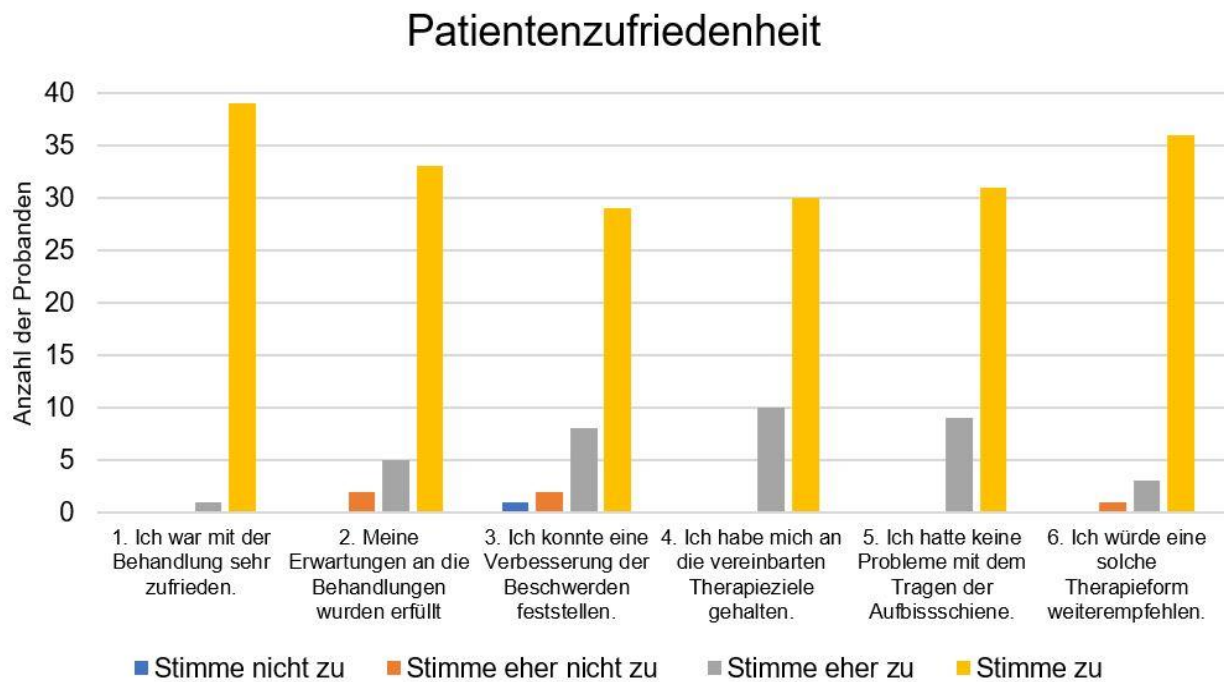


Abbildung 103: Patientenzufriedenheit Gruppe A & B

Die zwei letzten Fragen waren speziell an Gruppe A gerichtet und bezogen sich nochmals auf den Aqualizer (siehe Abbildung 104). 70% (n=14) gaben an, ein gutes Gefühl durch den Aqualizer, in Bezug auf das spätere Tragen der Schiene, bekommen zu haben. 90% (n=18) beschrieben den Aqualizer als nicht unangenehm bei der Behandlung.

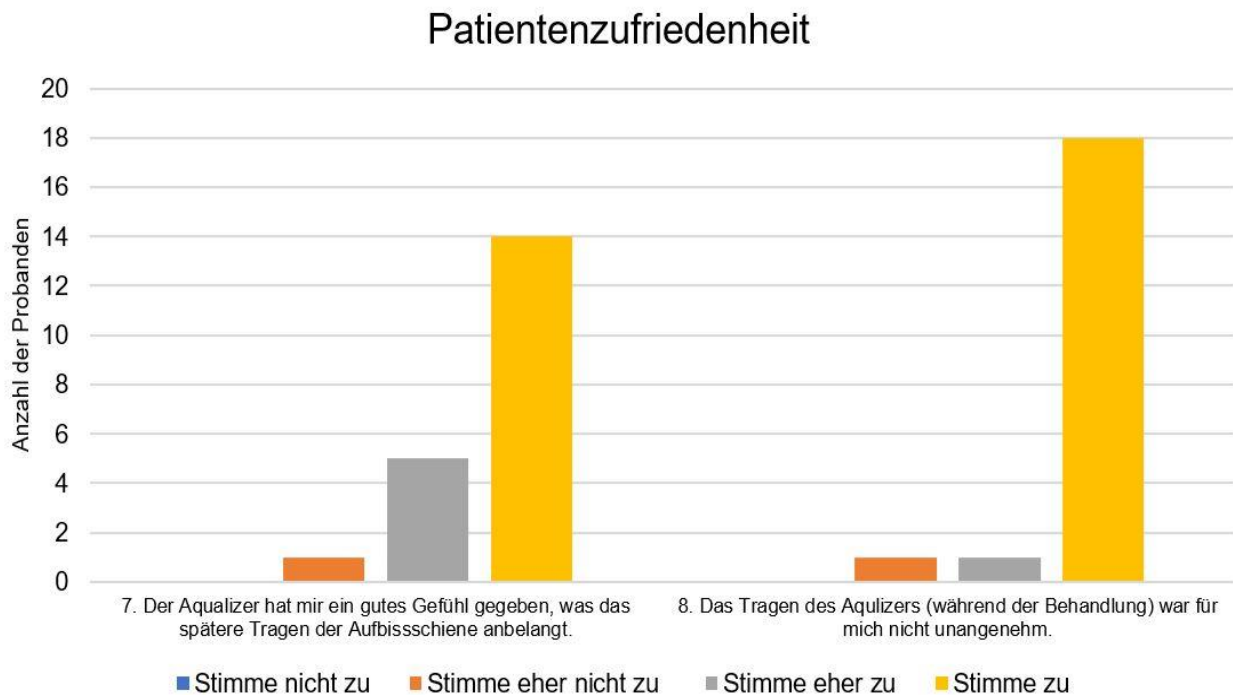


Abbildung 104: Zusatzfragen Patientenzufriedenheit Gruppe A

Die Freitextfragen ergaben, dass alle Probanden die Schiene regelmäßig (mehr als fünf Nächte in der Woche) trugen. Zuletzt vermerken die Probanden nochmals die bemerkten Veränderungen (Entspannung, weniger Schlafstörungen, Mundtrockenheit etc.).

## 4.6 Unterschiede der Kontaktposition zwischen habitueller und zentrischer Bisslage (Modellanalyse)

Die Modelle wurden auf verschiedene Aspekte analysiert, die im Folgenden beschrieben werden. Hierbei steht auch stets der Bezug zur intraoralen Situation im Vergleich.

### 4.6.1 Visueller Vergleich der Kontaktpunkte

Die Anzahl der habituellen Kontakte wurde in der Untersuchung mit Hilfe der Okklussionsfolie intraoral angezeichnet. Im Dokumentationsbogen wurden die Punkte vermerkt und konnten so gezählt werden. So ergab sich im Mittel eine Kontaktpunktzahl von  $9,7 \pm 3,0$  bei Gruppe A und  $11,8 \pm 3,6$  bei Gruppe B an intraoralen statischen Kontakten. Auf den Modellen wurden, mit Hilfe der

Okklusionsfolie im Artikulator, die Punkte auf dem habituell sowie auf dem zentrisch einartikulierten Unterkiefer angezeichnet. Auf den Modellen waren es im Mittel  $8,7 \pm 3,3$  (Gruppe A) und  $9,7 \pm 3,6$  (Gruppe B) angezeichnete, habituelle Kontaktpunkte. Weder in Gruppe A noch in Gruppe B lag hier ein signifikanter Unterschied zwischen der habituellen Kontaktposition intraoral und am Modell vor ( $p > 0,05$ ).

Bei den zentrischen Positionen wurden im Mittel  $5,2 \pm 3,7$  (Gruppe A) und  $7,4 \pm 5,1$  (Gruppe B) gezählt. Die Mittelwerte in Gruppe A zeigten einen signifikanten Unterschied zwischen habitueller und zentrischer Kontaktpunktzahl (t-Test:  $p = 0,003$ ).

Störkontakte lagen in jeder Gruppe bei 20% ( $n=4$ ) vor.

#### 4.6.2 Vergleich der Gleichmäßigkeit der statischen Kontakte

Die Gleichmäßigkeit, der auf die Unterkiefer verteilten, statischen Kontakte, wurde mittels Shimstockfolie im Artikulator überprüft. Hierbei ergab sich im Mittel eine gleichmäßige Verteilung bei 75% ( $n=15$ ) bei Gruppe A und 80% ( $n=16$ ) bei Gruppe B bei habituellem Biss sowie 55% ( $n=11$ ) bei Gruppe A und 60% ( $n=12$ ) bei Gruppe B bezogen auf die zentrische Relation. Hierbei spielte wieder der Aspekt des Störkontaktes in zentrischer Position eine Rolle (siehe Abbildung 105). Diese lagen in jeder Gruppe bei 20% ( $n=4$ ) der Probanden vor. Aufgrund der Störkontakte war in zentrischer Position keine gleichmäßige Verteilung mehr vorhanden.



Abbildung 105: Störkontakt

### 4.6.3 Vergleich der dentogenen Führung

Die dynamischen Kontakte wurden intraoral mit Okklusionsfolie angezeichnet und konnten so gezählt werden. Auf den Modellen wurden jeweils für die zwei Unterkiefermodelle die statischen Kontakte mit roter, die dynamischen Kontakte mit grüner und die Protrusionskontakte entsprechend mit schwarzer Okklusionsfolie markiert (Abbildung 106).



Abbildung 106: Markiertes Modell

Bei allen Probanden konnten so verschiedene dentogene Führungen visuell sichtbar gemacht werden. Es wurden vier Formen der Führung identifiziert: Frontzahn-, Front-Eckzahn-, Gruppen- und Eckzahnführung. Dabei wurden zusätzlich Punkte zur Berechnung von Mittelwerten verteilt. Bei den habituell einartikulierten Modellen lag bei 35% (n=7) eine Front-Eckzahnführung in Gruppe A und zu 30% (n=6) in Gruppe B vor. Bei 40% (n=8) aus Gruppe A und 60% (n=12) aus Gruppe B lag eine Gruppenführung vor. Eine Eckzahnführung bestand bei 25% (n=5) aus Gruppe A und 10% (n=2) aus Gruppe B. Bei den Modellen mit zentrischer Bisslage lag bei 15% (n=3) aus Gruppe B eine Frontzahnführung vor. Eine Front-Eckzahnführung bestand bei 40% (n=8) aus Gruppe A und 15% (n=3) aus Gruppe B. Bei 45% (n=9) aus Gruppe A und 65% (n=13) aus Gruppe B lag eine Gruppenführung vor. Die Eckzahnführung bestand in 15% (n=3) der Gruppe A und 5% (n=1) der Gruppe B. Zur Veranschaulichung sind die Gesamtergebnisse für alle Probanden in Diagrammen dargestellt (siehe Abbildung 107, Abbildung 108).

Weder in Gruppe A, noch in Gruppe B bestand ein signifikanter Unterschied in der Verteilung der Führungsarten innerhalb und zwischen den Gruppen.

## Führung habituell

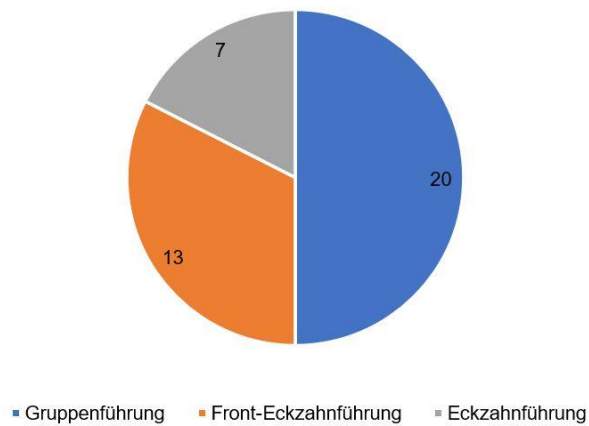


Abbildung 107: Dentogene Führung habituell

## Führung zentrisch

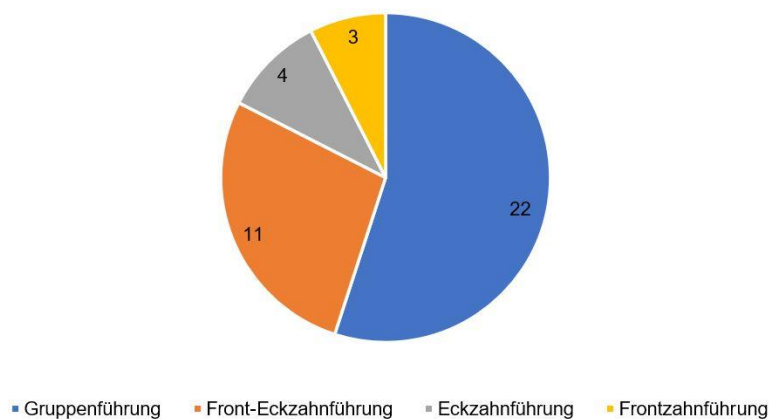


Abbildung 108: Dentogene Führung zentrisch

## 4.7 Bewertung der Hypothese

Die Hypothese, dass die Zentrikregistrierung mittels Aqualizer-System zu einer erfolgreicherer Schienentherapie führt, kann in Bezug auf folgende Parameter akzeptiert werden: Einschränkung der Lebensqualität, Schmerzintensität und das Punktsystem. Die Parameter 1-7, Veränderung der Anpassungen der Schiene, Patientenzufriedenheit und die Analyse der Modelle waren nicht aussagekräftig zwischen den



Gruppen. Obwohl einzelne Parameter signifikante Unterschiede innerhalb der Gruppen zeigten, wurden keine weiteren Vergleiche mit Tendenz zum Aqualizer-System gefunden.

## 5 Diskussion

In den vorangegangenen ausführlichen Betrachtungen wurden diverse Themen erörtert. Im Folgenden soll auf verschiedene Fragestellungen erneut eingegangen werden. Ein kritisches Hinterfragen der Aspekte sowie eine objektive Beurteilung sollen erfolgen.

### 5.1 Diskussion der Therapievariante

Das therapeutische Spektrum der zahnärztlichen Interventionen bei CMD-Symptomen ist breit gesteckt. Im Vorhinein ist eine genaue Diagnostik relevant. Die Diagnosefindung mittels RDC/TMD hat sich bisher mit großer Zuverlässigkeit etabliert. Besonders die Unterteilung in schmerzhafte und nicht-schmerzhafte Faktoren verbessert die Effektivität dieses Hilfsmittels (John *et al.*, 2005). In dieser Studie wurde zur Vereinfachung der erweiterte Kurzbefund des CMD-Screenings verwendet. Aufgrund der Reduktion auf wesentliche Aspekte, die mit den am häufigsten vorkommenden Symptomen assoziiert werden, ist der erweiterte Kurzbefund eine schnelle und effiziente Möglichkeit der Diagnosefindung (Ahlers und Jakstat, 2018). Die Gruppeneinteilung in schmerzhafte und nicht-schmerzhafte Faktoren bleibt hierbei zwar erhalten, dennoch wäre die Verwendung eines detaillierteren Diagnoseprotokolls in dieser Studie, für spätere Studienvergleiche, effektiver gewesen. Die zahnärztliche Primärtherapie bei funktionellen Erkrankungen des kranio-mandibulären Systems ist laut DGFDT die Schienentherapie, welche einer wirkungsvollen und non-invasiven Behandlungsmöglichkeit entspricht (DGFDT und DGZMK, 2019). In der Literatur wird dabei kontrovers diskutiert, ob eine alleinige Therapie oder eine Kombination aus mehreren Therapieansätzen am wirkungsvollsten ist. Hierbei ist beispielsweise eine Kopplung der Schienentherapie mit zusätzlicher manueller Therapie, Heimübungsprogrammen oder invasiven Therapieoptionen gemeint. Laut einer Studie, die diesbezüglich vergleichende Untersuchungen anstellte, ist eine Kombination nur dann notwendig, wenn die Patienten schwerwiegende Einschränkungen und Schmerzen haben. Demnach sind einfache Therapieformen, wie beispielsweise eine alleinige Schienentherapie eher geeignet für Patienten, die keine schwerwiegenden Symptome zeigen (Türp *et al.*, 2007). Für Patienten, die eine schwerere Symptomatik der CMD aufweisen, kann laut Studienlage, zunächst eine Kombination aus Massagetherapie und Schienentherapie wirksam

sein. Dies führt zu einer Verringerung der Intensität der CMD-Symptome (Gomes *et al.*, 2014). Hierbei muss kritisch hinterfragt werden, inwieweit eine Einteilung in Schweregrade sinnvoll und reproduzierbar ist. In der vorliegenden Studie wurde keine Einteilung vorgenommen und somit nicht der Schweregrad der CMD-Symptome ermittelt. Für einen exakteren Vergleich und weiterführende Unterscheidungen wäre eine neue Studie erforderlich mit einer vorangehenden Einteilung in Schweregrade und einer größeren Studienpopulation. Ebenso wird die Notwendigkeit der Schienentherapie kritisch diskutiert. In der Literatur gibt es auch Studien, die die Wirksamkeit der Aufbisschienen nicht bestätigen können. Um eine eindeutige Empfehlung für die Therapieart aussprechen zu können, muss demnach weitere Forschung betrieben werden, die möglichst standardisierte Methoden verwendet und somit weitestgehend von Verzerrungen abgeschirmt ist (Riley *et al.*, 2020). Diese Studie beruft sich auf die Empfehlung der DGFDT und hat somit eine unbedenkliche Daseinsberechtigung.

Für die Herstellung der Aufbisschienen sind verschiedene Aspekte ausschlaggebend. Die elektronische Gesichtsbogenübertragung ist eine effektive, zeitsparende Methode, um nicht nur die Lage des Oberkiefers, sondern auch verschiedene Funktionsbewegungen zu messen (zebris Medical GmbH, 2019). Die Verwendung von analogen Gesichtsbögen wird in der Literatur sehr kritisch diskutiert. Hierbei wurde kein Vorteil bei der Verwendung eines analogen Gesichtsbogens im Vergleich zu keiner solchen Übertragung berichtet (Shodadai *et al.*, 2001). Ebenso berufen sich andere Studien auf die Tatsache, dass die analoge Gesichtsbogenübertragung lediglich die Stuhlzeit des Patienten verlängert, jedoch keine deutlichen Vorteile in der Herstellung und Effektivität von Aufbisschienen bringt (Farias-Neto *et al.*, 2013; Yohn, 2016). Zur genauen Beurteilung der Notwendigkeit eines Gesichtsbogens und der Verwendung analoger oder elektrischer Gesichtsbögen, sind weitere Studien erforderlich. Ein weiterer Aspekt ist die exakte Registrierung der Zentrik, die, aufgrund der Kondylenposition, ausschlaggebend für die Schienentherapie ist (Linsen *et al.*, 2013). Neueste Studien von 2022 sind sich uneins über die tatsächliche Notwendigkeit der zentrischen Relation für eine erfolgreiche Schienentherapie. In der Studie von Derwich und Pawlowska, 2022, die eine Kombination der Schienentherapie mit Physiotherapie untersuchte, kam es zu dem Ergebnis, dass eine zentrische Position der Kiefer keinen Vorteil mit sich bringt. Konträr stehen hierzu die Ergebnisse einer anderen aktuellen Studie von Liu *et al.*, 2017. Hierbei wurde die anteriore Stellung der Kiefergelenke, wie sie bei der

zentrischen Position besteht, als erfolgreicher bei der Schienentherapie beschrieben. Demzufolge gibt es Bedarf an einer definitiven Stellungnahme, inwieweit die zentrische Position notwendig für die erfolgreiche Schienentherapie ist. In der vorliegenden Studie wurde auf Grundlage verschiedener Studien, die die zentrische Position als wirksam erachten, solch eine Registrierung vorgenommen (Linsen *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2017). Wie bereits erwähnt gibt es viele Möglichkeiten die Zentrik zu registrieren. In dieser Studie wurde nur das Augenmerk auf Handbissnahme sowie die Registrierung mittels Aqualizer-Systems gelegt. Der Vorteil des Aqualizer-Systems ist, dass er die Okklusion ohne externe Hilfe, beispielsweise das Mitwirken durch den behandelnden Zahnarzt, entkoppelt (Hugger und Kordaß, 2018). Ein Nachteil kann sein, dass die Registrierung, aufgrund eines falschen Zusammenbeißen des Patienten, fehlerhaft sein kann. Da der Aqualizer als Notfallinstrument dient und Schmerzen innerhalb kürzester Zeit reduzieren kann, gewinnt er immer mehr an Wichtigkeit für eine akute Schmerzreduktion (Hugger und Kordaß, 2018). Da der Aqualizer auch zur Diagnostik von Rückenschmerzen verwendet werden kann, wird die CMD-Diagnostik in Bezug auf den ganzen Körper immer wichtiger (Hobson und Esser, 2022). Die handgeführte Zentrikregistrierung ist eine schnelle Methode, die nicht auf ein vorgefertigtes Utensil angewiesen ist. Dennoch muss der behandelnde Zahnarzt ein gewisses Maß an Übung haben, um den Kiefer korrekt in die zentrische Position zu führen (Kattadiyil *et al.*, 2021; Linsen *et al.*, 2013; Stafeev *et al.*, 2019). Inwieweit welche Registriertechnik die beste Reproduzierbarkeit aufweist, gibt es in der Literatur keine eindeutigen Empfehlungen. Als Material, zur Registrierung der zentrischen Position, wurde GC Compound und Regisil verwendet. Bei Letzterem handelt es sich um ein Polyvinylsiloxan, das einer Studie zufolge zusammen mit einer Registrierpaste auf Polyetherbasis die beste Genauigkeit aufweist (Kattadiyil *et al.*, 2021). Somit muss auch in Bezug auf das verwendete Material der Registrierpaste ein eventueller Fehler miteinberechnet werden, der die registrierte Position verfälschen kann. Für einen exakten Vergleich zwischen dem Umgang mit den Registriertechniken und deren Reproduzierbarkeiten, auch in Bezug auf die Verwendung des Materials, sind in Zukunft weitere Studien von Nöten (Kattadiyil *et al.*, 2021).

Neben der Registriertechnik ist auch die Herstellungsart, je nach Schienenart, variabel. In dieser Studie wurde eine CAD/CAM gefräste Schiene erstellt. Das Material berief sich auf eine thermoaktiv flexible PMMA-Basis. Die Art des Materials sowie dessen Verarbeitung habe Vor- und Nachteile. In Bezug auf die Bruchzähigkeit haben,

Schienen, die auf einer Polycarbonatbasis bestehen, höhere Werte aufgewiesen, als solche die aus einer PMMA-Basis bestehen (Gibreel *et al.*, 2021). In Bezug auf die Herstellungsweise gibt es in der Literatur kontroverse Diskussionen. Somit kam es bei einer Studie von 2021 zu dem Ergebnis, dass kein signifikanter Unterschied in den mechanischen Eigenschaften zwischen einer CAD/CAM gefrästen Schiene und dem Spritzgussverfahren besteht (Gibreel *et al.*, 2021). Laut einer anderen Studie desselben Jahres, bestehen keine Unterschiede zwischen diesen zwei Verfahren (Wesemann *et al.*, 2021). Bei der Unterscheidung zwischen CAD/CAM gefrästen und 3D gedruckten Schienen überwogen jedoch die gefrästen Schienen in der Genauigkeit (Reymus *et al.*, 2020). Somit besteht ein Zusammenhang zwischen dem Erfolg der Schientherapie und den Herstellungsschritten. In der Studie von Wang *et al.*, 2019, wurde festgestellt, dass der CAD/CAM-Workflow in Bezug auf Ästhetik, Produktion, Ressourcenschonung und Umweltfreundlichkeit erfolgreicher war. Dies spricht ebenso für die verwendeten CAD/CAM gefrästen Schienen, bei der Therapie von Patienten mit CMD-Symptomen, in der vorliegenden Studie.

## 5.2 Diskussion der Ergebnisse

An dieser Studie nahmen 40 Probanden teil, die in zwei Gruppen mit jeweils zwanzig Teilnehmern aufgeteilt wurden. Diese Stichprobengröße ist plausibel, da in prospektiven Studien ähnliche Fallzahlen für einen Wirksamkeitsvergleich des Einsatzes des Aqualizers vor einer Schientherapie verwendet wurden (Buchbender *et al.*, 2021a; Buchbender *et al.*, 2021b). Auch in anderen Studien, die Schientherapien und -typen für Patienten mit CMD-Symptomen verglichen, reichten die Gruppengrößen von zehn bis zwanzig Probanden pro Gruppe (Alpaslan *et al.*, 2008; Derwich und Pawlowska, 2022; Lundh *et al.*, 1988; Lundh *et al.*, 1985; Oliveira *et al.*, 2019; Turk *et al.*, 1993; Wright *et al.*, 1995).

Nach dem Screening für den Einschluss in die Studie wurde keine Stratifizierung durchgeführt. Somit variieren die Mittelwerte in der Einschränkung der Lebensqualität und Schmerzintensität (siehe Abbildung 100, Abbildung 101). Obwohl die Unterschiede nicht signifikant waren, wäre es für zukünftige Studien von Vorteil, zuerst eine Stratifizierung durchzuführen, um exakte Werte und nicht nur Veränderungen vergleichen zu können.

Der Zusammenhang zwischen Schlafstörungen und CMD-Symptomen kann allgemein in der Literatur bestätigt werden (Al-Jewair *et al.*, 2021; Benassi *et al.*, 2022; Kanclerska *et al.*, 2022). Besonders bei starken Beschwerden oder degenerativen Kiefergelenkserkrankungen verstärken sich die Schlafstörungen (Yap *et al.*, 2022). Die Berücksichtigung von Schlafstörungen gewinnt zunehmend an Bedeutung und diesbezüglich sind weitere Studien von Nöten (Al-Jewair *et al.*, 2021). Wie bereits erwähnt, berichteten acht der Probanden, die der Gruppe A angehörten, über weniger Schlafstörungen. Einer anderen Studie zufolge wurden durch den Einsatz des Aqualizers bei Patienten mit CMD-Symptomen gute Erfolge bei der Linderung von Schlafstörungen und damit bei der Verbesserung der Schlafqualität erzielt (Hülse *et al.*, 2019). Inwieweit dieses Ergebnis mit der aktuellen Studie verglichen werden kann, muss kritisch hinterfragt werden. Bei der vorliegenden Studie wurde nach dem Einsatz der Aufbisschiene der Aqualizer nicht mehr getragen. Die Möglichkeit, dass sich die positiven Eigenschaften des Aqualizers auf die Schienen der Gruppe A übertragen lassen, kann nur spekuliert werden. Dennoch sprechen die Ergebnisse für sich und können dementsprechend interpretiert werden. Ob im Speziellen eine gesonderte Therapie für die Schlafstörungen, beispielsweise durch Akupunktur erforderlich ist, muss im Einzelnen entschieden werden und kann laut Studienlage zu einer Verbesserung führen (Cândido Dos Reis *et al.*, 2021). Eine Komorbidität von CMD-Symptomen und Migräne wird in der Literatur ebenfalls diskutiert. Hierbei ist die interdisziplinäre Therapie für eine Verbesserung der Beschwerdesymptomatik notwendig (Fernandes *et al.*, 2019). Hinzuzufügen ist, dass in der vorliegenden Studie weder die Ermittlung von Schlafstörungen noch die von Migräne einer der Zielgrößen entspricht und somit nur als Nebenbefund diskutiert wird. Es wurde nicht explizit erfragt, ob Schlafstörungen oder eine Migräne vorlagen, da dies nicht im Umfang der auszuwertenden Kriterien lag.

Das Vorhandensein von Gelenkgeräuschen muss nicht gleich als pathologisch diagnostiziert werden. Solange das Gelenkgeräusch ohne Schmerzen persistiert, ist laut Studien eine Therapie nicht dringend oder gar nicht von Nöten (Huddleston Slater und Naeije, 1997). Über die Prognose, inwieweit sich ein Gelenkgeräusch negativ auf das Kiefergelenk auswirkt, müssen spezialisierte Forschungen betrieben werden (Wabeke *et al.*, 1989). Ein Zusammenhang zwischen einer Zahnfehlstellung und ein dadurch entstehendes Gelenkgeräusch konnte in der Literatur bisher nicht bestätigt werden (Manfredini *et al.*, 2014). Dennoch ist zu vermerken, dass beim Auftreten von Schmerzen im Bereich des kranio-mandibulären Systems oft ein Gelenkgeräusch

auftritt sowie die Patienten schlechte Angewohnheiten, wie beispielsweise Nägelkaugen aufwiesen (Poluha *et al.*, 2021a; Poluha *et al.*, 2021b). Des Weiteren hat eine Studie ergeben, dass nach der Schienentherapie weniger Gelenkgeräusche auftraten (Madani und Mirmortazavi, 2011). In der vorliegenden Studie trat ebenso eine signifikante Reduktion der Gelenkgeräusche innerhalb der Gruppen nach drei und sechs Monaten auf. Dies kann dadurch erklärt werden, dass die zentrische Position der Schiene die Position des Kiefergelenks beeinflusst. Dass jedoch das Aqualizer-System einen größeren Einfluss auf das Kiefergelenk hat, konnte, im Gegensatz zu anderen Studien, bei diesem Parameter nicht nachgewiesen werden (Fantini *et al.*, 2005; Kireilytė und Pileičikienė, 2017). Hierfür wäre eine größere Anzahl an Probanden und nochmals eine genauere Einteilung der Gelenkgeräusche notwendig.

Die Palpation der Kiefergelenke wurde händisch vorgenommen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Kiefergelenke MRT-gestützt zu beurteilen. Hierbei wurde jedoch in einer Studie beschrieben, dass dies keine Vorteile bringt und die händische Palpation teils genauer ist (Haley *et al.*, 2001). Die schmerzhafteste Palpation der Kiefergelenke wurde nicht in Abhängigkeit von einem Vorliegen oder Ausbleiben eines Gelenkgeräusches untersucht. In vorher beschriebener Studie wurde dieser Aspekt auch untersucht und es kam vermehrt zu falsch-positiven und falsch-negativen Ergebnissen, besonders in Bezug auf die MRT-gestützte Beurteilung. Somit stellt sich die händische Palpation auch aus kostentechnischen Gründen in den Vordergrund (Haley *et al.*, 2001). Der Frage, inwieweit die Gelenkgeräusche mit den schmerzhaften Palpationen zusammenhängen, müssen sich zukünftigen Studien widmen. In der vorliegenden Studie bestand bei maximaler Mundöffnung für Gruppe A im Vergleich zwischen Baseline und sechs Monaten ein signifikanter Unterschied. Dies könnte mit der unterschiedlichen Anzahl der Probanden in der Baseline zusammenhängen. Hierbei spielt wieder der Aspekt der Stratifizierung eine Rolle. Eine Aufgliederung in die einzelnen Parameter mit einer vorangegangenen Stratifizierung wäre vor Beginn weiterer Studien sinnvoll.

Die Muskelpalpation wurde ebenso wie die Palpation der Kiefergelenke händisch vorgenommen. Mithilfe der Algometrie kann dies auch instrumentell geschehen. Laut einer Studie von 2004 bestehen hierbei aber keine signifikanten Verbesserungen oder Unterschiede in der Genauigkeit (Visscher *et al.*, 2004). Somit ist die händische Palpation auch hierbei gerechtfertigt. Sie muss jedoch auch richtig ausgeführt werden und kann Anzeichen für eine Veränderung bei augenscheinlich gesunden Patienten

bringen (Serrano-Hernanz *et al.*, 2019). Palpationsbedingte Schmerzen sind somit auch wichtig für die richtige Diagnosefindung und den Ausschluss von Differentialdiagnosen (Costa *et al.*, 2016). Als weiteres Hilfsmittel, besonders in Bezug auf die Kaumuskeln, kann eine Panoramaschichtaufnahme erstellt werden. In diesem Röntgenbild ist die Unterkieferkontinuität beurteilbar. Bei Patienten, die CMD-Symptome mit besonderem Augenmerk auf den Bruxismus zeigen, kann hier eine Veränderung am Unterkieferknochen vorliegen. Die Kieferwinkel können Knochenanlagerungen aufweisen. Dies ist allerdings nur nach längeren erhöhten Belastungen als zusätzliches Diagnosezeichen zu sehen. Durch einen erhöhten Muskelzug der Kaumuskeln, vor allem des M. masseters mit Ansatz an der Tuberositas masseterica mandibulae, kommt es zu einem Knochenab- und anbau und somit zu den Anlagerungen im Bereich des Unterkieferwinkels (Türp *et al.*, 2021). In der vorliegenden Studie wurden auf eine röntgenologische Diagnostik verzichtet und somit kein Röntgenbild erstellt. Es muss kritisch abgewogen werden, inwieweit eine rechtfertigende Indikation für die Sicherung der Diagnose durch ein Röntgenbild bei Patienten mit CMD-Symptomen sinnvoll ist. Des Weiteren können Angstzustände und Depressionen Schmerzen im Bereich der Muskulatur verstärken. Somit ist eine ganzheitliche Untersuchung des Patienten in der Praxis notwendig und nicht nur die Fokussierung auf einzelne Aspekte (Atsü *et al.*, 2019). In der vorliegenden Studie wurden vier unterschiedliche Muskelgruppen palpirt. Hierbei lag der Großteil der schmerzhaften Palpation beim M. trapezius. Das kann auch an einer Rückenproblematik, allgemeiner Stress- oder Kopfschmerzsymptomatik der Probanden liegen (Ferrillo *et al.*, 2022). Zusätzlich wurde in einer anderen Studie ersichtlich, dass mit zunehmendem Schweregrad der CMD-Symptome auch die Nackenschmerzen, im Speziellen die Schmerzen des M. trapezius, verstärkt wurden (Sanchla *et al.*, 2022). Im Vergleich zwischen dem M. masseter und M. temporalis lag die Dominanz bei der schmerzhaften Palpation des M. masseters. Dies bestätigt ebenso die Aussagen von Schindler und Türp, 2017. Bei der Palpation der Muskeln lagen signifikante Unterschiede in beiden Gruppen vor. Dies bezeugt eine gute Effektivität der Schienentherapie bei Muskelschmerzen. Die Kaukräfte die beispielsweise bei Bruxismus auftreten sind um ein Vielfaches höher als normal. Durch die Entkopplung der Okklusion durch die Schiene und somit einer Entlastung der Muskulatur, verteilen sich die Kaukräfte auf das gesamte stomatognathe System. Durch die Kraftübertragung überzeugt die Aufbisschiene aufgrund ihrer entspannenden



Wirkung auf der Muskulatur und die Normalisierung der Propriozeption. Die Theorie, dass das Tragen der Aufbisschiene eine Verhaltensänderung beim Patienten hervorbringt und somit eine kognitive Stimulation bewirkt, sodass sich die Muskulatur entspannt, konnte durch diese Studie nicht bestätigt werden (Srivastava *et al.*, 2013). Dennoch hat diese Theorie ihre Berechtigung und sollte zukünftig durch weitere Forschung nochmals aufgegriffen werden.

In Bezug auf die Lebensqualität gibt es verschiedene standardisierte Fragebögen, die zur Auswertung verwendet werden können (OHIP/OHRQL). Studien, die diese Auswertungsmethode benutzen, kamen zu den Ergebnissen, dass die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität durch das Auftreten von CMD-Symptomen deutlich verringert ist (Bitiniene *et al.*, 2018). Vor allem durch die Verwendung des OHRQL kann eine frühzeitige Diagnosefindung geschehen, da diese Methode Anzeichen für eine CMD liefert (Cao *et al.*, 2022). In der vorliegenden Studie wurde, zur Beurteilung inwieweit die Lebensqualität eingeschränkt ist, eine Likert-Skala verwendet. Somit ist dies kritisch zu überdenken, da zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Studien die Wahl des OHIP oder OHRQL besser gewesen wäre. In Bezug auf die Auswertung der Schmerzintensität wurde die VAS benutzt. Wie auch in anderen Studien, die sich mit der Thematik der CMD befassen, wurden unterschiedliche Versionen der VAS, beispielsweise auch mit der Einteilung von 0 bis 100, verwendet (De La Torre Canales *et al.*, 2021; Saha *et al.*, 2019; Seifeldin und Elhayes, 2015; Xu *et al.*, 2018). Kritisch betrachtet werden muss dabei das subjektive Schmerzempfinden, das von Patient zu Patient verschieden ist. Die Verwendung eines Punktesystems, in Anlehnung an die Studie von Seifeldin und Elhayes, 2015, um zusammenfassend Mittelwerte errechnen zu können, hat sich als plausibel erwiesen. Für weitere Studien wird es erforderlich sein, eine einheitliche Einteilung in Bezug auf die Auswertung durch ein Punktesystem zu schaffen. Somit würde sich ein Vergleich zwischen verschiedenen Studien ermöglichen. In Bezug auf die Einschränkung der Lebensqualität, Schmerzintensität und dem Punktesystem, lagen signifikante Unterschiede innerhalb der Gruppen vor. Dabei kann man hier von einer Verbesserung der vorangegangenen Symptome sprechen und die Schienentherapie als effektive Therapieoption in den einschlägigen Punkten nennen. Wie bereits erwähnt wird dieser Aspekt der Effektivität und Notwendigkeit in der Literatur kontrovers diskutiert. Die vorliegende Studie kann sich somit jedoch den Studien anschließen, die sich für die Verwendung einer Schienentherapie aussprechen (Al-Moraissi *et al.*, 2020; Ebrahim

*et al.*, 2012; Wiechens *et al.*, 2022). Wie auch in anderen Studien beschrieben, ist die Schientherapie allgemein eine effektive Therapievariante zur Verbesserung der Lebensqualität und Schmerzlinderung (Buchbender *et al.*, 2021a; Buchbender *et al.*, 2021b; Wiechens *et al.*, 2022). Zur genauen Evaluierung, inwieweit die Schientherapie die Lebensqualität beeinflusst, müssen weitere Studien mit strengeren Richtlinien erfolgen, die somit weitestgehend gegen Verzerrungen abgeschirmt sind (Ebrahim *et al.*, 2012).

Dass die meisten Veränderungen zwischen den beiden Gruppen (klinische Parameter 1-7, Anpassung der Schiene) nicht signifikant waren, lässt sich durch die kleine Anzahl der Studienpopulation erklären. Ebenso ist hierbei der Aspekt der fehlenden Stratifizierung wichtig. In Zukunft werden weitere Studie mit einer größeren Studienpopulation von Nöten sein, um die genaue Effektivität des Aqualizers klar zu belegen.

Wie bereits erwähnt war die Veränderung der Einschränkung der Lebensqualität signifikant mit einer Tendenz der besseren Ergebnisse auf Seiten der Aqualizer-Gruppe. Andere Studien erzielten ähnliche Ergebnisse (Buchbender *et al.*, 2021a; Buchbender *et al.*, 2021b). Hier wurden analoge Gruppen verglichen, wobei die Vorteile des Aqualizers bei der Wirksamkeit der Schiene offensichtlich waren (Hobson und Esser, 2022; Wright *et al.*, 1995). Dennoch ist die Studienlage noch nicht abschließend geklärt und aufgrund der wenigen Studien, die, allein auf den Aqualizer bezogen, bereits existieren, sind weitere Forschungen mit ähnlichen Zielgrößen erforderlich. Somit könnte in Zukunft eine klar definierte Empfehlung für die Verwendung des Aqualizers ausgesprochen werden.

Hinsichtlich der Veränderung der Schmerzintensität zeigte sich zu allen Zeitpunkten ein signifikanter Unterschied zwischen Gruppe A und B. Wie bereits erwähnt spricht dies auch wieder für die Therapie mittels Aufbissschiene. In Bezug auf Gruppe A trägt somit das Aqualizer-System gut zur Schmerzlinderung bei (Buchbender *et al.*, 2021a; Buchbender *et al.*, 2021b).

Nach einer ähnlichen Studie von Seifeldin und Elhayes, 2015, waren die Veränderungen des Punktesystems nach sechs Monaten signifikant zwischen den Gruppen, mit einer Tendenz besserer Ergebnisse bei der Aqualizer-Gruppe.

Die Patientenzufriedenheit wurde mittels eigens erstellter Fragebogen ermittelt. Hier wurde nicht auf einen standardisierten Fragebogen, wie den OHIP-14 oder den SF-36,

zurückgegriffen. Somit besteht in diesem Punkt keine Möglichkeit die Studie mit anderen, in Bezug auf die Patientenzufriedenheit, zu vergleichen. Zusätzlich wurde die Zufriedenheit nur am letzten Kontrolltermin untersucht. Hierbei besteht nun kein zeitlicher Vergleich, sondern nur einer zwischen den beiden Gruppen. In Bezug auf die Patientenzufriedenheit gaben 10% (n=2) der Gruppe B an, dass ihre Erwartungen eher nicht erfüllt wurden. Dies kann damit erklärt werden, dass sich die Beschwerden der Patienten kaum verbesserten. 5% (n=1) in Gruppe B merkten keinen bedeutsamen Unterschied in der Verbesserung der Beschwerden. Eine Verschlechterung trat jedoch in keinem Fall auf. Eine mögliche Erklärung wäre, dass sich die Patienten mehr von der Therapie erhofft hatten. Dies ist allerdings nur eine Vermutung und ein erster Erklärungsansatz. Hierfür wären eine weitere Befragung und Auswertung notwendig, die nicht erfolgte.

Bei der Modellanalyse lässt sich die allgemein große Indifferenz der Kontaktpunkte zwischen der habituellen und zentrischen Kontaktposition dadurch erklären, dass die Positionen lediglich bei 10% der Bevölkerung identisch sind (Fantini *et al.*, 2005; Lang *et al.*, 1989). Bei der Art der dentalen Führung in zentrischer sowie in habitueller Position kam es zu keinen signifikanten Unterschieden. Somit kann bestätigt werden, dass die Art der Führung keinen direkten Einfluss auf die Kiefergelenke hat (Conti *et al.*, 2006).

Zusammenfassend lässt sich allgemein sagen, dass die Schienentherapie bei allen Probanden erfolgreich war. Es kam in keinem Fall zu einer Verschlechterung der vorher bestehenden Symptome. Ebenso kam es zu keinem Ausschluss von einem Probanden. Obwohl in der Literatur immer noch kontrovers diskutiert wird, inwieweit die Schienentherapie ihre Berechtigung hat, bezeugt diese Studie die Wirksamkeit der Aufbissschiene und beruft sich auf die Empfehlung der DGFDT mit der Primärtherapie der Schienentherapie. Allgemein trat eine Verbesserung der ursprünglichen Situation vor allem bei den Probanden auf, die über Muskel- und Kiefergelenksschmerzen klagten. Wie bereits erwähnt finden sich für diese Aussage ähnliche Ergebnisse in der Literatur (Srivastava *et al.*, 2013). Ebenso verringerten sich Knirsch- und Knackgeräusche im Kiefergelenk oder verschwanden gänzlich. Im Vergleich zwischen den beiden Gruppen erlangte die Aqualizer-Gruppe bessere Resultate in Bezug auf die Lebensqualität, Schmerzintensität und das Punktesystem. Dies indiziert die Verwendung des

Aqualizer-Systems bei der Schienentherapie und bringt viele Vorteile mit sich. Die Ergebnisse und Rückmeldungen über die Behandlungsmethode und den Einsatz des Aqualizers waren sehr positiv und überzeugend.

Symptome, die der CMD zugeordnet werden können, bedürfen einer Therapie, da es sonst zu einer Verschlimmerung der Beschwerden kommen kann (Seifeldin und Elhayes, 2015; Srivastava *et al.*, 2013). Ebenso kann eine interdisziplinäre Zusammenarbeit auch mit den Fachbereichen der Psychologie für einen langfristigen Therapieerfolg notwendig sein (Turk *et al.*, 1993). Diese Studie bezeugt die Wirksamkeit der Schienentherapie und im Speziellen die Vorzüge der Verwendung des Aqualizer-Systems.

## Literaturverzeichnis

1. Abdel-Fattah RA. Optimum temporomandibular joint (TMJ) condylar position (1989). *Todays FDA* **1**: 1c-3c.
2. Abraham AP, Veeravalli PT. A positional analyzer for measuring centric slide (2012). *J Indian Prosthodont Soc* **12**: 216-221.
3. Adams HF. Fabrication of a maxillary occlusal treatment splint (1979). *J Prosthet Dent* **42**: 106-111.
4. Ahlers MO. Update zahnärztliche Funktionsanalyse: Aktuelle verfahren, Instrumente und digitale Befundauswertung (2018). *Inf Orthod Kieferorthop* 247-269.
5. Ahlers MO, Fussnegger M, Göz G, Imhoff B, Jakstat HA, Mentler C, Neff A, Nippel E, Ottl P, Peroz I. Wissenschaftliche Mitteilung: Zur Therapie der funktionellen Erkrankungen des kranio-mandibulären Systems (2015). 1-15.
6. Ahlers MO, Jakstat HA. CMD-Screening mit dem CMD-Kurzbefund: Beispiel für eine orientierende Basisdiagnostik in der täglichen Praxis (2018). *Quintessence Publishing Deutschland*
7. Al-Jewair T, Shibeika D, Ohrbach R. Temporomandibular Disorders and Their Association with Sleep Disorders in Adults: A Systematic Review (2021). *J Oral Facial Pain Headache* **35**: 41-53.
8. Al-Moraissi EA, Farea R, Qasem KA, Al-Wadeai MS, Al-Sabahi ME, Al-Iryani GM. Effectiveness of occlusal splint therapy in the management of temporomandibular disorders: network meta-analysis of randomized controlled trials (2020). *Int J Oral Maxillofac Surg* **49**: 1042-1056.
9. Alpaslan C, Kahraman S, Güner B, Cula S. Does the use of soft or hard splints affect the short-term outcome of temporomandibular joint arthrocentesis? (2008). *Int J Oral Maxillofac Surg* **37**: 424-427.
10. Amorim CSM, Espirito Santo AS, Sommer M, Marques AP. Effect of Physical Therapy in Bruxism Treatment: A Systematic Review (2018). *J Manipulative Physiol Ther* **41**: 389-404.
11. Ash M. Schienentherapie: evidenzbasierte Diagnostik und Behandlung bei TMD und CMD. 3, 2006: Elsevier GmbH, München.
12. Asselmeyer T, Schwestka-Polly R. Okklusionsschienen: Indikation, Klassifikation und Herstellung (2015). *ZMK Zahnheilkunde Management Kultur*
13. Atsü SS, Güner S, Palulu N, Bulut AC, Kürkçüoğlu I. Oral parafunctions, personality traits, anxiety and their association with signs and symptoms of temporomandibular disorders in the adolescents (2019). *Afr Health Sci* **19**: 1801-1810.
14. Atwood DA. A critique of research of the posterior limit of the mandibular position (1968). *J Prosthet Dent* **20**: 21-36.
15. Aumüller G, Wennemuth G. Leitungsbahnen im Kopfbereich. In: (Hrsg.). 3, 2014a: 973-1002, Thieme Verlag, Stuttgart.
16. Aumüller G, Wennemuth G. Mundhöhle und Kauapparat. In: (Hrsg.). 3, 2014b: 1003-1038, Thieme Verlag, Stuttgart.
17. Bartrow K. Physiotherapie am Kiefergelenk: Untersuchung, Therapie, Fallbeispiele. 2011: Thieme Verlag, Stuttgart.
18. Bausch P, Bausch J (2021). Aqualizer Mini Medium. [online] <https://www.dentrade.com/aqualizer-mini-medium-AQ-309> [18.09.2021].

19. Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. Das somatosensorische System. In: (Hrsg.). 2008: 440, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin.
20. Beard CC, Clayton JA. Effects of occlusal splint therapy on TMJ dysfunction (1980). *J Prosthet Dent* **44**: 324-335.
21. Benassi GF, Mariotto LGS, Botelho AL, Valente M, Reis ACD. Relationship between temporomandibular dysfunctions, sleep disorders, and anxiety among dentistry students (2022). *Cranio* **40**: 258-261.
22. Bitiniene D, Zamaliauskiene R, Kubilius R, Leketas M, Gailius T, Smirnovaite K. Quality of life in patients with temporomandibular disorders. A systematic review (2018). *Stomatologija* **20**: 3-9.
23. Boos RH. Centric relation and functional areas (1959). *J Pros Den* 191-196.
24. Buchbender M, Keplinger L, Kesting MR, Adler W, Schmitt CM. A clinical trial: Aqualizer™ therapy and its effects on myopathies or temporomandibular dysfunctions. Part I: Objective parameters (2021a). *Cranio* 1-9.
25. Buchbender M, Keplinger L, Kesting MR, Adler W, Schmitt CM. A clinical trial: Aqualizer™ therapy and its effects on myopathies or temporomandibular dysfunctions. Part II: Subjective parameters (2021b). *Cranio* 1-7.
26. Bumann A, Lotzmann U. Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien. In: (Hrsg.). 2000: 6-68, Thieme Verlag, Stuttgart.
27. Cândido Dos Reis A, Theodoro de Oliveira T, Vidal CL, Borsatto MC, Lima da Costa Valente M. Effect of Auricular Acupuncture on the Reduction of Symptoms Related to Sleep Disorders, Anxiety and Temporomandibular Disorder (TMD) (2021). *Altern Ther Health Med* **27**: 22-26.
28. Cao Y, Yap AU, Lei J, Zhang MJ, Fu KY. Oral health-related quality of life of patients with acute and chronic temporomandibular disorder diagnostic subtypes (2022). *J Am Dent Assoc* **153**: 50-58.
29. Chhabra A, Chhabra N, Makkar S, Sharma A. The controversial issue of centric relation: a historical and current dental perspective? (2011). *Minerva Stomatol* **60**: 543-549.
30. Čimić S, Kraljević Šimunković S, Savić Mlakar A, Simonić Kocijan S, Tariba P, Čatić A. Reproducibility of the Obtained Centric Relation Records in Patients with Disc Displacement with Reduction (2018). *Acta Stomatol Croat* **52**: 24-31.
31. Conti PC, dos Santos CN, Kogawa EM, de Castro Ferreira Conti AC, de Araujo Cdos R. The treatment of painful temporomandibular joint clicking with oral splints: a randomized clinical trial (2006). *J Am Dent Assoc* **137**: 1108-1114.
32. Costa YM, Porporatti AL, Calderon PD, Conti PC, Bonjardim LR. Can palpation-induced muscle pain pattern contribute to the differential diagnosis among temporomandibular disorders, primary headaches phenotypes and possible bruxism? (2016). *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* **21**: e59-65.
33. Crawford SD. Condylar axis position, as determined by the occlusion and measured by the CPI instrument, and signs and symptoms of temporomandibular dysfunction (1999). *Angle Orthod* **69**: 103-115; discussion 115-106.
34. Daubländer M, Hartmann A, Welte-Jzyk C. Der chronische Schmerzpatient in der zahnärztlichen Behandlung (2019). *ZMK Zahnheilkunde Management Kultur* **35**: 470-476.

35. De La Torre Canales G, Câmara-Souza MB, Poluha RL, Grillo CM, Conti PCR, Sousa M, Rodrigues Garcia RCM, Rizzatti-Barbosa CM. Botulinum toxin type A and acupuncture for masticatory myofascial pain: a randomized clinical trial (2021). *J Appl Oral Sci* **29**: e20201035.
36. Derwich M, Pawlowska E. Do the Mandibular Condyles Change Their Positions within Glenoid Fossae after Occlusal Splint Therapy Combined with Physiotherapy in Patients Diagnosed with Temporomandibular Joint Disorders? A Prospective Case Control Study (2022). *J Pers Med* **12**:
37. DGFDT, DGZMK. S3-Leitlinie (Langversion): Diagnostik und Behandlung von Bruxismus (2019). *AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin* 1-141.
38. DGZMK, DGFDT: S1-Leitlinie: Okklusale Dysästhesie-Diagnostik und Management (2019). *AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin*
39. DGZMK, DGFDT. S2k-Leitlinie (Langversion): Instrumentelle zahnärztliche Funktionsanalyse (2015). *AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin*
40. Dupont WD, Plummer WD, Jr. Power and sample size calculations. A review and computer program (1990). *Control Clin Trials* **11**: 116-128.
41. Dylina TJ. A common-sense approach to splint therapy (2001). *J Prosthet Dent* **86**: 539-545.
42. Ebrahim S, Montoya L, Busse JW, Carrasco-Labra A, Guyatt GH. The effectiveness of splint therapy in patients with temporomandibular disorders: a systematic review and meta-analysis (2012). *J Am Dent Assoc* **143**: 847-857.
43. Ehrenfeld M, Winter W. Entzündungen des Knochens. In: (Hrsg.). 4, 2009: 149-172,
44. Ella B, Ghorayeb I, Burbaud P, Guehl D. Bruxism in Movement Disorders: A Comprehensive Review (2017). *J Prosthodont* **26**: 599-605.
45. Ettlin DA, Sommer I. Biopsychosoziales Menschenbild. In: (Hrsg.). 2019: 1-17, Thieme Verlag, Stuttgart.
46. Fang SB, Yang GJ, Kang YF, Sun YC, Xie QF. [Method and accuracy of determining the jaw position of repositioning splint with the aid of digital technique] (2020). *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* **53**: 76-82.
47. Fantini SM, Paiva JB, Rino Neto J, Dominguez GC, Abrão J, Vigoritto JW. Increase of condylar displacement between centric relation and maximal habitual intercuspation after occlusal splint therapy (2005). *Braz Oral Res* **19**: 176-182.
48. Farias-Neto A, Dias AH, de Miranda BF, de Oliveira AR. Face-bow transfer in prosthodontics: a systematic review of the literature (2013). *J Oral Rehabil* **40**: 686-692.
49. Fayed MM, El-Mangoury NH, El-Bokle DN, Belal AI. Occlusal splint therapy and magnetic resonance imaging (2004). *World J Orthod* **5**: 133-140.
50. Fernandes G, Arruda MA, Bigal ME, Camparis CM, Gonçalves DAG. Painful Temporomandibular Disorder Is Associated With Migraine in Adolescents: A Case-Control Study (2019). *J Pain* **20**: 1155-1163.
51. Ferrillo M, Migliario M, Marotta N, Fortunato F, Bindi M, Pezzotti F, Ammendolia A, Giudice A, Foglio Bonda PL, de Sire A. Temporomandibular disorders and neck pain in primary headache patients: a retrospective machine learning study (2022). *Acta Odontol Scand* 1-7.
52. Fougieront N, Fleiter B. Temporomandibular disorder and comorbid neck pain: facts and hypotheses regarding pain-induced and rehabilitation-induced motor activity changes (2018). *Can J Physiol Pharmacol* **96**: 1051-1059.

53. Fuchs L. Schmerzen und Muskelaktivitäten im Kopf- und Halsbereich: Positiver Einfluss des Aqualizers (2015). *IWW Institut für Wissen in der Wirtschaft* 5.
54. Fukushima S. A controversy with respect to occlusion (2016). *Jpn Dent Sci Rev* **52**: 49-53.
55. Galeković NH, Fugošić V, Braut V, Čelić R. Influence of the Hinge Axis Transfer Modality on the Three-Dimensional Condylar Shift Between the Centric Relation and the Maximum Intercuspatation Positions (2015). *Acta Stomatol Croat* **49**: 36-44.
56. Galeković NH, Fugošić V, Braut V, Čelić R. Reproducibility of Centric Relation Techniques by means of Condyle Position Analysis (2017). *Acta Stomatol Croat* **51**: 13-21.
57. Ganss C, Schulze K, Schlueter N. Toothpaste and erosion (2013). *Monogr Oral Sci* **23**: 88-99.
58. Gart M. HEALTH & MEDICINE REPORT: You're Wrong, Pain Is Not a Vital Sign (2018). *Journal*
59. Gibreel M, Perea-Lowery L, Vallittu PK, Lassila L. Characterization of occlusal splint materials: CAD-CAM versus conventional resins (2021). *J Mech Behav Biomed Mater* **124**: 104813.
60. Gilboe DB. Centric relation as the treatment position (1983). *J Prosthet Dent* **50**: 685-689.
61. Glen S (2016). Permuted Block Randomization. [online] <https://www.statisticshowto.com/permuted-block-randomization/> [21.11.2020].
62. Goldstein RE, Auclair Clark W. The clinical management of awake bruxism (2017). *J Am Dent Assoc* **148**: 387-391.
63. Gomes CA, El Hage Y, Amaral AP, Politti F, Biasotto-Gonzalez DA. Effects of massage therapy and occlusal splint therapy on electromyographic activity and the intensity of signs and symptoms in individuals with temporomandibular disorder and sleep bruxism: a randomized clinical trial (2014). *Chiropr Man Therap* **22**: 43.
64. Granger ER. Centric relation (1952). *J Pros Den* **2**: 160-171.
65. Grymak A, Aarts JM, Ma S, Waddell JN, Choi JJE. Comparison of hardness and polishability of various occlusal splint materials (2021). *J Mech Behav Biomed Mater* **115**: 104270.
66. Haley DP, Schiffman EL, Lindgren BR, Anderson Q, Andreasen K. The relationship between clinical and MRI findings in patients with unilateral temporomandibular joint pain (2001). *J Am Dent Assoc* **132**: 476-481.
67. Hanau RL. Occlusal changes in centric relation (1929). *The Journal of the American Dental Association (1922)* **16**: 1903-1915.
68. Hantoiu LG, Cerghizan D, Popsor S. The immediate effect of the aqualizer hydrostatic splint on the masticatory muscles activity and postural balance (2013). *European Scientific Journal* **9**: 45-51.
69. Harrell WE, Jr., Tatum T, Koslin M. Is Centric Relation Always the Position of Choice for TMDs? Case Report of How TMD and Airway Dimension May Be Associated (2017). *Compend Contin Educ Dent* **38**: e9-e12.
70. He S, Wang S, Song F, Wu S, Chen J, Chen S. Effect of the use of stabilization splint on masticatory muscle activities in TMD patients with centric relation-maximum intercuspation discrepancy and absence of anterior/lateral guidance (2019). *Cranio* **1-9**.
71. Hellyer P. TMJ pain (2019). *British Dental Journal* **227**: 275-275.



72. Henrikus B (2020). Biomedizinische Forschung - unterliegt nicht AMG/MP. [online] [https://www.med.uni-muenchen.de/einrichtungen/ethik/biomedizinische\\_forschung/index.html](https://www.med.uni-muenchen.de/einrichtungen/ethik/biomedizinische_forschung/index.html) [13.01.2023].
73. Hermann C. Biopsychologie der Schmerzwahrnehmung und ihre Entwicklung. In: (Hrsg.). 2011: 20-26, Thieme Verlag, Stuttgart.
74. Heymann Wv. Manuelle Medizin: Zur Diagnostik segmentaler Funktionsstörungen an der Wirbelsäule. 2011: Springer Verlag, Stuttgart.
75. Hobson J, Esser B. Utilizing an Aqualizer® appliance to address back pain through a dental/physical therapy approach (2022). *CRANIO*® **40**: 93-94.
76. Hochschild J. Strukturen und Funktionen begreifen: Funktionelle Anatomie-Therapierelevante Details: Grundlagen zur Wirbelsäule, HWS und Schädel, BWS und Brustkorb, Obere Extremität. 2015: 129-146, Thieme Verlag, Stuttgart.
77. Hoffmann J, Roser M. Tipps für die Stations- und Praxisarbeit. In: (Hrsg.). 2003: 1-5, Thieme Verlag, Stuttgart.
78. Hohwiller S, Gail K, Braun OL. Positive Psychologie und Entscheidungskompetenz. In: (Hrsg.). 2020: 43-64, Springer Verlag GmbH, Berlin.
79. Holmgren K, Sheikholeslam A, Riise C, Kopp S. The effects of an occlusal splint on the electromyographic activities of the temporal and masseter muscles during maximal clenching in patients with a habit of nocturnal bruxism and signs and symptoms of craniomandibular disorders (1990). *J Oral Rehabil* **17**: 447-459.
80. Holtmann H, Hackenberg B, Wilhelm B. Basics: Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie. 2015: 33-85, Elsevier GmbH, München.
81. Huddleston Slater JJ, Naeije M. [Temporomandibular joint cracking: background and diagnosis] (1997). *Ned Tijdschr Tandheelkd* **104**: 182-185.
82. Hudson JM. Condylar position (2014). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **145**: 126.
83. Hugger A, Kordaß B. Handbuch Instrumentelle Funktionsanalyse und funktionelle Okklusion: Wissenschaftliche Evidenz und klinisches Vorgehen. 2018: Quintessenz Publishing, Berlin.
84. Hülse R, Wenzel A, Dudek B, Losert-Bruggner B, Hölzl M, Hülse M, Häussler D. Influence of craniocervical and craniomandibular dysfunction to nonrestorative sleep and sleep disorders (2019). *Cranio* **1-7**.
85. Jäger KB. Epidemiologische Untersuchungen über die Ätiologiefaktoren dysfunktioneller Erkrankungen im stomatognathen System (1987). *Schweizer Monatsschrift für Zahnheilkunde* **1351-1355**.
86. Jochum H, Keel P, Baumgartner-Gruber A, Zeilhofer H-F, Leiggenger CS. Bruxismus, Myoarthropathie und Psychosomatik (2019). *Swiss Dental Journal SSO* **129**: 287-292.
87. John MT, Dworkin SF, Mancl LA. Reliability of clinical temporomandibular disorder diagnoses (2005). *Pain* **118**: 61-69.
88. Joshi A, Kale S, Chandel S, Pal D. Likert Scale: Explored and Explained (2015). *British Journal of Applied Science & Technology* **7**: 396-403.
89. Kanclerska J, Wieckiewicz M, Poreba R, Szymanska-Chabowska A, Gac P, Wojakowska A, Frosztega W, Michalek-Zrabkowska M, Mazur G, Martynowicz H. Polysomnographic Evaluation of Sleep Bruxism Intensity and Sleep Architecture in Nonapneic Hypertensives: A Prospective, Observational Study (2022). *J Clin Med* **11**:

90. Kandasamy S, Boeddinghaus R, Kruger E. Condylar position assessed by magnetic resonance imaging after various bite position registrations (2013). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **144**: 512-517.
91. Kandasamy S, Greene CS, Obrez A. An evidence-based evaluation of the concept of centric relation in the 21st century (2018). *Quintessence Int* **49**: 755-760.
92. Kass CA, Tregaskes JN. Occlusal splint fabrication (1978). *J Prosthet Dent* **40**: 461-463.
93. Katsoulis K, Bassetti R, Windecker-Getaz I, Mericske-Stern R, Katsoulis J. Myoarthropathien des Kausystems: Zahnärztliche Behandlungskosten und Kostenübernahme der Krankenkassen gemäss Krankenpflegeleistungsverordnung (KLV) (2012). *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin* **122**: 519-526.
94. Kattadiyil MT, Alzaid AA, Campbell SD. What Materials and Reproducible Techniques May Be Used in Recording Centric Relation? Best Evidence Consensus Statement (2021). *J Prosthodont* **30**: 34-42.
95. Keshvad A, Winstanley RB. Comparison of the replicability of routinely used centric relation registration techniques (2003). *J Prosthodont* **12**: 90-101.
96. Kireilytė M, Pileičikienė G. Relationship of tooth wear and influence of the hydrostatic appliance "Aqualizer Ultra" to the occlusal diagnostics: a pilot study (2017). *Journal*
97. Klasser GD, Greene CS. Oral appliances in the management of temporomandibular disorders (2009). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **107**: 212-223.
98. Klasser GD, Rei N, Lavigne GJ. Sleep bruxism etiology: the evolution of a changing paradigm (2015). *J Can Dent Assoc* **81**: f2.
99. Köneker C. Schmerz (2011). *Gehirn&Geist Spezial Entdeckungsreise durch das Gehirn* 48-49.
100. Konstantinović VS, Lazić V. Occlusion splint therapy in patients with craniomandibular disorders (CMD) (2006). *J Craniofac Surg* **17**: 572-578.
101. Kotsiubinskaya JV, Mikhailov VA, Mazo GE, Ashnokova IA. [Myofascial pain syndrome in the dysfunction of the temporomandibular joint] (2019). *Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova* **119**: 21-26.
102. Kurt H, Erdelt KJ, Cilingir A, Mumcu E, Sülün T, Tuncer N, Gernet W, Beuer F. Two-body wear of occlusal splint materials (2012). *J Oral Rehabil* **39**: 584-590.
103. Lang NP, Grendelmeier A, Gipp A. Freedom in centric: ein Lehrgang für das Aufwachsen von Okklusionsflächen nach dem Prinzip der Freiheit in der Zentrik: Freedom in centric, Ramfjord & Ash, 1983. 1989: Quintessenz-Verlags-GmbH
104. Lange M. Zwischen Mythos, Glaube und Evidenz: Kontroversen um die Ätiologie und Physiologie von Bruxismus (2018). *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift DZZ* **73**: 338-345.
105. Lange M, Ahlers MO, Mentler C, Ottl P, Peroz I, Wolowski A. Bruxismus-Screening der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT) (2019). *AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin*
106. Lavigne GJ, Khoury S, Abe S, Yamaguchi T, Raphael K. Bruxism physiology and pathology: an overview for clinicians (2008). *J Oral Rehabil* **35**: 476-494.
107. Lehmann KM, Hellwig E, Wenz H-J. Zahnärztliche Propädeutik: Einführung in die Zahnheilkunde: Mit 304 Abbildungen in 401 Einzeldarstellungen. 13, 2015: Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln.
108. Leiggenger CS, Jochum H, Türp JC. Kраниomандибулäre Dysfunktionen - Klassifikation, Diagnostik, Therapie (2016). *Der MKG-Chirurg* **39**: 150-154.

109. Lerman MD. The hydrostatic appliance: a new approach to treatment of the TMJ pain-dysfunction syndrome (1974). *J Am Dent Assoc* **89**: 1343-1350.
110. Linsen SS, Stark H, Klitzschmüller M. Reproducibility of condyle position and influence of splint therapy on different registration techniques in asymptomatic volunteers (2013). *Cranio* **31**: 32-39.
111. Liu JZ, Xu J. [Relationship of the terminal position of the muscular contraction path and centric relation position in different vertical dimension] (2010). *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* **42**: 56-59.
112. Liu MQ, Lei J, Han JH, Yap AU, Fu KY. Metrical analysis of disc-condyle relation with different splint treatment positions in patients with TMJ disc displacement (2017). *J Appl Oral Sci* **25**: 483-489.
113. Lucia VO. Fixed partial dentures: A technique for recording centric relation (1964). *J Pros Den* **14**: 492-505.
114. Lundh H, Westesson PL, Jisander S, Eriksson L. Disk-repositioning onlays in the treatment of temporomandibular joint disk displacement: comparison with a flat occlusal splint and with no treatment (1988). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **66**: 155-162.
115. Lundh H, Westesson PL, Kopp S, Tillström B. Anterior repositioning splint in the treatment of temporomandibular joints with reciprocal clicking: comparison with a flat occlusal splint and an untreated control group (1985). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **60**: 131-136.
116. Madani AS, Mirmortazavi A. Comparison of three treatment options for painful temporomandibular joint clicking (2011). *J Oral Sci* **53**: 349-354.
117. Manfredini D, Perinetti G, Guarda-Nardini L. Dental malocclusion is not related to temporomandibular joint clicking: a logistic regression analysis in a patient population (2014). *Angle Orthod* **84**: 310-315.
118. Marcel R, Reinhard H, Andreas K. Accuracy of CAD/CAM-fabricated bite splints: milling vs 3D printing (2020). *Clin Oral Investig* **24**: 4607-4615.
119. Mense S. Nervensystem-Grundlagen. In: (Hrsg.). 3, 2014a: 194-220, Thieme Verlag, Stuttgart.
120. Mense S. ZNS-Aufbau und Organisation. In: (Hrsg.). 3, 2014b: 1097-1180, Thieme Verlag, Stuttgart.
121. Mense S. ZNS-funktionelle Systeme. In: (Hrsg.). 3, 2014c: 1205-1215, Thieme Verlag, Stuttgart.
122. Meyer G, Asselmeyer T, Bernhardt O, Möllenkamp W. Die Schienentherapie (2013). *zm online Zahnärztliche Mitteilungen*
123. Murphy MK, MacBarb RF, Wong ME, Athanasiou KA. Temporomandibular disorders: a review of etiology, clinical management, and tissue engineering strategies (2013). *Int J Oral Maxillofac Implants* **28**: e393-414.
124. Oesch P, Hilfiker R, Keller S, Kool J, Luomajoki H, Schädler S, Tal-Akabi A, Verra M, Widmer Leu C. Assessments in der Rehabilitation: Band 2: Bewegungsapparat. 2011: Verlag Hans Huber, Bern.
125. Ohrbach R, Gonzalez Y, List T, Michelotti A, Schiffman E (2014). Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) Clinical Examination Protocol. [online] <https://ubwp.buffalo.edu/rdc-tmdinternational/> [06.01.2014].

126. Oliveira SSI, Pannuti CM, Paranhos KS, Tanganeli JPC, Laganá DC, Sesma N, Duarte M, Frigerio M, Cho SC. Effect of occlusal splint and therapeutic exercises on postural balance of patients with signs and symptoms of temporomandibular disorder (2019). *Clin Exp Dent Res* **5**: 109-115.
127. Ormond M, Nayee S, Poate T. Chronic Facial Pain (2016). *Prim Dent J* **5**: 26-29.
128. Paixão F, Silva WA, Silva FA, Ramos Gda G, Cruz MV. Evaluation of the reproducibility of two techniques used to determine and record centric relation in angle's class I patients (2007). *J Appl Oral Sci* **15**: 275-279.
129. Palaskar JN, Murali R, Bansal S. Centric relation definition: a historical and contemporary prosthodontic perspective (2013). *J Indian Prosthodont Soc* **13**: 149-154.
130. Peroz I. Bruxismus: Die S3-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie (2019). *ZMK Zahnheilkunde Management Kultur* **35**: 486-492.
131. Peroz I, Lange M. Bruxismus: Zähneknirschen und Zähnepressen: Vorbeugung, Früherkennung, Behandlung und Selbsthilfe (2019). *DGFDT* 1-6.
132. Pertes RA. Differential diagnosis of orofacial pain (1998). *Mt Sinai J Med* **65**: 348-354.
133. Poluha RL, Canales GT, Bonjardim LR, Conti PCR. Oral behaviors, bruxism, malocclusion and painful temporomandibular joint clicking: is there an association? (2021a). *Braz Oral Res* **35**: e090.
134. Poluha RL, De la Torre Canales G, Bonjardim LR, Conti PCR. Clinical variables associated with the presence of articular pain in patients with temporomandibular joint clicking (2021b). *Clin Oral Investig* **25**: 3633-3640.
135. Quayle AA, Gray RJ, Metcalfe RJ, Guthrie E, Wastell D. Soft occlusal splint therapy in the treatment of migraine and other headaches (1990). *J Dent* **18**: 123-129.
136. Reißmann DR. Therapie von kranio-mandibulären Dysfunktionen (2017). *Zahnmedizin up2date* **11**: 179-202.
137. Reymus M, Hickel R, Keßler A. Accuracy of CAD/CAM-fabricated bite splints: milling vs 3D printing (2020). *Clin Oral Investig* **24**: 4607-4615.
138. Ridder P. Craniomandibuläre Dysfunktion: Interdisziplinäre Diagnose- und Behandlungsstrategien. 4, 2019: 6-22, Elsevier GmbH, München.
139. Riley P, Glenny AM, Worthington HV, Jacobsen E, Robertson C, Durham J, Davies S, Petersen H, Boyers D. Oral splints for patients with temporomandibular disorders or bruxism: a systematic review and economic evaluation (2020). *Health Technol Assess* **24**: 1-224.
140. Rinchuse DJ, Kandasamy S. Centric relation: A historical and contemporary orthodontic perspective (2006). *J Am Dent Assoc* **137**: 494-501.
141. Saha FJ, Pulla A, Ostermann T, Miller T, Dobos G, Cramer H. Effects of occlusal splint therapy in patients with migraine or tension-type headache and comorbid temporomandibular disorder: A randomized controlled trial (2019). *Medicine (Baltimore)* **98**: e16805.
142. Sanchla AD, Shrivastav S, Bharti L, Kamble R. Comparative Evaluation and Correlation of Pain Pattern in Neck Musculature Observed in Mild, Moderate, and Severe Temporomandibular Joint Disorder Cases as Compared to Non-temporomandibular Joint Disorder Cases (2022). *Cureus* **14**: e30099.

143. Sarlani E, Balciunas BA, Grace EG. Orofacial pain--Part I: Assessment and management of musculoskeletal and neuropathic causes (2005). *AACN Clin Issues* **16**: 333-346.
144. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, Look J, Anderson G, Goulet JP, List T, Svensson P, Gonzalez Y, Lobbezoo F, Michelotti A, Brooks SL, Ceusters W, Drangsholt M, Ettl D, Gaul C, Goldberg LJ, Haythornthwaite JA, Hollender L, Jensen R, John MT, De Laat A, de Leeuw R, Maixner W, van der Meulen M, Murray GM, Nixdorf DR, Palla S, Petersson A, Pionchon P, Smith B, Visscher CM, Zakrzewska J, Dworkin SF. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network\* and Orofacial Pain Special Interest Group† (2014). *J Oral Facial Pain Headache* **28**: 6-27.
145. Schindler HJ, Türp JC. Konzept Okklusionsschiene: Basistherapie bei schmerzhaften kranio-mandibulären Dysfunktionen. 2017: Quintessenz Verlag,
146. Seifeldin SA, Elhayes KA. Soft versus hard occlusal splint therapy in the management of temporomandibular disorders (TMDs) (2015). *The Saudi Dental Journal* **209**:
147. Serrano-Hernanz G, Futarmal Kothari S, Castrillón E, Álvarez-Méndez AM, Ardizzone-García I, Svensson P. Importance of Standardized Palpation of the Human Temporomandibular Joint (2019). *J Oral Facial Pain Headache* **33**: 220–226.
148. Shafagh I, Yoder JL, Thayer KE. Diurnal variance of centric relation position (1975). *J Prosthet Dent* **34**: 574-582.
149. Shodadai SP, Türp JC, Gerds T, Strub JR. Is there a benefit of using an arbitrary facebow for the fabrication of a stabilization appliance? (2001). *Int J Prosthodont* **14**: 517-522.
150. Simmons HC, 3rd, Gibbs SJ. Anterior repositioning appliance therapy for TMJ disorders: specific symptoms relieved and relationship to disk status on MRI (2009). *J Tenn Dent Assoc* **89**: 22-30; quiz 30-21.
151. Simons DG, Travell JG, Simons LS. Handbuch der Muskel-Triggerpunkte: Obere Extremität, Kopf und Thorax. 2, 2002: Elsevier GmbH, München.
152. Small BW. Centric relation bite registration (2006). *Gen Dent* **54**: 10-11.
153. Spanel-Borowski K, Mayerhofer A. Zytologie und Histologie-Grundlagen. In: (Hrsg.). 3, 2014: 49-101, Thieme Verlag, Stuttgart.
154. Srivastava R, Jyoti B, Devi P. Oral splint for temporomandibular joint disorders with revolutionary fluid system (2013). *Dent Res J (Isfahan)* **10**: 307-313.
155. Stafeev AA, Ryakhovskiy AN, Petrov PO, Chikunov SO, Khizhuk AV. [A comparative analysis of reproducibility of the jaws centric relation determined with the use of digital technologies] (2019). *Stomatologiya (Mosk)* **98**: 83-89.
156. Steenks MH, The GL, Aaftink HM. [Jaw position in stabilization splint treatment of musculoskeletal disorders] (2005). *Ned Tijdschr Tandheelkd* **112**: 279-282.
157. Stelzenmüller W. Anatomische Grundlagen zur Therapie von CMD (nicht nur) für Physiotherapeuten. In: (Hrsg.). 2, 2004a: 1-14, Thieme Verlag, Stuttgart.
158. Stelzenmüller W. Praktische Anwendungsbeispiele: Physiotherapie bei CMD. In: (Hrsg.). 2004b: 202-219, Thieme Verlag, Stuttgart.
159. Striebel W. Therapie chronischer Schmerzen: Ein praktischer Leitfaden. 4, 2002: 2-5, Schattauer GmbH, Stuttgart.

160. Sung YT, Wu JS. The Visual Analogue Scale for Rating, Ranking and Paired-Comparison (VAS-RRP): A new technique for psychological measurement (2018). *Behav Res Methods* **50**: 1694-1715.
161. Tauce V, Gleiznys A, Ivanauskiene E, Daraganas M. Resetting masticatory muscles by "aqualizer" (2015). *University Research Publications* 125-129.
162. Timm TA, Herremans EL, Ash MM, Jr. Occlusion and orthodontics (1976). *Am J Orthod* **70**: 138-145.
163. Turk DC, Zaki HS, Rudy TE. Effects of intraoral appliance and biofeedback/stress management alone and in combination in treating pain and depression in patients with temporomandibular disorders (1993). *J Prosthet Dent* **70**: 158-164.
164. Türp JC, Jokstad A, Motschall E, Schindler HJ, Windecker-Gétaz I, Ettl DA. Is there a superiority of multimodal as opposed to simple therapy in patients with temporomandibular disorders? A qualitative systematic review of the literature (2007). *Clin Oral Implants Res* **18 Suppl 3**: 138-150.
165. Türp JC, Simonek M, Dagassan D. Bone apposition at the mandibular angles as a radiological sign of bruxism: a retrospective study (2021). *BMC Oral Health* **21**: 537.
166. Utz K-H, Hugger A, Seeher W-D, Ahlers MO. Leitlinie (S2k) Instrumentelle zahnärztliche Funktionsanalyse: Kurzfassung zur Veröffentlichung in der DZZ (2016). *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift DZZ* **71**: 380-391.
167. Utz K-H, Müller F, Lückerrath W, Fuss E, Koeck B. Accuracy of check-bite registration and centric condylar position (2002). *J Oral Rehabil* **29**: 458-466.
168. Utz K-H, Schmitter M, Fressmeyer WB, Morneburg T, Hugger A, Türp JC, Rammelsberg P. Wissenschaftliche Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V. (vormals DGZPW): Kieferrelationsbestimmung (2010). *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift DZZ* **12**: 766-775.
169. Vacariu G, Schuhfried O, Korpan M. Physikalische Therapie und Rehabilitation bei Schmerzsyndromen am Bewegungsapparat. In: (Hrsg.). 3, 2013: 347-357, Springer Verlag, Wien.
170. Visscher CM, Lobbezoo F, Naeije M. Comparison of algometry and palpation in the recognition of temporomandibular disorder pain complaints (2004). *J Orofac Pain* **18**: 214-219.
171. Wabeke KB, Hansson TL, Hoogstraten J, van der Kuy P. Temporomandibular joint clicking: a literature overview (1989). *J Craniomandib Disord* **3**: 163-173.
172. Wang SM, Li Z, Wang GB, Ye HQ, Liu YS, Tong D, Gao WH, Zhou YS. [Preliminary clinical application of complete digital workflow of design and manufacturing occlusal splint for sleep bruxism] (2019). *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* **51**: 105-110.
173. Wesemann C, Spies BC, Schaefer D, Adali U, Beuer F, Pieralli S. Accuracy and its impact on fit of injection molded, milled and additively manufactured occlusal splints (2021). *J Mech Behav Biomed Mater* **114**: 104179.
174. Wiechens B, Paschereit S, Hampe T, Wassmann T, Gersdorff N, Bürgers R. Changes in Maximum Mandibular Mobility Due to Splint Therapy in Patients with Temporomandibular Disorders (2022). *Healthcare (Basel)* **10**:
175. Wiens JP, Goldstein GR, Andrawis M, Choi M, Priebe JW. Defining centric relation (2018). *J Prosthet Dent* **120**: 114-122.
176. Wilson PH, Banerjee A. Recording the retruded contact position: a review of clinical techniques (2004). *Br Dent J* **196**: 395-402; quiz 426.

177. Wolowski A, Repges H. Psychosoziale Aspekte bei Bruxismus (2013). *Zahnmedizin up2date* **7**: 381-394.
178. Wright E, Anderson G, Schulte J. A randomized clinical trial of intraoral soft splints and palliative treatment for masticatory muscle pain (1995). *J Orofac Pain* **9**: 192-199.
179. Xu GZ, Jia J, Jin L, Li JH, Wang ZY, Cao DY. Low-Level Laser Therapy for Temporomandibular Disorders: A Systematic Review with Meta-Analysis (2018). *Pain Res Manag* **2018**: 4230583.
180. Yap AU, Zhang XH, Cao Y, Fu KY. Degenerative temporomandibular joint diseases and their relation with sleep and emotional disturbance (2022). *Cranio* 1-8.
181. Yohn K. The face bow is irrelevant for making prostheses and planning orthognathic surgery (2016). *J Am Dent Assoc* **147**: 421-426.
182. Zakrzewska JM. Differential diagnosis of facial pain and guidelines for management (2013). *Br J Anaesth* **111**: 95-104.
183. zebris Medical GmbH. zebris Dental JM-Systeme: Technische Daten und Gebrauchsanweisung (2019). Journal 1-45.
184. zebris Medical GmbH. WINJAW+ Software-Gebrauchsanweisung (2020). *zebris Medical* 1-117.
185. zm online Zahnärztliche Mitteilungen (2019a). Bruxismus ist keine Krankheit. [online] <https://www.zm-online.de/news/nachrichten/bruxismus-ist-keine-krankheit/>
186. zm online Zahnärztliche Mitteilungen (2019b). Bruxismus und Zahnverschleiß. [online] <https://www.zm-online.de/news/zahnmedizin/bruxismus-und-zahnverschleiss/>
187. Zonnenberg AJ. Criticism upon the systematic review (SR) 'Centric relation-intercuspal position discrepancy and its relationship with temporomandibular disorders' (2019). *Acta Odontol Scand* **77**: 248-249.
188. Zonnenberg AJ, Mulder J. Variability of centric relation position in TMD patients (2006). *Eur J Prosthodont Restor Dent* **14**: 32-37.



# Anhang A: Anamnesebogen

Herzlich Willkommen an der Poliklinik  
für Zahnerhaltung und Parodontologie  
Goethestr. 70 – 80336 München



Nachname: \_\_\_\_\_  
Vorname: \_\_\_\_\_  
Geburtsdatum: \_\_\_\_\_  
Großer Patientenaufkleber

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen zu Ihrem Gesundheitszustand möglichst genau!  
(Die Angaben unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht und den Bestimmungen des Datenschutzes und werden streng vertraulich behandelt.)

- Herz-/ Kreislaufkrankungen:**
- Hoher Blutdruck  ja  nein
  - Niedriger Blutdruck  ja  nein
  - Angina pectoris  ja  nein
  - Herzrhythmusstörungen  ja  nein
  - Herzinfarkt  ja  nein
  - Herzklappenfehler bzw. -ersatz  ja  nein
  - Herzschrittmacher(-ausweis)  ja  nein
  - Endokarditis  ja  nein
  - Herzoperation (z.B. Stents, Bypass)  ja  nein
  - Sonstiges: .....

- Infektiöse Erkrankungen:**
- HIV-Infektion  ja  nein
  - Hepatitis A/B/C  ja  nein
  - Tuberkulose  ja  nein
  - Andere Infektionskrankheiten  ja  nein
  - Wenn ja, welche? .....

- Welche Medikamente nehmen Sie regelmäßig bzw. zurzeit? (z.B. ASS, Marcumar, Plavix)**
- 1)..... seit:.....
  - 2)..... seit:.....
  - 3)..... seit:.....

- Besteht eine Schwangerschaft?**  ja  nein  
Wenn ja, in welchem Monat? .....

Bemerkungsfeld (vom Zahnarzt auszufüllen!)

- Anfallsleiden (Epilepsie)**  ja  nein
- Schlaganfall/Thrombose**  ja  nein
- Asthma/Lungenerkrankungen**  ja  nein
- Blutgerinnungsstörungen**  ja  nein
- Diabetes/Zuckerkrankheit**  ja  nein
- Nervenerkrankung**  ja  nein
- Nierenerkrankungen**  ja  nein
- Ohnmachtsanfälle**  ja  nein
- Osteoporoseerkrankung**  ja  nein
- Rheuma/Arthritis**  ja  nein
- Schilddrüsenerkrankung**  ja  nein
- Lebererkrankung**  ja  nein
- Sonstige Erkrankungen:** .....

- Allergien bzw. Unverträglichkeiten:**
- Lokalanästhesie/Spritzen  ja  nein
  - Antibiotika (Penicillin)  ja  nein
  - Medikamentenunverträglichkeit  ja  nein
  - Latexallergie  ja  nein
  - Allergiepass  ja  nein
  - Sonstige Allergien? .....

- Tumor(Krebs)erkrankung**  ja  nein  
Welche Körperregion? .....

- Nehmen Sie Bisphosphonate?**  ja  nein  
seit:.....

- Chemotherapie?**  ja  nein  
seit:.....

- Strahlentherapie bei Krebserkrankung?**  
Welche Körperregion?  ja  nein  
seit:.....

- Organtransplantiert**  ja  nein  
**Stammzellentransplantiert**  ja  nein

Durch meine Unterschrift bestätige ich, den Gesundheitsfragebogen aufmerksam gelesen und die Fragen nach bestem Wissen beantwortet zu haben.

München, den .....

Unterschrift (Patient).....



## Anhang B: Dokumentationsbogen Screening



AG Dr. Kollmuß / Prof. Dr. Huth

Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen  
Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie

### PATIENTENSCHREIBUNG

(CODEAUFKLEBER)

Datum: \_\_\_\_\_

#### Teil 1: Allgemeines

Frage		Details				
<p>Wurden Sie in der Vergangenheit am Kiefergelenk oder am Kiefer operiert und / oder hatten sie dort eine Fraktur oder anderweitige Verletzungen?</p>	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			<p>Was wurde behandelt?</p> <p>.....</p> <p>Falls <u>ja</u>: Studienausschluss</p>
Ja	Nein					
<p>Leiden Sie an Funktionsstörungen des cranio-mandibulären Systems?</p>	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			<p><b>Art der Funktionsstörung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Knirschen (Bruxismus)</li> <li><input type="checkbox"/> Pressen</li> <li><input type="checkbox"/> Schliffacetten an den Zähnen</li> <li><input type="checkbox"/> Kopf-, Nackenschmerzen</li> <li><input type="checkbox"/> Knacken und / oder Knirschen im Kiefergelenk</li> <li><input type="checkbox"/> Schmerzen im Bereich des Kiefergelenks</li> <li><input type="checkbox"/> Schmerzen in der beteiligten Muskulatur</li> <li><input type="checkbox"/> Bewegungseinschränkungen des Kiefers</li> <li><input type="checkbox"/> Funktionseinschränkung</li> </ul> <p>Falls <u>nein</u>: Studienausschluss</p>
Ja	Nein					

Seite 2/2

Sind bei Ihnen Allergien gegen zahnärztliche Materialien bekannt (Kunststoffe, Abformmaterialien etc.)?	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Ja	Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Welche? ..... Falls <u>ja</u> : Studienausschluss
Ja	Nein					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Sind Sie oder waren Sie im Erwachsenenalter (>18 Jahre) in kieferorthopädischer Behandlung?	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Ja	Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falls <u>ja</u> : Studienausschluss
Ja	Nein					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

**Teil 2: zahnärztlicher Befund**

Zahnersatz																																		
Befund																																		
Datum:	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28	R	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	L
Befund																																		
Zahnersatz																																		

**Teil 3: Studieneinschluss**

Patient wird in der Studie aufgenommen.	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Ja	Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unterschrift Studienleitung: _____
Ja	Nein					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

# Anhang C: Einwilligung und Patienteninformation



Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie

## Patienteninformation und Einwilligungserklärung

### I. Patienteninformation

#### Studientitel:

**Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie**

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient!

Sie werden gefragt, ob Sie damit einverstanden sind, an einer Studie im Bereich der zahnärztlichen Funktionsdiagnostik (dynamische Kieferbewegungen) teilzunehmen.

Ziel dieser Studie ist es zu untersuchen, inwieweit sich die Kontaktposition der Zähne, bei normalem Zusammenbiss (habituelle Okklusion) mit der Kontaktposition in entspannter Kieferhaltung (zentrische Position) mit und ohne Zuhilfenahme eines speziellen Aufbisskissens (Aqualizer) unterscheiden.

Sie wurden ausgewählt, da bei Ihnen Beschwerden (Schmerzen, Knirschen, Knacken, Funktionseinschränkungen etc.) vorliegen. Dieses Beschwerdebild kommt in der Bevölkerung häufig vor und führt oftmals zu Folgeerscheinungen wie Kopf- und Nackenschmerzen oder Bewegungseinschränkungen des Kiefers. Ziel der zahnärztlichen Behandlung in solchen Situationen ist eine Verbesserung der klinischen Symptome. Dies wird durch die Anfertigung einer Zahnschiene („adjustierte Aufbisschiene“) in einer entspannten Kieferposition erreicht, die von Ihnen in der Nacht getragen werden soll.

Dazu sollen von Ihrem Ober- und Unterkiefer Abformungen aus einem elastischen Material genommen werden, die im Anschluss zur Herstellung von Gipsmodellen Ihrer Zahnbögen verwendet werden. Die Teilnehmer der Studie werden vor Beginn zufällig auf zwei Gruppen aufgeteilt. Dies ist notwendig, um bei der technischen Analyse einen adäquaten Vergleich zwischen den unterschiedlichen Verfahren zur Bissnahme zu erzielen. Je nach Gruppe wird ein

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.

Leitung / Direktor  
Prof. Dr. Reinhard Hickel

Ihr Ansprechpartner  
Dr. med. dent.  
Maximilian Kolmuß

Tel. +49 89 4400-59377  
Fax +49 89 4400-59302  
maximilian.kolmuß@  
med.uni-muenchen.de  
<http://www.dent.med.uni-muenchen.de>  
[www.lmu-klinikum.de](http://www.lmu-klinikum.de)

Vorstand

Ärztlicher Direktor:  
Prof. Dr. med. Karl-Walter Jeuch  
(Vorsitz)

Kaufmännischer Direktor:  
Markus Zender

Pflegedirektor:  
Marcus Huppertz

Vertreter der Medizinischen  
Fakultät:  
Prof. Dr. med. dent. Reinhard  
Hickel (Dekan)

Institutionskennzeichen:  
280 914 050

Umsatzsteuer-ID:  
DE813538017

Das Klinikum der Universität  
München ist eine Anstalt des  
Öffentlichen Rechts

geführtes Zentrikregistrat (Positionierung des Unterkiefers in der entspannten Position zum Oberkiefer durch den Zahnarzt) oder ein Zentrikregistrat unter Zuhilfenahme eines speziellen, elastischen mit Wasser gefüllten Aufbisskissens (Aqualizer) genommen. Zusätzlich werden verschiedene funktionsanalytische Parameter Ihrer Kieferposition gemessen. Dabei kommt als digitales Verfahren ein sogenannter elektronischer Gesichtsbogen zum Einsatz. Dieses System kann die Lage Ihrer Kiefer im Bezug zu den anderen Schädelknochen registrieren und zusätzlich Ihre Kiefergelenksbewegungen aufzeichnen. Alle beschriebenen Verfahren sind ungefährlich und schmerzfrei. Dies nimmt etwa 30 Minuten in Anspruch.

Im Anschluss an dieses Verfahren erfolgen weitere Schritte der Studie im zahntechnischen Labor ohne den Patienten. Dort wird eine individuell für Sie angepasste Zahnschiene hergestellt und an Ihre Bissverhältnisse angepasst. Zudem erfolgt im Labor ein Vergleich der beiden Bissituationen (natürlicher Biss und mit Registrat). Anschließend kann in einem zweiten Termin die Schiene eingesetzt werden.

Wir bitten Sie, nach drei und sechs Monaten einen kurzen Kontrolltermin (jeweils ca. 15 Minuten) wahrzunehmen. Bei diesen Terminen wird der Erfolg der Therapie kontrolliert und wenn nötig die Schiene angepasst.

Durch die Teilnahme an dieser Studie entstehen Ihnen keine Kosten. Vielmehr erhalten Sie eine kostenlose, funktionsanalytische Untersuchung und eine individuell für Sie hergestellte Aufbisschiene. Hier wäre für gesetzlich versicherte Patienten im Regelfall eine Zuzahlung zu leisten. Die Behandlung selbst ist für Sie schmerzfrei und ungefährlich. Es werden im Rahmen dieser Studie keine zahnärztlich-invasiven Maßnahmen durchgeführt oder Röntgenbilder angefertigt. Somit entstehen keine studienspezifischen zusätzlichen Belastungen für Sie. Diese Untersuchung leistet einen Beitrag zur Verbesserung der Verfahrensweise bei der Herstellung von Aufbisschienen. Dieses Gebiet ist auch von großer gesundheitsökonomischer Bedeutung, da ein großer Teil der Bevölkerung betroffen ist. Eine Probandenversicherung oder Wegeversicherung wurde nicht abgeschlossen.

**Bei dieser Studie werden die Vorschriften über die ärztliche Schweigepflicht und den Datenschutz eingehalten. Es werden persönliche Daten und Befunde von Ihnen verschlüsselt (pseudonymisiert), d.h. weder Ihr Name noch Ihre Initialen oder das Geburtsdatum erscheinen im Verschlüsselungscode, verarbeitet und zum Zweck der**

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.

wissenschaftlichen Auswertung weitergeleitet. Zugriff auf die personenbezogenen Daten haben nur der Studienleiter (Dr. Maximilian Kollmuß) und seine Stellvertreterin (Prof. Dr. Karin C. Huth MME) sowie vom Studienleiter zur Verschwiegenheit verpflichtete Mitglieder des Studienteams.

Pseudonymisieren bedeutet, dass die erhobenen Daten ohne Hinzuziehung einer Liste nicht mehr einer spezifischen betroffenen Person zugeordnet werden können. Die personenbezogenen Daten, wie z. B. der Name und das Geburtsdatum, werden durch einen Nummerncode ersetzt. Im Studienzentrum ist eine Liste hinterlegt, auf der die Namen den Nummern- und/oder Buchstabencodes zugeordnet sind. Diese Liste wird im Studienzentrum gesondert aufbewahrt und unterliegt dort technischen und organisatorischen Maßnahmen, die gewährleisten, dass die von Ihnen erhobenen Daten Ihnen durch unbefugte Personen nicht zugeordnet werden können. Eine Entschlüsselung erfolgt nur in folgenden Situationen: Entschlüsselung der Probanden bei den Kontrollterminen (unterschiedliche Fragebögen für die beiden Gruppen).

Sofern der Forscher eine Entschlüsselung aus wissenschaftlichen Gründen vornehmen möchte, wird zuvor eine Zustimmung der Ethikkommission eingeholt.

Die pseudonymisierten Daten werden 10 Jahre nach Beendigung oder Abbruch der Studie im Studienarchiv aufbewahrt. Sie sind gegen unbefugten Zugriff gesichert. Sie werden gelöscht, wenn sie nicht mehr benötigt werden. Spätestens nach 10 Jahren werden sie gelöscht.

Auch im Falle von Veröffentlichungen der Studienergebnisse bleibt die Vertraulichkeit der persönlichen Daten durch die Pseudonymisierung selbstverständlich gewährleistet. Sollten Sie der Auffassung sein, dass eine rechtswidrige Verarbeitung Ihrer Daten erfolgt, so kommt Ihnen ein Beschwerderecht zu, aufgrund dessen Sie sich bei der zuständigen Aufsichtsbehörde für den Datenschutz beschweren können. Die Anschrift der für und zuständigen Aufsichtsbehörde lautet:

Bayerischer Landesbeauftragter für den Datenschutz (BayLfD)  
Postanschrift: Postfach 22 12 19, 80502 München  
Hausanschrift: Wagnmüllerstr. 1, 80538 München  
Tel.: 089 212872-0  
Fax: 089 212872-50



„Rechtsgrundlage für die Datenverarbeitung ist Ihre freiwillige Einwilligung (Art. 6 Abs. 1 Buchst. a, Art. 9 Abs. 2 Buchst. a) DSGVO). Die Daten werden also nur dann erhoben, gespeichert, ausgewertet und weitergegeben, wenn Sie dazu schriftlich Ihre Einwilligung erklären. Auch wenn Sie Ihre Einwilligung zunächst erteilen, können Sie sie ohne Angabe von Gründen widerrufen.

Der Verantwortliche für die Datenverarbeitung ist:

Herr Gerhard Meyer  
Behördlicher Datenschutzbeauftragter  
Klinikum der Universität München  
Pettenkoferstr. 8  
80336 München

E-Mail: [datenschutz@med.uni-muenchen.de](mailto:datenschutz@med.uni-muenchen.de)

Sie haben das Recht, vom Verantwortlichen Auskunft über die von Ihnen gespeicherten personenbezogenen Daten (einschließlich einer kostenlosen Überlassung einer Kopie der Daten) zu verlangen. Ebenfalls können Sie die Berichtigung unzutreffender Daten sowie gegebenenfalls eine Übertragung der von Ihnen zur Verfügung gestellten Daten und die Einschränkung ihrer Verarbeitung verlangen.

Bitte wenden Sie sich im Regelfall an das Studienzentrum, denn allein das Studienzentrum kann aufgrund des Pseudonymisierungsprozesses vollumfänglich auf Ihre Daten zugreifen bzw. entsprechende Auskünfte geben.

Die Teilnahme an dieser Studie erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit und ohne Angabe von Gründen Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dem Forschungsvorhaben zurücknehmen, ohne dass Ihnen hieraus Nachteile entstehen.

Aufklärender Zahnarzt: \_\_\_\_\_

## II. Einwilligungserklärung

### Studientitel:

### **Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie**

Hiermit willige ich in die Teilnahme an der oben genannten klinischen Studie mit den dazugehörigen Behandlungen nach Maßgabe der Patienteninformation ein.

Die Teilnahme erfolgt freiwillig. Im Rahmen dieser Studie werden bei Ihnen zwei verschiedene Registrierungsverfahren durchgeführt, sowie zwei Abformungen genommen und funktionsanalytische Parameter gemessen. Dies bedeutet einen zeitlichen Aufwand von etwa 30 Minuten. Darüber hinaus treten keine studienbedingten Belastungen auf.

Es wurde keine besondere Probanden-/Wegeversicherung abgeschlossen.

Bei dieser Studie werden die Vorschriften über die ärztliche Schweigepflicht und den Datenschutz eingehalten. Es werden persönliche Daten und Befunde von Ihnen verschlüsselt (pseudonymisiert), d.h. weder Ihr Name noch Ihre Initialen oder das Geburtsdatum erscheinen im Verschlüsselungscode, verarbeitet und zum Zweck der wissenschaftlichen Auswertung weitergeleitet. Zugriff auf die personenbezogenen Daten haben nur der Studienleiter (Dr. Maximilian Kollmuß) und seine Stellvertreterin (Prof. Dr. Karin C. Huth MME) sowie vom Studienleiter zur Verschwiegenheit verpflichtete Mitglieder des Studienteams.

Pseudonymisieren bedeutet, dass die erhobenen Daten ohne Hinzuziehung einer Liste nicht mehr einer spezifischen betroffenen Person zugeordnet werden können. Die personenbezogenen Daten, wie z. B. der Name und das Geburtsdatum, werden durch einen Nummerncode ersetzt. Im Studienzentrum ist eine Liste hinterlegt, auf der die Namen den Nummern- und/oder Buchstabencodes zugeordnet sind. Diese Liste wird im Studienzentrum gesondert aufbewahrt und unterliegt dort technischen und organisatorischen Maßnahmen, die gewährleisten, dass die von Ihnen erhobenen Daten Ihnen durch unbefugte Personen nicht zugeordnet werden können. Eine Entschlüsselung erfolgt nur in folgenden Situationen: Auswertung der Daten und zur Entschlüsselung der Probanden bei den Kontrollterminen.

**Sofern der Forscher eine Entschlüsselung aus wissenschaftlichen Gründen vornehmen möchte, wird zuvor eine Zustimmung der Ethikkommission eingeholt.**

**Die pseudonymisierten Daten werden 10 Jahre nach Beendigung oder Abbruch der Studie im Studienarchiv aufbewahrt. Sie sind gegen unbefugten Zugriff gesichert. Sie werden gelöscht, wenn sie nicht mehr benötigt werden. Spätestens nach 10 Jahren werden sie gelöscht.**

**Auch im Falle von Veröffentlichungen der Studienergebnisse bleibt die Vertraulichkeit der persönlichen Daten durch die Pseudonymisierung selbstverständlich gewährleistet. Sollten Sie der Auffassung sein, dass eine rechtswidrige Verarbeitung Ihrer Daten erfolgt, so kommt Ihnen ein Beschwerderecht zu, aufgrund dessen Sie sich bei der zuständigen Aufsichtsbehörde für den Datenschutz beschweren können. Die Anschrift der für und zuständigen Aufsichtsbehörde lautet:**

Bayerischer Landesbeauftragter für den Datenschutz (BayLFD)  
Postanschrift: Postfach 22 12 19, 80502 München  
Hausanschrift: Wagnmüllerstr. 1, 80538 München  
Tel.: 089 212672-0  
Fax: 089 212672-50

**„Rechtsgrundlage für die Datenverarbeitung ist Ihre freiwillige Einwilligung (Art. 6 Abs. 1 Buchst. a, Art. 9 Abs. 2 Buchst. a) DSGVO). Die Daten werden also nur dann erhoben, gespeichert, ausgewertet und weitergegeben, wenn Sie dazu schriftlich Ihre Einwilligung erklären. Auch wenn Sie Ihre Einwilligung zunächst erteilen, können Sie sie ohne Angabe von Gründen widerrufen.**

**Der Verantwortliche für die Datenverarbeitung ist:**

Herr Gerhard Meyer  
Behördlicher Datenschutzbeauftragter  
Klinikum der Universität München  
Pettenkoflerstr. 8  
80336 München  
E-Mail: [datenschutz@med.uni-muenchen.de](mailto:datenschutz@med.uni-muenchen.de)

**Sie haben das Recht, vom Verantwortlichen Auskunft über die von Ihnen gespeicherten personenbezogenen Daten (einschließlich einer kostenlosen Überlassung einer Kopie der Daten) zu verlangen. Ebenfalls können Sie die Berichtigung unzutreffender Daten sowie gegebenenfalls eine Übertragung der von Ihnen zur Verfügung gestellten Daten und die Einschränkung ihrer Verarbeitung verlangen.**

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.





Seite 7/7

Bitte wenden Sie sich im Regelfall an das Studienzentrum, denn allein das Studienzentrum kann aufgrund des Pseudonymisierungsprozesses vollumfänglich auf Ihre Daten zugreifen bzw. entsprechende Auskünfte geben.

Mir ist bekannt, dass ich jederzeit und ohne Angabe von Gründen das Einverständnis zur Teilnahme an dem Forschungsvorhaben zurücknehmen kann, ohne dass mir hieraus Nachteile entstehen.

Ich bin mit der Erhebung und Verwendung persönlicher Daten und Befunddaten nach Maßgabe der Patienteninformation einverstanden.

München, \_\_\_\_\_

Unterschrift Patient:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(Name in Druckbuchstaben)

Unterschrift Zahnarzt:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(Name in Druckbuchstaben)

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.

## Anhang D: Dokumentationsbogen Baseline



AG Dr. Kollmuß / Prof. Dr. Huth

Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen  
Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie

### Dokumentationsbogen BASELINE

(CODEAUFKLEBER)

Datum: \_\_\_\_\_

**Teil 1: Randomisierung**

Zentrikregistrat mit Zuhilfenahme eines Aqualizers (Gruppe A)

Handgeführtes Zentrikregistrat (Gruppe B)

**Teil 2: Klinische Funktionsuntersuchung**

Frage		Anmerkung				
Mundöffnung asymmetrisch	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Mundöffnung eingeschränkt	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Gelenkgeräusche	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.



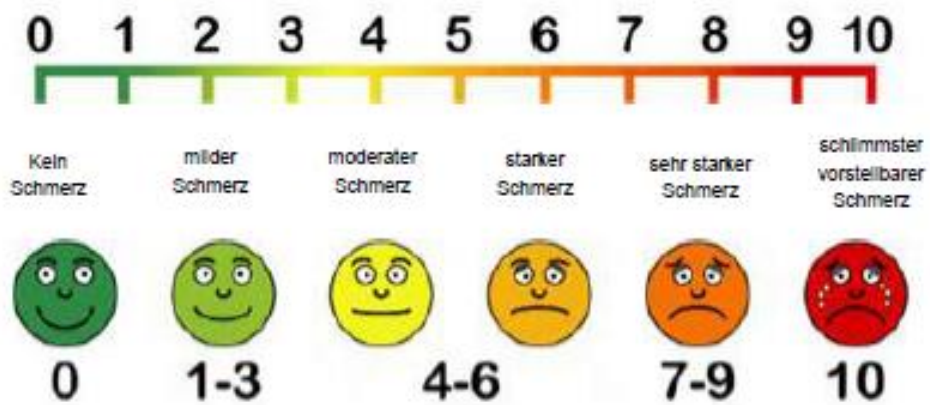
Seite 2/6

Okklusale Geräusche	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="676 506 746 555">Ja</td> <td data-bbox="751 506 821 555">Nein</td> </tr> <tr> <td data-bbox="676 562 746 607"> </td> <td data-bbox="751 562 821 607"> </td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Kiefergelenkschmerz bei maximaler Mundöffnung	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="676 658 746 707">Ja</td> <td data-bbox="751 658 821 707">Nein</td> </tr> <tr> <td data-bbox="676 714 746 759"> </td> <td data-bbox="751 714 821 759"> </td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Palpation der Kiefergelenke schmerzhaft	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="676 810 746 860">Ja</td> <td data-bbox="751 810 821 860">Nein</td> </tr> <tr> <td data-bbox="676 866 746 911"> </td> <td data-bbox="751 866 821 911"> </td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Muskel palpation schmerzhaft (M. temporalis li / re, M. masseter li / re, M. sternocleidomastoideus li / re, M. trapezius li / re)	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="676 963 746 1012">Ja</td> <td data-bbox="751 963 821 1012">Nein</td> </tr> <tr> <td data-bbox="676 1019 746 1064"> </td> <td data-bbox="751 1019 821 1064"> </td> </tr> </table>	Ja	Nein			Falls ja: wo? .....
Ja	Nein					

**Teil 3: Schmerzskala / Visuelle Analogskala (VAS)**

Fühlen Sie sich durch Ihre Beschwerden eingeschränkt?	sehr stark	stark	wenig	gar nicht
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Visuelle Analogskala**



#### Teil 4: Statische Okklusion

##### Shimstockprotokoll und Anzeichnen mit Okklusionsfolie

- + Shimstockfolie hält
- o Shimstockfolie lässt sich durchziehen
- kein Kontakt

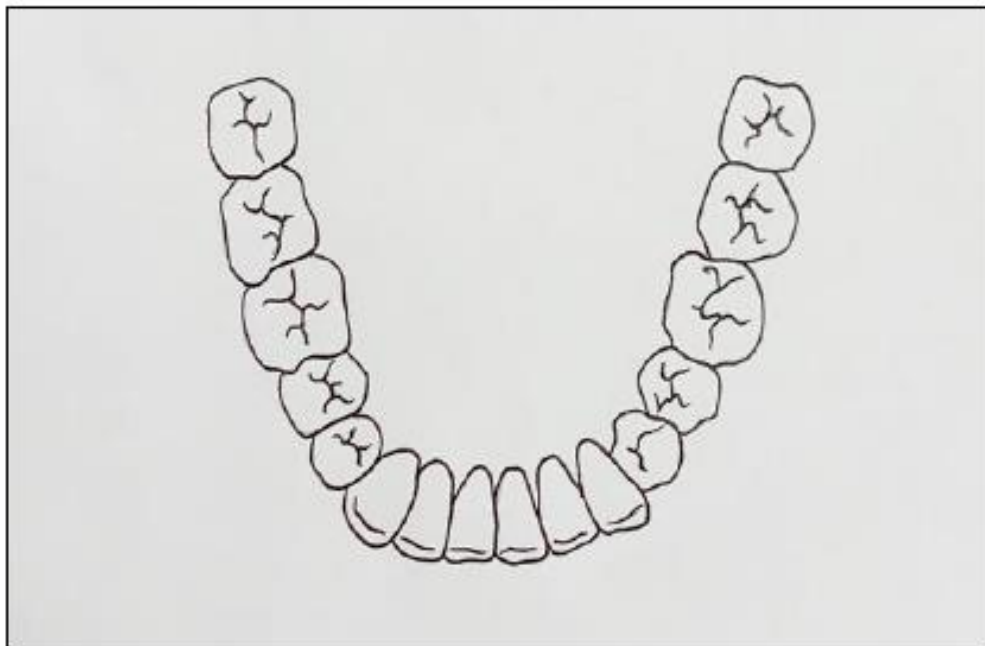
Farbige Darstellung von Anzahl und Lage der Kontaktpunkte



**Teil 5: Dynamische Okklusion**

**Anzeichnen mit Okklusionsfolie**

Farbige Darstellung von Anzahl und Lage der Arbeits- und Balancekontakte



**Teil 6: Abformungen und Registrate (Checkliste)**

<b>Vorgehen</b>	
Elektronischer Gesichtsbogen (Zebris)	<input type="checkbox"/>
Zentrikregistrat	<input type="checkbox"/>
Schießbissregistrat	<input type="checkbox"/>
Impregum-Abformung OK	<input type="checkbox"/>
Impregum-Abformung UK	<input type="checkbox"/>

# Anhang E: Dokumentationsbogen Labor



AG Dr. Kollmuß / Prof. Dr. Huth

Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie

## Dokumentationsbogen Labor

(CODEAUFKLEBER)

Datum: \_\_\_\_\_

<b>A) Herstellung und Einartikulieren der Gipsmodelle</b> (habituelle Okklusion + zentrische Position)	<input type="checkbox"/>										
<b>B) Modelle an Labor geschickt</b>	<input type="checkbox"/>										
<b>C) Modelle + Aufbissschiene zurück</b>	<input type="checkbox"/>										
<b>D) Eingliederung am Patienten</b> Anpassung der Okklusion <table border="1" data-bbox="311 1299 1013 1400"> <tr> <td style="text-align: center;">keine</td> <td style="text-align: center;">sehr wenig</td> <td style="text-align: center;">wenig</td> <td style="text-align: center;">viel</td> <td style="text-align: center;">sehr viel</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	keine	sehr wenig	wenig	viel	sehr viel						<input type="checkbox"/>
keine	sehr wenig	wenig	viel	sehr viel							
<b>E) Digitalisierung der UK-Gipsmodelle</b>	<input type="checkbox"/>										



## Anhang F: Dokumentationsbogen Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten



AG Dr. Kollmuß / Prof. Dr. Huth

Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie

### Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten

(CODEAUFKLEBER)

Datum: \_\_\_\_\_

#### Teil 1: Allgemeines

Frage		Details				
Tragen sie die Aufbissschiene regelmäßig (> 5 Tage die Woche)?	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Ja	Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wenn nein, wieso? .....
Ja	Nein					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Haben sich die Beschwerden verändert?	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Ja	Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wenn ja, inwieweit? .....
Ja	Nein					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Sind Ihnen sonstige Veränderungen aufgefallen, seitdem Sie die Aufbissschiene tragen?	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Ja	Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wenn ja, welche? .....
Ja	Nein					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Bemerken Sie beim Zusammenbeißen Störkontakte?	Ja	Nein	Wenn ja, welche? .....
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

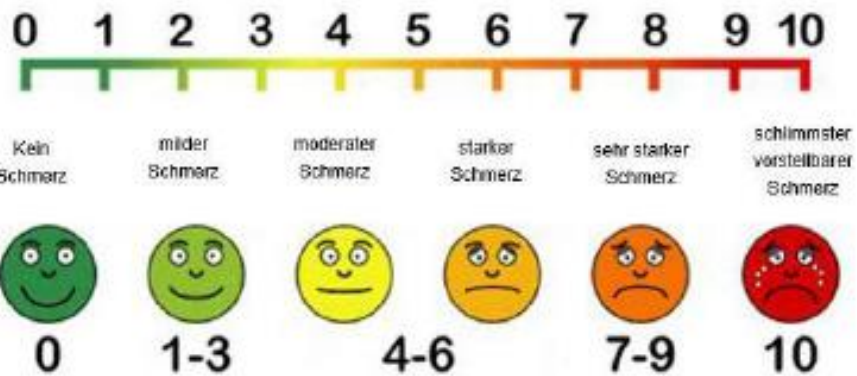
**Teil 2: Klinische Funktionsuntersuchung**

Frage		Anmerkung				
Mundöffnung asymmetrisch	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="665 591 740 651">Ja</td> <td data-bbox="740 591 818 651">Nein</td> </tr> <tr> <td data-bbox="665 651 740 712"></td> <td data-bbox="740 651 818 712"></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Mundöffnung eingeschränkt	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="665 745 740 806">Ja</td> <td data-bbox="740 745 818 806">Nein</td> </tr> <tr> <td data-bbox="665 806 740 866"></td> <td data-bbox="740 806 818 866"></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Gelenkgeräusche	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="665 900 740 960">Ja</td> <td data-bbox="740 900 818 960">Nein</td> </tr> <tr> <td data-bbox="665 960 740 1021"></td> <td data-bbox="740 960 818 1021"></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Okklusale Geräusche	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="665 1055 740 1115">Ja</td> <td data-bbox="740 1055 818 1115">Nein</td> </tr> <tr> <td data-bbox="665 1115 740 1176"></td> <td data-bbox="740 1115 818 1176"></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Kiefergelenkschmerz bei maximaler Mundöffnung	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="665 1209 740 1270">Ja</td> <td data-bbox="740 1209 818 1270">Nein</td> </tr> <tr> <td data-bbox="665 1270 740 1330"></td> <td data-bbox="740 1270 818 1330"></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Palpation der Kiefergelenke schmerzhaft	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="665 1364 740 1424">Ja</td> <td data-bbox="740 1364 818 1424">Nein</td> </tr> <tr> <td data-bbox="665 1424 740 1485"></td> <td data-bbox="740 1424 818 1485"></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Muskel palpation schmerzhaft (M. temporalis li / re, M. masseter li / re, M. sternocleidomastoideus li / re, M. trapezius li / re)	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="665 1518 740 1579">Ja</td> <td data-bbox="740 1518 818 1579">Nein</td> </tr> <tr> <td data-bbox="665 1579 740 1639"></td> <td data-bbox="740 1579 818 1639"></td> </tr> </table>	Ja	Nein			Falls ja: wo? .....
Ja	Nein					

**Teil 3: Schmerzskala / Visuelle Analogskala (VAS)**

Fühlen Sie sich durch Ihre Beschwerden eingeschränkt?	sehr stark	stark	wenig	gar nicht
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Visuelle Analogskala**



**Teil 4: Anpassung der Aufbissschiene**

Anpassung der Schiene	Ja	Nein
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Anhang G: Dokumentationsbogen Kontrolluntersuchung nach 6 Monaten



AG Dr. Kollmuß / Prof. Dr. Huth

Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie

### Kontrolluntersuchung nach 6 Monaten

(CODEAUFKLEBER)

Datum: \_\_\_\_\_

#### Teil 1: Allgemeines

Frage		Details				
Tragen sie die Aufbissschiene regelmäßig (> 5 Tage die Woche)?	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Ja	Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wenn nein, wieso? .....
Ja	Nein					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Haben sich die Beschwerden verändert?	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Ja	Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wenn ja, inwieweit? .....
Ja	Nein					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Sind Ihnen sonstige Veränderungen aufgefallen, seitdem Sie die Aufbissschiene tragen?	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Ja	Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wenn ja, welche? .....
Ja	Nein					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Bemerken Sie beim Zusammenbeißen Störkontakte?	Ja	Nein	Wenn ja, welche? .....
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

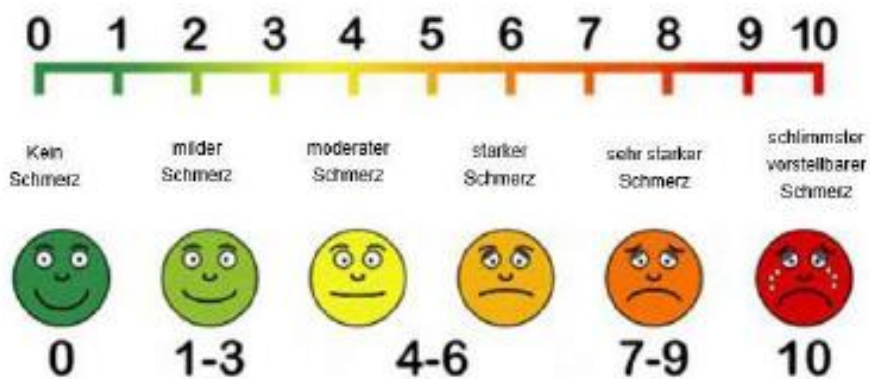
## Teil 2: Klinische Funktionsuntersuchung

Frage		Anmerkung				
Mundöffnung asymmetrisch	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Mundöffnung eingeschränkt	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Gelenkgeräusche	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Okklusale Geräusche	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Kiefergelenkschmerz bei maximaler Mundöffnung	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Palpation der Kiefergelenke schmerzhaft	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			
Ja	Nein					
Muskelpalpation schmerzhaft (M. temporalis li / re, M. masseter li / re, M. sternocleidomastoideus li / re, M. trapezius li / re)	<table border="1"> <tr> <td>Ja</td> <td>Nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ja	Nein			Falls ja: wo? .....
Ja	Nein					

**Teil 3: Schmerzskala / Visuelle Analogskala (VAS)**

Fühlen Sie sich durch Ihre Beschwerden eingeschränkt?	sehr stark	stark	wenig	gar nicht
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Visuelle Analogskala**



**Teil 4: Anpassung der Aufbissschiene**

Anpassung der Schiene	Ja	Nein
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## Anhang H: Patientenzufriedenheit Gruppe A



<b>Gruppe A</b>
-----------------

AG Dr. Kollmuß / Prof. Dr. Huth

Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie

Liebe Patienten,  
vielen Dank für die Teilnahme an der Studie „Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie“. Ihre Zufriedenheit liegt uns am Herzen. Bitte lesen Sie sich dafür die folgenden Fragen durch und entscheiden Sie wie stark die entsprechenden Aussagen auf Sie zutreffen.

1	Ich war mit der Behandlung sehr zufrieden.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu
2	Meine Erwartungen an die Behandlung wurden erfüllt.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu
3	Ich konnte eine Verbesserung der Beschwerden feststellen.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu
4	Ich habe mich an die vereinbarten Therapieziele (Tragen der Schiene) gehalten.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu
5	Ich hatte keine Probleme mit dem Tragen der Aufbissschiene.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu
6	Ich würde eine solche Therapieform weiterempfehlen.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu

Gemeinsam. Fürsorglich. Wegweisend.

Seite 2/2

7	Der Aqualizer hat mir ein gutes Gefühl gegeben, was das spätere Tragen der Aufbissschiene anbelangt.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu
8	Das Tragen des Aqualizers (während der Behandlung) war für mich nicht unangenehm.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu

Wie oft haben Sie die Aufbissschiene getragen?

.....

Ergaben sich für Sie Probleme beim Umgang mit der Schiene? Falls ja, welche?

.....

.....

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

## Anhang I: Patientenzufriedenheit Gruppe B



**Gruppe B**

AG Dr. Kollmuß / Prof. Dr. Huth

### Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie

Liebe Patienten,  
vielen Dank für die Teilnahme an der Studie „Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie“. Ihre Zufriedenheit liegt uns am Herzen. Bitte lesen Sie sich dafür die folgenden Fragen durch und entscheiden Sie wie stark die entsprechenden Aussagen auf Sie zutreffen.

1	Ich war mit der Behandlung sehr zufrieden.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu
2	Meine Erwartungen an die Behandlung wurden erfüllt.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu
3	Ich konnte eine Verbesserung der Beschwerden feststellen.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu
4	Ich habe mich an die vereinbarten Therapieziele (Tragen der Schiene) gehalten.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu
5	Ich hatte keine Probleme mit dem Tragen der Aufbissschiene.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu
6	Ich würde eine solche Therapieform weiterempfehlen.	Stimme NICHT zu	Stimme EHER NICHT zu	Stimme EHER zu	Stimme zu



Seite 2/2

Wie oft haben Sie die Aufbisschiene getragen?

.....

Ergaben sich für Sie Probleme beim Umgang mit der Schiene? Falls ja, welche?

.....

.....

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

## Danksagung

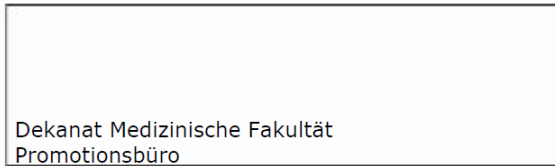
Mein herzlicher Dank gilt meiner Doktormutter Frau Prof. Dr. Huth, die durch Ihre uneingeschränkte Unterstützung, stets positive Kommunikation und große Geduld, diese Arbeit ermöglicht hat. Für das außerordentliche Engagement bei der Erstellung des Papers möchte ich mich an dieser Stelle ebenfalls bedanken.

Weiter gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Dr. Holberg und Frau Prof. Dr. Ilie für Ihre freundliche Übernahme der Posten in der Betreuungskommission.

Vielen Dank an Herrn Dr. Kollmuß für die Bereitstellung der Thematik sowie die Betreuung im Doktorandenseminar. Herzlichen Dank auch für die Hilfsbereitschaft bei Problemen und das zur Verfügung stellen der Räumlichkeiten und Gerätschaften.

Auch bei den Mitarbeitern der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Ludwig-Maximilians-Universität München möchte ich mich für die Bearbeitung von Anfragen und Nutzung der Räumlichkeiten bedanken.

## Affidavit



### Eidesstattliche Versicherung

Bex, Alexandra Katharina

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

#### **Untersuchung der Auswirkungen zweier Verfahren zur Bestimmung der zentrischen Kondylenposition auf den Erfolg einer Schienentherapie**

selbstständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Penzberg, 14.07.2023

Ort, Datum

Alexandra Bex

Unterschrift Doktorandin /Doktorand

## **Lebenslauf**





## **Publikationsliste**

Derzeit als Manuskript vorliegend:

Influence of two methods for determining centric condylar position on the success of splint therapy in TMD patients

2022