Aus der Klinik und Poliklinik für
Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie / Plastische Operationen
(Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Andrea Rau)
der Universitätsmedizin der Universität Greifswald

Vergleich einer Smartphone-App mit einem Papierfragebogen zur Selbstbeobachtung bei Craniomandibuläer Dysfunktion (CMD).

Entwicklung und praktische Anwendung an Zahnmedizinstudenten im klinischen Studienabschnitt.

Inaugural - Dissertation
Zur

Erlangung des akademischen
Grades

Doktor der Zahnmedizin
(Dr. med. dent.)

der
Universitätsmedizin
der

Universität Greifswald
2022

vorgelegt von: Jessica Bolljahn
geboren am: 14.07.1993
in: Wolgast

Dekan:	Herr Prof. Dr. med. Karlhans Endlich
1. Gutachter:	Herr PD Dr. med. Dr. med. dent. Stefan Kindler
2. Gutachter:	Herr Prof Dr. med. Dr. med. dent. Jörg Wiltfang
Ort, Raum:	Greifswald, Hörsaal ZZMK
Tag der Disputation:	24.05.2022

Inhaltsverzeichnis

1 Abkürzungen 6
2 Einleitung 8
3 Literaturübersicht 10
3.1 Craniomandibuläre Dysfunktion 10
3.1.1 Historische Übersicht 10
3.1.2 Definition CMD 10
3.1.3 Klassifikation von CMD und Diagnosesysteme 11
3.1.4 Epidemiologie 13
3.1.5 Ätiologie 14
3.1.6 Diagnose 15
3.1.7 Therapie 16
3.2 Selbstbeobachtung 18
3.2.1 Definition Selbstbeobachtung 18
3.2.2 Reaktivitätseffekt 19
3.2.3 Klinische Anwendung der Selbstbeobachtung 20
3.2.4 „Rote- Punkt-Technik“ 22
3.3 Digitales Gesundheitswesen 23
3.3.1 Definitionen e-Health, m-Health und Medical Apps 23
3.3.2 Digitale-Versorgung-Gesetz und Medical Device Regulation 25
3.3.3 Medizinproduktegesetz 26
4 Zielsetzung 30
4.1 Studienziel und Studienart 30
4.1.1 Primäres Studienziel 30
4.1.2 Sekundäres Studienziel 31
4.1.3 Studienart 31
5 Material und Methoden 32
5.1 Studienpopulation 32
5.1.1 Probandencharakteristika 32
5.1.2 Zusammensetzung der Studienpopulation 32
5.1.3 Beschreibung der Studienpopulation 35
5.2 Methodik 35
5.2.1 Versuchsablauf 35
5.2.2 Interventionen der Studie 39

5.2.3 Fragebögen ... 44
5.3 Statistische Methoden ... 47
6 Ergebnisse ... 48
6.1 Ergebnisse zum primären Studienziel ... 48
6.2 Ergebnisse zum sekundären Studienziel ... 53
6.2.1 Integrität in den Alltag ... 53
6.2.2 Achtsamkeit ... 54
6.2.3 Übersichtlichkeit ... 55
6.2.4 Zeitaufwand ... 55
6.3 Beschreibung der Studienpopulation ... 56
6.4 Auswertung Initialfragebogen ... 57
6.4.1 Beschwerden und Schmerzen in den letzten 6 Monaten ... 57
6.4.2 Diagnostizierte CMD ... 59
6.4.3 Schiene ... 59
6.4.4 Erkrankungen und Anamnese ... 60
6.4.5 Kinder ... 63
6.4.6 Nebenjob ... 63
6.5 Auswertung Selbstbeobachtung ... 64
6.5.1 Schmerzen oder Verspannungen ... 64
6.5.2 Knacken und Reiben des Kiefergelenks ... 66
6.5.3 Knirschen und Pressen der Zähne ... 67
6.6 Auswertung Evaluationsfragebögen ... 69
6.6.1 Verbesserungsvorschläge und Anregungen ... 69
7 Diskussion ... 73
7.1 Diskussion zum primären Studienziel ... 73
7.2 Diskussion zum sekundären Studienziel ... 76
7.2.1 Integrität in den Alltag ... 76
7.2.2 Achtsamkeit ... 77
7.2.3 Übersichtlichkeit ... 78
7.2.4 Zeitaufwand ... 79
7.3 Diskussion Initialfragbogen und Selbstbeobachtung ... 80
7.4 Methodenkritik ... 83
8 Zusammenfassung ... 91
9 Literaturverzeichnis ... 92
10 Abbildungsverzeichnis ... 105
11 Tabellenverzeichnis ... 105

12 Anhang 106
12.1 Abbildung 12 Selbstbeobachtungsbogen Poliklinik MKG-Chirurgie 106
12.2 Abbildung 13 Studienablauf und Updatehistorie 107
12.3 Abbildung 14 Papierfragebogen 108
12.4 Abbildung 15 Initialfragebogen 109
12.5 Abbildung 16 Evaluationsfragebogen 110
13 Eidesstattliche Erklärung 111
14 Danksagung 112

1 Abkürzungen

- AAOP = American Acadamy of Orofacial Pain
- ADS = Allgemeine Depressions-Skala
- BfArM = Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
- BZÄK = Bundeszahnärztekammer
- CE = Conformité Européenne (Europäische Konformität)
- CID-S = Composite International Diagnostic Screener
- CMD = Craniomandibuläre Dysfunktion(en)
- CSV = Comma-separated values
- DCC = Diabetes Service Center
- DGFDT = Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und - therapie
- DVG = Digitale-Versorgung-Gesetz
- EFB = Evaluationsfragebogen
- Et al. = et alii (und andere)
- HNO = Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
- ID = Identifikation
- IFB = Initialfragebogen
- IMI = Internet- und Mobilebasierte Intervention
- KZBV = Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung
- MAP = Myoarthropathie
- MDR = Medical Device Regulation
- Mind. = Mindestens
- MKG = Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie
- MPG = Medizinproduktegesetz
- MRT = Magnetresonanztomografie
- OPG = Orthopantomographie
- PTBS = Posttraumatische Belastungsstörung
- RCT = Randomisierte kontrollierte Studie
- RDC/TMD = Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders
- SHIP = Study of Health in Pomerania
- SRRS = Social Readjustment Rating Scale

- TENS = Transkutane elektronische Nervstimulation
- TI = Telematikinfrastruktur
- TMD = Temporomandibular disorders
- WHO = Weltgesundheitsorganisation
- XML = Extensible Markup Language
- z.B. = zum Beispiel

2 Einleitung

In Deutschland leiden 13 Prozent der Menschen unter chronischen Kopf- und Gesichtsschmerzen, Mundöffnungsstörungen oder Gelenkgeräuschen **(Wu und Hirsch 2010)**. Ein möglicher Grund hierfür kann eine Fehlregulation des Kauapparates sein, zu dem das Kiefergelenk, die Kaumuskulatur und die umliegenden Strukturen gehören. Der Sammelbegriff Craniomandibuläre Dysfunktion (CMD) fasst all diese Symptome zusammen. Patienten geben als leitende Symptome häufig Schmerzen und Funktionseinschränkungen des Kauorgans an. Eine wichtige Ursache für Funktionsstörungen bzw. Fehl- und Überbelastung des Kauorgans ist Bruxismus. Der Bruxismus beschreibt eine erhöhte Kaumuskelaktivität, die durch Verspannung der Muskulatur, Zähneknirschen, Pressen und/ oder übermäßig langen Zahnkontakt verursacht wird **(Lobbezoo u. a. 2013)**.

Eine CMD ist ein multifaktorielles Geschehen mit unterschiedlichen Ausprägungsgraden der Erkrankung. Psycho-soziale Komponenten spielen für die Entstehung von CMD eine wichtige Rolle. Emotionaler Stress oder psychische Erkrankungen (z.B. Depressionen) tragen dazu bei, dass Beschwerden auftreten oder sich verstärken **(Kindler und Bredow-Zeden 2020).**

Die Therapie der CMD ist mit erheblichen Kosten verbunden. Die jährlichen Gesamtkosten für die Therapie schwanken zwischen 170 und 880 Millionen Euro. Das sind zwischen 1,3 % und 6,5 % der Gesamtausgaben im zahnärztlichen Bereich **(Hirsch und John 2005).** Die Art der Therapie richtet sich nach der Diagnose und dem Schweregrad der Erkrankung. Bewährte Therapiemethoden sind die Anwendung von Okklusionsschienen, die medikamentöse oder manuelle Therapie. Als alternative Therapiemethode wird häufig Selbstbeobachtung genutzt. Sie dient dazu versteckte Verhaltensweisen zu registrieren und durch den reaktiven Aufmerksamkeitseffekt schlechte Gewohnheiten ins Bewusstsein zu heben **(Wentura und Frings 2013)**. Bisher wurde die Selbstbeobachtung in der Zahnmedizin von den Patienten mithilfe von Papierfragebögen durchgeführt. Die Beobachtung kann in Form von Tagebüchern, Zeichnungen oder Diagrammen dokumentiert werden.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird die Selbstbeobachtung in den Kliniken und Zahnarztpraxen nur selten mithilfe moderner digitaler Medien umgesetzt. Auf Smartphones oder Tablets könnten Gesundheits- und Medizin-Apps flächendeckender genutzt werden. Medizin- oder auch Medical-Apps dienen als

Hilfsmittel zur Diagnose, Therapie und Überwachung von Krankheiten, z.B. bei Diabetes mellitus oder Bluthochdruck **(Li u. a. 2020).**

Bisher werden Medical Apps im zahnmedizinischen Bereich wenig genutzt. Daher ist die Weiterentwicklung von mobilen Applikationen von hoher Bedeutung. Die Nutzung dieser neuen Technologien soll künftig auch die Diagnose, Therapie und interdisziplinäre Zusammenarbeit bei CMD vereinfachen.

3 Literaturübersicht

3.1 **Craniomandibuläre Dysfunktion**

3.1.1 Historische Übersicht

Craniomandibuläre Dysfunktionen wurden in der medizinischen Literatur erstmals durch **Thomas Annandale** 1887 erwähnt **(Annandale 1887)**. Die Arbeit *„Verschiebung des Gelenkknorpels des Unterkiefers und seine Behandlung durch Operation“* beschrieb die erfolgreiche Behandlung zweier Patienten mit schmerzhaften Kiefergelenkgeräuschen mithilfe chirurgischer Techniken.

Eine weitere frühe und einflussreiche Beschreibung stammt von **James Bray Costen (Costen 1997, ursprünglich veröffentlicht 1934).** Er beschrieb die „*otologische Schmerzsymptomatik im Kiefergelenk aufgrund unzureichender okklusaler Abstützung des Unterkiefers*“. Zu dieser Zeit ging man davon aus, dass CMD - Symptome hauptsächlich auf okklusale Interferenzen zurückzuführen seien. Häufiges Therapiemittel der Wahl war das „Einschleifen“ von okklusalen Vorkontakten. Auf **Costen** ist der Begriff „*Costen-Syndrom*“ zurückzuführen, eine frühere Beschreibung für den heutigen Begriff *Craniomandibuläre Dysfunktion.* Es existieren zahlreiche Synonyma (siehe **3.1.2 Definition CMD).**

3.1.2 Definition CMD

Der englische Begriff „craniomandibular disorders“ wurde in der Vergangenheit in den deutschen Sprachgebrauch als „Craniomandibuläre Dysfunktionen“ übernommen **(Phillips u. a. 1990)**. In der hier vorliegenden Arbeit wird im Folgenden der Begriff Craniomandibuläre Dysfunktion als Abkürzung CMD verwendet.

Die Arbeitsgruppe der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT) definiert Craniomandibuläre Dysfunktionen als spezifische Funktionsstörung, welche Kaumuskulatur, die Kiefergelenke und/oder die Okklusion betrifft. Zusätzlich definiert der Arbeitskreis den Begriff Myoarthropathie des Kausystems (MAP), als Beschwerden, die die Kaumuskulatur, die Kiefergelenke bzw. damit in Verbindung stehende Gewebestrukturen betreffen, wobei die Okklusion dabei nicht betrachtet wird **(Lange u. a. 2012)**. Im Sprachgebrauch der Schweiz wird der

Begriff MAP häufiger genutzt als in Deutschland. Der in der englischen Literatur gebräuchliche Begriff Temporomandibular Disorders (TMD) stellt ebenfalls ein häufig genutztes Synonym für CMD dar **(Hugger u. a. 2016).**

Der Begriff Craniomandibuläre Dysfunktion(en) geht auf eine Veröffentlichung der **American Association of Orofacial Pain (AAOP)** aus dem Jahr 1990 zurück, die 1993 aktualisiert wurde **(MCNEIL 1993; Phillips u. a. 1990)**. Die AAOP ist eine Organisation aus Zahnärzten und Angehörigen des Gesundheitswesens, die sich auf orofaziale Schmerzen und CMD spezialisiert hat. Die Organisation definiert CMD als Sammelbegriff einer Reihe klinischer Probleme und Schmerzerkrankungen. Das wichtigste und häufigste Symptom ist Schmerz, ausgehend von der Kaumuskulatur, dem Kiefergelenk und den umliegenden Strukturen **(de Leeuw 2013; Polacek 2021).**

Manfredini et al. definierten CMD als Überbegriff einer heterogenen Gruppe von klinischen Zeichen und Leitsymptomen gekennzeichnet durch eine Triade von Muskel- und Kiefergelenksschmerzen, Kiefergelenksgeräuschen und Einschränkungen der Mundöffnung **(Manfredini u. a. 2011).**

Okeson beschrieb CMD als eine der Hauptursachen für nicht dentogen bedingten Schmerz in der orofazialen Region. Er ordnete die CMD als Unterkategorie der muskuloskelettalen Erkrankungen ein **(Okeson 1997**).

3.1.3 Klassifikation von CMD und Diagnosesysteme

Für die Diagnose von CMD existieren zahlreiche Klassifikationen und Diagnosesysteme. In den vergangenen 20 bis 30 Jahren wurde stetig an standardisierten Diagnosekriterien für orofaziale Schmerzen und CMD gearbeitet **(Klasser u. a. 2018).**

Die **Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (RDC/TMD)** wurde ursprünglich 1992 basierend auf internationalen Expertenempfehlungen veröffentlicht **(Dworkin und LeResche 1992)**. 2010 folgte eine zweite überarbeitete Version **(Dworkin 2010: 734–743).** Dabei handelt es sich um ein Diagnose- und Klassifikationssystem, welches aus zwei Achsen besteht. Die Achse I erfasst physische (somatische) und die Achse II psychosoziale (emotionale) Diagnosen der

CMD. Zur Achse I-Diagnostik dienen hauptsächlich biometrische Werte (z.B. Messung der Unterkieferbewegungen, Bestimmung der Druckschmerzschwellen, bildgebende Verfahren). Die Einteilung der physischen Diagnosen orientiert sich nach deren Lokalisation:

- Kiefergelenk (Diskopathie, Adhäsion, Ankylose, Degeneration, Entzündung, Tumor)
- Kaumuskulatur (Myalgie, Kontraktur, Hypertonie, Dyskinesie, Dystonie, Entzündung, Tumor)
- Benachbarte Strukturen (regio retromandibularis, regio submandibularis).

Die Achse II-Diagnostik stützt sich hauptsächlich auf Angaben des subjektiven Empfindens des Patienten. Erfasst werden vorwiegend symptombedingte Beeinträchtigungen, psychische Begleiterkrankungen wie z.B. Angststörungen und Depressionen **(Ettlin 2019).**

Okeson teilte CMD nach anatomischen Gesichtspunkten in intra-artikulär und extra-artikulär ein **(Okeson 2007)**. 2008 veröffentlichte er eine symptomorientierte Klassifikation für orofaziale Schmerzen, in der Schmerzzustände nach somatischen oder neurogenen Ursprung gruppiert wurden **(Okeson u. a. 2018; Okeson 2008).**

Neben der (R)DC/TMD wird die **AAOP**–**Klassifikation** in der Literatur am häufigsten zitiert. 2013 publizierte die AAOP die fünfte Auflage der Klassifikationsstruktur orofazialer Schmerzzustände zur Bewertung, Diagnose und Management von CMD. Die Richtlinie ist in sieben Kategorien eingeteilt:

- Vaskuläre und nicht-vaskuläre Ursachen
- Primäre Kopfschmerzstörungen
- Neuropathischer Schmerz
- Intraorale Schmerzstörungen
- CMD
- Extrakranielle Ursachen
- Zervikogene Mechanismen **(de Leeuw 2013).**

Als Nachfolger der RDC/TMD wurde 2014 die **Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD)** publiziert, da sich zeigte, dass die Validität der RDC/TMD-Achse I unter der Zielempfindlichkeit von ≥ 0,70 und der

Spezifität von ≥ 0,95 lag. Im Vergleich zur RDC/TMD hat sich die DC/TMD zu einem evidenzbasiertem System mit größerer Gültigkeit für den klinischen Einsatz entwickelt **(Schiffman u. a. 2014).**

2014 veröffentlichten **Peck et al.** ein Klassifikationssystem für weniger bekannte CMD-Erkrankungen, eingeteilt in vier Kategorien: Kiefergelenksstörungen, Kaumuskelstörungen, Kopfschmerzstörungen und Störungen, die assoziierte Strukturen betreffen. Die Klassifikation schließt die 12 Diagnosen der DC/TMD ein und umfasst zusätzlich weitere 25 seltene Diagnosen **(Peck u. a. 2014)**.

3.1.4 Epidemiologie

Durchgeführte epidemiologische Studien hinsichtlich CMD unterscheiden sich in der Methodik und Art der Datenerhebung. Daraus folgen unterschiedliche Angaben zur Verteilung von CMD in der Bevölkerung.

In einem systematischen Review von **Christidis et al.** wurden 2293 internationale Artikel aus den Jahren 1992 bis 2016 ausgewertet. Die Prävalenz von Craniomandibulären Dysfunktionen liegt in der jungen Altersgruppe von 10 - 19 Jahren zwischen 7,3 % und 30,4 % **(Christidis u. a. 2019).**

Eine retrospektive Studie von **Chatzopoulos et al**. untersuchten die Prävalenz von CMD-Symptomen und Parafunktionen im Zusammenhang mit dem Geschlecht, Alter und fehlenden Zähnen der 4202 Patienten. CMD tritt am häufigsten im Alter von 20 bis 40 Jahren auf und ist mit steigendem Lebensalter eher rückläufig. Frauen sind etwas häufiger betroffen als Männer **(Chatzopoulos u. a. 2019)**.

In einer kanadischen Studie von **Locker und Slade** gaben 48,4 % der 677 Teilnehmer mindestens ein CMD-typisches Symptom an. Am häufigsten traten Gelenkgeräusche, Verspannungen der Kaumuskulatur und okklusale Interferenzen als Symptome auf. 12,9 % der Teilnehmer berichteten von funktionellen Schmerzen oder Ruheschmerz. Jedoch bestand nicht bei jedem der Patienten ein Behandlungsbedarf. Der Anteil der behandlungsbedürftigen Personen schwankte je nach Falldefinition zwischen 3,5% und 9,7% **(Locker und Slade 1988).**

In einer polnischen Studie von **Loster et al.** zur Prävalenz von CMD bei jungen Erwachsenen (Durchschnittsalter 18 Jahre) wurde bei 26,5 % der Teilnehmer eine

CMD diagnostiziert. Das Bewusstsein für eine CMD-Erkrankung war jedoch nur bei 7,7 % der 260 Befragten vorhanden **(Loster u. a. 2017: Results).**

Eine in Schweden durchgeführte Studie von **Lövgren** zeigte *„eine hohe Prävalenz von CMD in Zusammenhang mit dem Bewusstsein von somatischen Erkrankungen und Schmerzintensität bei gesunden Zahnmedizinstudenten“*. Die Studienpopulation bestand aus insgesamt 54 Studenten im 3. Studienjahr der medizinischen Fakultät der Universität von Umeå. Die Prävalenz für eine CMD-Diagnose, gemäß der DC/TMD, lag bei 30 **% (Lövgren u. a. 2018).**

Basierend auf einer randomisierten bevölkerungsrepräsentativen Studie „Study of Health in Pomerania (SHIP)“ wurde im ländlichen Raum im Nordosten Deutschlands die Inzidenz für Zeichen und Symptomen von CMD ermittelt. Die Studienpopulation bestand aus 4289 Teilnehmern beider Geschlechter im Alter von 20 bis 81 Jahren. 49,9 % der Probanden wiesen mindestens ein klinisches Zeichen von CMD auf. Nur 2,7 % der Probanden waren sich subjektiv der Schmerzsymptome des Kiefergelenks bewusst **(Gesch u. a. 2004: 143).**

3.1.5 Ätiologie

Die Ätiologie von CMD ist noch nicht vollständig geklärt. Bei CMD handelt es sich um ein multifaktorielles Krankheitsbild mit biologischen, sozialen, emotionalen und kognitiven Einflussfaktoren **(Scrivani u. a. 2008).** Risikofaktoren für die Entstehung von CMD können Malokklusionen, Parafunktionen (z.B. Knirschen oder Pressen), Traumata, genetische Faktoren und psychologische Cofaktoren sein **(Gesch u. a. 2004; Melis und Di Giosia 2016; Zhang u. a. 1999).**

In der wissenschaftlichen Literatur wurde der Zusammenhang zwischen schmerzhafter CMD und psychischen Erkrankungen wie Depressionen **(Kindler u. a. 2012)**, Angststörungen **(Mongini u. a. 2004)** und posttraumatischen Belastungsstörungen (PTBS) bereits belegt **(Kindler u. a. 2019).** In einem Artikel von **Kindler et al.** wurde der Zusammenhang zwischen Symptomen von PTBS und klinischen Zeichen von CMD aufgezeigt. Die Studienpopulation setzte sich, basierend auf Daten der SHIP Studie, aus einer Stichprobe von 1673 Probanden mit Kiefergelenksschmerzen und einer Stichprobe von 1689 Probanden mit Schmerzen der Kaumuskulatur mit mindestens einem traumatischen Ereignis in der Vergangenheit zusammen. Es zeigte

sich, dass Patienten mit diagnostizierter PTBS 2,56-mal häufiger Kiefergelenksschmerzen und 3,86-mal häufiger Schmerzen der Kaumuskulatur hatten.

3.1.6 Diagnose

Zu den klinischen Zeichen und Symptomen, die auf eine CMD hinweisen können, gehören Schmerzen des Kiefergelenkes und der Kaumuskulatur in der Masseter- und Temporalregion bei Palpation. Hinzu kommen weitere subjektive Symptome wie die eingeschränkte Beweglichkeit des Unterkiefers, präaurikulär auftretender Schmerz, Schwindel, Schmerzen im Nacken- und Rückenbereich und Kiefergelenksgeräusche **(Gauer und Semidey 2015; Goldstein 1999).**

Die Mehrheit der Patienten stellt sich zuerst mit ein oder mehreren der oben genannten Symptomen in der Praxis vor. Nicht alle CMD-assoziierte Beschwerden sind mit Schmerzen verbunden. Um schmerzhafte CMD von nichtschmerzhaften CMD-Formen abzugrenzen werden unterschiedliche diagnostische Hilfsmittel genutzt **(Türp, J. C. u. a. 2002)**. Eine beschwerdebezogene Anamnese mit Parametern wie Dauer, Intensität und Art der Beschwerden ist als erster Schritt in der Diagnostik notwendig **(Reißmann 2019: CMD Anamnese).**

Nach der subjektiven Symptombeschreibung des Patienten folgt eine objektive klinische Untersuchung durch den Behandler mit Beurteilung der klinischen Zeichen **(Kindler und Bredow-Zeden 2020).** Die Diagnostik beginnt mit einer Screening-Untersuchung des Zahnarztes, welche bei Verdacht auf CMD einen ersten Überblick liefert. Im Juni 2019 veröffentlichte die **DGFDT** einen Screening- und Befundbogen, zur einfachen Handhabung mit drei anamnestischen Fragen und fünf Untersuchungsschritten **(Ottl u. a. 2019).**

Die klinische Funktionsanalyse dient dem Behandler als Hilfsmittel in der Diagnostik zur Ergänzung der Befunde. Ziel der Funktionsanalyse ist es, nach der Auswertung eine Initialdiagnose stellen zu können **(Ahlers u. a. 2011; Hugger und Kordaß 2018).**

Bildgebende Verfahren wie Magnetresonanztomografie (MRT) **(Matsubara u. a. 2018)** und Röntgen (z.B. Orthopantomogramm) **(Winocur u. a. 2010)** spielen ebenfalls eine wichtige Rolle in der Diagnostik von CMD.

Für die differenzialdiagnostische Abklärung von CMD werden häufig Fachbereiche wie Hals-Nasen-Ohrenheilkunde (HNO), Augenheilkunde, Neurologie, Orthopädie, Innere Medizin und Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (MKG) hinzugezogen **(Spranger 2015).**

Aufgrund der multifaktoriellen Genese von CMD ist ein interdisziplinärer Ansatz besonders bei der Diagnostik von chronischen Verläufen angezeigt. Die Zusammenarbeit des Zahnarztes mit Physiotherapeuten, Psychotherapeuten und Schmerztherapeuten ist in diesem Fall sinnvoll **(Dalanon u. a. 2020)**.

In einer amerikanischen Studie von **Gadotti u. a**. wurde das Bewusstsein von Zahnärzten über Physiotherapie als anerkannte Therapiemethode bei CMD untersucht. 41 % der befragten 256 Zahnärzte waren sich nicht bewusst, dass CMD-Patienten mit manueller Therapie effektiv behandelt werden können **(Gadotti u. a. 2018).**

3.1.7 Therapie

Die Therapie von CMD richtet sich je nach Ausprägungsgrad und Intensität der CMD-typischen Symptome.

Eine wichtiger, nicht-invasiver Therapieansatz ist die Anleitung des Patienten zur Selbstbeobachtung. Dem Patienten sollen Parafunktionen wie Zähneknirschen und / oder –pressen sowie Fehlhaltungen bewusst gemacht werden. Zusätzlich ist die Aufklärung und Beratung des Patienten über Selbsthilfemaßnahmen wie Selbstmassage hilfreich **(Story u. a. 2016).** Die initiale Therapie von CMD erfolgt zunächst durch den Zahnarzt.

Eine häufige Primärtherapie von Bruxismus ist die Okklusionsschiene bzw. Aufbissschiene. Ziel der Schienentherapie ist die Harmonisierung der Muskel- und Kiefergelenksfunktion, Ausschaltung okklusaler Interferenzen und die Reduktion von Parafunktionen **(Ahlers u. a. 2015).**

Bei schmerzhafter CMD ist die medikamentöse Therapie ein wichtiger Bestandteil im Gesamtbehandlungskonzept. Indiziert ist die medikamentöse Therapie beispielsweise bei Arthropathien, Myopathien, Neuropathien, Entzündungen und chronischen Schmerzen. Es werden sowohl Analgetika, nichtsteroidale Antirheumatika (z.B. Ibuprophen, Diclofenac), Muskelrelaxantien, trizyklische Antidepressiva,

Antikonvulsiva, Kortikoide oder Benzodiazepine verwendet **(Mejersjö und Wenneberg 2008).**

Weiterführende zahnärztliche invasive, irreversible Therapieansätze sind kieferorthopädische und rekonstruktive Maßnahmen, sowie subtraktive Maßnahmen wie das Einschleifen der Okklusion. Dies ist nur in Ausnahmefällen indiziert, unter der Voraussetzung, dass die Funktionsanalyse okklusale Interferenzen als ursächlichen Faktor ergab, die mit Schienentherapie nicht behoben werden konnten **(Kirveskari u. a. 1989).** Ebenfalls irreversibel und invasiv sind gelenkchirurgische Eingriffe wie Arthrozentese, Arthroskopie oder Arthrotomie. Diese Eingriffe sollten nur nach klarer Diagnosestellung durchgeführt werden. Muskulär- funktionelle Symptome sollten vorab abgestellt werden **(Felstead und Revington 2011).**

In der symptomatischen Therapie hat sich die manuelle Therapie und die physikalisch-medizinische Therapie bewährt **(Asquini u. a. 2019; Wieckiewicz u. a. 2015)**. Methoden wie Thermo- und Kryotherapie, Ultraschall, Transkutane elektronische Nervstimulation (TENS) stellen gute Behandlungsformen als Initialtherapie oder bei chronischen Verläufen dar **(Calixtre u. a. 2015).**

Es gibt deutliche Unterschiede im Ausmaß der Chronifizierung von orofazialen Schmerzen. Ein Teil der Betroffenen reagiert sehr schnell und anhaltend auf einfache symptomorientierte Verfahren wie Aufbissschienen, für andere sind umfassende Behandlungspläne mit interdisziplinärer Zusammenarbeit und multimodale Schmerztherapie notwendig. Beispielsweise sollten Fachrichtungen wie Neurologie, Psychologie, Psychotherapie in die Therapie integriert werden **(Türp 2000).**

Besonders bei längeren, therapieresistenten Verläufen kann die Selbstbeobachtung auch ein wichtiges Bindeglied in der Therapie von Patienten mit psychischen Komorbiditäten (z.B. Depressionen, Persönlichkeitsstörungen) sein. Geeignet sind psychotherapeutische Maßnahmen wie Biofeedbacktraining, progressive Muskelrelaxation oder autogenes Training, um Stress als Cofaktor zu minimieren oder zu beseitigen **(Besimo 2010).**

3.2 **Selbstbeobachtung**

3.2.1 Definition Selbstbeobachtung

Die Selbstbeobachtung, auch Introspektion genannt, ist als eine Form des Selbst-Managements anzusehen. Die **WHO** definiert Selbst-Management als Fähigkeit des Einzelnen zur Verwaltung der eigenen Gesundheit, mit oder ohne Unterstützung des Gesundheitssystems **(World Health Organization 2020).**

Selbstbeobachtung ist eine etablierte Methode aus dem Behandlungsspektrum der Psychologie, Sozialforschung und allgemeinen Schmerztherapie. Es ist ein Verfahren der kognitiven Verhaltensdiagnostik bzw. Verhaltenstherapie und dient als Instrument zur Selbstkontrolle und Analyse von Verhaltensweisen oder Zuständen. Durch die Selbstbeobachtung wird ein Zugang zur eigenen Bewusstseins- und Erlebniswelt (der inneren Realität) geschaffen **(J.F. 2000; Lee und Kemmelmeier 2017).**

Angewandt wird die Selbstbeobachtung sowohl in der Forschung als auch als Therapiemittel von Erkrankungen **(Fitzek, Herbert 1999).** Besonders in der Behandlung und Überwachung von Suchterkrankungen, chronischen Schmerzen und Herz-Kreislauferkrankungen kann Selbstbeobachtung ein Bestandteil in der Gesamttherapie sein **(de Jongh u. a. 2012; Li u. a. 2020).**

Die Selbstbeobachtung kann in unterschiedlichen Arten durchgeführt werden. Mithilfe von Tagebüchern, Protokollen, Strichlisten und Verhaltensdiagrammen können Symptome, Schmerzen oder Habits des Patienten dokumentiert werden.
Als Habit ist ein Verhalten definiert, welches wiederholt wurde, bis es mehr oder weniger automatisiert abläuft, ohne zielgerichtetes Denken und weitgehend ohne jegliches Bewusstsein für dieses Verhalten **(Nilsen u. a. 2012: 1).**
In klinischen Studien wurden neben der analogen Selbstbeobachtung auch internet- und mobilbasierende Interventionen (IMI) untersucht **(Cuijpers u. a. 2010; Lin u. a. 2015)**.

In der Selbstbeobachtung hat die Eigenverantwortung des Patienten eine zentrale Bedeutung.

> *„Es hat sich immer wieder gezeigt, dass die Selbstbeobachtung für die Erreichung der Therapieziele nutzbringend eingesetzt werden kann.“* **(Hautzinger 1996: 260–264)**

Eine mangelnde Genauigkeit der Beobachtung und eine verzerrte Selbsteinschätzung des Patienten, sowie die geringe Repräsentativität der Beobachtungssituationen sind limitierende Faktoren der Selbstbeobachtung. Die Selbstbeobachtung hat eine unzureichende Reliabilität und geringe Validität **(Amelang und Schmidt-Atzert 2006: 510).**

Im Gegensatz zur Fremdbeobachtung dient die Selbstbeobachtung zum Erkennen und Bewerten des eigenen Verhaltens. Aus diesem Verhalten kann der Patient Rückschlüsse ziehen und dieses reaktiv verändern **(Kohlhauf u. a. 2011).**

3.2.2 Reaktivitätseffekt

In der Psychologie und Sozialforschung unterscheidet man reaktive von nicht-reaktiven Messverfahren. Nicht-reaktive Messverfahren oder auch unauffällige Messverfahren sind Untersuchungsverfahren, die nicht durch den Untersucher, das Untersuchungsverfahren, die Situation oder die Versuchsperson verfälscht werden **(Webb u. a. 1966).** Zu den nicht-reaktiven Messverfahren gehören beispielsweise die Beobachtung als Methode der experimentellen Psychologie.
Im Gegensatz zu den nicht-reaktiven Messverfahren werden bei den reaktiven Methoden die Reaktion der Testperson untersucht. Beispiele für reaktive Untersuchungsverfahren sind Befragungen und Interviews **(Roth und Holling 2018).**

Der Begriff Reaktivität wurde bereits 1957 von **Campbell** definiert als Änderung des Verhaltens und Erlebens einer Person, wenn diese weiß, dass sie beobachtet wird **(Campbell 1957). Orne** beschrieb 1962 in seiner Arbeit die Motivation und Bereitschaft der Versuchspersonen den Vorgaben der Untersuchung zu folgen. Grund dafür sei die Tatsache, dass die Probanden die wissenschaftliche Erhebung nicht gefährden wollen **(Orne 1962).**

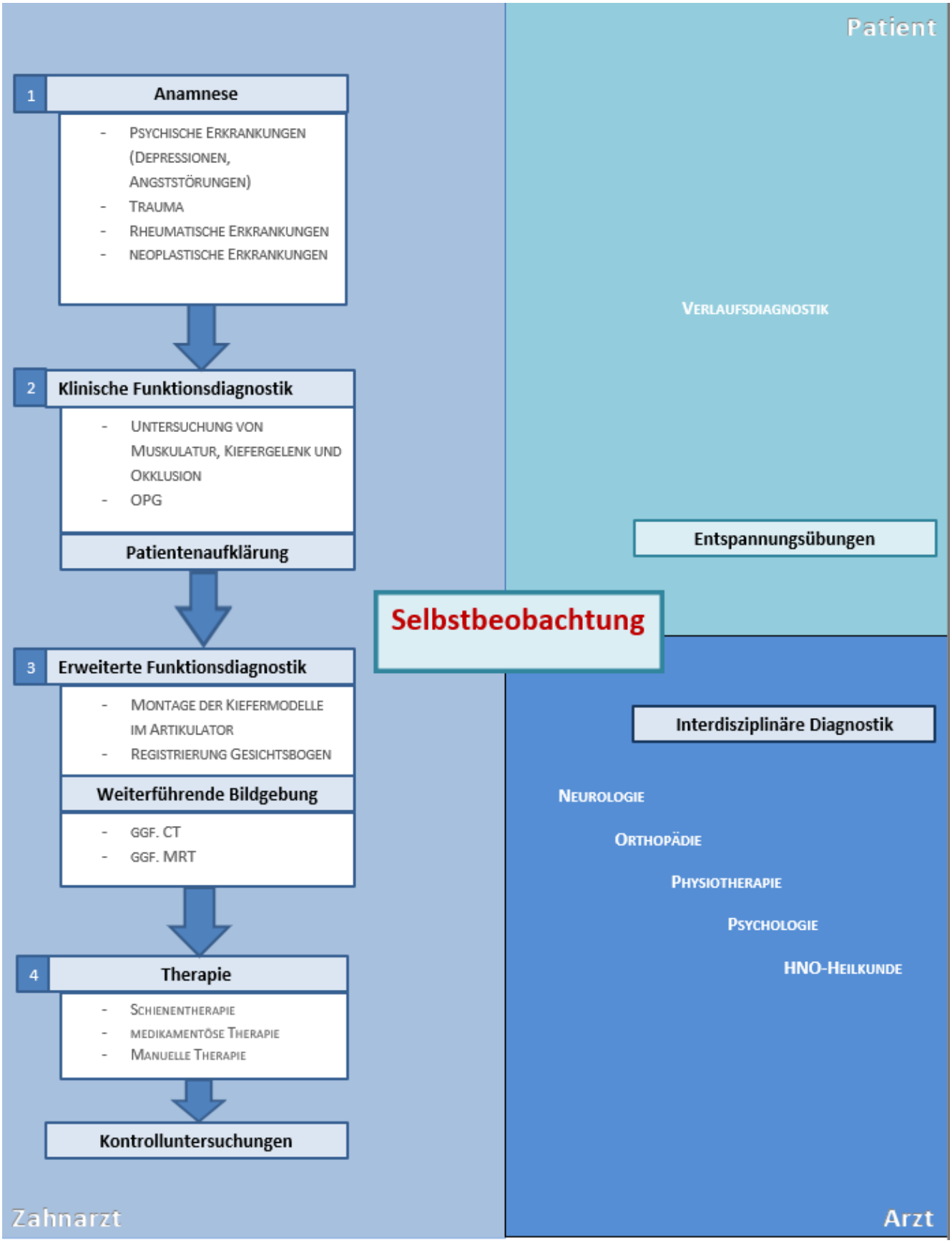
In der Selbstbeobachtung macht man sich den Reaktivitätseffekt oder reaktiven Aufmerksamkeitseffekt zunutze. Die Versuchspersonen bzw. Probanden sind sich bewusst Teil einer wissenschaftlichen Erhebung zu sein und stellen ihr Handeln auf die Beobachtungssituation ein. Dies führt unter Umständen zur Beeinträchtigung der Validität oder zur Ergebnisverzerrung der Beobachtung. Reaktivität ist für die Methode der Selbstbeobachtung jedoch erwünscht, da sich die Probanden häufig kooperativ zeigen und dem vermuteten Verhalten entsprechend reagieren **(Lück 2013).**

3.2.3 Klinische Anwendung der Selbstbeobachtung

Im zahnmedizinischen Kontext wird die Selbstbeobachtung klassischerweise mit Selbstbeobachtungsfragebögen in Papierform durchgeführt. In den Fragebögen werden die Fragen entweder in offener oder geschlossener Form formuliert. Bei der Selbstbeobachtung in „freier Form“ wird der Patient aufgefordert seine Beobachtungen im Alltag in einfachen Worten zu beschreiben und frei zu formulieren. Dabei werden dem Patienten keine Vorgaben zur Form und Vorgehensweise gestellt **(Schwoegl u. a. 2020).** Eine Alternative dazu ist die Selbstbeobachtung mittels Fragebögen mit vorgegebener Struktur. Zur visuellen Darstellung kann der Patient für die Selbstbeobachtung auch Zeichnungen oder Diagramme benutzen.

In der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie / Plastische Operationen im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Greifswald werden Selbstbeobachtungsbögen als Hilfsmittel zur Diagnostik regelmäßig genutzt. Die **Abbildung 12 Selbstbeobachtungsbogen Seite 1 + 2 Poliklinik für MKG-Chirurgie / Plastische Operationen Uni Greifswald** ist im Anhang unter **12.1** aufgeführt. Die Patientenbögen sind im Tagebuchstil tabellarisch aufgebaut. Anzugeben sind Informationen wie Datum, Uhrzeit und Beobachtungen unter der Leitfrage: „*Was mache ich mit meinen Zähnen, mit meiner Zunge oder mit meinen Lippen?“* Die Bögen werden in Papierform zusammen mit „roten Punkten“ ausgehändigt. Diese Aufkleber soll der Patient an markanten Orten in seinem Umfeld anbringen, um sich an die Introspektion zu erinnern. Nach durchgeführter Selbstbeobachtung folgt die Auswertung durch den Behandler gemeinsam mit dem Patienten.

Abbildung 1 Selbstbeobachtung im Behandlungsablauf (Bolljahn 2020)



Die **Abbildung 1 Selbstbeobachtung im Behandlungsablauf (Bolljahn 2020)** zeigt an welcher zentralen Stelle sich die Selbstbeobachtung in den Behandlungsablauf einfügt. Sie ist ein Bindeglied zwischen der klinischen und erweiterten Funktionsdiagnostik. Die CMD-Diagnostik ist durch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von Zahnärzten und Ärzten verschiedenster Fachrichtungen gekennzeichnet. Die zahnärztliche Diagnostik beginnt mit der gründlichen Anamnese (1) und darauffolgender klinischen Funktionsdiagnostik (2). Die Selbstbeobachtung gliedert sich zwischen der klinischen Funktionsdiagnostik und der erweiterten Diagnostik (3) ein. In dieser Phase ist es wichtig, gemeinsam mit dem Patienten herauszufinden, wann und in welcher Intensität die Beschwerden auftreten. Aufgrund dieser Daten folgt eine ausführliche Beratung durch den Behandler, der daraus seine Therapieentscheidung (4) trifft. Wenn alle zahnmedizinischen Risikofaktoren abgeklärt sind, wird die Überweisung zu Neurologen, Orthopäden oder Physiotherapeuten veranlasst. Regelmäßige Kontrolluntersuchungen sind wichtig, um den Verlauf und die Therapieerfolge zu kontrollieren.

3.2.4 „Rote- Punkt-Technik“

Die „Rote-Punkt-Technik“ stammt ursprünglich aus der Verhaltenstherapie. Sie wird benutzt, um Dinge, Gefühle oder Situationen, die sich der bewussten Wahrnehmung entziehen, in das Bewusstsein zu rücken. Der rote Punkt dient als ein Symbol der Warnung. Diese Technik wurde bereits 1970 durch **Willi Schulte** in der Zahnmedizin etabliert **(Schulte 1970).**

Bei Patienten, bei denen Bruxismus bereits diagnostiziert wurde, kann die „Rote-Punkt-Methode“ helfen, die eingefahrenen Muster zu durchbrechen **(Lange und Peroz 2013).** Die Zähne sollten über den Tag verteilt höchstens 15 Minuten in Kontakt stehen. Dazu werden Aktionen wie Kauen, Schlucken, Beißen, Nagen, Pressen, Mahlen oder Knirschen gezählt. Die roten Punkte werden genau an den Stellen platziert, bei denen bekannt ist, dass der Patient häufig mit den Zähnen knirscht oder presst. Ziel dieser Methode ist es, dass sich der Patient über seine Angewohnheiten im Mund-Kiefer- und Gesichtsbereich bewusst wird. Bemerkt dieser Parafunktionen wie Knirschen oder Pressen, sollte er danach die Muskulatur reflektorisch loslassen und den Mund danach ca. 10 Sekunden öffnen. Anschließend sollte darauf geachtet werden Gesicht, Mund,

Zunge und Zähne locker und entspannt zu halten **(Lange u. a. 2013: Selbstbeobachtung).**

Häufig genutzte Orte zum Aufkleben der roten Punkte sind zum Beispiel der Schreibtisch, Computer, Kühlschrank oder das Telefon **(Ernst und Freesmeyer 2007).** Im klinischen Alltag hat sich jedoch gezeigt, dass Patienten häufig Selbstbeobachtungsbögen verlieren oder unzureichend ausfüllen. Die ständige Verfügbarkeit der digitalen Medien bietet eine Chance, diese für die Diagnostik und Therapie von Erkrankungen in der Zahnmedizin zu nutzen.

3.3 **Digitales Gesundheitswesen**

3.3.1 Definitionen e-Health, m-Health und Medical Apps

Im digitalen Gesundheitswesen werden Definitionen und Begriffe häufig missverständlich synonym gebraucht. Der Begriff e-Health ist ein zentraler Terminus, der weit umspannend die aktuelle Entwicklung umschreibt.

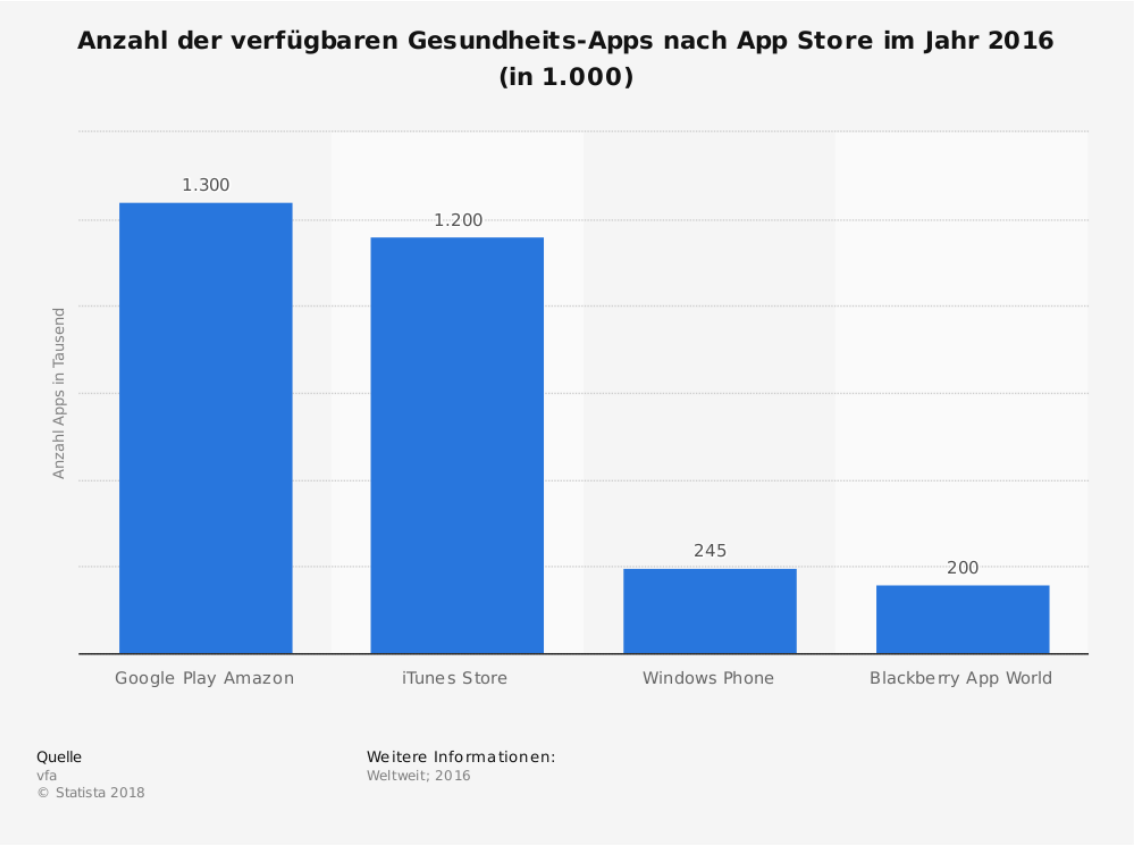
> *„E-Health ist ein aufstrebendes Feld im Spannungsfeld zwischen medizinischer Informatik, öffentlicher Gesundheit und Wirtschaft, das sich auf Gesundheitsdienste und Informationen bezieht, die über das Internet und verwandte Technologien bereitgestellt oder verbessert werden. Im weiteren Sinne kennzeichnet der Begriff nicht nur eine technische Entwicklung, sondern auch Denkweise, Haltung und Verpflichtung zu vernetztem, globalem Denken, um die Gesundheitsversorgung lokal, regional und weltweit zu verbessern durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie.“* ***(Eysenbach 2001)***

Laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist „mobile health“ oder auch „m-Health“ ein Teil von e-Health und beschreibt den Einsatz von mobilen und drahtlosen Technologien, wie Mobiltelefone, Tablets und Smartphones, zum Erreichen von medizinischen Zielen **(WHO Global Observatory for eHealth 2011).** Die mobilen Applikationen für Smartphones werden sowohl nach den Anwendern als auch nach der Thematik unterschieden. Potenzielle Nutzer bzw. Kunden dieser Apps

sind Mitarbeiter im Gesundheitswesen, Medizinstudenten oder Auszubildende und Patienten **(Mosa u. a. 2012).**

Thematisch muss zwischen Gesundheits-Apps und Medizin-Apps unterschieden werden. Gesundheits- oder Health-App beschreibt als Oberbegriff eine Applikation, die sich mit dem Thema Gesundheit beschäftigt. Der weitreichende Terminus Gesundheit umfasst auch Themen wie Ernährung, Sport oder Medizin **(Kramer 2016).**

Abbildung 2 Anzahl der verfügbaren Gesundheits-Apps nach App Store im Jahr 2016 (Radtke 2018)



Die **Abbildung 2 Anzahl der verfügbaren Gesundheits-Apps nach App Store im Jahr 2016 (Radtke 2018)** stellt die Verteilung der Apps im Gesundheitsbereich nach Store dar. Im Jahr 2016 waren im Google Play Store 1,3 Millionen Gesundheits-Apps verfügbar. Im iTunes Store waren 1,2 Millionen Gesundheits-Apps verfügbar. 245 000 Health-Apps standen im Jahr 2016 für Windows Phones zum Download bereit und in der Blackberry App World waren 200 000 Apps verfügbar.

Beispiele für Gesundheitsapps sind digitale Anwendungen, wie Tagebuch-Apps für Diabetiker oder Anwendungen zur Blutdrucküberwachung. Diese werden vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) auf Sicherheit, Funktion, Qualität und Datenschutz geprüft **(ck/pm 2019).**
Mobile Medizinische Apps, auch Medical Apps genannt, sind Anwendungen für mobile Endgeräte wie Smartphones oder Tablets, die medizinisches Personal oder Patienten bei der Diagnose, Therapie oder Überwachung von Krankheiten oder Verletzungen unterstützen. Beispiele dafür sind Apps zur Diagnostik von radiologischen Bildern oder Applikationen, die als Zubehör oder Erweiterung eines Medizinproduktes dienen **(Johner 2017).**

3.3.2 Digitale-Versorgung-Gesetz und Medical Device Regulation

Auf nationaler Ebene soll der Ansatz der Digitalisierung des Gesundheitswesens auch mittels mobiler Applikationen umgesetzt werden, um die Versorgung patientenfreundlicher gestalten. Hierbei geht es um den Austausch und die Nutzung von Informationen zwischen Leistungsträgern wie Ärzten, Krankenkassen, Versicherungen und Krankenhäusern. Dieser Vorgang soll auch gesundheitspolitisch geregelt werden. Mit dem „Gesetz für eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und Innovation“ (Digitale-Versorgung-Gesetz DVG), welches am 7. November 2019 durch den Bundestag beschlossen wurde, werden schrittweise Fortschritte koordiniert. Wesentliche Inhalte des Gesetzes sind die Nutzung digitaler Anwendungen für Patienten auf Rezept, das Angebot von Online-Sprechstunden und Veränderungen in der elektronischen Verwaltung, wie beispielsweise das Versenden elektronischer Arztbriefe **(Bundesministerium für Gesundheit 2019: Förderung der Entwicklung digitaler Innovation durch Krankenkassen).**

Im Jahr 2017 wurde durch das Europäische Parlament eine neue Medizinprodukteverordnung (Medical Device Regulation, MDR) verabschiedet, um eine höhere Sicherheit für Medizinprodukte zu erreichen **(Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte 2017)**. Seit dem 26.05.2021 müssen die Hersteller ihre Medizinprodukte verpflichtend nach MDR in den Verkehr bringen. Die MDR ersetzt die ursprünglichen regulatorischen EU-Richtlinien von Medizinprodukten – mit Ausnahme der In-vitro-Diagnostik. Software wird nach MDR tendenziell in eine

höhere Risikoklasse kategorisiert, was die Zulassung von Software als digitales Medizinprodukt erschwert **(Barth u. a. 2021; Purnama und Drago 2019)**.

Die Beschlüsse der Regierung führen dazu, dass für die Entwickler ein Anreiz zur Programmierung und Vermarktung von Apps im Gesundheitswesen besteht.
Mobile Applikationen für den Medizinmarkt werden, sowohl aus medizinischem als auch aus wirtschaftlichem Interesse, immer häufiger entwickelt. Die Versorgung chronisch kranker Patienten ist für das Gesundheitssystem sehr kostspielig. Von 2016 - 2019 wurden jährlich jeweils 300 Millionen Euro allein für einen Innovationsfond zur Förderung der Versorgung chronisch Kranker vom Bundesministerium für Gesundheit ausgegeben **(Bundesministerium für Gesundheit 2019)**.

Die Selbstverwaltung und Überwachung von Patienten mit chronischen Erkrankungen mittels Smartphones kann und sollte künftig eine wichtigere Rolle spielen **(Marshall u. a. 2008).**

3.3.3 Medizinproduktegesetz

Medizinische Apps werden aufgrund ihrer vom Entwickler definierten Zweckbestimmung von Medizin- und anderweitigen Produkten abgegrenzt. Dies erfolgt über eine Risikoklassifizierung im Sinne des nationalen Medizinproduktegesetzes (MPG).

> *„Dazu muss die Software gemäß § 3 Nr. 1 MPG vom Hersteller zur Anwendung für Menschen mit mindestens einem der folgenden Zwecke bestimmt sein:*
>
> - *Erkennung, Verhütung, Überwachung, Behandlung oder Linderung von Krankheiten,*
> - *Erkennung, Überwachung, Behandlung, Linderung oder Kompensierung von Verletzungen oder Behinderungen,*
> - *Untersuchung, Ersetzung oder Veränderung des anatomischen Aufbaus oder eines physiologischen Vorgangs, Empfängnisregelung.“*
>
> ***(Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte 2015: 1. Abgrenzung)***

Medizinprodukte werden Risikoklassen zugeordnet, die sich nach dem potenziellen Schaden richten, den ein Fehler oder Funktionsausfall des Medizinproduktes verursachen kann. Die Risikoklassen reichen von Klasse I (geringes Risiko) über IIa und IIb bis Klasse III (hohes Risiko). Bei den mobilen Anwendungen muss noch zwischen „aktiv therapeutischen Medizinprodukten“ und „aktiv diagnostizierenden Medizinprodukten“ unterschieden werden **(Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte 2015: 2. Risiko-Klassifizierung).**

3.3.3.1 Apps bei Schmerzen und CMD

Die Smartphone-Applikationen mit zahnmedizinischem Inhalt beschränken sich größtenteils auf Nachschlagewerke für Studenten, Abrechnungsprogramme oder Praxis-Apps für Terminvereinbarung und Patienteninformationen **(Goldberg 2012).** Im Bereich Anamnese, Diagnostik und Therapie von Erkrankungen im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich gibt es wenige Angebote. Die vorhandenen Apps konzentrieren sich hauptsächlich auf Schmerzen im Allgemeinen, sowie Kopfschmerzen und Migräne. Bei der Recherche in den gängigen Stores (Downloadplattformen: Google Play Store und AppStore von Apple) findet man im deutschsprachigen Bereich nur eine geringe Anzahl an Apps zum Thema Gesichtsschmerz, CMD und Bruxismus.

Tabelle 1 Übersicht Apps für CMD, Bruxismus und Gesichtsschmerz

Bruxismus Selbstbehandlung Videoanleitungen **(Jaysquared Hillebrand 2012)**
BruxApp in Deutschland noch unveröffentlicht **(BruxApp Project 2019)**
Kieferfreund Zungenfunktionstraining mit Gerät **(Burits 2019)**
Gesichtsschmerz Informationen zum Thema CMD **(Merian 2015)**

GrindCare App

Visualisierung Knirschen und Pressen durch Gerät

(Sunstar Suisse SA 2017)

Do I Snore or Grind

Sprache: Englisch

nächtliches Schnarchen bzw. Knirschen

(Sleepscore.labs 2019)

Die **Tabelle 1 Übersicht Apps für CMD, Bruxismus und Gesichtsschmerz** stellt typische Vertreter von mobilen Applikationen zum Thema CMD zusammen.

Die App *„Bruxismus Selbstbehandlung“* wurde von **Jonathan Hillebrand** entwickelt und ist sowohl für das Android- als auch iOS-Betriebssystem verfügbar. Außerdem ist die App in deutscher Sprache erhältlich. Die App enthält Anleitungsvideos zur Selbstbehandlung und Massage bei Verspannung der Kaumuskulatur **(Jaysquared Hillebrand 2012)**.

Die „*BruxApp“* wurde von **Daniele Manfredini** entwickelt. Erhältlich ist die App in allen gängigen Downloadportalen. Die Anwendungsgebiete der „*BruxApp“* sind das Erstellen von Verdachtsdiagnosen, die Bestimmung des Schweregrades von Bruxismus und Informieren der Patienten über aktuelle Behandlungskonzepte **(Manfredini u. a. 2016)**.

Die „*Kieferfreund-App“* wurde von der Logopädin **Julia Burits** entwickelt. Erhältlich ist die App in unterschiedlichen kostenpflichtigen Paketen auf der Webseite von *„Kieferfreund“* **(Burits 2019)**. Das Besondere an dieser Medical App ist das Trainingsgerät zum Erlernen der Zungenruhelage **(Izquierdo-Hänni 2020)**.

Die „*Gesichtsschmerzen-Zähneknirschen App“* wurde von **Dr. med. dent. Alexander Merian** entwickelt und ist in deutscher und englischer Sprache im AppStore erhältlich. Diese Applikation dient dazu Patienten mit Informationen zum Thema CMD zu versorgen **(Merian 2015)**.

Die *„GrindCare-App“* wird in Verbindung mit dem BUTLER® GrindCare® Gerät genutzt. Entwickelt wurde dieses System von der Firma **Sunstar Suisse (Sunstar Suisse SA 2017).** Die App ist sowohl im AppStore als auch im Google PlayStore erhältlich. Verfügbar ist GrindCare® unter anderem in deutscher, dänischer,

englischer und schwedischer Sprache. Die Applikation benutzt einen Biofeedback-Mechanismus zur Behandlung von Schlafbruxismus **(Bernhardt u. a. 2012)**.

Die *„Do I Snore or Grind-App“* wurde von **Sleepscore.labs** entwickelt und ist ebenfalls in den gängigen Stores erhältlich. Verfügbar ist die App beispielsweise in deutscher, englischer, japanischer, französischer und portugiesischer Sprache. Die Applikation zeichnet mittels Audioaufnahme Schnarchen und Zähneknirschen in der Nacht auf **(Sleepscore.labs 2019)**.

4 Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit war der Vergleich zweier Methoden zur Selbstbeobachtung bei Craniomandibulären Dysfunktionen. Durchgeführt wurde die Selbstbeobachtung in der ersten Interventionsgruppe mit einer Smartphoneapp „CMD-App“ und in der zweiten Interventionsgruppe mithilfe eines Papierfragebogens im handlichen Design. Die Studie wurde genutzt, um das neu entwickelte Produkt „CMD-App“ zum ersten Mal zu testen. Dabei sollte das Potenzial der App im Bereich der Medical-Apps beurteilt werden. Langfristig soll diese Studie einen Beitrag im Bereich der Nutzung neuer digitaler Medien zur Diagnose und Therapie von CMD-Erkrankungen in der Zahnheilkunde leisten.

4.1 **Studienziel und Studienart**

4.1.1 Primäres Studienziel

Die Selbstbeobachtung mithilfe von Papierfragebögen ist in der Diagnose und Therapie einer CMD bereits etabliert. In dieser Arbeit wurde untersucht, inwieweit sich die Compliance bei elektronischer Selbstbeobachtung mit einer Smartphoneapp im Vergleich zur Selbstbeobachtung mithilfe eines Papierfragebogens unterscheidet. Die Patientencompliance, auch Adhärenz genannt, ist die Bereitschaft und Fähigkeit des Patienten, in Kooperation mit dem behandelnden Arzt gute Therapie- und Gesundheitsergebnisse zu erzielen **(Schäfer 2017).** Die Zielsetzung in dieser Studie war zu untersuchen, welche der beiden Methoden zur Selbstbeobachtung überlegen ist.

Primäre Zielkriterien:

- Die *Häufigkeit* der Selbstbeobachtungen wurde gemessen an der Anzahl von Selbstbeobachtungen verteilt auf den Beobachtungstag bzw. auf den Gesamtzeitraum von vier Tagen.

- Die *Vollständigkeit* der Eintragungen wurde gemessen an der Anzahl der durchgeführten Beobachtungstage. Als Leitfragen wurde folgendes formuliert: Wurde an allen Beobachtungstagen die Selbstbeobachtung durchgeführt oder wurden Tage ausgelassen?

4.1.2 Sekundäres Studienziel

Zum sekundären Studienziel sollten mithilfe der ausgewerteten Daten der Evaluationsfragebögen (EFB) weiterführende Aussagen zur Repräsentativität der Ergebnisse getroffen werden. In der hier vorliegenden Arbeit wird im Folgenden der Begriff Evaluationsfragebogen als Abkürzung EFB verwendet **(siehe 5.2.3.2 Evaluationsfragebogen).** Die jeweilige Intervention sollte nach definierten Kriterien bewertet werden. Nachstehend werden die sekundären Zielkriterien aufgelistet:

Sekundäre Zielkriterien:

- Integration der Intervention in den Alltag der Probanden (Antworten aus EFB Frage 1)
- Bestimmung der Achtsamkeit der Probanden für Zähne, Kiefergelenk und Kaumuskulatur (Antworten aus EFB Frage 2)
- Überprüfung der Benutzerfreundlichkeit der Intervention (Antworten aus EFB Frage 3)
- Vergleich der Ausfüllzeiten Papierfragebogen versus „CMD-App“ (Antworten aus EFB Frage 4).

In dieser Studie wurde untersucht, welche der beiden Interventionen („CMD-App“ oder Papierfragebogen) in den Punkten Alltagsintegrität, Achtsamkeit, Übersichtlichkeit und Zeitaufwand überlegen war.

4.1.3 Studienart

Bei dieser klinischen Studie handelt es sich um eine monozentrische, zweiarmige, nicht randomisierte, offene Interventionsstudie.

5 Material und Methoden

5.1 Studienpopulation

5.1.1 Probandencharakteristika

Für die vorliegende Studie wurden Probanden nach folgenden Kriterien ausgewählt:

Einschlusskriterien

- Alter ≥ 18 Jahre
- Geschäftsfähigkeit
- Vorliegen einer schriftlichen Einwilligungserklärung des Probanden
- Vollständige Studienunterlagen (Initialfragebogen, Intervention, Evaluationsfragebögen)

Ausschlusskriterien

- Unvollständiges Einreichen der Studienunterlagen
- Verspätete Abgabe der Studienunterlagen
- Grobe Nichtbeachtung der vorgegebenen Hinweise der jeweiligen Intervention („CMD-App“ oder Papierfragebogen).

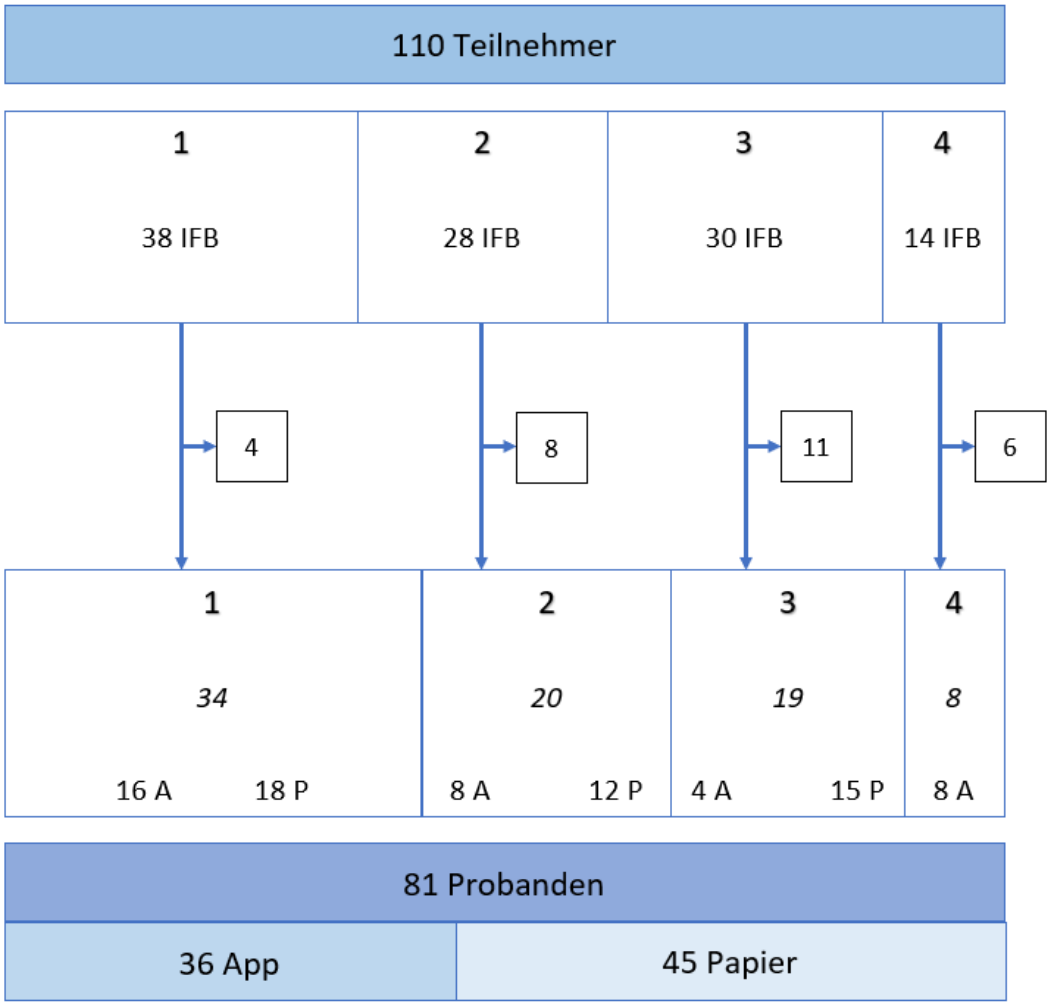
5.1.2 Zusammensetzung der Studienpopulation

Die Studienpopulation setzte sich aus Zahnmedizinstudenten der Universität Greifswald im klinischen Studienabschnitt des vierten und fünften Studienjahres im Zeitraum von 2018 – 2020 zusammen. Für die vorliegende Untersuchung wurden insgesamt 81 Probanden ausgewählt. Für die Studie wurden anfänglich drei Studiendurchgänge geplant. Aufgrund geringer Fallzahlen in der Appgruppe wurde ein vierter Studiendurchgang, der ausschließlich mit der Intervention „CMD-App“ durchgeführt wurde, hinzugefügt.

Im ersten Studiendurchgang nahmen 34 Studenten des fünften Studienjahres im Sommersemester 2018 teil. Der zweite Durchgang erfolgte ebenfalls im Sommersemester 2018 mit 20 Studenten des vierten Studienjahres. Aus dem Sommersemester 2019 nahmen 19 Studenten des vierten Studienjahres im dritten

Studiendurchgang teil. Der vierte Studiendurchgang wurde aufgrund technischer Probleme und geringer Fallzahlen im Nachgang hinzugefügt und fand im Wintersemester 2019/2020 mit 8 Studenten des vierten Studienjahres statt.

Abbildung 3 Zusammensetzung der Studienpopulation (Bolljahn 2020)



IFB = ausgefüllte Initialfragebögen
P = Papiergruppe (Probanden Interventionsgruppe Papierfragebogen)
A = Appgruppe (Probanden Interventionsgruppe „CMD-App“)
1-4 = Studiendurchgänge
34 = Probanden je Studiendurchgang
6 = ausgeschlossene Teilnehmer („Drop-Out“)

Die **Abbildung 3 Zusammensetzung der Studienpopulation (Bolljahn 2020)** stellt die Zusammensetzung der Studienpopulation grafisch in einem Flussdiagramm dar. Vertikal ist die Aufteilung und der Ausschluss („Drop-out“) der Studienteilnehmer ersichtlich. Horizontal sind die vier Studiendurchgänge aufgetragen. Insgesamt zeigten 110 Teilnehmer ihre Bereitschaft an der Studie teilzunehmen. Diese Teilnahmebereitschaft wurde anhand der ausgefüllten Initialfragebögen (IFB)

gemessen, aufgeführt unter **5.2.3.1 Initialfragebogen** und im Anhang unter **12.4 Abbildung 15 Initialfragebogen (Bolljahn 2018).** In der hier vorliegenden Arbeit wird im Folgenden der Begriff Initialfragebogen als Abkürzung IFB verwendet.

In die Studie eingeschlossen wurden Probanden, die sich an die vorgegeben Hinweise zur Durchführung der Studie hielten. Wichtig für die Auswertung der Ergebnisse war die vollständige Abgabe der zur Verfügung gestellten Studienunterlagen (Initialfragebogen, ausgefüllter Papierfragebogen oder digitale Datei der App, Evaluationsfragebögen). Unvollständige Unterlagen oder verspätete Abgabe führten zum Ausschluss der Teilnehmer. Außerdem wurden die Teilnehmer bei groben Missachtungen der Vorgaben zur Benutzung der Intervention ausgeschlossen. Das Benutzen von Weckern und Stoppuhren als Erinnerungshilfe für die Intervention oder das häufige Nichtbeachten der zeitlichen Vorgaben wurde als Missachtung gewertet. Ausgeschlossene Teilnehmer sind in der Grafik als Drop-Out“ mit 6 markiert. Die Einteilung der Probanden in App- (A) oder Papiergruppe (P) erfolgte nach Auswertung der im IFB beantworteten Fragen zum Smartphonebetriebssystem des Probanden. Ausführliche Erläuterung zur Aufteilung der Probanden in die Interventionsgruppen ist unter **5.2.1.1 Zeitplan** zu finden**.**

Im ersten Studiendurchgang (1) wurden 38 Initialfragebögen ausgefüllt. 34 Probanden wurden dann in die Studienpopulation eingeschlossen und 4 Teilnehmer ausgeschlossen. 16 Probanden wurden in die Appgruppe und 18 Probanden in die Papiergruppe eingeteilt. Im zweiten Durchgang (2) wurden 28 IFB ausgefüllt. Danach mussten 8 Teilnehmer ausgeschlossen werden, sodass 20 Probanden in diesem Durchgang übrigblieben. 8 von diesen Probanden wurden zur Appgruppe zugeteilt, 12 Probanden gehörten zur Papiergruppe. Im dritten Studiendurchlauf (3) wurden 30 IFB von den Teilnehmern ausgefüllt. 19 Probanden wurden in die Studie eingeschlossen und 11 Teilnehmer wurden ausgeschlossen. Diese 19 Probanden setzten sich aus 4 Appnutzern und 15 Nutzern des Papierfragebogens zusammen. Im letzten Studiendurchgang wurden 14 IFB ausgefüllt, 6 Teilnehmer wurden ausgeschlossen und 8 Probanden in die Studienpopulation eingeschlossen. Der vierte nachträglich ergänzte Durchgang (4) wurde ausschließlich mit der „CMD-App“ durchgeführt. Von initial 110 Studienteilnehmern wurden nach Auswertung der Initialfragebögen (IFB) 81 Probanden für die weiteren Untersuchungen ausgewählt. 36 Probanden wurden der Appgruppe und 45 Probanden der Papiergruppe zugeordnet.

5.1.3 Beschreibung der Studienpopulation

Alle Probanden waren Zahnmedizinstudenten im klinischen Studienabschnitt. Durch die medizinisch-akademische Ausbildung innerhalb des Zahnmedizinstudiums, ist von einem ausgeprägten Verantwortungsbewusstsein für die eigene und kollektive Gesundheit aller Probanden auszugehen. Darüber hinaus haben die ausgewählten Probanden ein profundes Grundwissen über die zu untersuchende Erkrankung. In dieser Hinsicht war die Studienpopulation auch in der Lage in der Evaluation fachlich, medizinische Anregungen zu geben. Aufgrund der Zugehörigkeit zum Medizin- bzw. Gesundheitswesen stellte die Zusammensetzung der Studienpopulation in Bezug auf das Alter eine gute Datengrundlage dar. Sie bildet die junge Zielgruppe von Smartphone Nutzern, im Alter von Anfang 20 bis Anfang 30, für das Produkt der „CMD-App“, ab.

5.2 **Methodik**

Der Durchführung dieser Studie wurde durch die Ethikkommission der Universitätsmedizin Greifswald am 24.04.2018 zugestimmt. Dabei wurden keine ethischen oder rechtlichen Bedenken festgestellt.

5.2.1 Versuchsablauf

Die Studie wurde zunächst mit drei Versuchsdurchläufe geplant.
Der erste Durchgang erfolgte vom 26.06.2018 bis zum 29.06.2018.
Der zweite Durchlauf wurde vom 05.07.2018 bis zum 08.07.2018 durchgeführt. Der dritte Versuchsdurchlauf erstreckte sich vom 25.04.2019 bis zum 28.04.2019. Der nachträglich hinzugefügte vierte Studiendurchgang wurde vom 16.01.2020 bis 19.01.2020 durchgeführt. Aufgrund notwendiger technischer Weiterentwicklungen der mobilen Smartphoneapp und der Versuchsorganisation betrug der Gesamtzeitraum der Untersuchung 20 Monate.

Die **Abbildung 13 Studienablauf (Bolljahn 2020)** ist im Anhang unter **12.2** aufgeführt. Die Abbildung zeigt einen Zeitstrahl, auf dem die insgesamt vier Studiendurchgänge im Verlauf von 2018 bis 2020 angeordnet sind. Als Meilensteine

sind die durchgeführten Softwareupdates für die Intervention „CMD-App“ zu erkennen. Eine tabellarische Aufstellung der Softwareupdates ist unter **5.2.2.2 „**CMD-App**“ Tabelle 3** detailliert aufgelistet.

Jeder einzelne Versuchsdurchlauf verlief nach einer für alle Studiendurchgänge definierten zeitlichen Reihenfolge ab, welche im Zeitplan erläutert wird.

5.2.1.1 Zeitplan

T0 Austeilen der Intervention (Fragebögen oder „CMD-App“) und Einweisung

T1 Beobachtungszeitraum (4 Tage)

T2 Evaluation

T0 Austeilen der Intervention und Einweisung

Mit **T0** wird der Abschnitt der vorbereitenden Maßnahmen der Studie (Dokumente, Einwilligungserklärungen) beschrieben. Beim ersten Termin wurden die Studieninteressierten über die Studieninhalte und den Studienverlauf aufgeklärt. Allen Probanden wurde anschließend ausreichend Zeit für Rückfragen zur Studie und für die Entscheidung zur Teilnahme gewährt. Bei vorhandenem Interesse und Teilnahmebereitschaft wurden die Studienteilnehmer mit den notwenigen Materialien versorgt. Eine Einwilligungserklärung wurde durch den Probanden und den Prüfarzt (Ablage im Prüfarztordner) unterschrieben. Alle Teilnehmer bekamen darauf ein Portfolio, indem ein Initialfragebogen, die dreistellige Probanden-ID, und ein Evaluationsfragebogen enthalten waren. Anschließend wurden die Probanden angewiesen den Initialfragebogen (IFB) vollständig auszufüllen und diesen an den Prüfarzt bzw. an die Mitarbeiter auszuhändigen.

Die Zugehörigkeit zur Interventionsgruppe „CMD-App“ oder Interventionsgruppe Papierfragebogen wurde durch das Smartphonebetriebssystem des Probanden bestimmt, welches zuvor im IFB erfragt wurde. Teilnehmer mit dem Smartphonebetriebssystem Android wurden der „CMD-App“-Gruppe zugeteilt, alle übrigen Probanden wurden der Interventionsgruppe Papierfragebogen zugeordnet. Nach der Zuteilung der Probanden in die jeweiligen Gruppen wurden die passenden Interventionen ausgehändigt. Die Teilnehmer der Papierfragebogengruppe wurden in

das Layout und die Handhabung der vorbereiteten Papierfragebögen eingewiesen. Für die Appgruppe wurde im Anschluss die „CMD-App“ demonstriert. Die mobile Applikation wurde in der vorliegenden Untersuchung unter dem Suchbegriff „CMD-App“ im Google Play Store bzw. über einen vorbereiteten Link bereitgestellt. Den Probanden wurde die Möglichkeit gegeben die „CMD-App“ auf ihr Smartphone zu downloaden und Fragen zu stellen.

Als Untersuchungstag eins (1. Tag der Selbstbeobachtung) **T1** wurde für alle Probanden der Folgetag nach **T0** festgelegt.

T1 Beobachtungszeitraum (4 Tage)

Für beide Interventionsgruppen begann der Untersuchungstag eins (**T1)** am Folgetag nach der Einweisung. Die Probanden wurden angewiesen über vier Tage hinweg ihre Gewohnheiten zu beobachten und jeweils fünf Mal pro Tag Eintragungen zur Selbstbeobachtung zu machen. In der vorliegenden Untersuchung wurde von den Probanden Selbstbeobachtung in Bezug auf Zähne, Zunge, Lippen und Muskulatur gefordert. Bei bewussten Auffälligkeiten innerhalb des Kiefer-Gesichtsbereichs sollte eine Selbstbeobachtungseintragung in die jeweilige Intervention („CMD-App“ oder Papierfragebogen) erfolgen. In dieser Studie wurden Hilfsmittel zur Erinnerung an die Selbstbeobachtung genutzt. Die Probanden der Appgruppe erhielten alle zwei Stunden nach der letzten Eintragung zur Selbstbeobachtung Push-Benachrichtigungen auf ihr privates Smartphone. Der Fragebogennutzer wurde durch rote Klebepunkte an die Eintragung erinnert. Von den Probanden der Papiergruppe wurde gefordert, dass die Klebepunkte an markante Orte im Alltag des Probanden geklebt werden. Für beide Interventionsgruppen galt die wahrheitsgemäße Durchführung der Selbstbeobachtungen im gesamten Beobachtungszeitraum als wichtige Voraussetzung für die Auswertung der Daten. Wurden innerhalb der vier Untersuchungstage einzelne Eintragungen oder ganze Beobachtungstage vergessen, durften diese nicht aus dem Gedächtnis des Probanden nachgetragen werden. Nach Beendigung der letzten Selbstbeobachtungseintragung erfolgte die Datenübertragung in der Interventionsgruppe „CMD-App“ automatisch in verschlüsselter Form. Die Probanden der Papierfragebogengruppe erhielten einen festen Termin zur Abgabe der notwenigen Studienunterlagen.

T2 Evaluation

Nach Abschluss des viertägigen Untersuchungszeitraums, wurden alle Probanden angewiesen einen Evaluationsfragebogen (EFB) auszufüllen. Mit dem EFB wurden Parameter wie Integrität in den Alltag, Achtsamkeit, Übersichtlichkeit, Zeitaufwand sowie Verbesserungsvorschläge der jeweiligen Intervention erfragt. Alle Probanden erhielten einen festen Termin zur Abgabe aller notwendigen Studienunterlagen. Zum Abschluss der Studie wurden die ausgefüllten Papierfragebögen und EFB von den Probanden der Papiergruppe eingereicht. Die Teilnehmer der Appgruppe mussten zum Abgabetermin nur die EFB aushändigen, da die Daten zur Selbstbeobachtung automatisch in digitaler Form übertragen wurden. Allen Probanden wurde bei eventuellen medizinischen Auffälligkeiten, die sich innerhalb des Selbstbeobachtungszeitraums ergeben haben, die Weiterbehandlung in der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und Plastische Operationen empfohlen.

Tabelle 2 Zeitplan

T0 Austeilen der Intervention, Einweisung	• Vorstellung der Studie, Einholen der schriftlichen Einwilligungserklärung • Ausfüllen Initialfragebogen (Anamnese, diagnostizierte Kiefergelenksbeschwerden, Alter, Geschlecht, chronische Schmerzen) • Notieren Probandennummer (Probanden-ID) auf Initialfragebogen • Austeilen der Intervention (Fragebogen) → Interventionsgruppe Papier • Herunterladen der „CMD-App“ aus dem Google PlayStore → Interventionsgruppe App • Anleitung zur Selbstbeobachtung und deren Dokumentation, Beantwortung von Fragen
T1 Beobachtungszeitraum	• 4 Tage • 5 Eintragungen pro Tag (mind. Abstand von 2 Stunden) • Ehrlichkeitskriterium (Probanden können Einträge auch auslassen) • Interventionsgruppe App: Ergebnis wird nach dem letzten Eintrag automatisch versendet

T2 Evaluation	• Interventionsgruppe Papierfragebogen: Rückgabe der Papierfragebögen zum festgelegten Termin • Ausfüllen + Rückgabe Evaluationsfragebogen (Alltagsintegrität, Achtsamkeit, Übersichtlichkeit, Zeitaufwand sowie Verbesserungsvorschläge) • Eventuelle Weiterbehandlung nach Beendigung der Studie

5.2.2 Interventionen der Studie

5.2.2.1 CMD-Patientenfragebogen in Papierform

In Vorbereitung auf die Datenerhebung wurde von uns ein neuer Fragebogen entwickelt, der sich an der **RDC/TMD** „Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders“ **(John 2006)** , der Klassifikation nach **Okeson (Okeson u. a. 2018; Okeson 2008)** und an der **SHIP Studie (Born et al. 2008)** orientierte. Die in der RDC/TMD zusammengestellten Fragen waren für den Zweck dieser Untersuchung zu ausführlich und zahlreich, deshalb wurde eine geringe Anzahl an Fragen aus dem Fragenkatalog des **SHIP-2/SHIP-Trend Zahn- und Mundgesundheitsinterviews** übernommen. Die Fragen wurden dann für die Studie benötigten Zwecke ausgewählt bzw. abgeändert. Bei der Auswahl der Items wurde auf eine einfache und prägnante Formulierung geachtet, um so die Probanden durch die Selbstbeobachtung zu leiten.

Folgende Daten wurden zu Tages- oder Eventzeitpunkten (Zeitpunkt einer anlassausgelösten Selbstbeobachtung) erhoben:

- Schmerzen und Verspannungen im Kiefer - Gesichtsbereich
- Intensität des Schmerzes
- Kiefergelenksknacken
- Knirschen oder Pressen der Zähne
- Gegenwärtige Tätigkeit

Die **Abbildung 14 Papierfragebogen (Bolljahn 2018**)**,** im Anhang unter **12.3** verzeichnet, zeigt den für unsere Studie neu entwickelten Papierfragebogen zur Selbstbeobachtung. Auf der linken Seite des Bildes ist das Deckblatt des Fragebogens abgebildet. Auf der rechten Seite der Abbildung ist einer der insgesamt fünf

Selbstbeobachtungsbögen erkennbar. Um die optische Vergleichbarkeit der beiden Interventionen („CMD-App“ oder Papierfragebogen) zu wahren, wurde das Format des Papierfragebogens an das Vorbild der „CMD-App“ angepasst. Der Papierfragebogen wurde im handlichen Taschenformat in Form eines Smartphones gestaltet. Die Abmessungen des Papierfragebogens (16 cm x 8 cm) entsprechen näherungsweise der Größe eines Smartphones. Die einzelnen Seiten wurden zu einem kleinen Heft für den jeweiligen Beobachtungstag zusammengefügt. Jeder Proband der Papierfragebogengruppe erhielt insgesamt vier Heftchen mit je sechs Seiten (Deckblatt + fünf Selbstbeobachtungsbögen).

Die erste Seite jedes Fragebogens diente als Deckblatt mit allgemeinen Informationen und Anweisungen zum Ausfüllen dieser Intervention. Am Seitenanfang sollte das Alter, das Geschlecht, die Probanden-ID und das Datum des jeweiligen Beobachtungstages eingetragen werden. Zur Orientierung wurden die Heftchen farbig unterschiedlich gestaltet. Für Tag eins der Selbstbeobachtung wurde das Heft auf grünem Papier gedruckt, Tag zwei wurde blau, Tag drei gelb und Tag vier rot gestaltet. Auf jeder Selbstbeobachtungsseite sollte der Proband die Uhrzeit im dafür vorgesehenen Feld notieren.

Der Selbstbeobachtungsbogen umfasste insgesamt fünf Fragen. Die erste Frage des Fragebogens beschäftigte sich mit Schmerzen bzw. Beschwerden im Kiefer- und Gesichtsbereich und deren Lokalisation. Um die Angaben näher zu definieren, wurde der Proband in Frage zwei angewiesen die Intensität des Schmerzes auf einer Skala von 1-10 einzuschätzen und den Wert in das zweite Kästchen hinter der Schmerzlokalisation einzutragen. Die in dieser Untersuchung verwendete Skala ist angelehnt an die international verwendete *Graded Chronic Pain Scale* **(Von Korff u. a. 1990).** Die Frage Nummer drei des Bogens erfasste Knack- bzw. Reibegeräusche des Kiefergelenks. Dem Probanden wurde eine dichotome Entscheidungsmöglichkeit zwischen *Ja* oder *Nein* bzw. *Rechts* oder *Links* gewährt. Mit der vierten Frage wurde das Knirschen und Pressen der Zähne dokumentiert. Die Probanden wurden gebeten Zutreffendes anzukreuzen: *Knirschen*, *Pressen* oder *keines der beiden Fälle*. Bei Frage fünf sollte der Proband seine gegenwärtige Aktivität angeben. Dabei standen ihm verschiedene Möglichkeiten wie beispielsweise körperliche *Arbeit, Sport, Freizeit, Straßenverkehr, Büro* und *Sonstiges* zur Auswahl. Unter *Sonstiges* bekam der Proband die Möglichkeit im Freitext eine Antwort zu formulieren, falls die zur Verfügung stehenden Antwortmöglichkeiten nicht genügten.

Als Erinnerungshilfe für die Selbstbeobachtung nutzten die Probanden der Papierfragebogengruppe rote Klebepunkte. Der Proband wurde angewiesen diese roten Punkte an markante Orte (z. B. Schreibtisch, Badezimmer oder Kühlschrank) zur systematischen Erinnerung zu kleben.

5.2.2.2 „CMD-App“

Die Intervention „CMD-App“ ist eine mobile Applikation für Smartphones. Auf Grundlage des von uns neu entwickelten Fragebogens zur Selbstbeobachtung wurde die App für das Android Betriebssystem programmiert. Die „CMD-App“ ist im „Google PlayStore“ kostenlos und frei verfügbar. Für den Download war die Android Version 4.4 oder höher erforderlich. Die Probanden nutzten ihre eigenen privaten Smartphones für diesen Test. Bei der Auswahl und Gestaltung der Interventionen wurde darauf geachtet, dass Papierfragebogen und Smartphoneapp inhaltlich identisch gestaltet wurden. Im Gegensatz zum Papierfragebogengruppe benötigten die Probanden der Appgruppe keine zusätzlichen Hilfsmittel zur Erinnerung an die Selbstbeobachtung. Die „CMD-App“ nutzte Push-Benachrichtigungen, die fünfmal täglich auf dem Smartphone des Probanden erschienen, um auf die Selbstbeobachtung aufmerksam zu machen. Die Probanden wurden in der Einweisung **(T0)** aufgeklärt die Einstellungen ihres privaten Smartphones zu überprüfen, um die Funktion der Benachrichtigungen zu gewährleisten. In den allgemeinen Einstellungen des Gerätes musste die Erlaubnis für Push-Benachrichtigungen durch die „CMD-App“ erteilt werden

Entwickler

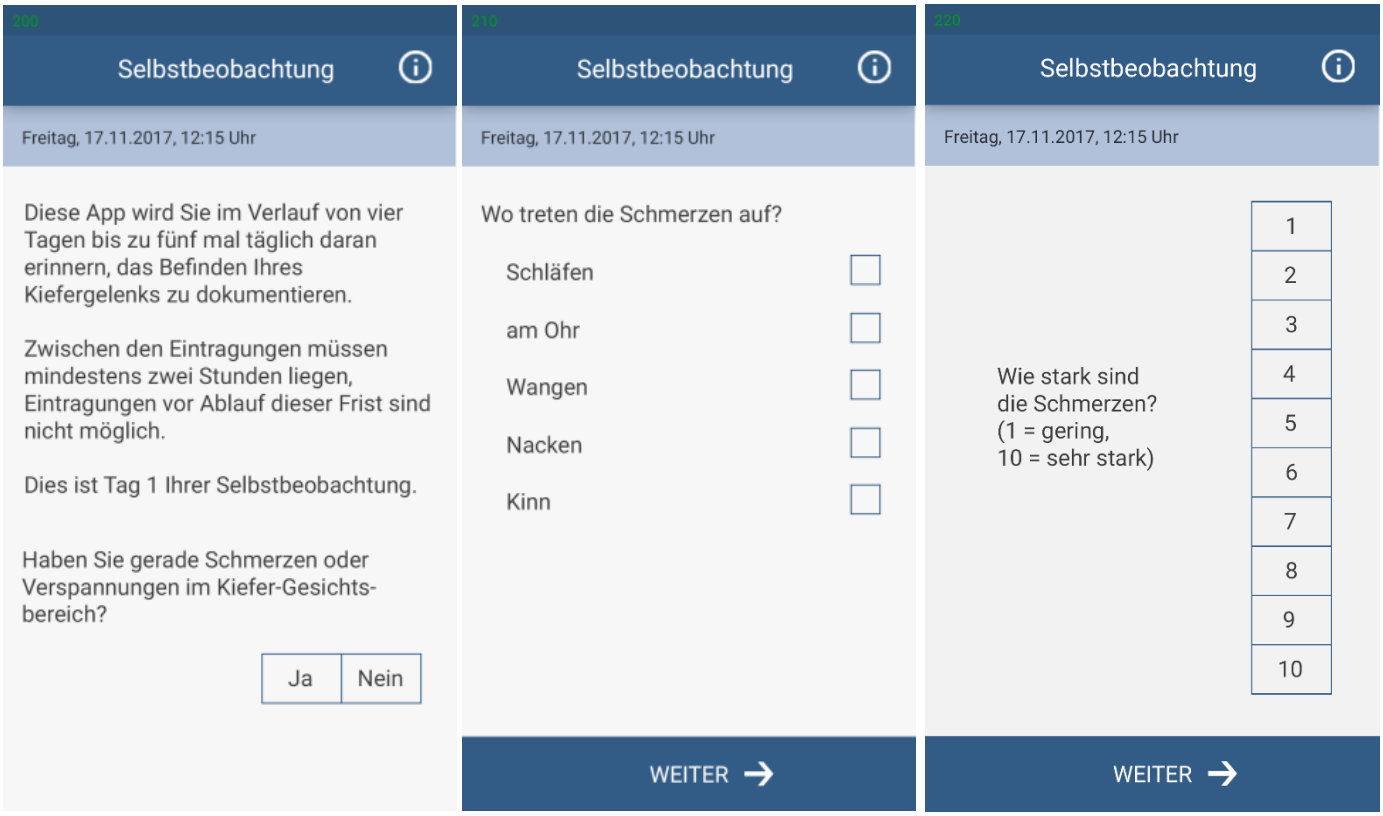
Die mobile Applikation „CMD-App“ wurde von der Firma M&W GmbH aus Greifswald programmiert. Die Müller & Wulff GmbH und ihre Entertainmentmarke „rapidrabbit“ fertigen seit 2007 Software für unterschiedliche Unternehmen aus der Region und ganz Deutschland an. Das Unternehmen ist auf die Entwicklung von Apps für iOS und Android sowie Webanwendungen spezialisiert. Das Team besteht aus iOS-, Android- und Web-Entwicklern, sowie Serveradministratoren und Grafikern. Im Bereich der Gesundheitsapps veröffentlichte das Unternehmen bereits Applikationen zur Diagnose und Therapie von Diabetes. Hervorzuheben sind die „KADIS-Risikotest App“ **(Diabetes Service Center GmbH 2018)** für Android und die „DIAmant Diabetes Management App“ **(aktivmed GmbH 2021)** für iOS und Android. Der KADIS-Risikotest des Diabetes Service Center (DCC) in Karlsburg unterstützt Diabetespatienten bei der Durchführung des KADIS Risikotests zur Ermittlung der persönlichen

Stoffwechselkurve und der Risikobewertung für die aktuelle Stoffwechselführung. Die „DIAmant-App stellt eine Ergänzung zum „GlucoCheck Gold Messgerät“ **(aktivmed GmbH 2021)** dar und wurde im Auftrag der aktivmed GmbH aus Rheine in Nordrhein-Westfalen entwickelt.

Anwendung der App

Die Bedienung der „CMD-App“ gestaltete sich intuitiv und selbsterklärend. Der Selbstbeobachtungstag eins **(T1)** startete, nach der Eingabe der am Vortag **(T0)** zugeteilten Probanden–ID in das vorbereitete Feld. Die „CMD-App“ führte den Probanden durch die Eintragungen zur Selbstbeobachtung. Der Proband wechselte durch das Tippen auf den „Weiter“-Button zwischen den Fragen des Selbstbeobachtungsbogens. Von der „CMD-App“ wurden fünf Eintragungen pro Tag vorgegeben, dabei sollten zwei aufeinanderfolgende Einträge nicht weniger als zwei Stunden voneinander entfernt sein. Die App sollte innerhalb dieses Zeitfensterns keine weiteren Eintragungen zur Selbstbeobachtung durch den Probanden zulassen. Wurde längere Zeit keine Eintragung in der „CMD-App“ durchgeführt, erinnerte die Applikation mittels Push-Benachrichtigung an die Selbstbeobachtung.

Abbildung 4 Screenshots „CMD-App“



Die **Abbildung 4 Screenshots „CMD-App“** zeigt drei Screenshots der „CMD-App“. Der linke Screenshot bildet den Startbildschirm der „CMD-App“ mit der ersten Frage zur Selbstbeobachtung ab. Im Vergleich zur Intervention „Papierfragebogen“ wurden für die Appversion die Seiten Deckblatt und Selbstbeobachtungsbogen Tag eins auf dem Smartphone Bildschirm zusammengefasst. Der mittlere Screenshot zeigt den zweiten Bildschirm, der nach Beantwortung der Frage eins geöffnet wird. Der Proband wird hier aufgefordert die Schmerzlokalisation anzugeben. Am unteren Bildschirmrand befindet sich die Schaltfläche „Weiter“, um zur nächsten Frage der Selbstbeobachtung zu gelangen. Auf dem rechten Screenshot ist die vertikal angeordnete Schmerzskala für die Schmerzintensität erkennbar. Die im Papierfragebogen horizontal angeordnete Schmerzskala wurde hier aus Platz- und Designgründen in eine vertikale Schmerzskala umgewandelt. Alle weiteren Fragen des Selbstbeobachtungsbogens wurden im selben Design, wie hier im Screenshot ersichtlich, gestaltet.

Nach Beendigung eines Eintrages konnten nachträglich keine Änderungen in der „CMD-App“ vorgenommen werden. Diese Programmierung sollte verhindern, dass die Probanden die Selbstbeobachtungseinträge aus dem Gedächtnis heraus vornehmen. Die automatische Datenübertragung erfolgte nach Abschluss des Beobachtungszeitraumes in verschlüsselter Form per E-Mail. Die Datei wurde im XML- bzw. CSV-Format an folgende Emailadresse übersendet: cmd-app@uni-greifswald.de.

Im Verlauf der Studie wurde es notwendig Softwareupdates für die „CMD-App“ durchzuführen, um aufgetretene Fehler zu beseitigen. Nach dem ersten Studiendurchgang mussten die technischen Probleme abgestellt werden, um beide Interventionen weiterhin vergleichbar zu halten. Die **Tabelle 3 Updatehistorie „CMD-App“** zeigt den zeitlichen Verlauf der Updates. Aufgetretene technische Probleme sind im Abschnitt Diskussion unter **7.4 Methodenkritik** detailliert aufgelistet. Zur Veranschaulichung sind die Softwareupdates auch auf dem Zeitstrahl im Anhang unter **12.2 Abbildung 13 Studienablauf (Bolljahn 2020)** aufgetragen.

Tabelle 3 Updatehistorie „CMD-App“

Version	Datum	Update
Version 1.0	25.06.2018	
Version 1.1	29.06.2018	Anpassung der Emailadresse für das Versenden der Testergebnisse
Version 1.1.1	20.02.2019	Anpassung der Push Nachrichten und kleine Fehlerkorrekturen
Version 1.1.1.1	19.03.2019	Text und Layout Anpassungen
Version 1.1.1.1.1	02.04.2019	Behebung Absturz nach Beantwortung der ersten Frage
Version 1.1.1.1.2	23.04.2019	Einführung Probanden-IDs für den 3. Durchgang

Die erste Appversion 1.0 erschien einen Tag vor Beginn des ersten Studiendurchgangs am 25.06.2018. Die zweite Version 1.1 erschien vier Tage später am 29.06.2018, um die Emailadresse zum Empfangen der Studienergebnisse anzupassen. Die Version 1.1.1 folgte am 20.02.2019 mit der Anpassung der Push-Benachrichtigungen und der Korrektur von Rechtschreibfehlern in der „CMD-App“. Am 19.03.2019 folgten mit der Version 1.1.1.1 Text- und Layoutanpassungen. Nachdem bei einigen Probanden, die App nach der ersten Frage abstürzte, wurde dies in dem Update 1.1.1.1.1 am 02.04.2019 behoben. Abschließend wurde die Version 1.1.1.1.2 kurz vor Beginn des dritten Studiendurchgangs am 23.04.2019 veröffentlicht, die die Berechtigung für die Eingabe weiterer Probanden-IDs bis zur Nummer 999 gab.

5.2.3 Fragebögen

5.2.3.1 Initialfragebogen

Ähnlich wie der Selbstbeobachtungsbogen wurde der Initialfragebogen (IFB) in Anlehnung an bereits wissenschaftlich anerkannte Literatur erstellt. Hierfür nutzten wir ebenfalls die deutsche Fassung der **RDC/TMD** und den Fragenkatalog der **SHIP Studie (Born 2008; John 2006).**

In der vorliegenden Untersuchung wurde der IFB am Tag der Einweisung **(T0)** an alle teilnehmenden Probanden, vor Zuteilung zu den Interventionsgruppen, verteilt. Mit dem Fragebogen wurden folgende Informationen abgefragt:

- Beschwerden im Kiefer- und Gesichtsbereich
- Bereits vom Arzt diagnostizierte CMD
- Vorhandensein einer Okklusions- bzw. Aufbissschiene
- Allgemeinerkrankungen und Schmerzen
- Stress (Kinder, Job)
- Smartphonebetriebssystem des Probanden

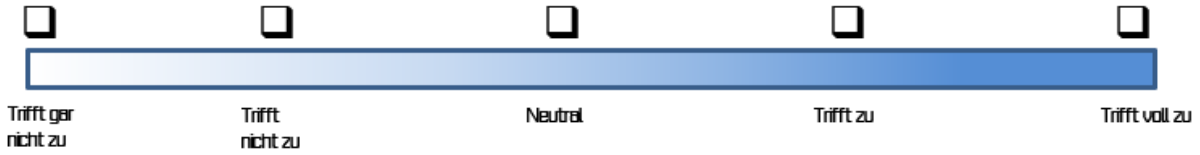
Die **Abbildung 15 Initialfragebogen (Bolljahn 2018)** zeigt den von uns neu entwickelten Initialfragebogen (siehe Anhang unter **12.4).** Im oberen Teil des Dokumentes ist ein Kästchen für allgemeine Daten platziert. Der Proband wurde aufgefordert die Probandennummer (Probanden-ID), das Alter und das Geschlecht dort anzugeben. Darauf folgten insgesamt sieben Fragen im „Multiple-Choice Stil“, die hauptsächlich dichotom mit *Ja* oder *Nein* beantwortet werden konnten. Die Frage eins des IFB erfasste Beschwerden im Kiefer-Gesichtsbereich in den letzten sechs Monaten. Bei positiver Antwort des Probanden, konnte dieser zwischen drei unterschiedlichen Beschwerden wählen (*Schmerzen Kaumuskulatur, Kiefergelenksknacken, Knirschen oder Pressen*). In der Frage zwei wurde der Proband gefragt, ob bereits eine CMD vom Arzt oder Zahnarzt diagnostiziert wurde. An dritter Stelle wurde dokumentiert, ob der Proband bereits mit einer Aufbissschiene therapiert wurde. Bei Frage vier folgte eine Aufzählung relevanter Angaben zur Anamnese und Differenzialdiagnostik. Der Proband sollte Angaben zu folgenden Erkrankungen machen: *Gelenkerkrankungen, Migräne, Kopfschmerzen, chronische Nackenschmerzen, chronische Rückenschmerzen und sonstigen Schmerzen*. Um das Stresslevel der Probanden einschätzen zu können, wurde bei Frage fünf und sechs nach Kindern und Nebenjobs gefragt. Bei Frage sieben wurde das Smartphonebetriebssystem des Probanden erfasst. Der Proband konnte sich zwischen *Android, iOS oder Anderen* entscheiden.

5.2.3.2 Evaluationsfragebogen

Der Evaluationsfragebogen (EFB) wurde in der vorliegenden Untersuchung in Anlehnung an die zuvor formulierten sekundären Studienziele neu entwickelt und gestaltet. Zum Zeitpunkt der Einweisung **(T0)** wurde der EFB zusammen mit dem IFB und der Probanden-ID an alle Probanden übergeben. Der EFB sollte von allen Probanden im Anschluss an den letzten Selbstbeobachtungseintrag ausgefüllt werden, um die jeweilige Intervention zu evaluieren **(T2)**. Mithilfe des EFB wurden Daten erfasst, um Aussagen über Alltagsintegrität, Achtsamkeit, Übersichtlichkeit sowie Zeitaufwand für die jeweilige Intervention treffen zu können.

Die **Abbildung 16 Evaluationsfragebogen (Bolljahn 2018),** im Anhang unter **12.5,** zeigt den Evaluationsfragebogen der Studie. Ähnlich wie im IFB findet sich im oberen Teil des Dokumentes ein Kästchen für allgemeine Daten (Probanden-ID, Alter, Geschlecht). Darauf folgen insgesamt fünf Fragen zur Evaluation. Die ersten drei Fragen des EFB wurden mithilfe einer fünfstufigen Schätzskalierung formuliert. Auf dieser visuellen Skala sollte der Proband sich zwischen „*trifft gar nicht zu*“ bis „*trifft voll zu*“ einordnen. Die **Abbildung 5 Visuelle Analogskala Evaluationsfragebogen** zeigt die im Fragebogen verwendete Skala.

Abbildung 5 Visuelle Analogskala Evaluationsfragebogen



Bei Frage eins des EFB wurde der Proband aufgefordert die Alltagsintegrität der Intervention zu bewerten. Der Teilnehmer sollte einschätzen, ob die Intervention benutzerfreundlich und praktikabel gestaltet war. Die zweite Frage erfasste Aussagen zur Achtsamkeit des Probanden in Bezug auf Beschwerden an den Zähnen, im Kiefergelenk oder der Kaumuskulatur. Die dritte Frage des EFB dokumentierte die Übersichtlichkeit der Intervention. Danach folgte in Frage vier die Erfassung des zeitlichen Rahmens pro Tag, die mithilfe von drei Vorschlägen (*zwei Minuten, fünf Minuten, mehr als zehn Minuten*) bewertet werden sollte. Der Proband sollte die Zeit für das Ausfüllen der jeweiligen Selbstbeobachtungsmethode einschätzen. Leitfrage an dieser Stelle war: wie lange wurde die Smartphoneapp oder der Fragebogen pro Tag benutzt? An letzter Stelle in Frage fünf bekam der Proband die Möglichkeit im

Freitext eigene Verbesserungsvorschläge und Anregungen zu formulieren. Hierzu zählten beispielsweise Benutzerhinweise, technische Probleme oder Kritik.

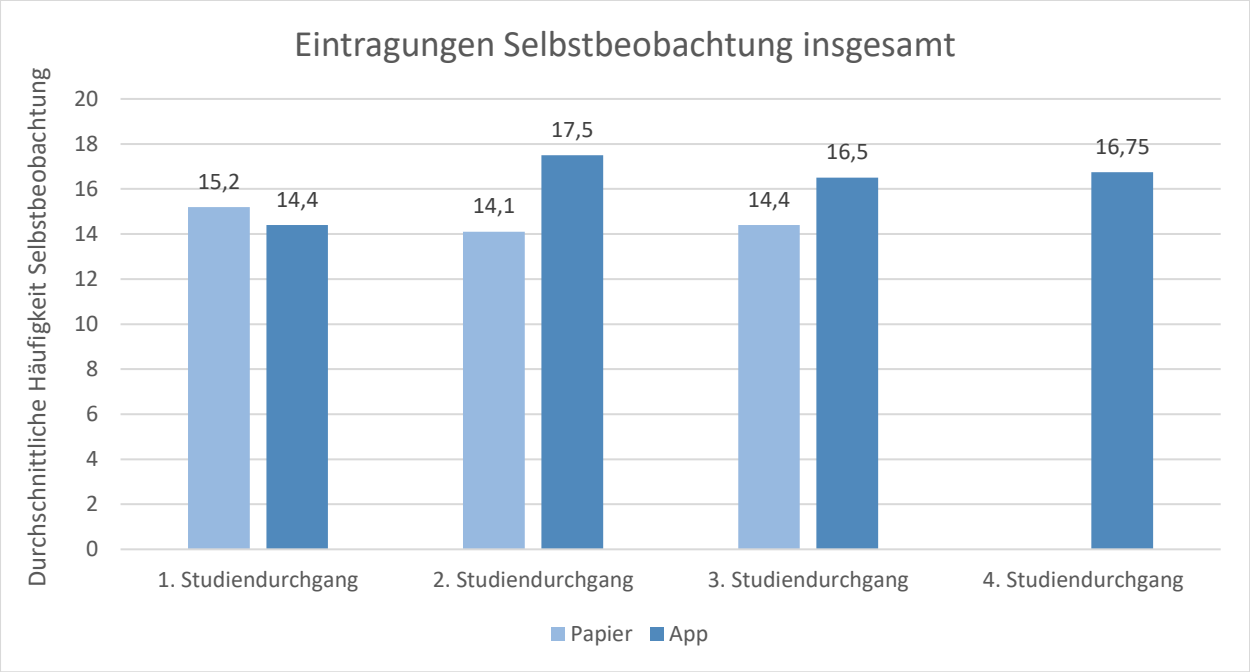
5.3 **Statistische Methoden**

Stratifiziert nach Gruppe (App- und Papierfragebogengruppe) wurden kategorielle Variablen mittels absoluter und relativer Häufigkeiten beschrieben. Kontinuierliche Variablen wie beispielsweise die Anzahl der Selbstbeobachtungen wurden durch Mittelwert, Standardabweichung, Median, 25. und 75. Perzentile beschrieben. Unterschiede zwischen den beiden Gruppen wurden mittels exakten Fisher Tests (kategorielle Variablen) und Wilcoxon Tests (kontinuierliche Variablen) evaluiert. Ein $p<0.05$ wurde in allen Analysen als statistisch signifikant bewertet. Alle Analysen wurden mir Stata 16.1 (Stata Corporation, College Station, TX, USA) durchgeführt.

6 Ergebnisse

6.1 Ergebnisse zum primären Studienziel

Abbildung 6 Häufigkeit der Selbstbeobachtungen insgesamt



Die **Abbildung 6 Häufigkeit der Selbstbeobachtungen insgesamt** fasst die durchschnittliche Gesamtanzahl der Eintragungen zur Selbstbeobachtung je Studiendurchgang zusammen. Dargestellt sind die Probanden der Papier- und Appgruppe in Säulen aufgeteilt auf die vier Studiendurchgänge. Auf der vertikalen Achse ist der Mittelwert der Gesamtanzahl an Eintragungen zur Selbstbeobachtung aufgetragen. Die Probanden konnten maximal 20 Eintragungen über den Zeitraum von vier Tagen machen. Im ersten Studiendurchgang haben die Probanden in der Papiergruppe durchschnittlich 15,2 Eintragungen vorgenommen. In der Appgruppe wurden insgesamt 14,4 Selbstbeobachtungen durchgeführt. Im zweiten Studiendurchgang haben die Probanden mit Papierfragebogen 14,1 Eintragungen zur Selbstbeobachtung vorgenommen. Die Probanden mit der „CMD-App“ haben im zweiten Durchgang durchschnittlich 17,5 Eintragungen gemacht. Im dritten Durchgang wurden in der Papiergruppe 14,4 Selbstbeobachtungen im Untersuchungszeitraum durchgeführt. In der Appgruppe gab es im Mittel 16,5 Selbstbeobachtungen. Im vierten Studiendurchgang führten die App-Probanden durchschnittlich 16,75 Selbstbeobachtungen im Beobachtungszeitraum durch.

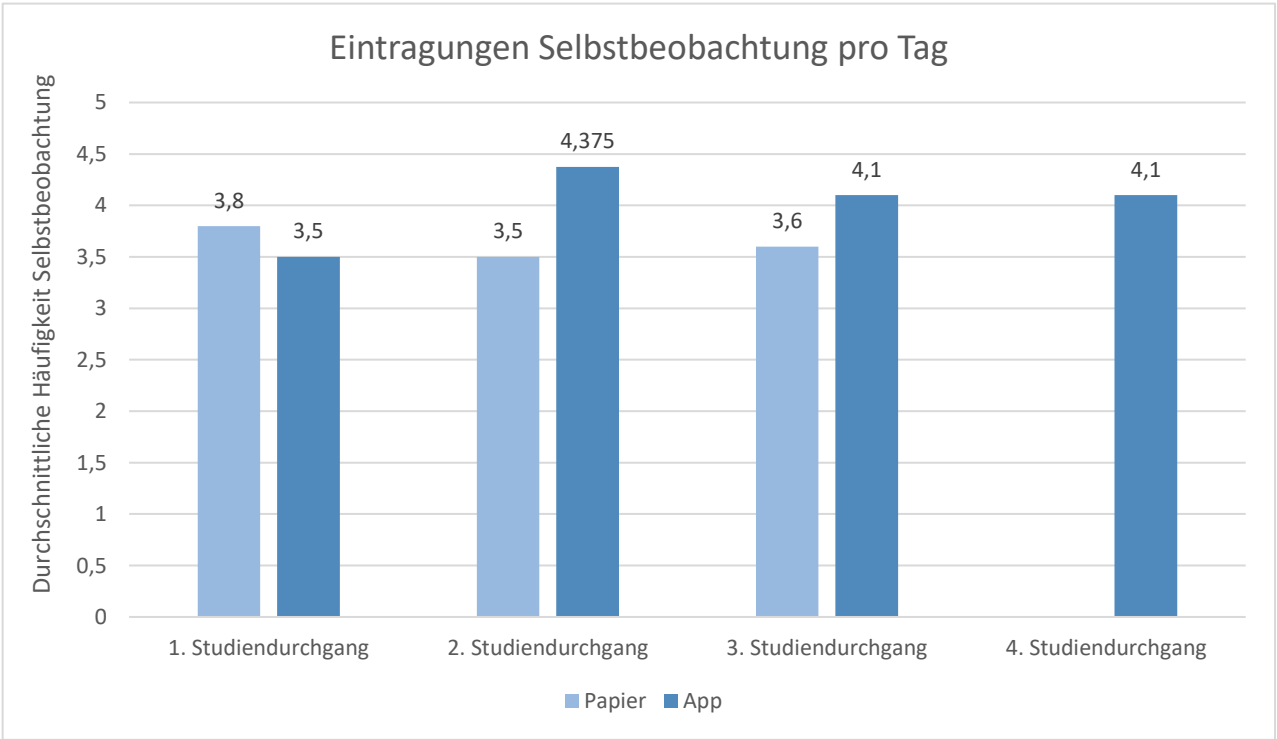
Tabelle 4 Häufigkeit der Selbstbeobachtung

	N	p50	p25	p75	Mean	sd
Papier	45	15	13	19	14,57778	4,802882
App	36	16,5	13	19	15,94444	3,927518
Total	81	16	13	19	15,18519	4,461253

N = Anzahl der Probanden
p50 = 50%-Perzentil
p25 = 25%-Perzentil
p75 = 75%-Perzentil
Mean = Mittelwert
sd = Standardabweichung

Die **Tabelle 4 Häufigkeit der Selbstbeobachtung** stellt die Häufigkeit von Selbstbeobachtungseintragungen beider Interventionsgruppen zusammen. In der Papiergruppe wurden im Mittelwert 14,6 Selbstbeobachtungen im Untersuchungszeitraum durchgeführt. In der Appgruppe wurden im Mittel 15,9 Selbstbeobachtungseinträge im Untersuchungszeitraum von vier Tagen vorgenommen. Der Mittelwert aller Probanden insgesamt beträgt 15,2 Selbstbeobachtung über vier Tage.

Abbildung 7 Häufigkeit der Selbstbeobachtungen pro Tag



Die **Abbildung 7 Häufigkeit der Selbstbeobachtungen pro Tag** fasst die Anzahl an Eintragungen zur Selbstbeobachtung pro Tag zusammen. Die Probanden konnten maximal fünf Eintragungen je Beobachtungstag machen. Im ersten Studiendurchgang haben die Probanden in der Papiergruppe 3,8 Eintragungen pro Tag vorgenommen. In der Appgruppe wurden durchschnittlich 3,5 Eintragungen vorgenommen. Im zweiten Durchgang haben die Probanden in der Papiergruppe die Selbstbeobachtung 3,5-mal pro Tag durchgeführt. In der Appgruppe wurden im Mittel 4,375 Selbstbeobachtungen gemacht. Im dritten Studiendurchgang wurden in der Papiergruppe 3,6 und in der Appgruppe 4,1 Eintragungen pro Tag durchgeführt. Im vierten Studiendurchgang haben die Probanden, die die „CMD-App“ benutzten, pro Beobachtungstag 4,1 Eintragungen durchgeführt.

Abbildung 8 Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen (Probandenanzahl)

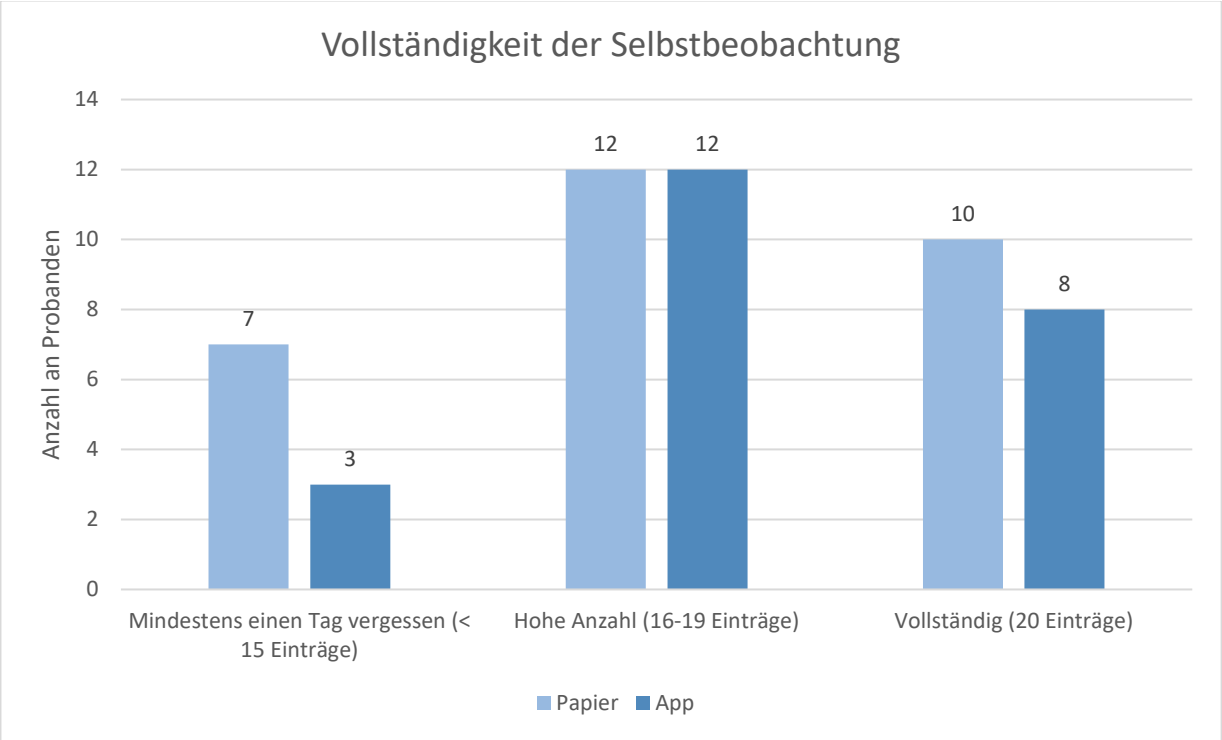
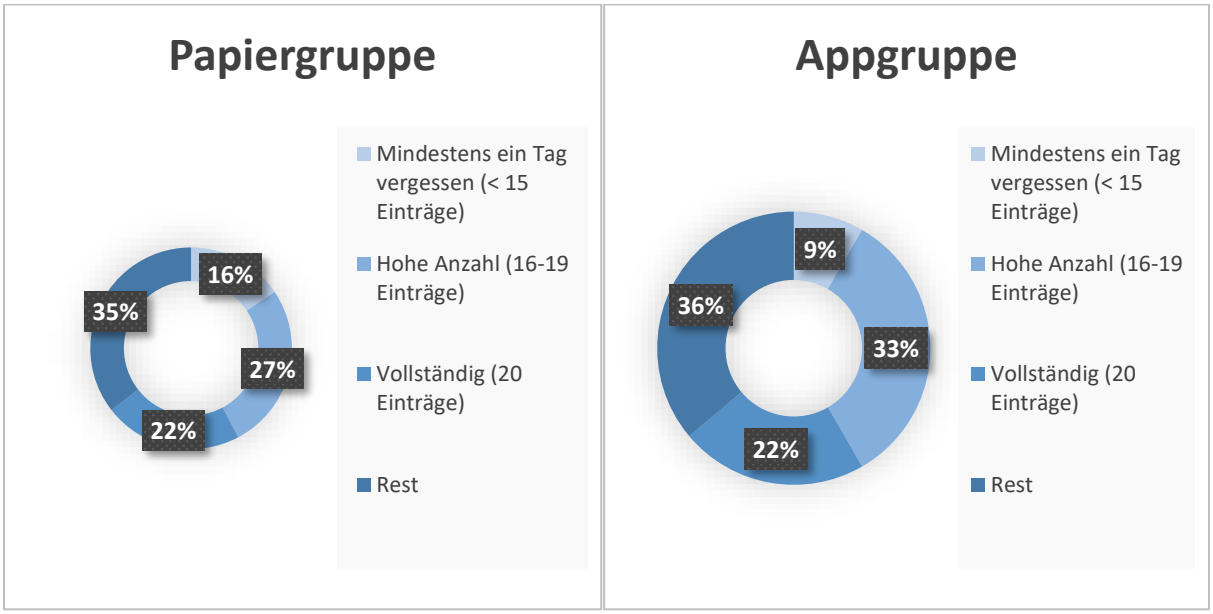


Abbildung 9 Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen Papiergruppe (Prozent)

Abbildung 10 Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen Appgruppe (Prozent)



Die **Abbildung 8, Abbildung 9 und Abbildung 10** stellen die Vollständigkeit der Selbstbeobachtung in den beiden Gruppen zusammen.

Die Vollständigkeit der Selbstbeobachtung wird in der **Abbildung 8 Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen (Probandenanzahl)** mithilfe von drei Eigenschaften dargestellt. Auf der linken Seite des Diagramms ist die Anzahl an Probanden aufgetragen, die mindestens einen Beobachtungstag nicht durchgeführt haben (< 15 Einträge). Diese Probanden haben von den geforderten fünf Einträgen für vier Beobachtungstage (20 Einträge gesamt) nur drei oder weniger durchgeführt. In der Mitte stellt das Säulendiagramm die Anzahl an Probanden dar, die im Beobachtungszeitraum eine hohe Gesamtanzahl an Eintragungen (16 – 19 Einträge gesamt) vorgenommen haben. Auf der rechten Seite wurden die Probanden gezählt, die die Selbstbeobachtung vollständig (20 Eintragungen gesamt) beendet haben. In der Papiergruppe ließen sieben Probanden mindestens einen Beobachtungstag aus. In der Appgruppe vergaßen drei Probanden mindestens einen Tag der Selbstbeobachtung. 12 Probanden der Papiergruppe hatten eine hohe Anzahl (16 – 19 Einträge gesamt) an Eintragungen. Ebenfalls 12 Probanden der Appgruppe führten insgesamt mindestens 16 - 19 Selbstbeobachtungen durch. Eine vollständige Selbstbeobachtung nach Studienvorgaben wurde von zehn Probanden der Papiergruppe und von acht Probanden der Appgruppe durchgeführt.

Die **Abbildung 9 Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen Papiergruppe (Prozent)** zeigt in einem Kreisdiagramm die Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen im prozentualen Anteil an der Gesamtanzahl an Probanden in der Papiergruppe. 15,56 % der Probanden der Papiergruppe haben mindestens einen Tag im Selbstbeobachtungszeitraum vergessen. 26,67 % dieser Gruppe hatten eine hohe Anzahl an Einträgen. 22,22 % der Probanden haben die Selbstbeobachtung vollständig durchgeführt.

Die **Abbildung 10 Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen Appgruppe (Prozent)** zeigt in einem Kreisdiagramm die Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen im prozentualen Anteil an der Gesamtanzahl an Probanden in der Appgruppe. 8,33 % der App Nutzer haben mindestens einen Beobachtungstag vergessen. 33,33 % der Probanden hatten eine hohe Anzahl von Einträgen. 22,22 % in dieser Gruppe haben die Selbstbeobachtung vollständig durchgeführt.

Tabelle 5 Anzahl komplett ausgefüllter Selbstbeobachtungen

	N	p50	p25	p75	Mean	sd
Papier	42	13,5	11	18	13,57143	4,998258
App	36	16,5	13	19	15,94444	3,927518
Total	78	15	12	18	14,66667	4,661717

N = Anzahl der Probanden
p50 = 50%-Perzentil
p25 = 25%-Perzentil
p75 = 75%-Perzentil
Mean = Mittelwert
sd = Standardabweichung

Die **Tabelle 5 Anzahl komplett ausgefüllter Selbstbeobachtungen** stellt die Häufigkeit der komplett ausgefüllten Selbstbeobachtungseintragungen beider Interventionsgruppen zusammen. Erkennbar ist, dass 42 von den insgesamt 45 Probanden der Papiergruppe die Selbstbeobachtung komplett durchgeführt haben. In der Appgruppe haben alle 36 Probanden die Selbstbeobachtung komplett ausgefüllt. In der Papiergruppe wurden im Mittelwert 13,57143 Selbstbeobachtungen im Untersuchungszeitraum komplett durchgeführt. In der Appgruppe wurden im Mittel 15,94444 Selbstbeobachtungseinträge im Untersuchungszeitraum von vier Tagen komplett vorgenommen. Der Mittelwert aller Probanden insgesamt beträgt 14,66667 Selbstbeobachtung über vier Tage.

6.2 **Ergebnisse zum sekundären Studienziel**

Die Evaluationsfragebögen wurden im Anschluss an den viertägigen Selbstbeobachtungszeitraum von den Probanden ausgefüllt. Für die ersten drei Fragen des Evaluationsfragebogen wurde eine visuelle Analogskala zur Einschätzung benutzt. Die Auswertung dieser Fragen erfolgte durch das Ersetzen der Textantworten durch die Zahlen von eins bis fünf.

Abbildung 11 Auswertung visuelle Analogskala Evaluationsfragebogen

Die **Abbildung 11 Auswertung visuelle Analogskala Evaluationsfragebogen** zeigt die Auswertung der visuellen Analogskala im Schema.

6.2.1 Integrität in den Alltag

	N	mean	sd
Papier	40	2,875	1,09046
App	30	4,033333	0,8502873
Total	70	3,371429	1,144254

Fisher's exact = 0,029

Die Tabelle unter **6.2.1** zeigt die Ergebnisse der ersten Frage des Evaluationsfragebogens. Insgesamt haben 70 Probanden in der Evaluation Angaben zum Thema “Integrität im Alltag” gemacht. Von 40 Probanden in der Papiergruppe wurde ein Mittelwert von 2,875 auf der Analogskala ermittelt, mit einer Standardabweichung von 1,09046. Die Papiergruppe bewertete die Alltagsintegrität der Intervention im Durchschnitt als “neutral”. Von 30 Probanden der Appgruppe ergab

sich ein Mittelwert von 4,033333 mit einer Standardabweichung von 0,8502873. Daraus folgt, dass die Appgruppe die Alltagsintegrität der „CMD-App“ laut Skala im Mittel als „zutreffend“ bewertete. Der Mittelwert der gesamten Studienpopulation lag bei 3,371429 mit einer Standardabweichung von 1,144254. Alle 70 Probanden bewerteten die jeweilige Intervention demnach als “neutral”.

6.2.2 Achtsamkeit

	N	mean	sd
Papier	41	3,756098	0,8596653
App	30	3,8	0,9247553
Total	71	3,774648	0,8815114

Fisher's exact = 0,887

Die Tabelle unter **6.2.2** zeigt die Ergebnisse der zweiten Frage des Evaluationsfragebogens. Hier wurde erfragt, ob die Probanden bei Benutzung der Intervention achtsamer in Bezug auf die Zähne, das Kiefergelenk und die Kaumuskulatur waren. 41 Probanden der Papiergruppe äußerten sich zum Thema Achtsamkeit. Von den 41 Probanden der Papiergruppe wurde ein Mittelwert 3,756098 auf der Analogskala ermittelt. Die Standardabweichung betrug 0,8596653. Die Papiergruppe bewertete die “Achtsamkeit” der Intervention im Durchschnitt als “zutreffend”.

Von 30 Probanden der Appgruppe ergab sich ein Mittelwert von 3,8 mit einer Standardabweichung von 0,9247553. Daraus folgt, dass die Appgruppe die Achtsamkeit der App ebenfalls als “zutreffend” einstufte. Insgesamt haben 71 Probanden eine Evaluation zum Thema “Achtsamkeit” abgegeben. Der Mittelwert betrug 3,774648 mit einer Standardabweichung von 0,8815114. Im Durchschnitt schätzten alle Probanden die Achtsamkeit durch die Intervention als “zutreffend” ein.

6.2.3 Übersichtlichkeit

	N	mean	sd
Papier	41	3.926829	0,7546603
App	30	4.533333	0,5074163
Total	71	4.183099	0,7232834

Fisher's exact = 0,003

Die Tabelle unter **6.2.3** zeigt die Ergebnisse der dritten Frage des Evaluationsfragebogens. Gefragt wurde nach der Übersichtlichkeit der jeweiligen Intervention. Von 41 Probanden in der Papiergruppe ergab sich ein Mittelwert auf der visuellen Analogskala von 3,926829 mit einer Standardabweichung von 0,7546603. Die Papiergruppe bewertete die Übersichtlichkeit des Selbstbeobachtungsbogens als “zutreffend”. Der Mittelwert in der Appgruppe betrug 4,533333 mit einer Standardabweichung von 0,5074163. Die Probanden der Appgruppe bewerteten die „CMD-App“ in Bezug auf die Übersichtlichkeit im Durchschnitt als “voll zutreffend”. Insgesamt wurde die Übersichtlichkeit 71-mal evaluiert. Der Mittelwert auf der Analogskala betrug 4,183099 mit einer Standardabweichung von 0,7232834. Zusammenfassend schätzten die 71 Probanden die Übersichtlichkeit ihrer jeweiligen Intervention als „zutreffend“ ein.

6.2.4 Zeitaufwand

	Papier	App	Total
2 Minuten	18 43,90 %	23 76,67 %	41 57,75 %
5 Minuten	23 56,10 %	7 23,33 %	30 42,25 %
Total	41 100,00 %	30 100,00 %	71 100,00 %

Fisher's exact = 0,008

Die Tabelle unter **6.2.4** stellt die Ergebnisse aus der Frage vier des Evaluationsbogens zusammen. Erfragt wurde der Zeitaufwand für die jeweilige Intervention pro Tag. In der Papiergruppe gaben 18 Probanden (43,90 %) an zwei Minuten pro Tag für die Selbstbeobachtung gebraucht zu haben. 23 Probanden (56,10 %) dieser Gruppe benötigten fünf Minuten je Selbstbeobachtung. Vier Probanden der Papiergruppe äußerten sich nicht zu dem Thema. In der Appgruppe gaben 23 Probanden (76,67 %) an ungefähr zwei Minuten pro Tag mit der Selbstbeobachtung verbracht zu haben. Sieben Probanden (23,33 %) verbrachten fünf Minuten pro Tag mit der „CMD-App“. Sechs Probanden äußerten sich nicht zu dem Thema. Von insgesamt 71 Probanden haben 41 Probanden (57,75 %) täglich zwei Minuten für die Selbstbeobachtung benötigt. 30 Probanden (42,25 %) benötigten fünf Minuten pro Tag für die Selbstbeobachtung. Der Fisher‘s exact Test ergab p=0,008. Es besteht ein signifikanter Zusammenhang.

6.3 Beschreibung der Studienpopulation

Tabelle 6 Verteilung der Geschlechter

Geschlecht	Papiergruppe	Appgruppe	Total
Männer	20 44,44 %	13 36,11 %	33 40,74 %
Frauen	25 55,56 %	23 63,89 %	48 59,26 %
Total	45 100,00 %	36 100,00 %	81 100,00 %

Die **Tabelle 6 Verteilung der Geschlechter** zeigt die die Geschlechterverteilung der Studienpopulation. Die Studienpopulation bestand aus insgesamt 81 Probanden, davon 33 Männer und 48 Frauen. In der Gruppe des Papierfragebogens waren 20 Männer und 25 Frauen vertreten. Insgesamt bestand die Papiergruppe aus 45 Probanden. In der Appgruppe waren 13 Männer und 23 Frauen vertreten. Insgesamt bestand die Appgruppe aus 36 Probanden.

Tabelle 7 Verteilung des Alters

	N	Mean	sd
Alter	81	26,06173	2,825534

Die **Tabelle 7 Verteilung des Alters** gibt das Durchschnittsalter der Probanden an. Von der Gesamtzahl der Probanden (N=81) beträgt der Mittelwert (Mean) 26,06173 Jahre und die Standardabweichung 2,825534. Der jüngste Proband war 21 Jahre alt und der älteste Proband war 36 Jahre alt.

6.4 Auswertung Initialfragebogen

Alle 81 Probanden füllten die Initialfragebögen vor Beginn der Studiendurchgänge zum Zeitpunkt **T0** aus. Die folgenden Tabellen **6.4.1** bis **6.4.6** stellen die Ergebnisse aus der Auswertung der ersten sechs Fragen des Initialfragebogens dar.

6.4.1 Beschwerden und Schmerzen in den letzten 6 Monaten

Kaumuskulatur	Papier	App	Total
Nein	28 62,22 %	18 50,00 %	46 56,79 %
Ja	17 37,78 %	18 50,00 %	35 43,21 %
Total	45 100,00 %	36 100,00 %	81 100,00 %

Fisher's exact = 0,367

Kiefergelenksknacken	Papier	App	Total
Nein	34 75,56 %	25 69,44 %	59 72,84 %
Ja	11 24,44 %	11 30,56 %	22 27,16 %
Total	45 100, 00 %	36 100,00 %	81 100,00 %

Fisher's exact = 0,619

Knirschen oder Pressen	Papier	App	Total
Nein	19 42,22 %	13 36,11 %	32 39,51 %
Ja	26 57,78 %	23 63,89 %	49 60,49 %
Total	45 100,00 %	36 100,00 %	81 100,00 %

Fisher's exact = 0,651

Nein = Anzahl an Probanden ohne Beschwerden oder Schmerzen

Ja = Anzahl an Probanden mit Beschwerden oder Schmerzen

Die drei Tabellen stellen die Anzahl an Probanden dar, welche Beschwerden in den Kategorien Beschwerden der Kaumuskulatur, Kiefergelenksknacken und Knirschen oder Pressen im IFB bestätigten. Von den 45 Probanden in der Papiergruppe gaben 28 Probanden (62,22 %) an, keine Beschwerden der Kaumuskulatur zu haben. 17 Probanden (37,78 %) in der Papiergruppe litten unter Beschwerden der Kaumuskulatur. In der Appgruppe hatten 18 Probanden (50 %) keine Beschwerden der Kaumuskulatur. Weitere 18 Probanden (50 %) gaben Kaumuskelbeschwerden an. Insgesamt hatten 46 Probanden (56,79 %) beider Gruppen keine Beschwerden der Kaumuskulatur. 35 Probanden (43,21 %) hatten laut IFB Kaumuskelbeschwerden.

Von 45 Papierprobanden gaben 34 Probanden (75,56 %) an kein Kiefergelenksknacken zu spüren. 11 Probanden (24,44 %) dieser Gruppe litten unter Kiefergelenksknacken. Von 36 Probanden der Appgruppe hatten 25 Probanden (69,44 %) kein Kiefergelenksknacken. Die restlichen 11 Probanden (30,56 %) litten unter Knacken des Kiefergelenkes. Insgesamt hatten 59 Probanden (72,84 %) beider Gruppen kein Kiefergelenksknacken. 22 Probanden (27,16 %) beider Gruppen gaben zum Zeitpunkt **T0** laut IFB Kiefergelenksknacken als Symptom an.

Knirschen oder Pressen wurde von 19 (42,22 %) der 45 Papierprobanden im IFB verneint. 26 Probanden (57,78 %) dieser Gruppe bestätigten Knirschen und Pressen zum Zeitpunkt **T0**. 13 Probanden (36,11 %) der Appgruppe gaben laut IFB an nicht mit den Zähnen zu knirschen oder zu pressen. 23 Probanden (63,89%) knirschen oder pressen mit den Zähnen. Insgesamt kreuzten 32 Probanden (39,51 %) beider Gruppen

laut IFB die Antwortmöglichkeit „*Nein*“ in Bezug auf das Knirschen und Pressen der Zähne an. 49 Probanden (60,49 %) beider Gruppen knirschten und pressten zum Zeitpunkt **T0** mit den Zähnen.

6.4.2 Diagnostizierte CMD

CMD diagnostiziert	Papier	App	Total
Nein	30 69,77 %	29 80,56 %	59 74,68 %
Ja	13 30,23 %	7 19,44 %	20 25,32 %
Total	43 100,00 %	36 100,00 %	79 100,00 %

Fisher's exact = 0,309

Die Tabelle stellt die Anzahl an Probanden dar, bei denen in der Vergangenheit bereits CMD von einem Zahnarzt diagnostiziert wurde. Von den insgesamt 43 Probanden in der Papiergruppe wurde bei 30 Teilnehmern (69,77 %) keine CMD diagnostiziert. Bei 13 Probanden (30,23 %) dieser Gruppe wurde CMD bereits als Diagnose formuliert. Von den insgesamt 36 Probanden der Appgruppe wurde bei 29 Probanden (80,56 %) laut IFB vorab keine CMD diagnostiziert. Bei sieben Nutzern der „CMD-App“ (19,44 %) wurde CMD in der Vergangenheit diagnostiziert.

6.4.3 Schiene

Schiene	Papier	App	Total
Nein	12 26,67 %	12 33,33 %	24 29,63 %
Ja	33 73,33 %	24 66,67 %	57 70,37 %
Total	45 100,00 %	36 100,00 %	81 100,00 %

Fisher's exact = 0,626

Von den 45 Probanden der Papiergruppe hatten 12 Probanden (26,67 %) laut IFB zum Zeitpunkt **T0** keine Aufbissschiene. 33 Probanden (73,33 %) dieser Gruppe gaben an eine Okklusionsschiene zu besitzen. Von den 36 Probanden der Appgruppe hatten 12 Probanden (33,33 %) keine Schiene. 24 Probanden (66,67 %) der Appnutzer gaben an eine Aufbissschiene zu besitzen. Insgesamt hatten in beiden Gruppen 24 Probanden (29,63 %) keine Okklusionsschiene. 57 von 81 Probanden (70,37 %) besaßen laut IFB eine Schiene.

6.4.4 Erkrankungen und Anamnese

Gelenkerkrankungen	Papier	App	Total
Nein	45 100,00 %	31 91,18 %	76 96,20 %
Ja	0 0,00 %	3 8,82 %	3 3,80 %
Total	45 100,00 %	34 100,00 %	79 100,00 %

Fisher's exact = 0,076

Migräne	Papier	App	Total
Nein	42 93,33 %	28 80,00 %	70 87,50 %
Ja	3 6,67 %	7 20,00 %	10 12,50 %
Total	45 100,00 %	35 100,00 %	80 100,00 %

Fisher's exact = 0,095

Kopfschmerzen	Papier	App	Total
Nein	35 77,78 %	19 55,88 %	54 68,35 %
Ja	10 22,22 %	15 44,12 %	25 31,65 %
Total	45 100,00 %	34 100,00 %	79 100,00 %

Fisher's exact = 0,051

Chronische Nackenschmerzen	Papier	App	Total
Nein	40 88,89 %	25 71,43 %	65 81,25 %
Ja	5 11,11 %	10 28,57 %	15 18,75 %
Total	45 100,00 %	35 100,00 %	80 100,00 %

Fisher's exact = 0,081

Chronische Rückenschmerzen	Papier	App	Total
Nein	38 84,44 %	32 91,43 %	70 87, 50 %
Ja	7 15,56 %	3 8,57 %	10 12,50 %
Total	45 100,00 %	35 100,00 %	80 100,00 %

Fisher's exact = 0,500

Die fünf Tabellen unter **6.4.4** zeigen die Ergebnisse aus der Auswertung der Frage vier des Initialfragebogens. Erfragt wurden bestimmte Erkrankungen, die für die Differenzialdiagnose von CMD wichtig sind. Alle 45 Probanden der Papiergruppe gaben an keine Gelenkerkrankung zu haben. In der Appgruppe litten drei Probanden (8,82 %) laut IFB zum Zeitpunkt **T0** unter Gelenkerkrankungen. 91,18 % (31/45) der

App Nutzer gaben laut IFB an keine Gelenkerkrankung zu haben. Zwei der insgesamt 36 Probanden machten zu diesem Thema keine Angaben. Insgesamt hatten von 79 Probanden 76 Probanden (96,20 %) beider Gruppen zum Zeitpunkt **T0** keine Gelenkerkrankung und drei Probanden (3,8 %) gaben laut IFB anamnestisch Gelenkerkrankungen an.

Von den 45 Papierprobanden hatten 42 Probanden (93,33 %) zum Zeitpunkt **T0** keine Migräne. 3 Probanden (6,67 %) der Gruppe litten laut IFB unter Migräne. 28 Probanden (80,00 %) der Appgruppe gaben im IFB in Bezug auf das Vorhandensein von Migräne zum Zeitpunkt **T0** die Antwortmöglichkeit „*Nein*“ an. Sieben App-Nutzer (20 %) gaben Migräne als Erkrankung an. Ein Proband der Appgruppe machte keine Angaben zum Thema Migräne.

77,78 % der Papiergruppe (35/45) gaben laut IFB zum Zeitpunkt **T0** an, keine Kopfschmerzen zu haben. 10 Probanden (22,22 %) der Papierfragebogengruppe litten an Kopfschmerzen. 19 Probanden (55,88 %) der Appgruppe gaben anamnestisch keine Kopfschmerzen an. 15 von 34 Probanden (44,12 %) in dieser Gruppe gaben laut IFB Kopfschmerzen an. Zwei von insgesamt 36 Probanden der Appgruppe machten keine Angaben zum Thema Kopfschmerzen. Insgesamt hatten von 79 Probanden 54 Probanden (68,35 %) beider Gruppen keine Kopfschmerzen und 25 Probanden (31,65 %) gaben Kopfschmerzen zum Zeitpunkt **T0** an.

Anamnestisch gaben fünf Probanden (11,11 %) der Papiergruppe chronische Nackenschmerzen als Symptom an. Die übrigen 40 Probanden der Gruppe verneinten die Frage nach Nackenschmerzen im IFB. In der Papiergruppe hatten zum Zeitpunkt **T0** 40 Probanden (88,89 %) keine chronischen Nackenschmerzen. In der Appgruppe gaben laut IFB 25 Probanden (71,43 %) an keine Nackenschmerzen zu haben. 10 Probanden (28,57 %) in der „CMD-App“ Gruppe hatten chronische Nackenschmerzen als Symptom. Ein Proband der Appgruppe (1/36) machte keine Angaben zu dem Thema. Insgesamt hatten von den 80 Probanden 65 Probanden beider Gruppen (81,25 %) keine chronischen Nackenschmerzen. 15 Probanden beider Gruppen litten zum Zeitpunkt **T0** unter chronische Nackenschmerzen.

In der Papiergruppe gaben laut IFB zum Zeitpunkt **T0** 38 Probanden (84,44 %) an keine chronischen Rückenschmerzen zu haben. Sieben Probanden (15,56 %) in dieser Gruppe litten unter chronischen Rückenschmerzen. In der Appgruppe hatten 32 Probanden (91,43 %) laut IFB keine chronischen Rückenbeschwerden. Drei

Probanden (8,57 %) dieser Gruppe gaben anamnestisch Rückenschmerzen als Symptom an. Ein Proband in der Appgruppe (1/36) machte im IFB zum Thema chronische Rückenschmerzen keine Angaben. Von den insgesamt 80 Probanden hatten 70 Probanden (87,50 %) beider Gruppen keine Rückenschmerzen, wohingegen 10 Probanden (12,50 %) Rückenschmerzen im Initialfragebogen dokumentierten.

6.4.5 Kinder

Kinder	Papier	App	Total
Nein	41 91,11 %	34 97,14 %	75 93,75 %
Ja	4 8,89 %	1 2,86 %	5 6,25 %
Total	45 100,00 %	35 100,00 %	80 100,00 %

Fisher's exact = 0,379

41 der 45 Probanden (91,11 %) der Papiergruppe gabenlaut IFB an keine Kinder zu haben. Vier Probanden (8,89 %) dieser Gruppe hatten zum Zeitpunkt **T0** Kinder. In der Appgruppe hatten 34 Probanden (97,14 %) angegeben keine Kinder zu haben. Ein Proband in der Appgruppe hatte laut Angabe im IFB Kinder. Ein Proband in der Appgruppe machte keine Angaben zu dem Thema. Insgesamt hatten von 80 Probanden 75 Probanden (93,75 %) beider Gruppen keine Kinder. Fünf Probanden (6,25 %) beider Gruppen hatten zum Zeitpunkt **T0** Kinder.

6.4.6 Nebenjob

	Papier	App	Total
Nein	25 55,56 %	26 72,22 %	51 62,96 %
Ja	20 44,44 %	10 27,78 %	30 37,04 %
Total	45 100,00 %	36 100,00 %	81 100,00 %

Fisher's exact = 0,166

In der Papiergruppe hatten 25 der insgesamt 45 Probanden (55,56 %) laut IFB zum Zeitpunkt **T0** keinen Nebenjob. 20 Probanden (44,44 %) dieser Gruppe hatten einen Job neben dem Studium. In der Appgruppe hatten 26 Probanden (72,22 %) keinen Nebenjob. 10 Probanden (27,78 %) der Appgruppe arbeiteten neben dem Studium. Von den insgesamt 81 Probanden hatten 51 Probanden (62,96 %) beider Gruppen keinen Nebenjob. Wohingegen insgesamt 30 Probanden (37,04 %) beider Gruppen laut IFB einen Nebenjob besaßen.

Die Frage Nummer sieben des Initialfragebogen bezog sich auf das Smartphonebetriebssystem des Probanden. Je nach Beantwortung dieser Frage wurden die Probanden in die entsprechende Interventionsgruppe *Papierfragebogen* oder *Smartphoneapp* aufgeteilt. Alle Android Nutzer wurden Probanden in der Gruppe „CMD-App“. Die Übrigen wurden auf die Papiergruppe aufgeteilt.

6.5 **Auswertung Selbstbeobachtung**

Die Selbstbeobachtung wurde von beiden Gruppen auf Basis eines neu erstellten Fragebogens durchgeführt. Je nach Intervention geschah dies entweder mit einem Papierfragebogen im „Smartphone Design“ oder mit der „CMD-App“ für Android Nutzer.

6.5.1 Schmerzen oder Verspannungen

Schmerzen Verspannungen	Papier	App	Total
Nein	10 22,22 %	7 19,44 %	17 20,99 %
Ja	35 77,78 %	29 80,56 %	64 79,01 %
Total	45 100,00 %	36 100,00 %	81 100,00 %

Fisher's exact = 0,791

Die Tabelle unter **6.5.1** fasst die Ergebnisse der Frage eins der Selbstbeobachtung zusammen. Erfragt wurden Schmerzen oder Verspannungen im Kiefer-Gesichtsbereich. In der Papiergruppe hatten 10 Probanden (22,22 %) im Untersuchungszeitraum **T1** keine Verspannungen oder Schmerzen im Kiefer-

Gesichtsbereich. 35 Probanden (77,78 %) der Papiergruppe gaben Beschwerden in dem Bereich an. In der Appgruppe hatten sieben Probanden (19,44 %) keine Schmerzen oder Verspannungen. Die restlichen 29 Probanden (80,56 %) der Gruppe gaben Beschwerden innerhalb der Selbstbeobachtung an. Insgesamt hatten von 81 Probanden 17 Probanden (20,99 %) beider Gruppen keine Beschwerden im Kiefer- und Gesichtsbereich. 64 Probanden (79,01 %) beider Gruppen gaben im Untersuchungszeitraum **T1** Verspannungen oder Schmerzen im Kiefer-Gesichtsbereich an.

6.5.1.1 Schmerzstärke

	Papier Mean (sd)	App Mean (sd)	p*
Schläfen	0,8 (1,4)	1,2 (2,1)	0,716
Ohren	0,8 (1,6)	1,4 (2,0)	0,067
Wangen	0,1 (0,6)	1,8 (2,3)	<0,001
Nacken	1,8 (2,0)	1,3 (2,3)	0,089
Kinn	0 (0,0)	0 (0,0)	1,000

Mean = Mittelwert der Schmerzstärke (1-10)
sd = Standardabweichung

Die Tabelle unter **6.5.1.1** fasst die Ergebnisse der Frage zwei der Selbstbeobachtung zusammen. Erfragt wurden die Lokalisationen der Schmerzen und die bewertete Schmerzintensität. Die Schmerzintensität wurde von den Probanden mithilfe einer Analogskala von 1 – 10 eingestuft. In der Papiergruppe lag der Mittelwert der Schmerzen an den Schläfen bei 0,8. Der Mittelwert von Schmerzen vor dem Ohr, repräsentativ für Kiefergelenksschmerzen, lag in dieser Gruppe bei 0,8. Der durchschnittliche Schmerzintensitätswert an den Wangen, stellvertretend für den M.

masseter, lag bei 0,1 in der Papiergruppe. Die Papierprobanden gaben Nackenbeschwerden im Mittel mit 1,8 auf der Skala an. Sowohl in der Papiergruppe als auch in der Appgruppe lag der Mittelwert von Kinnschmerzen bei 0. In der Appgruppe lag der Mittelwert von Schmerzen an der Schläfe bei 1,2. Der Mittelwert der Schmerzen vor dem Ohr lag in dieser Gruppe bei 1,4. Die mittlere Schmerzintensität in der Appgruppe an den Wangen lag bei 1,8. Nackenbeschwerden gaben die Probanden der Appgruppe im Mittel mit 1,3 an.

6.5.2 Knacken und Reiben des Kiefergelenks

Knacken	Papier	App	Total
Nein	24 55,81 %	22 61,11 %	46 58,23 %
Ja	19 44,19 %	14 38,89 %	33 41,77 %
Total	43 100,00 %	36 100,00 %	79 100,00 %

Fisher's exact = 0,655

Reiben	Papier	App	Total
Nein	23 79,31 %	32 88,89 %	55 84,62 %
Ja	6 20,69 %	4 11,11 %	10 15,38 %
Total	29 100,00 %	36 100,00 %	65 100,00 %

Fisher's exact = 0,321

Die Tabellen unter **6.5.2** stellen die Ergebnisse der Frage drei des Selbstbeobachtungsbogens zusammen. Erfragt wurden das Knacken und Reiben des Kiefergelenks. 24 Probanden (55,81 %) der Papiergruppe hatten im Untersuchungszeitraum **T1** kein Kiefergelenksknacken. 19 Probanden (44,19 %) dieser Gruppe gaben Kiefergelenksknacken während der Selbstbeobachtung an. Zwei von den insgesamt 45 Papierprobanden machten keine Angaben zum Thema. In der

Appgruppe hatten 22 Probanden (61,11 %) während des viertägigen Beobachtungszeitraums kein Kiefergelenksknacken. Bei 14 Probanden (38,89 %) trat während der Selbstbeobachtung Knacken im Kiefergelenk auf. Insgesamt hatten von 79 Probanden 46 Probanden (58,23 %) beider Gruppen kein Kiefergelenksknacken als Symptom. 33 Probanden (41,77 %) beider Gruppen gaben Knacken im Selbstbeobachtungsbogen der jeweiligen Intervention an.

23 Probanden (79,31 %) der Papiergruppe hatten im Untersuchungszeitraum **T1** kein Kiefergelenksreiben. Sechs Probanden (20,69 %) dieser Gruppe gaben Reiben im Kiefergelenk als Symptom an. 16 Probanden in der Papiergruppe machten keine Angaben zu dem Thema. 32 Probanden (88,89 %) in der Appgruppe hatten im Beobachtungszeitraum kein Kiefergelenksreiben. Vier Probanden (11,11 %) gaben Reiben in der Selbstbeobachtung der „CMD-App“ an. Insgesamt hatten 55 (84,62 %) Probanden aus beiden Gruppen kein Reiben im Kiefergelenk. 10 Probanden (15,38 %) gaben Reiben im Selbstbeobachtungsbogen der jeweiligen Intervention an. Von insgesamt 81 Probanden äußerten sich insgesamt nur 65 zum Thema Kiefergelenksreiben.

6.5.3 Knirschen und Pressen der Zähne

Knirschen	Papier	App	Total
Nein	32 72,73 %	28 77,78 %	60 75,00 %
Ja	12 27,27 %	8 22,22 %	20 25,00 %
Total	44 100,00 %	36 100,00 %	80 100,00 %

Fisher's exact = 0,796

Pressen	Papier	App	Total
Nein	17 38,64 %	13 36,11 %	30 37,50 %
Ja	27 61,36 %	23 63,89 %	50 62,50 %
Total	44 100,00 %	36 100,00 %	80 100,00%

Fisher's exact = 1,000

Die Tabellen unter **6.5.3** stellen die Ergebnisse der Frage vier des Selbstbeobachtungsfragebogens zusammen. Erfragt wurden Parafunktionen wie Knirschen und Pressen der Zähne. In der Papiergruppe gaben 32 Probanden (72,73 %) im Untersuchungszeitraum **T1** kein Knirschen der Zähne an. 12 Probanden (27,27 %) dieser Gruppe knirschten mit den Zähnen. Ein Proband machte keine Angaben zu dem Thema. 28 Probanden (77,78 %) der Appgruppe knirschten während der Selbstbeobachtung nicht mit den Zähnen. Acht Probanden (22,22 %) gaben Knirschen im Selbstbeobachtungsbogen an. Von insgesamt 80 Probanden knirschten 60 Probanden (75 %) nicht mit den Zähnen. 20 Probanden (25 %) gaben Zähneknirschen im Selbstbeobachtungsbogen der jeweiligen Intervention als Symptom an.

In der Papiergruppe pressten 17 Probanden (38,64 %) im Untersuchungszeitraum **T1** nicht mit den Zähnen. 27 Probanden (61,36 %) dieser Gruppe gaben Zähnepressen als Symptom an. Ein Proband machte keine Angaben zum Thema. In der Appgruppe gaben 13 Probanden (36,11 %) an nicht mit den Zähnen zu pressen. 23 Probanden (63,89 %) pressten während des Selbstbeobachtungszeitraumes mit den Zähnen. Von den 80 Probanden gaben 30 Probanden (37,50 %) beider Gruppen kein Pressen an. Zähnepressen wurde von den restlichen 50 Probanden (62,50 %) beider Gruppen in der Selbstbeobachtung während des Beobachtungszeitraumes **T1** dokumentiert.

6.6 Auswertung Evaluationsfragebögen

6.6.1 Verbesserungsvorschläge und Anregungen

Am Ende des Beobachtungszeitraums wurden die Probanden aufgefordert die entsprechende Intervention zu evaluieren. Mithilfe der Frage fünf des EFBs hatten die Probanden die Möglichkeit Anregungen und Verbesserungsvorschläge zu formulieren. Die **Tabelle 8 Verbesserungsvorschläge Appgruppe** und **Tabelle 9 Verbesserungsvorschläge Papiergruppe** fassen die gesammelten Kritiken und Anregungen in vier Kategorien (Technische Probleme, Verbesserungsvorschläge, Benutzerhinweise und Compliance) zusammen.

In der Gruppe der „CMD-App“ traten in den vier Studiendurchgängen hauptsächlich technische Probleme aufgrund von Softwarefehlern der App auf. Hauptsächlich äußerten die Probanden Verbesserungsvorschläge, die sich auf die Durchführung der Studie und die Weiterentwicklung des Produktes „CMD-App“ bezogen.

Tabelle 8 Verbesserungsvorschläge Appgruppe

Technische Probleme	Verbesserungsvorschläge	Benutzerhinweise	Compliance
1. Studiendurchgang			
Push- Benachrichtigung hat nicht funktioniert	Auswahl der Symptome zu gering bzw. undifferenziert Muskelverspannungen werden nicht erfasst 3x		
	Zurück – Funktion, falls man sich verklickt hat 2x		
	Erinnerung auf Sperrbildschirm		
	iPhone Version entwickeln		
2. Studiendurchgang			
App hat am Samstag nicht erinnert Nach Neustart des Smartphones			
Push-Benachrichtigungen nicht funktioniert. Man musste selbst an die App denken.	Beschwerden individualisieren „Passt die Okklusion zusammen“ Verspannungen im Rücken, Nacken ect werden nicht abgebildet		
App hat nicht immer Erinnerung geschickt. Erinnerung kam nicht alle 2 Stunden			

3. Studiendurchgang			
Push-Benachrichtigungen funktionieren nicht, trotz Erlaubnis (blinken erst auf, wenn man selbst die App öffnet)	App Name ändern Bsp. Jawnny ansprechendere, persönlichere Texte, die weniger wissenschaftlich klingen		
4. Studiendurchgang			
Nach 5 x pro Tag erinnert App trotzdem weiter	Intervalle selbst festlegen wäre wünschenswert		
Erinnerung ging teilweise nicht durch, erst beim Öffnen der App	Angaben über Frontzähne		
Push-Benachrichtigung kam nicht regelmäßig, trotz vorhandenen Handyeinstellungen			
1 Proband hat Daten nicht übertragen			

Bereits im ersten Studiendurchgang wurde die Kritik geäußert, dass die Push-Benachrichtigungen der „CMD-App“ im Untersuchungszeitraum nicht funktionierten. Zusätzlich wurde insgesamt drei Mal kritisiert, dass die Auswahl der Symptome zur Selbstbeobachtung zu gering bzw. undifferenziert sei. Zwei Probanden wünschten sich eine Zurück-Funktion, um Korrekturen innerhalb der Selbstbeobachtung vornehmen zu können. Ein weiterer Vorschlag war eine Erinnerung auf dem gesamten Sperrbildschirm des Smartphones. Ein Proband der Appgruppe äußerte den Wunsch die „CMD-App“ auch als iOS Version für das iPhone zu entwickeln.

Im zweiten Studiendurchgang berichteten drei Probanden von technischen Problemen. Die Push-Benachrichtigungen funktionierten entweder unvollständig oder gar nicht. Ein Proband gab an, dass die Push-Benachrichtigungen nach einem Neustart des Smartphones nicht mehr funktionierten. Ein weiterer Proband der Appgruppe formulierte Verbesserungsvorschläge zur Symptomauswahl der Selbstbeobachtung. Gewünscht wurden individualisierte Beschwerden wie Verspannungen im Rücken und Nacken oder Probleme bei der Okklusion.

Im dritten Studiendurchgang machte ein Proband einen neuen Namensvorschlag für die „CMD-App“ in Hinblick auf eine potenzielle Weiterentwicklung des Produktes. Der Name sollte beispielsweise in „Jawnny“ geändert werden. Dies ist eine Anspielung auf den englischen Begriff „jaw“, zu Deutsch „Kiefer“. Zusätzlich schlug dieser Proband vor Texte zu verwenden, die weniger wissenschaftlich klingen. Auch im dritten

Studiendurchgang funktionierte bei einem Probanden die Push-Benachrichtigung, trotz vorab erteilter Erlaubnis in den Smartphone-Einstellungen, nicht.

Im vierten Studiendurchgang gab es ebenfalls technische Probleme mit den Push-Benachrichtigungen der „CMD-App“. Entweder funktionierten diese nicht oder nur unvollständig. Zusätzlich bemerkte ein Proband, dass es in der Appversion möglich war, mehr als fünf Einträge pro Beobachtungstag durchzuführen. Außerdem funktionierte bei einem Probanden die automatische Datenübertragung nicht.

In der Gruppe der Papierfragebögen traten hauptsächlich Complianceprobleme auf. Einige Probanden gaben Verbesserungsvorschläge zur Studiendurchführung und zum Fragebogendesign.

Tabelle 9 Verbesserungsvorschläge Papiergruppe

Technische Probleme	Verbesserungsvorschläge	Benutzerhinweise	Compliance
1. Studiendurchgang			
	Kästchen besser und eindeutiger positionieren		Papierfragebogen recht lästig Schnell verloren gegangen / vergessen
			Punkte bilden keine gute Erinnerung
			Letzten Fragebogen vergessen
2. Studiendurchgang			
	App für iPhone entwickeln 2x	Roter Punkt auf dem Handy 5x	ersten 1-2 Tage vergessen, nicht optimal für den Alltag geeignet
3. Studiendurchgang			
	Eindeutige Fragestellung Wo genau sollte Schmerzstärke eingetragen werden?		Papierfragebogen schwieriger in Alltag einzubauen / nervig rumzuschleppen 3x
	App auch für Apple Nutzer		Fragebogen eher unhandlich, nicht griffbereit
	wenn r KG reibt u. knackt, li KG reibt konnte man nicht ankreuzen Aktivitäten zu ungenau		

Im ersten Studiendurchgang gab ein Proband einen Verbesserungsvorschlag zum Selbstbeobachtungsfragebogen. Gewünscht wurde eine eindeutigere Positionierung der Kästchen zum Ankreuzen der jeweiligen Antwortmöglichkeiten. Beim Thema Compliance kritisierte ein Proband, dass sich der Papierfragebogen eher schwer in den Alltag integrieren ließ. Ein weiterer Proband berichtete, dass der Papierfragebogen lästig sei und schnell verloren gegangen wäre. Die roten Klebepunkte wurden ebenfalls kritisiert. Diese seien keine gute Erinnerungshilfe für die Selbstbeobachtung. Außerdem berichtete ein Proband davon einen Fragebogen innerhalb des Beobachtungszeitraumes vergessen zu haben.

Im zweiten Studiendurchgang wünschten sich zwei Probanden eine Version der „CMD-App“ für das iPhone. Als Benutzerhinweis gaben fünf Probanden der Papiergruppe an ihre roten Klebepunkte als Erinnerungshilfe auf ihr Smartphone geklebt zu haben. Auch im zweiten Durchgang kritisierte ein Proband den Papierfragebogen in der Alltagsnutzung.

Im dritten Studiendurchgang gaben zwei Probanden Feedback zum Fragebogendesign. Ein Proband wünschte sich eine eindeutige Beschreibung zum Eintragen der Schmerzstärke. Einem weiteren Probanden viel auf, dass bestimmte Kombinationen von Symptomen nicht ankreuzbar waren. Ein Beispiel wäre: das rechte Kiefergelenk reibt und knackt und zusätzlich reibt noch das linke Kiefergelenk. Die Aktivitäten unter dem Punkt „*Was machen Sie gerade*?“ wurden als zu ungenau kritisiert. Weitere vier Probanden im dritten Durchgang empfanden den Papierfragebogen als unhandlich oder schwierig in den Alltag zu integrieren.

7 Diskussion

7.1 Diskussion zum primären Studienziel

Die vorliegende Studie kommt zum Ergebnis, dass die elektronische Selbstbeobachtung mittels „CMD-App“ der Selbstbeobachtung mithilfe eines Papierfragebogens überlegen ist. Des Weiteren wurde gezeigt, dass die Appgruppe im Vergleich zur Papiergruppe eine höhere Patientencompliance hatte.

Häufigkeit

Die Studie belegt, dass die Gesamtanzahl an Eintragungen zur Selbstbeobachtung bei der Appgruppe durchschnittlich 8,9 % höher war als in der Papiergruppe. Auch die Eintragungen pro Tag waren bei der Appgruppe durchschnittlich 10,7 % höher. Anhand der in dieser Untersuchung erhobenen Daten, ist davon auszugehen, dass die Selbstbeobachtung in elektronischer Form der „CMD-App“ effektiver war. Eine mögliche Erklärung könnte die hohe Technikaffinität der Studienpopulation sein. Die Studienpopulation bestand aus Probanden im Alter von 21 bis 36 Jahren und repräsentierte damit die Generation junger Erwachsener. Die Zahnmedizinstudenten bildeten aufgrund ihrer Altersstruktur und Zugehörigkeit zum medizinischen Sektor eine wichtige Zielgruppe für m-Health Apps ab. In der Literatur sind Ärzte bzw. medizinisches Personal neben den chronischen Kranken und gesundheits- und fitnessbewussten Menschen an dritter Stelle der häufigsten Nutzer von m-Health Apps **(Behrends u. a. 2015; Höhn und von Jahn 2016; research2guidance 2016).** Die ständige Verfügbarkeit von modernen Smartphones ist ein wichtiger Bestandteil im Alltag der Menschen geworden. Unterstützt wird diese These durch die steigenden Zahlen im Nutzungsverhalten von Smartphone-Besitzern. In den USA durchgeführte Studien bestätigen eine hohe „Smartphone-Aktivität“ der Menschen. So berichteten **Penglee et al. und Roberts et al.,** dass amerikanische Collegestudenten durchschnittlich 8 – 10 Stunden pro Tag am Smartphone verbringen **(Penglee u. a. 2019; ROBERTS u. a. 2014)**.

Die geringere Effektivität des Papierfragebogens als Methode zur Selbstbeobachtung, lässt sich durch veränderte Wertevorstellungen der letzten Jahrzehnte erklären. In der Vergangenheit wurden die Selbstbeobachtungsbögen klassischerweise auf Papier mit Stiften ausgefüllt. Im klinischen Alltag zeigte sich, dass besonders ältere Menschen die bewährte Methode favorisieren. Dem entgegen stehen aktuelle Erkenntnisse in der

Literatur, die zeigen, dass auch zunehmend ältere Erwachsene und Senioren mobile Health Techniken nutzen. In einer kanadischen Studie wurde die Nutzung von m-Health Technologien zur Selbstbeobachtung zwischen älteren Erwachsenen und der allgemeinen Erwachsenenbevölkerung verglichen. 51 % der älteren Erwachsenen nutzten mindestens eine mobile Gesundheitsapp auf ihren Smartphones oder Tablets **(Jaana und Paré 2020).**

Betrachtet man den Verlauf der Studie, so zeigte sich im ersten Studiendurchgang eine Ausnahme in der Häufigkeit der Selbstbeobachtungen. Anfänglich war die Anzahl an Selbstbeobachtungen (insgesamt und pro Tag) in der Papiergruppe höher als in der Appgruppe. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu den Einzelergebnissen der folgenden Studiendurchgänge. Grund dafür könnte eine vorübergehende stärkere Compliance der Papierfragebogenprobanden und eine gesteigerte Motivation zum Studienbeginn sein.

Das Smartphone ist weltweit ein wichtiger Gegenstand im täglichen Alltag geworden, welcher mit hoher Frequenz über den Tag genutzt wird. Es hat ebenso einen hohen materiellen und emotionalen Stellenwert für seinen Besitzer **(Feierabend u. a. 2005; Katz 2006).** Diese Tatsache konnte in dieser Studie unterstrichen werden.

Vollständigkeit

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass die Selbstbeobachtung in der Appgruppe im Vergleich zur Papiergruppe vollständiger durchgeführt wurde. Als vollständige Selbstbeobachtung wurden Studienunterlagen gewertet, die insgesamt 20 Einträge zur Selbstbeobachtung enthielten (fünf Einträge täglich über vier Beobachtungstage). Lag die Gesamtanzahl an Selbstbeobachtungen im Untersuchungszeitraum unter 20 Einträgen, wurde die Selbstbeobachtung als unvollständig bezeichnet. Die **Abbildung 8, Abbildung 9** und **Abbildung 10** in **6.1 Ergebnisse zum primären Studienziel** stellen die Ergebnisse in drei Kategorien dar. Der Anteil an Probanden in der Papiergruppe, die mindestens einen Selbstbeobachtungstag ausließen lag bei 16 %. Grund dafür könnte die genutzte Erinnerungstechnik zur Selbstbeobachtung in dieser Interventionsgruppe sein. Die Probanden der Papiergruppe wurden im Untersuchungszeitraum mittels roter Klebepunkte an die Selbstbeobachtung erinnert. Im Verlauf der Studie zeigte sich, dass das Platzieren von Klebepunkten in der Alltagsumgebung nur bedingt praktikabel

war. Besonders bei Personen, die ihren Standort am Tag häufig wechselten, funktionierte das Erinnern mithilfe von roten Punkten weniger gut. Um die Erinnerungsfunktion erfüllen zu können, müssen sich die markierten Alltagsgegenstände im gesamten Tagesverlauf im Blickfeld des Probanden befinden **(Lange u. a. 2013)**. Als Lösung für dieses Problem nutzten Probanden der Papiergruppe ihre eigenen Smartphones als Gedankenstütze. Die Papierfragebogennutzer platzierten die Klebepunkte auf ihren Mobiltelefonen oder Schutzhüllen als visuelles Zeichen der Erinnerung. Im Gegensatz zur aktiven Nutzung des Smartphones als Timer bzw. Wecker, war das äußere Bekleben konform mit den Studienvorgaben. Dieses Verhalten der Probanden in der Papierfragebogengruppe spiegelte eine hohe Affinität der jungen Studienpopulation zu mobilen Endgeräten wider.

Der Anteil an Probanden in der Appgruppe, die mindestens einen Selbstbeobachtungstag ausließen (< 15 Einträge gesamt) lag bei nur 5 %. In der Appgruppe wurden 30 % mehr vollständige Selbstbeobachtungen (20 Einträge gesamt) durchgeführt. Es ist anzunehmen, dass die Erinnerungsfunktion der „CMD-App“ mittels Push-Benachrichtigungen auf dem Smartphone effektiver war als die Erinnerungsmethode in der Papierfragebogengruppe. Aktuelle Untersuchungen belegen die Steigerung der Adhärenz bzw. Compliance durch Push-Benachrichtigungen als Erinnerungsfunktion bei mobilen Applikationen **(Bidargaddi u. a. 2018; MacPherson u. a. 2019).** Die Ergebnisse unserer Studie decken sich mit den in der Fachliteratur beschriebenen Thesen.

Es ist davon auszugehen, dass bei fehlender kontinuierlicher Erinnerung zur Selbstbeobachtung, die Vollständigkeit der Selbstbeobachtungseintragungen beeinträchtigt ist. Diese Studie konnte eine hohe Probandencompliance der „CMD-App“-Nutzer mithilfe von Erinnerungen durch Push-Benachrichtigungen unterstreichen.

7.2 Diskussion zum sekundären Studienziel

Die Daten zum sekundären Studienziel wurden in der vorliegenden Arbeit mithilfe des EFBs erhoben. Die „CMD-App“ zeigte sich in drei von vier definierten sekundären Studienkriterien als überlegen. Die Studie bestätigte eine hohe Alltagsintegrität sowie Übersichtlichkeit der „CMD-App“. Zusätzlich konnte ein geringerer Zeitaufwand bei der Selbstbeobachtung mithilfe der „CMD-App“ gezeigt werden. 76,67 % (23/30) der Probanden der Appgruppe brauchten im Mittel nur 2 Minuten für die Selbstbeobachtung mittels App. Demnach lässt sich feststellen, dass die Selbstbeobachtung mithilfe der „CMD-App“ schneller durchführbar war als mit dem Papierfragebogen.

7.2.1 Integrität in den Alltag

Die Ergebnisse **6.2.1 Integrität in den Alltag** und **6.2.4 Zeitaufwand** stehen im engen thematischen Zusammenhang **(siehe 7.2.4)**. Auf der analogen Schätzskala des EFB wurde die Alltagsintegrität der „CMD-App“ im Durchschnitt als „zutreffend“ eingeschätzt, wohingegen der Papierfragebogen von den Probanden als „neutral“ bewertet wurde.

Für die hochselektionierte Studienpopulation dieser Studie stellte sich die Intervention Papierfragebogen im Alltag des Studiums als wenig praktikabel heraus. Die Zahnmedizinstudenten wechselten innerhalb des Tages häufig den Standort, wobei die Gefahr bestand den Papierfragebogen zu vergessen oder zu verlieren. Zusätzlich benötigte das Ausfüllen eines Selbstbeobachtungsbogens auf Papier ein weiteres Hilfsmittel in Form eines Stiftes. Das Mitführen von Stift und Papierheftchen stellte sich im Verlauf der Untersuchung als umständlich für die Probanden heraus. An dieser Stelle sollte der Punkt der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung angeführt werden. Die Nutzung einer Smartphoneapp spart den Einsatz von Papier und Hilfsmitteln. Die privaten Smartphones der Probanden waren zu Beginn der Untersuchung als vorhandene Ressource gegeben und mussten im Gegensatz zu den Papierfragebögen nicht materiell vorbereitet werden. In der vorliegenden Untersuchung wurden rund 360 Seiten DIN A4 Papier benötigt, um die Papierfragebögen vorzubereiten.

Das Smartphone als multimediales Gerät hat vielfältige Nutzungsmöglichkeiten. Nach dem Download der „CMD-App“ hatten die Probanden die Möglichkeit mit ihrem vorhandenen Smartphone die Selbstbeobachtung durchführen. Die voranschreitende Integration der Smartphones in den Alltag wird durch technische, soziale und psychologische Faktoren beeinflusst. Das Smartphone wird heute als Informationsquelle für soziale Kontakte oder als Ersatz für eigenständige technische Geräte wie PCs oder Spielekonsolen genutzt und vereint somit viele Anwendungsgebiete in einem Gerät **(Bødker u. a. 2014; Buck u. a. 2014).** In dieser Untersuchung konnte gezeigt werden, dass das Smartphone als multimediales Gerät auch für medizinisch-therapeutische Anwendungszwecke genutzt werden kann. Zusätzlich konnte diese Studie eine hohe Alltagsintegrität der „CMD-App“ als Intervention zur Selbstbeobachtung belegen.

7.2.2 Achtsamkeit

Im Vergleich beider Interventionen in Bezug auf die Achtsamkeit für den Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich fand sich kein signifikanter Unterschied. Begründen lässt sich dieser Umstand damit, dass die Studienpopulation aus Zahnmedizinstudenten im klinischen Studienabschnitt bestand. Alle Probanden waren für das Thema CMD sensibilisiert. Dementsprechend ist von einer grundlegenden Achtsamkeit in Bezug auf die eigenen Zähne, das Kiefergelenk und die Muskulatur auszugehen.

Ein direkter Vergleich unserer Studie mit bevölkerungsrepräsentativen Studien gestaltet sich aufgrund der speziell ausgewählten Studienpopulation schwierig. Zur weiteren Einschätzung unserer Ergebnisse zum Thema Achtsamkeit haben wir uns dennoch entschieden, die vorliegenden Daten mit allgemeinen Studien außerhalb der Zahnmedizin zu vergleichen. Der Begriff Achtsamkeit findet aktuell große Beachtung in vielen Bereichen des Alltags. App-gestützte Achtsamkeitstrainings im therapeutischen und präventiven Bereich werden immer häufiger von Patienten verwendet. Eine Studie, die die Wirksamkeit eines App-basierten Achtsamkeitstrainings in Bezug auf gesundheitsrelevante Indikatoren bei Berufstätigen untersuchte, zeigte signifikant positive Effekte in den Bereichen Achtsamkeit, emotionale Intelligenz und Selbstwirksamkeit **(Möltner u. a. 2018)**.

7.2.3 Übersichtlichkeit

Die vorliegende Studie zeigt eine höhere Übersichtlichkeit der „CMD-App“ im Vergleich zum Papierfragebogen zur Selbstbeobachtung. Beide Gruppen unterschieden sich durchschnittlich um einen Punkt auf der visuellen Analogskala zur Evaluation der Übersichtlichkeit. Im Durchschnitt bewerteten die Papierprobanden ihre Intervention als „zutreffend“. Im Vergleich dazu wurde die Übersichtlichkeit der „CMD-App“ als „voll zutreffend“ eingeschätzt.

In der Papierfragebogengestaltung wurde auf ein handliches Format in Anlehnung an gängige Smartphones gesetzt. Der limitierende Faktor bei der Entwicklung des Selbstbeobachtungsbogens war die Abmessung des Papiers. Der gleiche textliche Inhalt musste komprimiert in einem Fragebogen mit den Maßen 16 cm x 8 cm untergebracht werden. Die Probanden der Papiergruppe erhielten für jeden Beobachtungstag jeweils ein „Heftchen“. Insgesamt wurde jeder Proband der Gruppe mit vier einzelnen Dokumenten zur Selbstbeobachtung ausgestattet. Dem entgegen stand die „CMD-App“, die auf dem privaten Smartphone des Probanden gespeichert war und ohne zusätzliche Hilfsmittel auskam. Die verminderte Übersichtlichkeit des Papierfragebogens lässt sich somit auf das beschränkte Platzangebot und die größere Anzahl an Studienunterlagen („Heftchen“) zurückführen.

Die Programmierer der „CMD-App“ haben bei der Entwicklung des Produktes auf ein übersichtliches und intuitives Design geachtet, welches an die Zielstellung der Studie und die Studienpopulation angepasst wurde. Die Benutzeroberfläche der „CMD-App“ wurde einfach gestaltet, um sich auf die Selbstbeobachtung im Rahmen der Studie zu konzentrieren. Bei der Entwicklung von modernen Medical Apps wird vermehrt auf einen benutzerorientierten Designprozess gesetzt **(Saparamadu u. a. 2021).** In den Entwicklungsprozess werden die Nutzer aktiv mit eingebunden, um eine auf den Endkunden zugeschnittene App zu erhalten **(LeRouge und Wickramasinghe 2013)**. Mithilfe des EFBs konnten wir in unserer Untersuchung Feedback zum Produkt „CMD-App“ erhalten und Lösungsvorschläge im Studienverlauf umsetzen. In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass die „CMD-App“ benutzerorientiert und übersichtlich gestaltet wurde.

7.2.4 Zeitaufwand

Wie bereits in **7.2.1 Integrität in den Alltag** beschrieben, stellen die Alltragintegrität und der Zeitaufwand wichtige Faktoren in der Beurteilung der Benutzerfreundlichkeit der beiden Interventionen dar. Angesichts der in dieser Untersuchung vorliegenden Ergebnisse, lässt sich annehmen, dass sich eine kurzweilige Intervention gleichzeitig auch gut in den Alltag der Probanden integrieren lässt. Diese Studie konnte zeigen, dass 76,67 % (23/30) der „CMD-App“ Nutzer nur zwei Minuten pro Tag mit der Selbstbeobachtung verbrachten. Im Vergleich dazu benötigten 56,10 % (23/41) der Papierfragebogenprobanden fünf Minuten täglich für die Selbstbeobachtung.

Eine Erklärung ist zunächst in der schnelleren und effizienteren Bedienung des Smartphones im Gegensatz zum Papierfragebogen zu suchen. Die Benutzeroberfläche der „CMD-App“ wurde so gestaltet, dass der Proband durch die Berührung des „Weiter-Buttons“ durch die Anwendung geführt wird. Dies scheint zeitlich deutlich effektiver zu sein als der Vorgang des Schreibens. Erhoben wurden die Werte des Zeitaufwandes mithilfe des Evaluationsfragebogens (EFB). Der Proband sollte die für die Selbstbeobachtung benötigte Zeit einschätzen (2 Minuten, 5 Minuten, mehr als 10 Minuten). Um den Faktor der Selbsteinschätzung zu umgehen, sollte in zukünftigen Untersuchungen eine exakte Zeitmessung zum Vergleich des Zeitaufwandes der Intervention erfolgen.

Die Ergebnisse des primären Studienziels sollten durch die von uns entwickelten vier sekundären Studienkriterien näher beschrieben werden. In dieser Untersuchung konnte dokumentiert werden, dass die „CMD-App“ eine Intervention mit hoher Alltagsintegrität und Übersichtlichkeit war, die mit geringem zeitlichem Aufwand durchgeführt werden konnte. Es konnte eine hohe Probandencompliance der „CMD-App“ Nutzer bestätigt werden. Im Hinblick auf die Zukunft zeigt sich die Methode der Selbstbeobachtung in der Zahnmedizin mithilfe von Smartphoneapps als lohnend.

7.3 Diskussion Initialfragbogen und Selbstbeobachtung

Die im IFB erhobenen Daten sollten zur ersten Orientierung und Einordnung der Studienpopulation dienen. Die Studie belegt, dass 43,21 % der Studienpopulation Beschwerden und Verspannungen der Kaumuskulatur in den letzten 6 Monaten hatten. Dieser Wert ähnelt denen in vergleichbaren Versuchsaufbauten der aktuellen Studienlage. In der Arbeit von **Wieckiewicz et al.** zeigten sich bei 54 % der 456 untersuchten Probanden Symptome von CMD. Die Studienpopulation bestand aus polnischen Studenten **(Wieckiewicz u. a. 2014).**

Bei 25,32 % der Probanden unserer Studie wurde im Vorfeld der Untersuchung eine CMD diagnostiziert. Das vorliegende Ergebnis deckt sich näherungsweise mit einer vergleichbaren Studie in der wissenschaftlichen Literatur. **Lövgren et al.** zeigten eine Prävalenz von 30 % für eine das Vorhandensein einer Diagnose gemäß der DC/TMD. Die Studienpopulation bestand insgesamt aus 54 Zahnmedizinstudenten **(Lövgren u. a. 2018).** Beide Studien wurden mit hochselektionierten Studienpopulationen mit niedrigen Fallzahlen durchgeführt.

Unsere Studie zeigte, dass 70,37 % der Studienpopulation eine Okklusionsschiene zur Therapie von Bruxismus besaßen. Dies steht im Widerspruch zu der Anzahl an Probanden, bei denen CMD diagnostiziert wurde (siehe **6.4.2 Diagnostizierte CMD**). Nur 25,32 % der Probanden gaben im IFB eine bereits vorliegende CMD-Diagnose an. Es liegt also eine Diskrepanz zwischen tatsächlichen Diagnosen und dem Vorhandensein von CMD-typischen Therapiemitteln in dieser Studienpopulation vor. Eine mögliche Erklärung für die auffallend hohe Anzahl an Okklusionsschienen liegt in der studentischen Ausbildung im integrierten Kurs. Häufig fertigen die Studenten Zentrikschienen selbst im Eigenlabor für ihre Kommilitonen an. Auch wenn die Okklusionsschiene das in Deutschland am häufigsten verwendete Therapiemittel bei CMD ist **(Hellmann und Schindler 2019; Ommerborn u. a. 2010),** lässt sich das von uns ermittelte hohe Ergebnis schwer direkt mit bevölkerungsrepräsentativen Studien vergleichen.

Die von uns neu eingeführten Screening-Fragen fünf und sechs des IFB wurden für den Fragebogen ausgewählt, um das Stresslevel und die berufliche Belastung der Probanden einzuschätzen. Die Frage „Haben Sie Kinder?“ wurde von nur 6,25 % der gesamten Studienpopulation mit „Ja“ beantwortet. Die Studie zeigte auch, dass 37,04

% aller Probanden im Beobachtungszeitraum einen Nebenjob hatten. Internationale Studien belegten den Zusammenhang zwischen Stress und CMD **(Auerbach u. a. 2001; Schiffman El u. a. 1992)**. Emotionaler Stress stellt einen Risikofaktor für das Entstehen von CMD dar **(Kindler u. a. 2019)**. Es ist davon auszugehen, dass die Probanden mit zusätzlicher familiärer Belastung und Nebenjob häufiger CMD-assoziierte Symptome oder Beschwerden zeigen. Im Rahmen dieser Studie wurde dieser Zusammenhang jedoch nicht näher untersucht. Die Angaben „Kinder“ und „Nebenjob“ dienten in dieser Untersuchung mit Zahnmedizinstudenten als Orientierung bei der Auswertung der Daten. Die Begriffe gaben keine fundierte Aussage über die psychische Gesundheit des Probanden. Um den Stresspegel und die psychische Belastung der Probanden differenzierter einschätzen zu können, sollte in folgenden Untersuchungen eine wissenschaftlich validierte Skala benutzt werden. Mithilfe kurzer Screening-Fragebögen wie dem *Composite International Diagnostic Screener (CID-S)* **(Wittchen u. a. 1999)** oder der *Allgemeinen Depressions-Skala (ADS)* **(Meyer und Hautzinger 2001)** kann das Vorhandensein einer psychischen Erkrankung überprüft werden. **Auerbach et al.** benutzten in ihrer Untersuchung beispielsweise die „Social Readjustment Rating Scale“ (SRRS), um das Stresslevel der Probanden in der Untersuchung zu bewerten **(Auerbach u. a. 2001)**.

Mithilfe des IFB konnte gezeigt werden, dass 31,65 % aller Probanden vor Beginn des Untersuchungszeitraumes (Zeitpunkt **T0**) Kopfschmerzen hatten. Innerhalb des viertägigen Beobachtungszeitraumes (Zeitraum **T1**) berichteten 79,01 % aller Probanden (Papiergruppe 77,78 %, Appgruppe 80,56 %) von Schmerzen und Verspannungen im Kopf- und Gesichtsbereich. Ein unmittelbarer Vergleich von unserer Pilotstudie mit internationalen Studien durchgeführt an CMD-Patienten ist schwer möglich, jedoch wurde zur allgemeinen Orientierung und Einordnung unserer Ergebnisse die bevölkerungsrepräsentative und regionale SHIP Studie genutzt **(Gesch u. a. 2004; Hensel u. a. 2003; Mksoud u. a. 2020).** 67,1 % der 1808 Probanden gaben Kopfschmerzen als Symptom an.

Kopfschmerzen und Verspannungen traten in unserer Untersuchung nach vier Selbstbeobachtungstagen 1,5-mal häufiger auf als zu Beginn der Studie. Dies führt zu der Annahme, dass die Benutzung der Interventionen (Papierfragebogen oder „CMD-App“) zu Kopfschmerzen führen kann. Die Appgruppe zeigte im direkten Vergleich geringfügig höhere Zahlen in Bezug auf Schmerzen und Verspannungen. Dieser Zusammenhang wurde auch in einer internationalen Studie von **Demir und Sumer**

gezeigt **(Demir und Sumer 2019).** Die Ergebnisse bestätigen, dass der übermäßige Gebrauch von Smartphones die Dauer und Frequenz von Kopfschmerzen bzw. Migräne erhöht. Es ist wichtig zu erwähnen, dass die Smartphoneapp in unserer Studie dazu programmiert wurde die Entstehung von Schmerzen im Kopf- und Gesichtsbereich zu verhindern. Die Nutzung dieser App sollte sich auf wenige Minuten pro Tag beschränken, sodass hierbei nicht von übermäßigem Gebrauch ausgegangen werden kann. Dies konnten die Ergebnisse in **6.2.4 Zeitaufwand** beweisen. Unabhängig von der Smartphone-Nutzung lässt sich die hohe Prävalenz für Kopfschmerzen durch die Lebensumstände der Zahnmedizinstudenten und durch den gewählten Zeitraum der Studiendurchgänge erklären. Die beiden ersten Studiendurchgänge wurden beispielsweise am Ende des Sommersemesters 2018 durchgeführt. Typischerweise finden Prüfungen für die Studenten des klinischen Abschnittes in diesem Zeitraum statt. Man kann demnach davon ausgehen, dass die hohe Anzahl von Probanden mit Schmerzen und Verspannungen auch auf Stress zurückzuführen sein kann.

Die Studie belegte, dass bei 41,77 % der Probanden Kiefergelenksknacken während der Selbstbeobachtung **T1** auftrat. Reibegeräusche des Kiefergelenks traten bei 15,38 % aller Probanden auf. Die Angaben über die Prävalenz von Gelenkgeräuschen schwanken je nach Studie enorm. Die Prävalenz von Gelenkgeräuschen liegt in der Bevölkerung bei Werten um die 30% **(Reißmann und John 2007; Schmitter u. a. 2005).** Es gibt jedoch auch Autoren, die Gelenkgeräusche bei bis zu 89 % der Studienpopulation nachwiesen **(Ohrbach u. a. 2011).** Damit ordnen sich die Ergebnisse dieser Studie zwischen denen in der wissenschaftlichen Literatur beschriebenen Arbeiten ein.

25 % der gesamten Studienpopulation knirschte im Untersuchungszeitraum mit den Zähnen. Das Zähnepressen war deutlich häufiger bei allen Probanden vertreten. Die Studie zeigt, dass 62,5 % aller Probanden mit den Zähnen pressten. Diese Zahlen decken sich annähernd mit den Ergebnissen in der wissenschaftlichen Literatur. **Schiffman et al**. führten in ihrer Studie eine Befragung zum Thema Parafunktionen durch **(Schiffman El u. a. 1992)**. Bis zu 58 % der Teilnehmer pressten mindestens einmal in der Woche mit den Zähnen. Auch diese Untersuchung zeigte, dass das Zähneknirschen prozentual weniger häufig auftrat. Bis zu 29 % der Probanden pressten mindestens einmal wöchentlich mit den Zähnen.

7.4 Methodenkritik

Die Selbstbeobachtung diente in unserer Untersuchung primär als Methode der Datenerhebung. Dies brachte Vor- und Nachteile mit sich. Die einfache Durchführbarkeit der Selbstbeobachtung in Bezug auf Ressourcen und Material ist als vorteilhaft anzusehen. Im Gegensatz zu anderen psychotherapeutischen Interventionen wie z.B. dem Interview konnte mithilfe dieser Methode ein Zugang zum Bewusstsein des Patienten geschaffen werden **(J.F. 2000)**. Die Selbstbeobachtung im Allgemeinem bietet Potential für Fehler und Verzerrungen. Dies äußert sich in potenziell geringer Reliabilität, da das Verfahren unter Umständen bedingt nachprüfbar oder vergleichbar erscheint. Der Reaktivitätseffekt ist in der Selbstbeobachtung in den meisten Fällen erwünscht. Doch jede Beobachtung verändert auch die zu beobachtende Verhaltensweise. Zusätzlich besteht die Gefahr der Selbsttäuschung des Probanden **(Caspar 2017)**.

In unserer Studie wurde die digitale Umsetzung der Selbstbeobachtung mithilfe der Intervention „CMD-App“ untersucht. Wir konnten eine gesteigerte Compliance bei Benutzung der „CMD-App“ nachweisen. Ein mit unserer Studie vergleichbares Konzept zur Selbstbeobachtung bei Kopfschmerzen verfolgt die „Migraine-App“. In einer Studie von **Göbel et al.** wurde mithilfe eines Onlinefragebogens die Therapietreue der „Migraine-App“ mit der klassischen Papierdokumentation verglichen. Die mit 1464 Probanden (mittleres Alter 47,19 ± 11,37) durchgeführte Untersuchung zeigt eine signifikante Reduktion der Kopfschmerztage pro Monat durch das Benutzen der App **(Göbel u. a. 2019)**. Beide Studien unterscheiden sich in Größe und Alter der Studienpopulation. Die „Migraine-App“ konzentriert sich thematisch hauptsächlich auf Kopfschmerzen im neurologischen Kontext. Selbstbeobachtung mithilfe von mobilen Applikationen bei CMD wurde in der Literatur bisher kaum wissenschaftlich aufgearbeitet. **Manfredini et al.** veröffentlichten 2016 eine Studie, die die „BruxApp“ zur Diagnose bzw. Beurteilung von Wachbruxismus untersuchte **(Manfredini u. a. 2016)**. Die „BruxApp“ ist als größtes Konkurrenzprodukt zur „CMD-App“ anzusehen.

Vor Beginn der Studie wurde eine kurze unabhängige Onlineumfrage zum Smartphonebetriebssystem der Teilnehmer in den ersten beiden Studiengruppen durchgeführt. Daraus ergab sich eine annähernd gleiche Verteilung von Android- und iOS-Nutzern. Aus organisatorischen Gründen wurde die Smartphoneapp nur für das

Android Betriebssystem programmiert, sodass sich diese erste Pilotuntersuchung auf eine mobile App konzentrieren konnte. Durchgeführt wurde diese Studie, aufgrund der methodisch bedingten Teilung, als monozentrische, zweiarmige, offene Interventionsstudie ohne Randomisierung. Eine Randomisierung konnte aufgrund technischer Voraussetzungen mit der gegebenen Studienpopulation nicht erfolgen. Die gewählte Studienart stellt eine Limitation in der Methodik dar. Eine Wiederholung der Studie als randomisierte kontrollierte Studie (RCT) wäre wünschenswert, um eine zufällige Verteilung der Probanden auf die Interventionsgruppen zu gewährleisten.

Die vorliegende Untersuchung wurde ursprünglich mit drei Studiendurchgängen geplant. Von den 110 Teilnehmern der Studie blieben nach dem dritten Durchgang aufgrund der hohen Dropout-Quote und der oben beschriebenen Probandenzuteilung eine Gesamtanzahl von (28/73) App-Probanden übrig. Daraufhin wurde entschieden einen vierten Studiendurchgang ausschließlich mit Probanden der „CMD-App“ Gruppe durchzuführen, da die Ergebnisse aufgrund der geringen Fallzahl schwer auswertbar erschienen. Die finale Studienpopulation umfasste 81 Personen, davon 33 Männer und 48 Frauen. Bei der Geschlechtsverteilung spiegelte die Studienpopulation den aktuellen Trend der „Feminisierung in der Zahnmedizin“ wider **(Blankenburg 2020; Haslach u. a. 2018; Nkenke u. a. 2015).** Aktuelle Daten der **KZBV** aus dem Jahr 2020 zeigten einen Frauenanteil in der Zahnmedizin von 44,5 %. Prognostisch soll dieser Wert bis 2025 auf 46,2 % – 50,4 % steigen **(KZBV 2021).** Das Durchschnittsalter der Studienpopulation lag bei 26 Jahren. Der jüngste Proband war 21 und der älteste Proband 36 Jahre alt. Bezogen auf das Durchschnittsalter für das Vorhandensein einer CMD waren die Probanden etwas jünger als üblicherweise in der Literatur berichtet. **Gesch et al.** und **LeResche** zeigten in ihren Untersuchungen, dass der CMD-Altersgipfel in der zweiten bis vierten Lebensdekade liegt **(Gesch u. a. 2004; LeResche 1997)**.

In der vorliegenden Arbeit bestand die Studienpopulation ausschließlich aus Zahnmedizinstudenten im klinischen Studienabschnitt. Die zugrundeliegende Studienpopulation ist als hochselektioniert und nicht bevölkerungsrepräsentativ einzustufen. Die Gruppe setzte sich aus Personen mit hohem Bildungsstand und Sensibilisierung für das Thema CMD zusammen. Studien belegen, dass die Beschaffung und Nutzung von Gesundheitsinformationen über das Internet oder mobile Endgeräte von den persönlichen Eigenschaften des Nutzers abhängig sind. Zu den personengebundenen Einflussfaktoren gehören Alter, Geschlecht und

Bildungsgrad **(Baumann u. a. 2017; Link und Baumann 2020).** Der Zusammenhang zwischen Bildungsstand und Gesundheitsbewusstsein wurde in zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten bestätigt **(Gretz 2015; Kuntz 2011).**

Für diese Pilotuntersuchung (Vergleich zweier Methoden der Selbstbeobachtung) wurde bewusst eine selektionierte Studienpopulation ausgewählt, welche profundes Hintergrundwissen für die Erkrankung CMD mit sich brachte. Im Anschluss an die Intervention konnten die Teilnehmer fundiertes Feedback in Hinblick auf die klinische Praktikabilität der jeweiligen Intervention geben. Diese Evaluation kann in Zukunft für die Weiterentwicklung des Produktes „CMD-App“ und nachfolgende Studien genutzt werden. In Anlehnung an die Ergebnisse dieser Studie sollte eine Wiederholung des Studienaufbaus mit einer größeren Studienpopulation erfolgen. Zusätzlich wäre eine Untersuchung einer älteren Studienpopulation, die den typischen Altersgipfel des Krankheitskomplexes CMD abbildet, ratsam. Um zu prüfen, ob die Ergebnisse dieser Studie auf eine ältere Studienpopulation übertragbar sind, sollten künftig Patienten im Alter von 30 – 50 Jahren untersucht werden, bei denen bereits CMD diagnostiziert wurde.

Bei der Entwicklung und Gestaltung der Interventionen wurde auf eine methodische Vergleichbarkeit geachtet. Der Gestaltungsspielraum des Papierfragebogens zur Selbstbeobachtung war auf das Format von 8 cm x 16 cm beschränkt, um ein Dokument mit Smartphone-ähnlichen Abmessungen zu erhalten. Beim Fragebogendesign stellte die Anordnung der Kästchen im „Multiple-Choice Stil“ eine Herausforderung dar. Beispielsweise konnten auf dem Papierfragebogen unter Frage drei bestimmte Symptomkombinationen zum „*Reiben und Knacken“* nicht abgebildet werden (**siehe Anhang 12.3 Abbildung 14 Papierfragebogen**). Gleichzeitiges „*Reiben und Knacken*“ auf der rechten Seite und isoliertes „*Reiben“* auf der linken Seite konnte von den Probanden nicht angekreuzt werden. Aus diesem Grund konzentrierte sich die Auswertung der Daten nur auf das Auftreten von Kiefergelenksknacken und -reiben in der jeweiligen Interventionsgruppe. Auf eine Unterscheidung nach Lokalisation der Symptome (*rechts, links oder beidseits*) wurde verzichtet, da die Probanden der Papierfragebogengruppe nicht die Möglichkeit hatten bestimmte Symptomkombinationen auszuwählen. In Hinblick auf die Zielstellung und die Studienpopulation dieser Untersuchung war die genaue Unterteilung und Lokalisation von Symptomen wie Kiefergelenksknacken und -reiben zunächst nicht notwendig, um ein Ergebnis zu formulieren. Für die zukünftigen Untersuchungen sollte sichergestellt

werden, dass beide Gruppen gleiche Voraussetzungen beim Ausfüllen der Fragebögen haben. Als Lösungsansatz wäre die Vergrößerung des Papierfragebogenformates denkbar, um alle ankreuzbaren Kombinationen übersichtlich abzubilden.

Mithilfe des EFB wurden die Anregungen und Verbesserungsvorschläge der Probanden dokumentiert. Insgesamt vier Teilnehmer (4/81) forderten eine Individualisierung der Symptome bzw. Beschwerden des Bogens. Allgemeine sprachlichen Formulierungen wie *„Wange“, „Schläfe“* oder *„Region vor dem Ohr“* sollten laut Probandenkritik durch die medizinischen Fachbegriffe ersetzt werden. In dieser Untersuchung wurde bereits im **Abschnitt 5 Material und Methoden** unter **5.2.2.1 CMD-Patientenfragebogen in Papierform** ausführlich beschrieben, dass validierte wissenschaftliche Fragebögen die Grundlage für den Papierfragebogen bildeten **(Born 2008; John 2006; Okeson 2008).** Diese Fragebögen richten sich an das CMD-Patientenklientel und müssen somit für den Nutzer einfach und verständlich gestaltet werden. Demgegenüber steht die hochselektionierte Studienpopulation dieser Untersuchung mit Vorbildung in Hinblick auf die Erkrankung CMD. Der Wunsch nach fachspezifischen Begriffen in der Fragebogengestaltung durch die Zahnmedizinstudenten lässt sich nicht auf die Allgemeinbevölkerung übertragen. In Nachfolgestudien sollte darauf geachtet werden die ausgewählten Symptombeschreibungen der Studienpopulation angemessen zu formulieren.

Neben der Anpassung der sprachlichen Formulierungen, sollte die Notwendigkeit bestimmter Symptombeschreibungen geprüft werden. Im gesamten Untersuchungszeitraum wurde die Schmerzlokalisation *„Kinn“* von keinem Probanden innerhalb der Selbstbeobachtung ausgewählt. Das könnte daran liegen, dass Schmerzen am Kinn eher seltene Symptome einer CMD-Erkrankung sind. **Scrivani et al.** beschrieben in ihrer Arbeit, dass einseitiger Gesichtsschmerz als häufigstes Symptom von CMD zum Ohr, in die Temporal- und Periorbitalregion, zum Unterkieferwinkel und zum Nacken ausstrahlen kann **(Scrivani u. a. 2008)**. In zukünftigen Studien sollte die Antwortmöglichkeit „Kinn“ aus dem Selbstbeobachtungsbogen entfernt oder durch eine andere Schmerzlokalisation ersetzt werden.

Wir haben uns im Rahmen dieser Studie dazu entschieden die „CMD-App“ ausschließlich für das Android Betriebssystem programmieren zu lassen. In Zusammenarbeit mit der Firma M&W GmbH aus Greifswald konnten somit Ressourcen und Kosten gespart werden. Zusätzlich beschränkte sich die Testphase für die „CMD-App“ auf nur eine Softwareanwendung. Die Fehlernanalyse musste nur auf einem Betriebssystem durchgeführt werden, was sich als Zeitersparnis herausstellte. Gleichzeitig lässt sich die Beschränkung auf ein Betriebssystem als methodische Schwäche einstufen. Die größte Einschränkung bei der Entwicklung und Programmierung der App bestand in den gesetzlichen und Behördlichen Vorgaben für die Entwicklung einer Medical App. Um eine Medical App auf den Markt zu bringen, benötigt die mobile Anwendung eine Zertifizierung nach MPG bzw. eine CE-Zertifizierung **(**siehe **3.3.3 Medizinproduktegesetz**). Um diesen langwierigen Prozess im Kontext dieser Studie zu umgehen, wurde die „CMD-App“ zunächst als reines Instrument zur Datenerhebung geplant, welches keine Zertifizierung benötigte. Die „CMD-App“ als Studienintervention ist laut Zweckbestimmung weder aktiv diagnostizierend noch aktiv therapeutisch einzuordnen. Die oben beschriebene methodische Limitation könnte in künftigen Versuchsaufbauten umgangen werden, wenn die „CMD-App“ zusätzlich für das iOS Betriebssystem programmiert werden würde. Eine iOS Version der App wurde von insgesamt vier (4/81) Probanden im EFB gewünscht.

In den vier Studiendurchgängen traten verschiedene technische Probleme der „CMD-App“ auf. In der **Tabelle 8 Verbesserungsvorschläge Appgruppe unter 6.6.1** wurde bereits eine Anzahl technischen Problemen mit der „CMD-App“ aufgezählt. Die **Tabelle 3 Updatehistorie „**CMD-App unter **5.2.2.2** zeigt durchgeführten Updates und bereits behobenen Fehler der „CMD-App“. Es traten jedoch auch weitere technische Schwierigkeiten auf, die im Nachgang nicht von den Probanden evaluiert wurden.

Im Folgenden werden die aufgetretenen Fehler stichpunktartig aufgezählt:

- Layoutprobleme
- Zeitliche Beschränkungen der Selbstbeobachtung fehlerhaft
- Fehler bei der automatischen Dateienübertragung
- Fehler bei Push-Benachrichtigungen
- Absturz der App nach Beantwortung der ersten Frage
- Absturz der App bei Neustart des Smartphones

Die Layoutprobleme der App und die Fehler bei der zeitlichen Beschränkung zwischen zwei Selbstbeobachtungen sind auf Planungsfehler zurückzuführen. Es war notwendig die gestalterischen und zeitlichen Vorgaben noch einmal zu überarbeiten. Die übrigen technischen Fehler sind als unvorhersehbare Probleme einzustufen. Ein Proband berichtete im EFB, dass es keine Möglichkeit zur automatischen Datenübertragung gab. Die kurzfristige Lösung für diese Einschränkung war die manuelle Datenübertragung an die für die Studie vorbereitete Emailadresse. Zusätzlich konnte ein Softwareupdate Abhilfe in Bezug auf die Datenübertragung schaffen. Zentrales Problem der „CMD-App“ war die Unzuverlässigkeit der Push-Benachrichtigungen als Erinnerung zur Selbstbeobachtung. Insgesamt berichteten sieben Probanden von Problemen bei den Benachrichtigungen. Abstürze der App traten zeitweise nach Beantwortung der ersten Frage oder nach einem Neustart des Smartphones auf. Teilweise sendete die App zu viele Push-Benachrichtigungen, sodass die Appprobanden mehr als fünf Selbstbeobachtungen pro Tag durchführen konnten. Im Verlauf der Studie wurde versucht die aufgetretenen technischen Probleme mithilfe von Softwareupdates zu beheben Dies gelang jedoch nicht vollständig, denn es zeigten sich auch im letzten Studiendurchgang weiterhin Fehler bei den Push-Benachrichtigungen. Durch die aufgetretenen technischen Fehler fehlte die Erinnerung zur Durchführung der Selbstbeobachtung, was zu einer Verzerrung der Ergebnisse führte. Es ist davon auszugehen, dass die reale Effektivität der „CMD-App“, gemessen an der Häufigkeit bzw. Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen, höher einzuschätzen ist als in den Ergebnissen ermittelt. In zukünftigen Studien könnte die Überlegenheit der „CMD-App“ mit einer technisch einwandfreien App noch deutlicher herausgearbeitet werden.

Neben Softwarefehlern der App waren auch fehlerhafte Smartphone-Einstellungen der Probanden Grund für die fehlenden Benachrichtigungen während des Untersuchungszeitraumes. Bevor eine Folgeuntersuchung mit der „CMD-App“ starten kann, muss die Software durch die Entwickler nochmals gründlich geprüft und überarbeitet werden. Zusätzlich muss sichergestellt sein, dass alle Nutzer die Allgemeineinstellungen ihrer Smartphones angepasst haben.

Die „CMD-App“ konnte ihr Potenzial aufgrund von Softwareproblemen nicht ausschöpfen. Dennoch ist es wichtig das Produkt „CMD-App“ weiterzuentwickeln. Kommunikationstools wie SMS, Chat oder E-Mail wären denkbare Verbesserungen, um den Kontakt zwischen Behandler und Patient aufrecht zu erhalten. Bei eventuell

auftretenden Fragen oder Unsicherheiten hätte der Nutzer die Möglichkeit sich mit Verantwortlichen der App auszutauschen. Die Erinnerungs- und Feedbackmechanismen müssen zwingend verbessert werden und voll funktionsfähig sein. Als nützlich könnte sich auch ein Aktivitätentracking mithilfe des Smartphones oder eines Wearables herausstellen. Wearable ist definiert als mobiles elektronisches Gerät oder Zubehör, das unauffällig am Körper getragen wird oder in die Kleidung des Trägers integriert ist **(Lukowicz u. a. 2004)**. Damit könnte die App beispielsweise auf die Daten der Schlafaktivität zugreifen und Rückschlüsse zum Schlafverhalten und eventuell auftretenden Bruxismus ziehen. Für die Verbesserung der „CMD-App“ werden in Zukunft weiterführende Produkttests mit komplexem Studiendesign notwendig sein. Perspektivisch werden zusätzliche Herausforderungen in Bezug auf Marken- und Namensrechte, gesetzliche Vorgaben und Zertifizierungen nach MPG und CE anstehen, um die „CMD-App“ als Medical App auf den Markt bringen zu können.

Als methodische Limitationen dieser Untersuchung kann man die geringe Fallzahl (N=81) und die hochselektionierte Studienpopulation benennen, die keine bevölkerungsrepräsentativen Aussagen zuließen. Technische Probleme der „CMD-App“ machten innerhalb des Beobachtungszeitraumes Updates und Anpassungen der Intervention notwendig und veränderten somit den Versuchsablauf. Eine mögliche Verzerrung der Ergebnisse ist nicht auszuschließen. Die „CMD-App“ war in dieser Untersuchung fehleranfällig in Bezug auf unvorhersehbare technische Ereignisse. Die analoge Kombination aus Papierfragebogen und roten Klebepunkten zur Selbstbeobachtung hatte in diesen Punkt einen Vorteil gegenüber der digitalen Variante. Trotz dieser methodischen und technischen Einschränkungen konnte „CMD-App“ ihre Überlegenheit in der Selbstbeobachtung in dieser Pilotuntersuchung demonstrieren, sodass sich beide Argumente annähernd aufwiegen.

Nach unserem Kenntnisstand ist unser Vergleich zwischen der konventionellen Selbstbeobachtung mittels Papierfragebögen und Selbstbeobachtung mittels Smartphoneapp zur Diagnostik von CMD neuartig. Die Neuentwicklung der für diese Studie genutzten Interventionen und Fragebögen zur Datenerhebung sind als Stärke hervorzuheben. Die „CMD-App“ wurde auf Basis des zuvor entwickelten Papierfragebogen in Zusammenarbeit mit dem regionalen Appentwickler M&W GmbH entwickelt. Demnach diente unsere Untersuchung als Pilotstudie und Produkttest für die „CMD-App“. Damit grenzt sich unsere Untersuchung klar von anderen Studien ab.

Es ist denkbar eine weiterentwickelte Version als Medical App, auch außerhalb des Studienkontextes, auf den Markt zu bringen und somit die Nutzung neuer digitaler Medien zur Diagnose und Therapie von CMD-Erkrankungen in der Zahnheilkunde voranzutreiben.

8 Zusammenfassung

In dieser Studie wurden zwei Methoden zur Selbstbeobachtung bei CMD verglichen. Das primäre Ziel dieser Studie war die Gegenüberstellung der „CMD-App“ mit dem Papierfragebogen zur Selbstbeobachtung und die Untersuchung der Patientencompliance bei Anwendung der jeweiligen Interventionen. Sekundär sollten Alltagsintegrität, Übersichtlichkeit, Achtsamkeit und Zeitaufwand der Interventionen untersucht werden. In einem Zeitraum von 20 Monaten nahmen insgesamt 81 Probanden, im Alter von 21 bis 36 Jahren, an der Studie teil. Die Studienpopulation bestand aus Zahnmedizinstudenten der Universitätsmedizin Greifswald im klinischen Studienabschnitt. Die Selbstbeobachtung wurde von beiden Gruppen vier Tage lang jeweils fünf Mal täglich durchgeführt. Die Papierfragebogengruppe benutzte für den Beobachtungszeitraum vier Papierfragebögen in Gestaltung und Format eines Smartphones zusammen mit roten Klebepunkten als Erinnerungshilfe. Die Appgruppe benutzte eine Android-Smartphoneapp mit dem Namen „CMD-App“, welche als Erinnerung an die Selbstbeobachtung Push-Benachrichtigungen versendete.

Die „CMD-App“ war gemessen an der Gesamtanzahl an Eintragungen zur Selbstbeobachtung dem Papierfragebogen überlegen. Die Probanden in der Appgruppe haben durchschnittlich 8,9 % mehr Selbstbeobachtungen durchgeführt als die Probanden, die den Papierfragebogen nutzten. In den Punkten Alltagsintegrität, Übersichtlichkeit und Zeitaufwand war die „CMD-App“ gegenüber dem Papierfragebogen ebenfalls im Vorteil. Es konnte auch gezeigt werden, dass 76,67 % der Probanden der Appgruppe durchschnittlich nur 2 Minuten pro Tag mit der Selbstbeobachtung verbrachten.

Trotz methodischer Limitationen konnte die vorliegende Studie belegen, dass die elektronische Selbstbeobachtung mittels „CMD-App“ der Selbstbeobachtung mithilfe eines Papierfragebogens überlegen ist. Die Arbeit konnte einen Hinweis geben, wie digitaler Medien in der Zahnheilkunde in Zukunft genutzt werden könnten. Eine technisch ausgereifte „CMD-App“ hat Potenzial Zahnärzte in der Diagnose und Therapie von CMD zu unterstützen und die herkömmliche Methode zur Selbstbeobachtung abzulösen oder zu ergänzen.

9 Literaturverzeichnis

Ahlers, Marcus Oliver; Fussnegger, M.; Göz, G.; u. a. (2015): *Zur Therapie der funktionellen Erkrankungen des kraniomandibulären Systems*, (Wissenschaftliche Mitteilung) Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT).

Ahlers, Marcus Oliver; Jakstat, Holger A.; Ahlers-Jakstat (Hrsg.) (2011): *Klinische Funktionsanalyse: manuelle Strukturanalyse ; interdisziplinäre Diagnostik*, 4. erw. und aktualisierte Aufl. Hamburg: DentaConcept-Verl.

aktivmed GmbH (2021a): Das Messsystem, *GlucoCheck Gold*, [online] https://www.glucocheck-gold.de/das-messsystem/ [04.04.2021].

aktivmed GmbH (2021b): Home(DIAmant), *DIAmant-App*, [online] https://www.diamant-app.de/ [04.04.2021].

Amelang, Manfred; Schmidt-Atzert, Lothar (2006): *Psychologische Diagnostik und Intervention*, Berlin: Springer-Verlag.

Annandale, Thomas (1887): On displacement of the inter-articular cartilage of the lower jaw, and its treatment by operation, in: *The Lancet*, S. 411.

Asquini, Giacomo; Bianchi, Andrea Edoardo; Heneghan, Nicola R.; u. a. (2019): Predictors of pain reduction following manual therapy in patients with temporomandibular disorders: a protocol for a prospective observational study, in: *BMJ open*, Jg. 9, Nr. 11, S. e032113, doi: 10.1136/bmjopen-2019-032113.

Auerbach, S. M.; Laskin, D. M.; Frantsve, L. M.; u. a. (2001): Depression, pain, exposure to stressful life events, and long-term outcomes in temporomandibular disorder patients, in: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, Jg. 59, Nr. 6, S. 628–633; discussion 634, doi: 10.1053/joms.2001.23371.

Barth, Tobias; Göldner, Moritz; Spitzenberger, Folker (2021): Einfluss von regulatorischen Anforderungen auf Innovationen in der Medizintechnik am Beispiel der europäischen Medical Device Regulation („MDR“) und des nationalen Digitale-Versorgung-Gesetzes („DVG“), in: Markus Bodemann, Wiebke Fellner, und Vanessa Just (Hrsg.), *Zukunftsfähigkeit durch Innovation, Digitalisierung und Technologien: Geschäftsmodelle und Unternehmenspraxis im Wandel*, Berlin, Heidelberg: Springer (Organisationskompetenz Zukunftsfähigkeit), S. 223–252, doi: 10.1007/978-3-662-62148-6_10.

Baumann, Eva; Czerwinski, Fabian; Reifegerste, Doreen (2017): Gender-Specific Determinants and Patterns of Online Health Information Seeking: Results From a Representative German Health Survey, in: *Journal of Medical Internet Research*, Jg. 19, Nr. 4, S. e6668, doi: 10.2196/jmir.6668.

Behrends, Marianne; von Jan, Ute; Illiger, Kristin; u. a. (2015): Gesundheitsapps und Gesundheitsinformationen im Internet für Laien – auch ein Thema für Ärzte?,

in: German Medical Science GMS Publishing House, S. DocAbstr. 029, doi: 10.3205/15gmds017.

Bernhardt, Olaf; Hawaii, Said; Sümnig, Wolfgang; u. a. (2012): Electrical stimulation of the temporalis muscle during sleep of myofascial pain - a pilot study, in: *Quintessence publishing USA*, Jg. 4, Nr. 3, S. 197–210.

Besimo, Christian E. (2010): Diagnostik und Therapie dysfunktionsbedingter Kiefer-, Gesichts- und Kopfschmerzen, in: *Zeitschrift für Komplementärmedizin*, Jg. 2, Nr. 02, S. 22–27, doi: 10.1055/s-0029-1240989.

Bidargaddi, Niranjan; Almirall, Daniel; Murphy, Susan; u. a. (2018): To Prompt or Not to Prompt? A Microrandomized Trial of Time-Varying Push Notifications to Increase Proximal Engagement With a Mobile Health App, in: *JMIR mHealth and uHealth*, Jg. 6, Nr. 11, S. e10123, doi: 10.2196/10123.

Blankenburg, Elena (2020): Frauen in der Zahnmedizin, in: *Der Freie Zahnarzt*, Jg. 64, Nr. 11, S. 58–59, doi: 10.1007/s12614-020-9448-x.

Bødker, Mads; Gimpel, Gregory; Hedman, Jonas (2014): Time-out/time-in: the dynamics of everyday experiential computing devices, in: *Information Systems Journal*, Jg. 24, Nr. 2, S. 143–166, doi: https://doi.org/10.1111/isj.12002.

Born, G. (2008): SHIP-2/SHIP-Trend Zahn- und Mundgesundheitsinterview Papierversion,.

BruxApp Project (2019): BruxApp – Apps bei Google Play, [online] https://play.google.com/store/apps/details?id=bruxapp.info.Bruxapp&hl=de [30.12.2019].

Buck, Christoph; Germelmann, Claas Christian; Eymann, Torsten (2014): *Werte und Motive als Treiber der Smartphone-Nutzungsaktivitäten: Eine empirische Studie*, (Working Paper Nr. 59) Bayreuther Arbeitspapiere zur Wirtschaftsinformatik.

Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2015): BfArM - Orientierungshilfe Medical Apps, *Bundesinstitut für Arzneimiteel und Medizinprodukte*, [online] https://www.bfarm.de/DE/Medizinprodukte/Abgrenzung/MedicalApps/_node.html [30.01.2019].

Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2017): VERORDNUNG (EU) 2017/ 745 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES - vom 5. April 2017 - über Medizinprodukte, zur Änderung der Richtlinie 2001/ 83/ EG, der Verordnung (EG) Nr. 178/ 2002 und der Verordnung (EG) Nr. 1223/ 2009 und zur Aufhebung der Richtlinien 90/ 385/ EWG und 93/ 42/ EWG des Rates, in: S. 175.

Bundesministerium für Gesundheit (2019a): Ärzte sollen Apps verschreiben können, *Bundesgesundheitsministerium*, [online] https://www.bundesgesundheitsministerium.de/digitale-versorgung-gesetz.html [20.12.2019].

Bundesministerium für Gesundheit (2019b): Chronisch kranke Menschen, *Bundesgesundheitsministerium*, [online] https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/c/chronisch-kranke-menschen.html [12.04.2020].

Burits, Julia (2019): Kieferfreund | Die App für entspannte Kiefer, [online] https://www.kieferfreund.com/ [30.12.2019].

Campbell, Donald T. (1957): Factors relevant to the validity of experiments in social settings, in: *Psychological Bulletin*, US: American Psychological Association, Jg. 54, Nr. 4, S. 297–312, doi: 10.1037/h0040950.

Caspar, F. (2017): Selbstbeobachtung, in: Markus Antonius Wirtz (Hrsg.), *Dorsch - Lexikon der Psychologie*, 18. Auflage Bern: Hogrefe, S. 1490.

Chatzopoulos, Georgios S.; Sanchez, Miguel; Cisneros, Alejandro; u. a. (2019): Prevalence of temporomandibular symptoms and parafunctional habits in a university dental clinic and association with gender, age, and missing teeth, in: *Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice*, Jg. 37, Nr. 3, S. 159–167, doi: 10.1080/08869634.2017.1399649.

Christidis, Nikolaos; Lindström Ndanshau, Elisande; Sandberg, Amanda; u. a. (2019): Prevalence and treatment strategies regarding temporomandibular disorders in children and adolescents-A systematic review, in: *Journal of Oral Rehabilitation*, Jg. 46, Nr. 3, S. 291–301, doi: 10.1111/joor.12759.

ck/pm (2019): Ärzte sollen Apps verschreiben können, in: *zm-online*,.

Costen, J. B. (1997): A syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of the temporomandibular joint. 1934, in: *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, Jg. 106, Nr. 10 Pt 1, S. 805–819, doi: 10.1177/000348949710601002.

Cuijpers, P.; Donker, T.; van Straten, A.; u. a. (2010): Is guided self-help as effective as face-to-face psychotherapy for depression and anxiety disorders? A systematic review and meta-analysis of comparative outcome studies, in: *Psychological Medicine*, Jg. 40, Nr. 12, S. 1943–1957, doi: 10.1017/S0033291710000772.

Dalanon, Junhel; Ugalde, Raul B.; Catibod, Leonedes D.; u. a. (2020): Comparative analysis of education, awareness, and knowledge of dentists and physical therapists in the treatment of temporomandibular disorders, in: *Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice*, S. 1–8, doi: 10.1080/08869634.2020.1786332.

Demir, Yasemin P.; Sumer, Mehmet M. (2019): Effects of smartphone overuse on headache, sleep and quality of life in migraine patients, in: *Neurosciences (Riyadh, Saudi Arabia)*, Jg. 24, Nr. 2, S. 115–121, doi: 10.17712/nsj.2019.2.20180037.

Diabetes Service Center GmbH (2018): Diabetes Service Center, [online] http://www.kadis-online.de/ [04.04.2021].

Dr. Johner, Christian (2017): Mobile Medical Apps — Medizinische Apps, *Wissen zu medizinischer Software*, [online] https://www.johner-institut.de/blog/tag/mobile-medical-apps/ [11.09.2017].

Dworkin, S. F. (2010): Research Diagnostic criteria for Temporomandibular Disorders: current status & future relevance, in: *Journal of Oral Rehabilitation*, Jg. 37, Nr. 10, S. 734–743, doi: 10.1111/j.1365-2842.2010.02090.x.

Dworkin, S. F.; LeResche, L. (1992): Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique, in: *Journal of Craniomandibular Disorders: Facial & Oral Pain*, Jg. 6, Nr. 4, S. 301–355.

Ernst, Arneborg; Freesmeyer, Wolfgang B. (2007): *Funktionsstörungen im Kopf-Hals-Bereich: für Mediziner und Zahnmediziner*, Georg Thieme Verlag.

Ettlin, Dominik (2019): 19 Diagnostischer Prozess und Klassifikationssysteme, in: *Das Kiefergelenk in Funktion und Dysfunktion*, 2019. Auflage Thieme Verlag, doi: 10.1055/b-0039-167353.

Eysenbach, G (2001): What is e-health?, in: *Journal of Medical Internet Research*, Jg. 3, Nr. 2, doi: 10.2196/jmir.3.2.e20.

Feierabend, Sabine; Plankenhorn, Theresa; Rathgeb, Thomas (2005): Always Online? – Die Medienwelt der Jugendlichen, in: S. 5.

Felstead, Andrew M.; Revington, Peter J. (2011): Surgical management of temporomandibular joint ankylosis in ankylosing spondylitis, in: *International Journal of Rheumatology*, Jg. 2011, S. 854167, doi: 10.1155/2011/854167.

Fitzek, Herbert (1999): Beschreibung und Interview: Entwicklungen von Selbstbeobachtung in der morphologischen Psychologie : Themenschwerpunkt: Introspektion als Forschungsmethode, in: *Journal für Psychologie*, Nr. 7.

Gadotti, Inae C.; Hulse, Corey; Vlassov, Julia; u. a. (2018): Dentists' Awareness of Physical Therapy in the Treatment of Temporomandibular Disorders: A Preliminary Study, in: *Pain Research & Management*, Jg. 2018, S. 1563716, doi: 10.1155/2018/1563716.

Gauer, Robert L.; Semidey, Michael J. (2015): Diagnosis and Treatment of Temporomandibular Disorders, in: *American Family Physician*, Jg. 91, Nr. 6, S. 378–386.

Gesch, Dietmar; Bernhardt, Olaf; Alte, Dietrich; u. a. (2004a): Prevalence of signs and symptoms of temporomandibular disorders in an urban and rural German population: results of a population-based Study of Health in Pomerania, in: *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*, Jg. 35, Nr. 2, S. 143–150.

Gesch, Dietmar; Bernhardt, Olaf; Mack, Florian; u. a. (2004b): [Dental occlusion and subjective temporomandibular joint symptoms in men and women. Results of the Study of Health in Pomerania (SHIP)], in: *Schweizer Monatsschrift Fur*

Zahnmedizin = Revue Mensuelle Suisse D'odonto-Stomatologie = Rivista Mensile Svizzera Di Odontologia E Stomatologia, Jg. 114, Nr. 6, S. 573–580.

Göbel, H.; Frank, B.; Heinze, A.; u. a. (2019): [Healthcare behavior of migraine and headache patients when treatment is accompanied by the digital migraine app], in: *Schmerz (Berlin, Germany)*, Jg. 33, Nr. 2, S. 147–155, doi: 10.1007/s00482-018-0355-x.

Goldberg, Charles (2012): The Best Mobile Dental Apps, *DentistryIQ*, [online] https://www.dentistryiq.com/dentistry/prosthodontics-and-labratory/article/16361781/the-best-mobile-dental-apps [14.04.2020].

Goldstein, B. H. (1999): Temporomandibular disorders: a review of current understanding, in: *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, Jg. 88, Nr. 4, S. 379–385, doi: 10.1016/s1079-2104(99)70048-x.

Gretz, Julia (2015): *Bildung und Gesundheit: Der Einfluss des Bildungsstandes auf Ihre Gesundheit*, Diplomica Verlag.

Haslach, Sandra D.; Aytepe, Zeynep; Kokkari, Anne; u. a. (2018): Country and gender differences in the motivation of dental students-An international comparison, in: *European Journal of Dental Education: Official Journal of the Association for Dental Education in Europe*, Jg. 22, Nr. 4, S. e724–e729, doi: 10.1111/eje.12386.

Hautzinger, M. (1996): Selbstbeobachtung, in: *Verhaltenstherapie*, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 260–264, doi: 10.1007/978-3-662-10776-8_47.

Hellmann, D.; Schindler, H. J. (2019): Funktionstherapie mit Okklusionsschienen, in: *wissen kompakt*, Jg. 13, Nr. 1, S. 35–46, doi: 10.1007/s11838-018-0078-y.

Hensel, Elke; Gesch, Dietmar; Biffar, Reiner; u. a. (2003): Study of Health in Pomerania (SHIP): a health survey in an East German region. Objectives and design of the oral health section, in: *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*, Jg. 34, Nr. 5, S. 370–378.

Hirsch, Christian; John, MT (2005): Szenarien zu Krankheitskosten in der Diagnostik und Therapie kraniomandibulärer Dysfunktionen in Deutschland, in: *Deutsche Zahnärztliche Zeitung*, Jg. 60, Nr. 2, S. 108–111.

Höhn, Matthias; von Jahn, Ute; Urs-Vito Albrecht (Hrsg.) (2016): Kapitel 2 - Gesundheits-Apps und Markt, in: *Chancen und Risiken von Gesundheits-App (CHARISMHA)*, S. 62–82.

Hugger, A.; Lange, Matthias; Schindler, Hans Jürgen; u. a. (2016): Begriffsbestimmungen: Funktionsstörung, Dysfunktion, craniomandibuläre Dysfunktion (CMD), Myoarthropathie des Kausystems (MAP), dgzmk.

Hugger, Alfons; Kordaß, Bernd (2018): *Handbuch Instrumentelle Funktionsanalyse und funktionelle Okklusion: wissenschaftliche Evidenz und klinisches Vorgehen*, Berlin Barcelona Chicago Istanbul London Mailand Moskau Neu-

Delhi Paris Prag São Paulo Seoul Singapur Tokio Warschau: Quintessence Publishing.

Izquierdo-Hänni, Daniel (2020): Umgang mit Stress und Druck bei Bruxismus und Schnarchen, *dental journal*, [online] https://dentaljournal.co/umgang-mit-stress-und-druck-bei-bruxismus-und-schnarchen/ [10.06.2020].

Jaana, Mirou; Paré, Guy (2020): Comparison of Mobile Health Technology Use for Self-Tracking Between Older Adults and the General Adult Population in Canada: Cross-Sectional Survey, in: *JMIR mHealth and uHealth*, Jg. 8, Nr. 11, S. e24718, doi: 10.2196/24718.

Jaysquared Hillebrand (2012): „Bruxismus Selbstbehandlung“ im App Store, *App Store*, [online] https://itunes.apple.com/de/app/bruxismus-selbstbehandlung/id510047764?mt=8.

J.F. (2000): Introspektion, *Spektrum.de*, [online] https://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/introspektion/7425 [29.12.2019].

John, M T (2006): Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders – German Version (RDC/TMD-G),.

de Jongh, Thyra; Gurol-Urganci, Ipek; Vodopivec-Jamsek, Vlasta; u. a. (2012): Mobile phone messaging for facilitating self-management of long-term illnesses, in: *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, Jg. 12, S. CD007459, doi: 10.1002/14651858.CD007459.pub2.

Katz, James E. (2006): Mobile Kommunikation und die Transformation des Alltagslebens: Die nächste Phase in der Mobiltelefon-Forschung, in: Peter Glotz, Stefan Bertschi, und Chris Locke (Hrsg.), *Daumenkultur*, transcript Verlag, S. 197–212, doi: 10.14361/9783839404737-012.

Kindler, Stefan; Bredow-Zeden, Marike (2020): Considering Depression and Anxiety as Risk Factors for Temporomandibular Joint Disorder: A German Perspective, in: Michael R. Clark (Hrsg.), *Overlapping Pain & Psychiatric Syndromes: Global Perspectives*, New York, NY: Oxford University Press, S. 152–159.

Kindler, Stefan; Samietz, Stefanie; Houshmand, Mohammad; u. a. (2012): Depressive and anxiety symptoms as risk factors for temporomandibular joint pain: a prospective cohort study in the general population, in: *The Journal of Pain: Official Journal of the American Pain Society*, Jg. 13, Nr. 12, S. 1188–1197, doi: 10.1016/j.jpain.2012.09.004.

Kindler, Stefan; Schwahn, Christian; Bernhardt, Olaf; u. a. (2019): Association Between Symptoms of Posttraumatic Stress Disorder and Signs of Temporomandibular Disorders in the General Population, in: *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, Jg. 33, Nr. 1, S. 67–76, doi: 10.11607/ofph.1905.

Kirveskari, P.; Le Bell, Y.; Salonen, M.; u. a. (1989): Effect of elimination of occlusal interferences on signs and symptoms of craniomandibular disorder in young adults, in: *Journal of Oral Rehabilitation*, Jg. 16, Nr. 1, S. 21–26, doi: 10.1111/j.1365-2842.1989.tb01313.x.

Klasser, G. D.; Manfredini, D.; Goulet, J.-P.; u. a. (2018): Oro-facial pain and temporomandibular disorders classification systems: A critical appraisal and future directions, in: *Journal of Oral Rehabilitation*, Jg. 45, Nr. 3, S. 258–268, doi: 10.1111/joor.12590.

Kohlhauf, Lucia; Rutke, Ulrike; Neuhaus, Birgit (2011): Beobachten als wissenschaftliche Erkenntnismethode. Entwicklung eines Kompetenzmodells für Kinder ab dem Vorschulalter, in: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, S. 165–178.

Kramer, Ursula (2016): Gesundheits-, Medizin-Apps, Apps als Medizinprodukt? Definition & Relevanz, *HealthOn*, doi: https://www.healthon.de/blogs/2016/03/10/gesundheits-medizin-apps-apps-als-medizinprodukt-definition-relevanz.

Kuntz, Benjamin (2011): Bildung und Gesundheit, in: Thomas Schott und Claudia Hornberg (Hrsg.), *Die Gesellschaft und ihre Gesundheit: 20 Jahre Public Health in Deutschland: Bilanz und Ausblick einer Wissenschaft*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 311–327, doi: 10.1007/978-3-531-92790-9_16.

KZBV (2021): Internationaler Frauentag: KZBV bekräftigt selbstgestecktes Ziel, *KZBV*, [online] https://www.kzbv.de/pressemitteilung-vom-5-3-2021.1480.de.html [14.04.2021].

Lange, Matthias; Ahlers, Marcus Oliver; Ottl, P. (2012): Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie – CMD-Beg…, *archive.vn*, [online] http://archive.vn/y6hn [31.08.2020].

Lange, Matthias; Peroz, Ingrid (2013): Bruxismus: Zähneknirschen und Zähnepressen,.

Lange; Ottl; Ahlers (2013): Was kann ich selbst tun? - DGFDT, [online] https://www.dgfdt.de/de_DE/was-kann-ich-selbst-tun-1 [06.12.2019].

Lee, Brian M.; Kemmelmeier, Markus (2017): How reliable are the effects of self-control training?: A re-examination using self-report and physical measures, in: *PLoS ONE*, Jg. 12, Nr. 6, doi: 10.1371/journal.pone.0178814.

de Leeuw, Reny (2013): American Academy of Orofacial Pain Guidelines for Assessment, Diagnosis, and Management, in: *Orofacial Pain*, 5. Auflage Chicago IL: Quintessence Publishing Co, Inc., S. 72–73.

LeResche, L. (1997): Epidemiology of temporomandibular disorders: implications for the investigation of etiologic factors, in: *Crit Rev Oral Biol Med*, Jg. 8, S. 291–305.

Li, Ran; Liang, Ning; Bu, Fanlong; u. a. (2020): The Effectiveness of Self-Management of Hypertension in Adults Using Mobile Health: Systematic Review and Meta-Analysis, in: *JMIR mHealth and uHealth*, Jg. 8, Nr. 3, S. e17776, doi: 10.2196/17776.

Lin, Jiaxi; Lüking, Marianne; Ebert, David Daniel; u. a. (2015): Effectiveness and cost-effectiveness of a guided and unguided internet-based Acceptance and Commitment Therapy for chronic pain: Study protocol for a three-armed randomised controlled trial., in: *Internet Interventions*, Jg. 2, Nr. 1, S. 7–16, doi: 10.1016/j.invent.2014.11.005.

Link, Elena; Baumann, Eva (2020): Nutzung von Gesundheitsinformationen im Internet: personenbezogene und motivationale Einflussfaktoren, in: *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, Jg. 63, Nr. 6, S. 681–689, doi: 10.1007/s00103-020-03144-5.

Lobbezoo, F.; Ahlberg, J.; Glaros, A. G.; u. a. (2013): Bruxism defined and graded: an international consensus, in: *Journal of Oral Rehabilitation*, Jg. 40, Nr. 1, S. 2–4, doi: 10.1111/joor.12011.

Locker, D.; Slade, G. (1988): Prevalence of symptoms associated with temporomandibular disorders in a Canadian population, in: *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, Jg. 16, Nr. 5, S. 310–313, doi: 10.1111/j.1600-0528.1988.tb01783.x.

Loster, Jolanta E.; Osiewicz, Magdalena A.; Groch, Magdalena; u. a. (2017): The Prevalence of TMD in Polish Young Adults, in: *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*, Jg. 26, Nr. 4, S. 284–288, doi: 10.1111/jopr.12414.

Lövgren, Anna; Österlund, Catharina; Ilgunas, Aurelija; u. a. (2018): A high prevalence of TMD is related to somatic awareness and pain intensity among healthy dental students, in: *Acta Odontologica Scandinavica*, Jg. 76, Nr. 6, S. 387–393, doi: 10.1080/00016357.2018.1440322.

Lück, H. E. (2013): *Forschungsartefakte und nicht-reaktive Meßverfahren*, Springer-Verlag.

Lukowicz, Paul; Kirstein, T; Tröster, G (2004): Wearable systems for health care applications, in: *Methods of information in medicine*, Jg. 43, S. 232–8, doi: 10.1267/METH04030232.

MacPherson, Megan M; Merry, Kohle J; Locke, Sean R; u. a. (2019): Effects of Mobile Health Prompts on Self-Monitoring and Exercise Behaviors Following a Diabetes Prevention Program: Secondary Analysis From a Randomized Controlled Trial, in: *JMIR mHealth and uHealth*, Jg. 7, Nr. 9, S. e12956, doi: 10.2196/12956.

Manfredini, Daniele; Bracci, Alessandro; Djukic, Goran (2016): BruxApp: The ecological momentary assessment of awake bruxism, in: *Minerva stomatologica*, Jg. 65, S. 252–255.

Manfredini, Daniele; Guarda-Nardini, Luca; Winocur, Ephraim; u. a. (2011): Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: a systematic review of axis I epidemiologic findings, in: *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, Jg. 112, Nr. 4, S. 453–462, doi: 10.1016/j.tripleo.2011.04.021.

Marshall, A.; Medvedev, O.; Antonov, A. (2008): Use of a Smartphone for Improved Self-Management of Pulmonary Rehabilitation, in: *International Journal of Telemedicine and Applications*, Jg. 2008, S. 1–5, doi: 10.1155/2008/753064.

Matsubara, Risa; Yanagi, Yoshinobu; Oki, Kazuhiro; u. a. (2018): Assessment of MRI findings and clinical symptoms in patients with temporomandibular joint disorders, in: *Dento Maxillo Facial Radiology*, Jg. 47, Nr. 4, S. 20170412, doi: 10.1259/dmfr.20170412.

MCNEIL, C. (1993): Temporomandibular disorders : guidelines for classifications, assessment, and management, in: *American Academy of Orofacial Pain*, Quintessence.

Melis, Marcello; Di Giosia, Massimilino (2016): The role of genetic factors in the etiology of temporomandibular disorders: a review, in: *Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice*, Jg. 34, Nr. 1, S. 43–51, doi: 10.1179/2151090314Y.0000000027.

Merian, Dr. med. dent. Alexander (2015): Gesichtsschmerzen, *App-Doc*, [online] http://app-doc.de/index.php/de/gesichtsschmerzen.html [30.12.2019].

Meyer, Thomas D.; Hautzinger, Martin (2001): Allgemeine Depressions-Skala (ADS). Normierung an Minderjährigen und Erweiterung zur Erfassung manischer Symptome (ADMS). [Center for Epidemiological Studies—Depression Scale (CES-D). Norms for adolescents and extension for the assessment of manic symptoms.], in: *Diagnostica*, Germany: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG, Jg. 47, Nr. 4, S. 208–215, doi: 10.1026/0012-1924.47.4.208.

Mksoud, Maria; Ittermann, Till; Daboul, Amro; u. a. (2020): Are third molars associated with orofacial pain? Findings from the SHIP study, in: *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, Jg. 48, Nr. 5, S. 364–370, doi: 10.1111/cdoe.12540.

Möltner, Hannah; Leve, Jonas; Esch, Tobias (2018): Burnout-Prävention und mobile Achtsamkeit: Evaluation eines appbasierten Gesundheitstrainings bei Berufstätigen, in: *Das Gesundheitswesen*, © Georg Thieme Verlag KG, Jg. 57, Nr. 3, S. 295–300, doi: 10.1055/s-0043-114004.

Mongini, Franco; Ciccone, Giovannino; Deregibus, Andrea; u. a. (2004): Muscle tenderness in different headache types and its relation to anxiety and depression, in: *Pain*, Jg. 112, Nr. 1–2, S. 59–64, doi: 10.1016/j.pain.2004.07.025.

Mosa, Abu Saleh Mohammad; Yoo, Illhoi; Sheets, Lincoln (2012): A Systematic Review of Healthcare Applications for Smartphones, in: *BMC Medical Informatics and Decision Making*, Jg. 12, Nr. 1, S. 67, doi: 10.1186/1472-6947-12-67.

Nilsen, Per; Roback, Kerstin; Broström, Anders; u. a. (2012): Creatures of habit: accounting for the role of habit in implementation research on clinical behaviour change, in: *Implementation science: IS*, Jg. 7, S. 53, doi: 10.1186/1748-5908-7-53.

Nkenke, Emeka; Seemann, Rudolf; Vairaktaris, Elefterios; u. a. (2015): Gender trends in authorship in oral and maxillofacial surgery literature: A 30-year analysis, in: *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery: Official Publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, Jg. 43, Nr. 6, S. 913–917, doi: 10.1016/j.jcms.2015.04.004.

Ohrbach, Richard; Fillingim, Roger B.; Mulkey, Flora; u. a. (2011): Clinical Findings and Pain Symptoms as Potential Risk Factors for Chronic TMD: Descriptive Data and Empirically Identified Domains from the OPPERA Case-Control Study, in: *The journal of pain : official journal of the American Pain Society*, Jg. 12, Nr. 11 Suppl, S. T27–T45, doi: 10.1016/j.jpain.2011.09.001.

Okeson, Jeffrey P (1997): Current terminology and diagnostic classification schemes, in: *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, (NIH Technology Assessment Conference Management of Temporomandibular Disorders), Jg. 83, Nr. 1, S. 61–64, doi: 10.1016/S1079-2104(97)90092-5.

Okeson, Jeffrey P. (2007): Joint Intracapsular Disorders: Diagnostic and Nonsurgical Management Considerations, in: *Dental Clinics of North America*, (Temporomandibular Disorders and Orofacial Pain), Jg. 51, Nr. 1, S. 85–103, doi: 10.1016/j.cden.2006.09.009.

Okeson, Jeffrey P. (2008): The classification of orofacial pains, in: *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, Jg. 20, Nr. 2, S. 133–144, v, doi: 10.1016/j.coms.2007.12.009.

Okeson, Jeffrey; Porto, Felipe Borges; Furquim, Bruno D'Aurea; u. a. (2018): An interview with Jeffrey Okeson, in: *Dental Press Journal of Orthodontics*, Jg. 23, Nr. 6, S. 30–39, doi: 10.1590/2177-6709.23.6.030-039.int.

Ommerborn, Michelle Alicia; Kollmann, Carolin; Handschel, Jörg; u. a. (2010): A survey on German dentists regarding the management of craniomandibular disorders, in: *Clinical Oral Investigations*, Jg. 14, Nr. 2, S. 137–144, doi: 10.1007/s00784-009-0282-4.

Orne, Martin T. (1962): On the social psychology of the psychological experiment: With particular reference to demand characteristics and their implications, in: *American Psychologist*, US: American Psychological Association, Jg. 17, Nr. 11, S. 776–783, doi: 10.1037/h0043424.

Ottl, P.; Peroz, Ingrid; Lange, Matthias; u. a. (2019): CMD-Screening (CMD-Basisdiagnostik) der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT), DGFDT.

Peck, C. C.; Goulet, J.-P.; Lobbezoo, F.; u. a. (2014): Expanding the taxonomy of the diagnostic criteria for temporomandibular disorders, in: *Journal of Oral Rehabilitation*, Jg. 41, Nr. 1, S. 2–23, doi: 10.1111/joor.12132.

Penglee, Nattika; Christiana, Richard W.; Battista, Rebecca A.; u. a. (2019): Smartphone Use and Physical Activity among College Students in Health Science-Related Majors in the United States and Thailand, in: *International*

Journal of Environmental Research and Public Health, Jg. 16, Nr. 8, doi: 10.3390/ijerph16081315.

Phillips, R. W.; Jendresen, M. D.; Klooster, J.; u. a. (1990): Report of the Committee on Scientific Investigation of the American Academy of Restorative Dentistry, in: *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Jg. 64, Nr. 1, S. 74–110, doi: 10.1016/0022-3913(90)90155-6.

Polacek, Brian (2021): AAOP Home - Orofacial Pain (OFP), *AAOP*, [online] https://aaop.org/ [07.07.2021].

Purnama, Agung; Drago, Daniela (2019): Fundamentals of the European devices regulatory framework, in: S. 4.

Reißmann, D.R.; John, M.T. (2007): Ist Kiefergelenkknacken ein Risikofaktor für Schmerzen im Kiefergelenk?, in: *Der Schmerz*, Jg. 21, Nr. 2, S. 131–138, doi: 10.1007/s00482-006-0518-z.

research2guidance (2016): Digital Health - Wichtigste Zielgruppen von mHealth-Apps 2016 | Umfrage, *Statista*, [online] https://de.statista.com/statistik/daten/studie/695482/umfrage/umfrage-unter-mhealth-app-entwicklern-zur-den-wichtigsten-zielgruppen/ [21.01.2019].

ROBERTS, JAMES A.; PETNJI YAYA, LUC HONORE; MANOLIS, CHRIS (2014): The invisible addiction: Cell-phone activities and addiction among male and female college students, in: *Journal of Behavioral Addictions*, Jg. 3, Nr. 4, S. 254–265, doi: 10.1556/JBA.3.2014.015.

Roth, Erwin; Holling, Heinz (2018): *Sozialwissenschaftliche Methoden: Lehr- und Handbuch für Forschung und Praxis*, Walter de Gruyter GmbH & Co KG.

Saparamadu, Amarasinghe Arachchige Don Nalin Samandika; Fernando, Piyum; Zeng, Peizi; u. a. (2021): User-Centered Design Process of an mHealth App for Health Professionals: Case Study, in: *JMIR mHealth and uHealth*, Jg. 9, Nr. 3, S. e18079, doi: 10.2196/18079.

Schäfer, Christian (2017): *Patientencompliance: Adhärenz als Schlüssel für den Therapieerfolg im Versorgungsalltag*, 2. Auflage Gabler Verlag, doi: 10.1007/978-3-658-13003-9.

Schiffman El; Fricton Jr; Haley D (1992): The Relationship of Occlusion, Parafunctional Habits and Recent Life Events to Mandibular Dysfunction in a Non-Patient Population, *Journal of oral rehabilitation*, J Oral Rehabil, doi: 10.1111/j.1365-2842.1992.tb01095.x.

Schiffman, Eric; Ohrbach, Richard; Truelove, Edmond; u. a. (2014): 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†, in: *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, Jg. 28, Nr. 1, S. 6–27, doi: 10.11607/jop.1151.

Schmitter, M.; Rammelsberg, P.; Hassel, A. (2005): The prevalence of signs and symptoms of temporomandibular disorders in very old subjects, in: *Journal of*

Oral Rehabilitation, Jg. 32, Nr. 7, S. 467–473, doi: https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2005.01449.x.

Schulte, W. (1970): Zur funktionellen Behandlung der Myoarthropathien des Kauorgans: ein diagnostisches und physiotherapeutisches Programm, in: *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*,.

Schwoegl, Erin N.; Rodgers, Mackenzie E.; Kumar, Satish S. (2020): Reflective Journaling by Second-Year Dental Students During a Clinical Rotation, in: *Journal of Dental Education*, Jg. 84, Nr. 2, S. 157–165, doi: 10.21815/JDE.019.170.

Scrivani, Steven J.; Keith, David A.; Kaban, Leonard B. (2008): Temporomandibular disorders, in: *The New England Journal of Medicine*, Jg. 359, Nr. 25, S. 2693–2705, doi: 10.1056/NEJMra0802472.

Sleepscore.labs (2019): Do I Snore or Grind, *App Store*, [online] https://apps.apple.com/de/app/do-i-snore-or-grind/id1154925543 [30.12.2019].

Spranger, Heinz (2015): *Differentialdiagnostik der Kieferschmerzen: Regulationsmedizinischer Befund und integrative Therapie*, diplom.de.

Story, W. P.; Durham, J.; Al-Baghdadi, M.; u. a. (2016): Self-management in temporomandibular disorders: a systematic review of behavioural components, in: *Journal of Oral Rehabilitation*, Jg. 43, Nr. 10, S. 759–770, doi: 10.1111/joor.12422.

Sunstar Suisse SA (2017): Die GrindCare® app – Apps bei Google Play, [online] https://play.google.com/store/apps/details?id=com.GrindCare&hl=de [30.12.2019].

Türp, J. C.; John, M.; Nilges, Paul (2002): Empfehlungen zur standardisierten Diagnostik CMD, in.:

Türp, Jens Christoph (2000): Diagnostik von Patienten mit chronischen orofazialen Schmerzen.pdf, in: *Quintessenz*, Jg. 51, Nr. 7, S. 721–727.

Von Korff, Michael; Dworkin, Samuel F.; Le Resche, Linda (1990): Graded chronic pain status: an epidemiologic evaluation, in: *Pain*, Jg. 40, Nr. 3, S. 279–291, doi: 10.1016/0304-3959(90)91125-3.

Webb, Eugene J.; Campbell, Donald T.; Schwartz, Richard D.; u. a. (1966): *Unobtrusive measures: Nonreactive research in the social sciences*, Oxford, England: Rand Mcnally (Unobtrusive measures: Nonreactive research in the social sciences).

Wentura, Dirk; Frings, Christian (2013): Aufmerksamkeit, in: Dirk Wentura und Christian Frings (Hrsg.), *Kognitive Psychologie*, Wiesbaden: Springer Fachmedien (Basiswissen Psychologie), S. 83–99, doi: 10.1007/978-3-531-93125-8_4.

WHO Global Observatory for eHealth (2011): *MHealth: new horizons for health through mobile technologies.*, Geneva: World Health Organization.

Wieckiewicz, Mieszko; Boening, Klaus; Wiland, Piotr; u. a. (2015): Reported concepts for the treatment modalities and pain management of temporomandibular disorders, in: *The Journal of Headache and Pain*, Jg. 16, S. 106, doi: 10.1186/s10194-015-0586-5.

Wieckiewicz, Mieszko; Grychowska, Natalia; Wojciechowski, Kamil; u. a. (2014): Prevalence and correlation between TMD based on RDC/TMD diagnoses, oral parafunctions and psychoemotional stress in Polish university students, in: *BioMed Research International*, Jg. 2014, S. 472346, doi: 10.1155/2014/472346.

Winocur, E.; Reiter, S.; Krichmer, M.; u. a. (2010): Classifying degenerative joint disease by the RDC/TMD and by panoramic imaging: a retrospective analysis, in: *Journal of Oral Rehabilitation*, Jg. 37, Nr. 3, S. 171–177, doi: 10.1111/j.1365-2842.2009.02035.x.

Wittchen, H.-U.; Höfler, M.; Gander, F.; u. a. (1999): Screening for mental disorders: performance of the Composite International Diagnostic – Screener (CID–S), in: *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, Jg. 8, Nr. 2, S. 59–70, doi: 10.1002/mpr.57.

World Health Organization (2020): WHO | World Health Organization, *WHO*, World Health Organization, [online] http://www.who.int/reproductivehealth/self-care-interventions/en/ [13.04.2020].

Wu, Ning; Hirsch, Christian (2010): Temporomandibular Disorders in German and Chinese Adolescents, in: *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie*, Jg. 71, Nr. 3, S. 187–198, doi: 10.1007/s00056-010-1004-x.

Zhang, Z. K.; Ma, X. C.; Gao, S.; u. a. (1999): Studies on contributing factors in temporomandibular disorders, in: *The Chinese journal of dental research: the official journal of the Scientific Section of the Chinese Stomatological Association (CSA)*, Jg. 2, Nr. 3–4, S. 7–20.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Selbstbeobachtung im Behandlungsablauf (Bolljahn 2020) 21
Abbildung 2 Anzahl der verfügbaren Gesundheits-Apps nach App Store im Jahr 2016 (Radtke 2018) 24
Abbildung 3 Zusammensetzung der Studienpopulation (Bolljahn 2020) 33
Abbildung 4 Screenshots „CMD-App“ 42
Abbildung 5 Visuelle Analogskala Evaluationsfragebogen 46
Abbildung 6 Häufigkeit der Selbstbeobachtungen insgesamt 48
Abbildung 7 Häufigkeit der Selbstbeobachtungen pro Tag 49
Abbildung 8 Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen (Probandenanzahl) 50
Abbildung 9 Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen Papiergruppe (Prozent) 51
Abbildung 10 Vollständigkeit der Selbstbeobachtungen Appgruppe (Prozent) 51
Abbildung 11 Auswertung visuelle Analogskala Evaluationsfragebogen 53
Abbildung 12 Selbstbeobachtungsbogen Seite 1 + 2 Poliklinik für MKG-Chirurgie / Plastische Operationen Uni Greifswald 106
Abbildung 13 Studienablauf (Bolljahn 2020) 107
Abbildung 14 Papierfragebogen (Bolljahn 2018) 108
Abbildung 15 Initialfragebogen (Bolljahn 2018) 109
Abbildung 16 Evaluationsfragebogen (Bolljahn 2018) 110

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht Apps für CMD, Bruxismus und Gesichtsschmerz 27
Tabelle 2 Zeitplan 38
Tabelle 3 Updatehistorie „CMD-App“ 44
Tabelle 4 Häufigkeit der Selbstbeobachtung 49
Tabelle 5 Anzahl komplett ausgefüllter Selbstbeobachtungen 52
Tabelle 6 Verteilung der Geschlechter 56
Tabelle 7 Verteilung des Alters 57
Tabelle 8 Verbesserungsvorschläge Appgruppe 69
Tabelle 9 Verbesserungsvorschläge Papiergruppe 71

12 Anhang

12.1 Abbildung 12 Selbstbeobachtungsbogen Poliklinik MKG-Chirurgie

Abbildung 12 Selbstbeobachtungsbogen Seite 1 + 2 Poliklinik für MKG-Chirurgie / Plastische Operationen Uni Greifswald

Selbstbeobachtung

Was mache ich mit meinen Zähnen, mit meiner Zunge oder auch mit meinen Lippen?

Datum	Uhrzeit	Beobachtung
z. B. 20.07.10	9.15	………

© by Klinik und Poliklinik für MKG-Chirurgie/Plastische Operationen Uni Greifswald

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient !

ne Reihe von Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten haben ihre Ursachen in einer unbewußten hlbelastung der Zähne. Diese Erscheinungen treten nicht etwa beim Essen oder Sprechen ndern während der Ruhezeiten Ihres Kauorgans (z. B. nachts oder während der Arbeit) auf. ch bei Ihnen besteht der Verdacht, dass eine solche Angewohnheit vorliegt, die wir mit Hilfe er Selbstbeobachtung diagnostizieren müssen. Die Fehlbelastung als Ursache Ihrer schwerden muß unbedingt abgeklärt und beseitigt werden. Tragen Sie deshalb bitte selber dazu , und zwar auf folgendem Wege:

hmen Sie 3-5 weiße Karten in Postkartengröße und zeichnen Sie darauf ein gut sichtbares rotes euz oder einen roten Kreis. Diese Karten stellen oder hängen Sie an Plätzen auf, an denen Sie süber intensiv beschäftigt sind, also beispielsweise im Badezimmer, auf dem Schreibtisch oder f dem Fernseher. Bringen Sie diese Karten so an, dass zufällig Ihr Blick immer wieder darauf len muß. In diesem Augenblick fragen Sie sich selbst: „Was mache ich gerade mit meinen hnen, mit meiner Zunge oder auch mit meinen Lippen?“ s Ergebnis dieser Beobachtung notieren Sie bitte in dem Moment. Beim nächsten Mal bringen uns dann diese Notizen mit.

achen Sie bitte nicht den folgenden großen Fehler:

nken Sie jetzt bitte nicht etwa ständig an Ihre Zähne, Zunge oder Lippen oder daran, dass Sie f Ihre Zähne besonders achten müssen. Auf diesem Wege würden Sie nämlich Ihre gewohnheit niemals bemerken.

hmen Sie bitte diese Anleitung ernst!

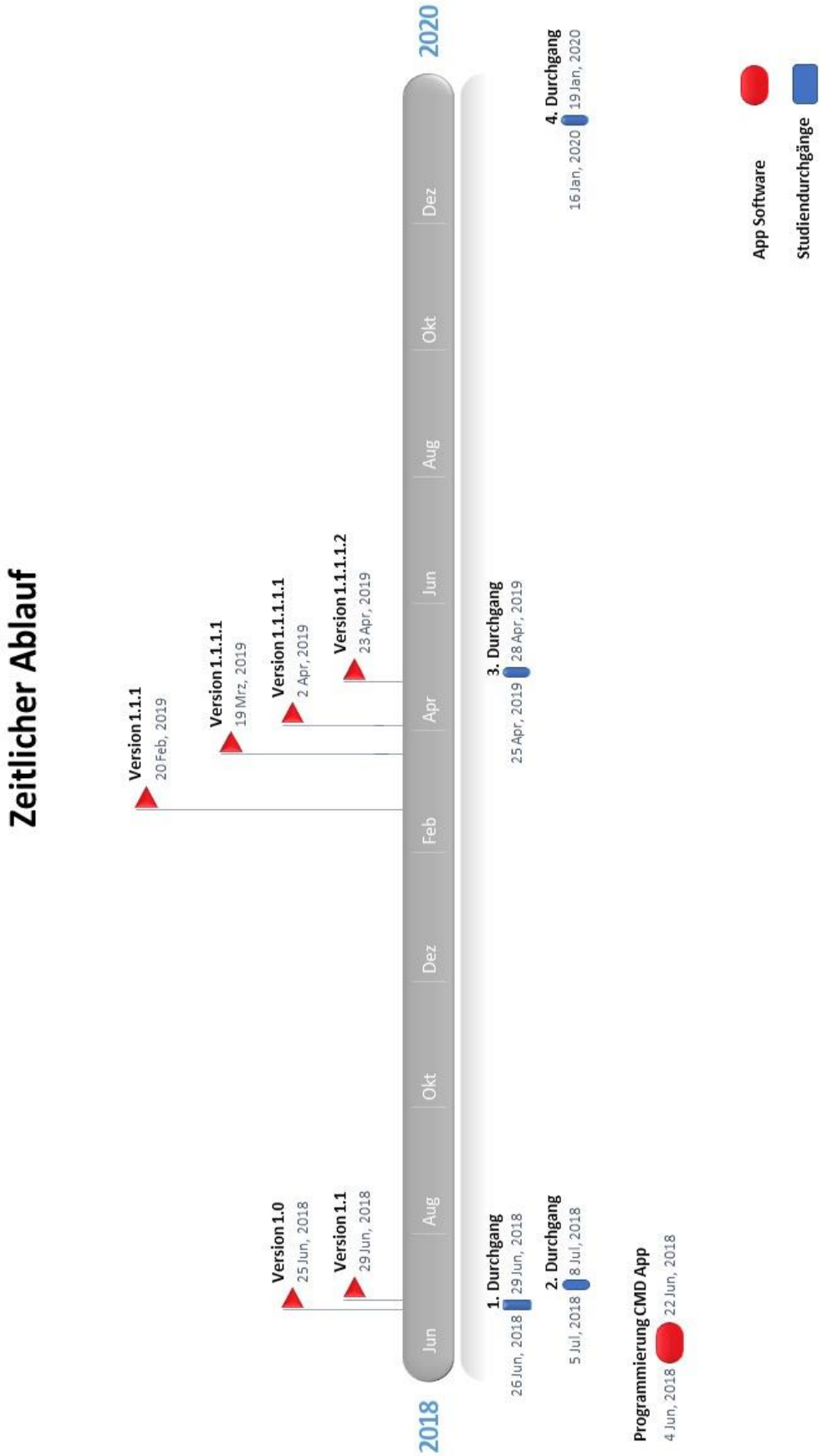
auben Sie bitte, dass es keine durchgreifende Besserung bei Ihnen geben kann, wenn Sie diese pfehlung nicht genau beachten!

r möchten Ihnen gerne helfen, tragen Sie bitte dazu bei!

y Klinik und Poliklinik für MKG-Chirurgie/Plastische Operationen Uni Greifswald

12.2 **Abbildung 13 Studienablauf und Updatehistorie**

Abbildung 13 Studienablauf (Bolljahn 2020)



12.3 **Abbildung 14 Papierfragebogen**

Abbildung 14 Papierfragebogen (Bolljahn 2018)

12.4 **Abbildung 15 Initialfragebogen**

Abbildung 15 Initialfragebogen (Bolljahn 2018)

Smartphone-App zur Diagnostik von craniomandibulären Dysfunktionen (CMD)

Probandennummer:	Alter: ..... Jahre
☐☐☐	❑ männlich ❑ weiblich

1. **Hatten Sie in den vergangenen 6 Monaten Beschwerden im Kiefer- und Gesichtsbereich?**
   ❑ Ja Nein ❑

   Wenn ja, welche?
   ❑ Schmerzen in der Kaumuskulatur
   ❑ Kiefergelenksknacken
   ❑ Knirschen oder Pressen

2. **Ist bei Ihnen CMD von einem Arzt bzw. Zahnarzt festgestellt worden?**
   ❑ Ja ❑ Nein

3. **Haben Sie eine Schiene?**
   ❑ Ja Nein ❑

4. **Leiden Sie unter:**
   Gelenkerkrankungen (z.B. Arthritis; Arthrose): ❑ Ja ❑ Nein
   Migräne: ❑ Ja ❑ Nein
   Kopfschmerzen: ❑ Ja ❑ Nein
   Chronische Nackenschmerzen ❑ Ja ❑ Nein
   Chronische Rückenschmerzen ❑ Ja ❑ Nein
   Sonstige Schmerzen: .....

5. **Haben Sie Kinder?**
   ❑ Ja ❑ Nein

6. **Haben Sie einen Nebenjob?**
   ❑ Ja ❑Nein

7. **Welches Smartphone – Betriebssystem nutzen Sie?**

   ❑ Android
   ❑ iOS
   ❑ Anderes

12.5 **Abbildung 16 Evaluationsfragebogen**

Abbildung 16 Evaluationsfragebogen (Bolljahn 2018)

Smartphone-App zur Diagnostik von craniomandibulären Dysfunktionen (CMD)

Probandennummer: ☐☐☐ Alter: ..... Jahre

❑ männlich ❑ weiblich

1. Konnten Sie die Intervention (App oder Fragebogen) in ihren Alltag integrieren?

2. Haben Sie mithilfe der Intervention (App oder Fragebogen) mehr auf ihre Zähne, ihr Kiefergelenk oder die Muskulatur geachtet?

3. Die Intervention (App oder Fragebogen) war übersichtlich gestaltet!?

4. Wie viel Zeit haben Sie im Durchschnitt zum Ausfüllen der Einträge am Tag genommen?

2 Minuten ❑ 5 Minuten ❑ mehr als 10 Minuten ❑

5. Haben Sie Verbesserungsvorschläge oder Anregungen?

_____

_____

_____

_____

_____

13 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät, keiner anderen wissenschaftlichen Einrichtung vorgelegt worden.

Ich erkläre, dass ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und dass eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

Datum Unterschrift

14 Danksagung

Mein besonderer Dank geht an Herrn PD Dr. med. Dr. med. dent. Stefan Kindler für die freundliche Überlassung des Dissertationsthemas, die intensive Betreuung während der Entstehung der Arbeit sowie die Möglichkeit die Arbeit an der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universitätsmedizin Greifswald fertigstellen zu können.

Weiterhin möchte ich mich sehr herzlich bei Herrn PD Dr. rer. med. Till Ittermann für die Betreuung bei analytischen Fragestellungen und die statistische Auswertung der Ergebnisse bedanken.

Bei Frau Dr. med. dent. Maria Mksoud möchte ich mich aufrichtig für die sehr gute Zusammenarbeit bei der Vorbereitung der Studienunterlagen, der terminlichen Koordination des Studienablaufs und für die Hilfe und Unterstützung nach Beendigung der Studiendurchgänge bedanken.

Ein großer Dank geht an David Wulff und das Team der M&W GmbH für die Programmierung der „CMD-App“ und die Durchführung der Softwareupdates.

Der abschließende Dank geht an meine Familie für die große Unterstützung in der Zeit des Studiums und während der Erstellung dieser Arbeit.